

**DESARROLLO DE UNA ESTRATEGIA CONTRACTUAL DE EXPLORACIÓN Y  
PRODUCCIÓN (E&P) PARA LOS CAMPOS MENORES DE ECOPETROL S.A.,  
BASADA EN EL MODELO MEXICANO DE LABORATORIOS INTEGRALES DE  
CAMPOS (LIC)**

**JUAN CARLOS CHAMORRO GALVIS**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOMECHANICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
MAESTRIA EN ALTA GERENCIA  
BUCARAMANGA**

**2015**

**DESARROLLO DE UNA ESTRATEGIA CONTRACTUAL DE EXPLORACIÓN Y  
PRODUCCIÓN (E&P) PARA LOS CAMPOS MENORES DE ECOPETROL S.A.,  
BASADA EN EL MODELO MEXICANO DE LABORATORIOS INTEGRALES DE  
CAMPOS (LIC)**

**Autor:**

**JUAN CARLOS CHAMORRO GALVIS**

**Trabajo para optar al título de Magister en Alta Gerencia.**

**Director**

**ROGELIO GUTIERREZ P.**

**Master en Gestión de Empresa**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOMECHANICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
MAESTRIA EN ALTA GERENCIA  
BUCARAMANGA**

**2015**

## DEDICATORIA

A Dios, por su permanente orientación, ayuda y guía para continuar y culminar esta parte de mi vida, por no dejarme desanimar ni perder la esperanza.

A mi esposa Yadi, por su amor, comprensión y apoyo incondicional durante toda la elaboración de este trabajo.

A mis adorados hijos Fer, Carlitos, Juliancho y Juanjo, el mejor regalo que Dios me ha dado y quienes son mi razón de vivir, de ser y de existir.

A mi amada madre Elvira, mis hermanas, hermanos y sobrinos, por su cariño y aprecio que siempre me han tenido.

A mi recordado padre Gerardo, quien hace ya 14 años que partió, pero siempre siento que me acompaña y que está a mi lado aconsejándome y guiándome.

A mis amigos, compañeros de trabajo, de clases, gracias por su apoyo, compañía, comprensión y tolerancia.

A mis profesores, por su incansable trabajo y transferencia de conocimientos sin ninguna prevención, ni escatimo de esfuerzos. Gracias por todo lo enseñado.

Al doctor Rogelio Gutierrez P., director de este trabajo, por su excelente guía, asesoramiento y orientación para el buen desarrollo del mismo.

Al profesor Orlando E. Contreras P., coordinador del MBA, por su paciencia, guía y orientación durante todo el desarrollo de la maestría.

A la coordinación y logística del MBA, "MBA Bogotá", por su apoyo y colaboración incondicional y a tiempo. Gracias.

Doy gracias a todas aquellas personas que de una u otra forma me dieron su ayuda para la realización de este trabajo.

## CONTENIDO

	<b>pág.</b>
INTRODUCCIÓN .....	12
1. PLANTEAMIENTO Y JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA .....	14
1.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA .....	14
2. OBJETIVOS.....	16
2.1. OBJETIVO GENERAL .....	16
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
3. MARCO DE REFERENCIA.....	17
3.1. MARCO DE ANTECEDENTES.....	17
3.2. MARCO TEÓRICO DEL CONTENIDO.....	18
3.2.1. Laboratorios Integrales De Campos (LIC).....	20
3.2.2. Qué Es Un Lic?.....	20
3.2.3. Objetivo y Alcance de los LIC. ....	21
3.2.4. Elementos Clave de Éxito de los LIC.....	21
3.2.5. Enfoque Metodológico de los LIC. ....	23
3.2.6. Proceso General para el Desarrollo de un LIC. ....	24
3.2.6.1. Fase Cero - Línea base de desempeño actual, contexto base .....	26
3.2.6.2. Fase Uno - Identificación de soluciones a través de los LIC.....	26
3.2.6.3. Fase Dos – Masificación .....	37
3.3. MARCO TEÓRICO DE LA METODOLOGÍA .....	37
3.3.1. Etapa 1. Análisis de los Componentes del Modelo Mexicano LIC. ....	37
3.3.2. Etapa 2. Análisis de los Modelos Contractuales Aplicados en Ecopetrol.....	39
3.3.3. Etapa 3. Análisis y Evaluación de los Aportes Tecnológicos del Modelo LIC. ....	39

3.3.4. Etapa 4. Definición de la Estrategia de Adaptación del Modelo LIC en Ecopetrol.....	39
4. METODOLOGIA .....	41
4.1. ETAPA 1. ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES DEL MODELO MEXICANO LIC E IDENTIFICACIÓN DE FACTORES Y COMPONENTES CLAVES PARA EL CASO ECOPETROL .....	41
4.2. ETAPA 2. ANÁLISIS DE LOS MODELOS CONTRACTUALES APLICADOS EN ECOPETROL.....	42
4.3. ETAPA 3. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LOS APORTES TECNOLÓGICOS Y DE INCENTIVOS DEL MODELO LIC EN EL CASO ECOPETROL .....	42
4.4. ETAPA 4. DEFINICIÓN DE LA ESTRATEGIA DE ADAPTACIÓN DEL MODELO LIC EN LOS CAMPOS MENORES DE ALTA COMPLEJIDAD TECNOLÓGICA DE ECOPETROL.....	43
5. DESARROLLO .....	44
5.1. ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES DEL MODELO MEXICANO LIC E IDENTIFICACIÓN DE FACTORES Y COMPONENTES CLAVES .....	44
5.1.1. Esquema Contractual De Los LIC.....	44
5.1.2. Aplicación Contractual del LIC .....	58
5.1.3. Resultados de Aplicación del Modelo LIC en el Campo Corralillo – México. ....	66
5.2. ANÁLISIS DE LOS MODELOS CONTRACTUALES APLICADOS EN ECOPETROL.....	70
5.3. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LOS APORTES TECNOLÓGICOS Y DE INCENTIVOS DEL MODELO LIC EN EL CASO ECOPETROL.....	72
5.3.1. Comparativo Modelos Contractuales Entre Colombia Y México.....	75
5.3.2. Comparativo de Alternativas de Contratación.....	79
5.4. DEFINICIÓN DE LA ESTRATEGIA DE ADAPTACIÓN DEL MODELO LIC EN LOS CAMPOS MENORES DE ALTA COMPLEJIDAD TECNOLÓGICA DE ECOPETROL.....	79
6. ANÁLISIS DE IMPACTOS .....	83
7. CONCLUSIONES .....	86
8. RECOMENDACIONES.....	88
BIBLIOGRAFIA.....	90

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1- Modelo contractual de los LIC .....	45
Tabla 2- Modelo contractual de los LIC - Caso Baker Campo Corralillo .....	67

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Modelos Contractuales de Exploración y Producción.....	15
Figura 2. Elementos Claves de Éxito de los LIC.....	22
Figura 3. Proceso general para el desarrollo de un LIC.....	25
Figura 4. Fases de desarrollo de un LIC.....	25
Figura 5. Línea de tiempos del proyecto LIC – “Chicontepec” - México.....	59
Figura 6. Evolución de actividad 2010 – 2011 .....	62
Figura 7. Evolución de producción 2010 – 2011 .....	63
Figura 8. Laboratorios de Campo en el Activo Integral Aceite Terciario del Golfo (AIATG).....	64
Figura 9. Resultados de aplicación de un LIC .....	69
Figura 10. Modelos Contractuales utilizados por Ecopetrol y Modelo LIC .....	71
Figura 11. Diagrama de Fuerzas .....	80

## RESUMEN

**TITULO:** DESARROLLO DE UNA ESTRATEGIA CONTRACTUAL DE EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN (E&P) PARA LOS CAMPOS MENORES DE ECOPETROL S.A., BASADA EN EL MODELO MEXICANO DE LABORATORIOS INTEGRALES DE CAMPOS (LIC).

**AUTOR:** Juan Carlos Chamorro Galvis \*\*

**PALABRAS CLAVES:** LIC, Yacimientos No Convencionales, Modelo Negocio, Reducción, Costos.

Ecopetrol ha venido aplicando diferentes modelos contractuales de exploración y explotación, tales como los Contratos de Asociación, Contratos de Colaboración Empresarial, Contratos de Servicio de Producción Bajo Riesgo (SPBR), Contratos de Producción con Riesgo para Campos Descubiertos No Desarrollados e Inactivos (CDNDI), Contratos de Producción Incremental (CPI), Contratos de Operación y Mantenimiento Integral (O&M), Acuerdos de Operación Conjunta (JOA), Licencia, entre otros, mediante los cuales, a través de un socio ha tratado de maximizar su producción y las reservas de hidrocarburos, pero estos no satisfacen las exigencias actuales de los mercados y la explotación de los Yacimientos No Convencionales, de gran complejidad tecnológica.

Ante las exigencias actuales, el no contar con grandes descubrimientos y tener la mayoría de los yacimientos convencionales bastante explotados, agotados y maduros, es necesario contar con un modelo contractual que apalanque los pilotos tecnológicos en los Yacimientos No Convencionales, tener actividad de exploración y explotación en áreas con bajo potencial convencional, que asegure la retención de áreas, que permita reducir costos, utilizar tecnologías de última generación, mantener el 100% de los recursos no convencionales como propiedad de Ecopetrol, no ceder reservas y desarrollar un modelo de negocio acorde a las características de estos campos, es que se analiza la adaptación en Ecopetrol del Modelo Mexicano de Laboratorios Integrales de Campos, como una posible solución para suplir estas falencias.

La aplicación del modelo LIC podría hacer parte de las actuales estrategias de Ecopetrol, sin embargo, en la actualidad, con el comportamiento en el mercado del precio del petróleo, el cual se posiciona en unos niveles bajos y con el nuevo plan de transformación 2015-2030, necesario para asegurar la sostenibilidad de la Compañía, se debe entrar a evaluar la conveniencia de la aplicación de este modelo, desde una perspectiva de rentabilidad y generación de valor.

---

\*Trabajo de Grado.

\*\*Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Industrial. Maestría en Alta Gerencia. Director Rogelio Gutierrez.

## ABSTRACT

**TITLE:** DEVELOPMENT OF A CONTRACT STRATEGY EXPLORATION AND PRODUCTION (E & P) FOR THE FIELDS UNDER ECOPETROL S.A., MEXICAN MODEL FIELD INTEGRATED LABORATORY (FIL) BASED.\*

**AUTHOR:** Juan Carlos Chamorro Galvis\*\*

**KEYWORDS:** FIL, Unconventional Reservoir, Business, Model, Reduction, Costs.

Ecopetrol has been applying different contractual models for exploration and exploitation, such as Association Agreements (CA), Joint Venture Agreements, Contracts Low Risk Production Service (SPBR), Production Contracts Threatening Fields Discovered Undeveloped and Inactive (CDNDI), Incremental Production Contracts (CPI), Operating and Integral Maintenance (O&M), Joint Operation Agreements (JOA), License, among others, by which, through a partner has tried to maximize its production and reserves hydrocarbons, but these do not meet current market requirements and exploitation of deposits Unconventional, high technological complexity.

Given the current requirements, the failure to have great discoveries and most have pretty overexploited, depleted and mature conventional reservoirs, it is necessary to have a contractual model that leverages the technological drivers in Unconventional Reservoirs, have exploration and development activity in areas with low conventional potential, to ensure retention areas, to would reduce costs, using latest technologies, keep 100% of non-conventional resources as the property of Ecopetrol, do not give reserves and develop a business model according to the characteristics of these areas, is that adaptation is analyzed in Ecopetrol Mexican Model Field Integrated Laboratory (FIL), as a possible solution to meet these shortcomings.

Applying the FIL model could be part of the current strategies of Ecopetrol, but today, with the market behavior of oil prices, which is positioned at low levels and the new transformation plan 2015 2030, needed to ensure the sustainability of the Company, should enter assess the appropriateness of the application of this model, from the perspective of profitability and value creation.

---

\*Work Degree.

\*\*Faculty of Engineering Physicomechanical. School of Industrial Engineering. Master in Management. Director Rogelio Gutierrez.

## INTRODUCCIÓN

Mediante el desarrollo de este trabajo, se pretende proponer y formular un modelo en experimentación, a manera de ejercicio académico, de una estrategia contractual diferente para la explotación de los Yacimientos No Convencionales (YNC).

En el nuevo plan estratégico de Ecopetrol ya no se tienen los objetivos MEGA de producir Un Millón de Barriles de Petróleo Equivalentes por día en el año 2015 y Un Millón Trescientos Mil Barriles de Petróleo Equivalentes por día en el año 2020, con una rentabilidad esperada, ROCE, del 17%, tal y como se había mencionado en el Trabajo de Aplicación presentado.

Una de las metas del anterior plan estratégico de Exploración y Producción de la empresa, era la de Desarrollar Yacimientos No Convencionales (YNC), aprovechando el potencial que tiene Colombia, buscando desarrollar el conocimiento geológico en YNC y generar un modelo de negocio que permitiera operar bajo un esquema de riesgo compartido<sup>1</sup>.

### **Situación 2015.**

Las medidas actuales tomadas por la empresa frente a la situación de la caída de los precios del petróleo se han visto materializadas en el recorte del plan de inversiones\* de 2015 (\*US\$7.860 millones), que incluyó un plan de reducción de costos y gastos operacionales de US\$3.565 millones resultado de la optimización de los presupuestos de todas las áreas, y en la congelación de un porcentaje adicional del 30% en relación con el presupuesto aprobado a finales del año 2014.

---

<sup>1</sup> "GRUPO EMPRESARIAL ECOPETROL. Marco Estratégico 2012 - 2020", Bogotá. Colombia, 2011.

El ajuste adicional se explica porque el ejercicio inicialmente se hizo sobre un precio de US\$60 por barril de Brent y en los primeros meses del año ha bajado a menos de US\$50 por barril.

La situación de precios actual hace que la prioridad sea proteger el flujo de caja de la empresa. Se está trabajando en renegociación de contratos, mayor eficiencia en costos y optimización de proyectos, así como un plan de austeridad a lo largo de la empresa, así como la continuación con la desinversión de activos no estratégicos.

La estructura propuesta, con optimizaciones y reducción de costos fijos y variables, está dirigida precisamente a contar con la caja necesaria para operar, hacer las importaciones requeridas, los mantenimientos, los proyectos, la ejecución de contratos, las compras a la ANH, el pago de impuestos, los desembolsos para cubrir la deuda, los gastos laborales y para pagar los dividendos a los accionistas<sup>2</sup>.

Ecopetrol definió un plan de transformación 2015-2030, necesario para asegurar la sostenibilidad de la compañía.

Para lograrlo se definieron ocho subprogramas: Exploración, Recobro, Tecnología, Proyectos, Entorno, Portafolio, Eficiencia, centrados en los cambios que tienen que hacer las personas para desempeñarse de una manera distinta<sup>3</sup>.

---

<sup>2</sup> ECOPETROL. Ecos al Día. Definiciones Relevantes del Modelo de Gobernabilidad Gerencial para el Segmento del “Upstream”, Bogotá, Colombia, Febrero 20 de 2015.

<sup>3</sup>ECOPETROL. Libreto Plan de Transformación – VDP, Bogotá, Colombia, 2015..

## **1. PLANTEAMIENTO Y JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA**

La empresa ha venido utilizando varios modelos contractuales de exploración y producción tales como<sup>4</sup> los tradicionales Contratos de Asociación (CA), Contratos de Colaboración Empresarial, Contratos de Servicio de Producción Bajo Riesgo (SPBR), Contratos de Producción con Riesgo para Campos Descubiertos No Desarrollados e Inactivos (CDNDI), Contratos de Producción Incremental (CPI), Contratos de Operación y Mantenimiento Integral (O&M), Acuerdos de Operación Conjunta (JOA), Licencia, entre otros, mediante los cuales, a través de un socio ha tratado de maximizar su producción y las reservas de hidrocarburos.

Con el transcurrir del tiempo, la producción y las reservas de hidrocarburos han ido disminuyendo, ocasionando que los hallazgos y explotación de hidrocarburos cada día sea más compleja, pues el crudo fácil o convencional cada vez es más escaso y los campos productores de hidrocarburos cada vez están más depletados y agotados, llegando a convertirse en unos campos maduros y con altos costos de operación. Ante estos grandes retos, el no contar con unos grandes descubrimientos y tener la mayoría de campos bastante explotados, depletados y maduros, surge la necesidad de buscar nuevas técnicas y vehículos comerciales de operación.

### **1.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

Se visualiza la necesidad de identificar una solución integral que apalanque pilotos tecnológicos en Yacimientos No Convencionales (YNC) y campos menores con

---

<sup>4</sup> ECOPELROL Energía Limpia para el Futuro 60 años, Documentos Corporativos, Informes Empresariales, Bogotá, Colombia, 2011.

complejidades tecnológicas, realizar inversiones enfocadas a la generación de valor y planes de desarrollo; tener actividad de explotación y exploración en áreas con bajo potencial convencional, además de una estrategia de retención de áreas con la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH).

Adicionalmente, buscar incorporar prácticas que permitan reducir costos y utilizar tecnologías de última generación, mantener el 100% de los recursos No convencionales como propiedad de Ecopetrol sin ceder reservas y desarrollar un modelo de negocio acorde a las características de estos campos, involucrando compañías de servicios con un “Know How” tecnológico.

Es por esto, que el desarrollo de este trabajo busca proponer y formular un modelo en experimentación, a manera de ejercicio académico, de una estrategia contractual diferente para la explotación de los Yacimientos No Convencionales (YNC), mediante la búsqueda y análisis de una solución integral que satisfaga estos requerimientos, tal y como se puede apreciar en la **Figura 1**.

**Figura 1. Modelos Contractuales de Exploración y Producción**



## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. OBJETIVO GENERAL**

Evaluar, revisar y analizar las posibilidades de adaptar el Modelo Contractual de Exploración y Producción (E&P), basado en el Modelo Mexicano de Laboratorios Integrales de Campos (LIC) a los Campos Menores de Hidrocarburos con Alta Complejidad Tecnológica de Ecopetrol S.A.

### **2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar los componentes relevantes del Modelo Mexicano de Laboratorios Integrales de Campos (LIC) y su afinidad con las operaciones y prácticas de Ecopetrol.
- Identificar los componentes relevantes de las modalidades contractuales de Exploración y Producción aplicados en Ecopetrol S.A.
- Evaluar los aportes de tecnología e incentivos de la aplicación del Modelo de Laboratorios Integrales de Campos (LIC) frente a las modalidades contractuales de Exploración y Producción aplicables en Ecopetrol S.A.
- Plantear una estrategia de posible adaptación del modelo Mexicano de Laboratorios Integrales de Campos (LIC) a los campos menores de hidrocarburos en Ecopetrol S.A.

### **3. MARCO DE REFERENCIA**

#### **3.1. MARCO DE ANTECEDENTES**

Las diferentes operaciones de exploración y explotación de hidrocarburos en Colombia han estado apalancadas por empresas privadas especializadas en este negocio, mediante los Contratos de Asociación, los cuales tienen una duración promedio de 28 años, en caso de que no se aplique la figura de extensión del mismo, con la anotación que en Colombia hasta el año 2003 estos contratos se constituían únicamente con Ecopetrol, por ser la única empresa designada por el Estado y quien era la administradora de estos recursos hidrocarburíferos, lo cual cambió a partir del año 2004 con la creación de la Agencia Nacional de Hidrocarburos –ANH-, como el ente administrador de estos recursos.

De esta forma, todos los contratos que Ecopetrol tenía hasta ese momento continúan bajo su administración y los nuevos contratos estarían asignados y administrados por la ANH, por lo que Ecopetrol debe participar como cualquier compañía para obtener el otorgamiento de nuevas áreas.

A partir del año 2004 la ANH implementó en Colombia la modalidad contractual de los denominados Contratos de Concesión Moderna, basados en contratos de Exploración y Producción (E&P) y de Evaluación Técnica (ET), para los cuales puede participar cualquier empresa.

Es así como el desarrollo de la industria petrolera en Colombia tuvo un giro a partir del año 2004, con empresas multinacionales que vinieron al país en busca de las áreas ofrecidas por la ANH y en las cuales también participó Ecopetrol, quedando

marcada esta etapa con los desarrollos propuestos por estas compañías y los propuestos por Ecopetrol.

Estas empresas suscribieron los respectivos contratos de concesión moderna con la ANH y hoy en día están realizando la operación y explotación de las áreas asignadas, al igual que Ecopetrol.

De acuerdo con lo expresado anteriormente y con la necesidad en Ecopetrol de buscar vehículos diferentes para aumentar y mejorar su actividad de exploración y explotación de hidrocarburos en Yacimientos No Convencionales (YNC), dentro de un ambiente de alta competitividad técnica y económica, surge el Modelo de Laboratorios Integrales de Campos (LIC).

Este modelo actualmente es aplicado en México, país bastante similar en tecnología y economía a Colombia, por lo que se va a estudiar y analizar el modelo, con miras a tener su posible aplicación en Colombia, identificando sus principales fortalezas, para así tratar de cubrir las falencias en los sistemas de contratación actualmente aplicados por Ecopetrol, ya que estos no incentivan las inversiones tecnológicas, ni la ejecución de planes de desarrollo agresivos; como si lo hace el modelo de LIC, con el cual se podría obtener que Ecopetrol sea dueña del 100% de las reservas de hidrocarburos, obligaciones de capacitación y entrenamiento, transferencia y acceso a la tecnología, incentivos al ahorro y a la producción y los activos adquiridos pasarían a la empresa, entre otros beneficios.

### **3.2. MARCO TEÓRICO DEL CONTENIDO**

El objetivo de los LIC es evaluar una o varias tecnologías en pequeña escala, en condiciones reales de manera integral, sobre la base de una fracción importante y representativa del volumen de Aceite Original en Sitio (OOIP).

A diferencia de las pruebas tecnológicas que buscan evaluar una tecnología en particular, el Laboratorio Integrado de Campo (LIC) busca identificar un paquete de soluciones a un reto específico que puede ser técnico, operacional, de proceso o estratégico, cuando existe incertidumbre acerca de cómo explotar el yacimiento y el Operador tiene limitada capacidad de ejecución y requiere probar al mismo tiempo varios “paquetes de soluciones”.

El LIC busca generar competencia entre proveedores para encontrar el paquete o los componentes de solución que se utilizarán durante el desarrollo masivo de actividades.

Como beneficios del uso de los LIC es posible identificar los diferentes componentes de solución a los retos que se enfrentan:

- Incremento del Factor de Recobro (FR).
- Cumplimiento en tiempo y calidad de los proyectos.
- Ahorros sustanciales en la construcción de localizaciones de pozos múltiples.
- Incremento de la productividad por pozo.
- Disminución del riesgo al realizar proyectos pilotos vía LIC.
- Reducción sustancial del impacto ambiental.
- Sinergia con los equipos existentes.

Los elementos claves de los Laboratorios Integrales de Campo son:

- Modelo de negocios.
- Esquema contractual.
- Esquema de gobernabilidad del proyecto y de relaciones entre las partes.
- Arreglos tecnológicos y de procesos sustantivos y de metodologías.
- Esquemas de evaluación operativa financiera y de gestión.
- Esquemas de organización informal y formal.

- Administración del cambio.
- Esquemas de transferencia de conocimientos y mejoras prácticas operativas y de negocio.
- Esquema procesos habilitadores (equipos, materiales y logística).

**3.2.1. Laboratorios Integrales De Campos (LIC).** La Ley de petróleo mexicana determina que los contratos integrales tienen como finalidad contribuir a la generación de valor y permitir incrementar la capacidad de ejecución, a través de esquemas rentables y competitivos en campos.

Dicha Ley prevé la posibilidad de celebrar contratos que ofrezcan incentivos a los contratistas que obtengan mejores resultados, ya sea vía la incorporación de tecnología de punta, mayores eficiencias y menores costos entre otros factores.

Estos esquemas contractuales se han diseñado para atraer empresas que cuenten con capacidades, habilidades y una estructura de costos acorde a los proyectos, a fin de explotar los recursos con eficiencia y eficacia<sup>5</sup>.

**3.2.2. Qué Es Un Lic?.** Un LIC tiene por finalidad identificar una solución integral a un reto que puede ser o no tecnológico. A través de los contratos integrales se busca contribuir a la generación de valor que permita incrementar la capacidad de ejecución a través de esquemas rentables competitivos, para que los proyectos cuenten con los modelos económicos y de operación requeridos<sup>6</sup>.

La solución que genere el LIC es integral, ya que considera aspectos técnicos, jurídicos, de negocio, entre otros.

---

<sup>5</sup> PEMEX, Acerca de contratos integrales PE. 30 de noviembre 2012 [en línea] [citado 8 de enero de 2015] disponible en: <http://contratos.pemex.com/acerca/Paginas/default.aspx>.

<sup>6</sup> GASPARRI LEOS Hugo Edgar. Compras Gubernamentales PEMEX Exploración y Producción, Modalidad de Contratos Integrales de Exploración y Producción de Campos Maduros Regional Sur, Tesis Universidad Nacional Autónoma de México, Mayo de 2013

**3.2.3. Objetivo y Alcance de los LIC.** Un LIC tiene como objetivo identificar un paquete de soluciones a un reto específico que puede ser técnico, operacional, de proceso o estratégico.

Los LIC se utilizan cuando: (i) existe incertidumbre acerca de cómo explotar el yacimiento, (II) el Operador tiene limitada capacidad de ejecución y requiere probar al mismo tiempo varios “paquetes de soluciones” y (iii) se busca generar competencia entre proveedores para encontrar el paquete o los componentes de solución que se utilizarán durante el desarrollo masivo de actividad<sup>7</sup>.

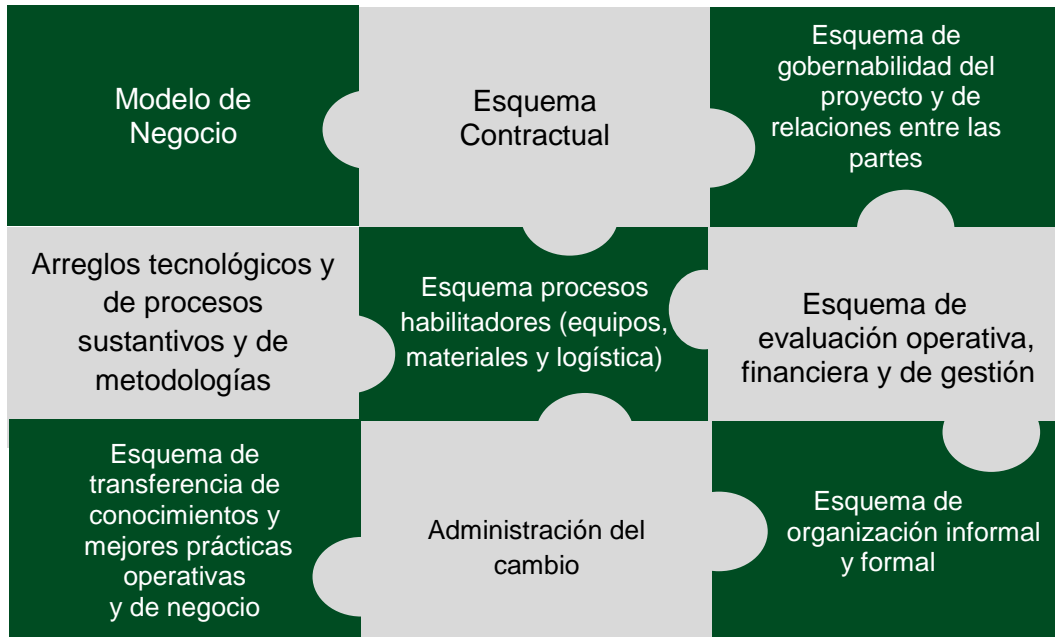
**3.2.4. Elementos Clave de Éxito de los LIC.** Para que un LIC sea exitoso, es crítico que el mismo no esté sujeto a presiones operacionales y que desde su inicio sea autosostenible financieramente.

En la medida que los LIC generan soluciones integrales, ya que considera aspectos técnicos, jurídicos, de negocio, entre otros; se deben tener en cuenta los elementos claves de éxito, descritos en la **Figura 2**:

---

<sup>7</sup> CBM S.A. Laboratorios Integrados de Campos: Una alternativa para el Desarrollo de Soluciones Tecnológicas. Conceptos y Experiencias Internacionales, Ingeniería de Exploración y Producción, Congreso Mexicano del Petróleo 2011, Puebla de Los Ángeles, Puebla. 2011.

**Figura 2. Elementos Claves de Éxito de los LIC**



Fuente: CBM S.A. Laboratorios Integrados de Campos: Una alternativa para el Desarrollo de Soluciones Tecnológicas. Conceptos y Experiencias Internacionales, Ingeniería de Exploración y Producción, Congreso Mexicano del Petróleo 2011, Puebla de Los Ángeles, Puebla. 2011

No obstante lo anterior, es necesario evaluar los factores claves de éxito, tales como:

- Elemento de simetría de una fracción importante del Volumen Original en Sitio. Área con alta probabilidad de éxito.
- Visión futura para incrementar el Factor de Recobro (FR), evaluando, adoptando y masificando tecnologías de yacimiento, perforación y producción, alineada con estrategia de entrega de crudo a clientes.
- Proceso sistémico y metodológico.
- Aplicación de metodologías y mejores prácticas: Gerencia Integrada de Yacimientos, Visualización - Conceptualización – Definición de proyecto.

- Equipo multidisciplinario con todas las competencias que demanda el proyecto.
- Prueba Piloto – Evaluación y optimización de tecnologías antes de masificar.
- Capacitación del personal del Operador. Experiencia operacional, transferencia de conocimientos y tecnologías.
- Financieramente autosostenible.
- Análisis técnico-económicos y de riesgo (económico, operacional y tecnológico) que respondan a una estrategia general de comercialización.

**3.2.5. Enfoque Metodológico de los LIC.** El diseño óptimo del LIC implica la convergencia de aspectos técnicos y económicos. Cuando se emplea la asignación del LIC por criterios de selección técnica se valorará a través de sectores homogéneos; y por el lado del aspecto económico se realizara mediante los criterios de negocio (validando las condiciones de las compañías).

Los LIC se estructuran bajo un enfoque de planeación formal VCDSE (Visualización, Conceptualización, Definición, Seguimiento y Evaluación) / FEL (Front End Loading), para lo cual se deben tener en cuenta los aspectos relacionados a continuación:

#### 1. Visualización.

- Diagnóstico Tecnológico, para lo cual se debe evaluar: (i) Revisión del Entorno Tecnológico, (ii) Situación Actual, (iii) Recopilación de Información del Activo Integral, (iv) Análisis de Brechas e Impacto(Diagnóstico), (v) Taller de homólogos "Peer Review" y (vi) Detección de Oportunidades Tecnológicas.
- Evaluación de potenciales Aliados Tecnológicos y de diseño de negocios.
- Definir los posibles arreglos tecnológicos para el LIC.
- Definir el esquema de evaluación del LIC.

- Identificación de las competencias requeridas – Propuesta de conformación del Equipo Multidisciplinario (EM).

## 2. Conceptualización.

- Selección preliminar del aliado tecnológico.
- Selección Técnico-económica y de negocio de la mejor opción de arreglo tecnológico para su evaluación.
- Conformación del Equipo Multidisciplinario.

## 3. Definición.

- Diseño detallado del arreglo tecnológico y de negocio seleccionado.
- Plan de ejecución.
- Diseño de la cadena de suministro.
- Evaluación de las empresas contratistas proveedoras de servicios.

## 4. Seguimiento - Ejecución.

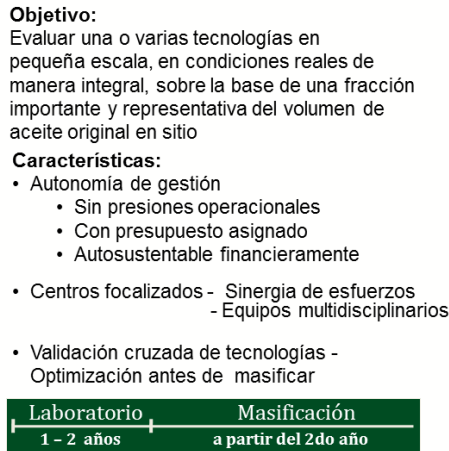
- Puesta en marcha y desarrollo del Arreglo Tecnológico seleccionado.

## 5. Evaluación.

- Evaluación de los resultados obtenidos.
- Evaluación de la agregación de valor de las tecnologías probadas.
- Evaluación del aporte de valor de cada aliado con base a las tecnologías propuestas.

**3.2.6. Proceso General para el Desarrollo de un LIC.** En resumen el proceso general para desarrollar un LIC se presenta en la **Figura 3**.

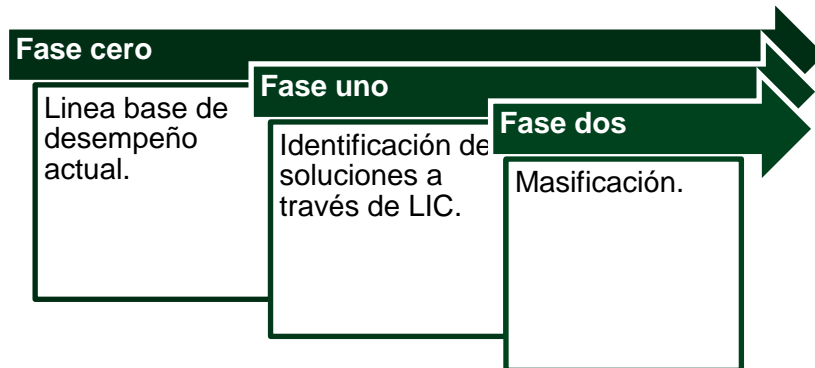
**Figura 3. Proceso general para el desarrollo de un LIC**



Fuente: CBM S.A. Laboratorios Integrados de Campos: Una alternativa para el Desarrollo de Soluciones Tecnológicas. Conceptos y Experiencias Internacionales, Ingeniería de Exploración y Producción, Congreso Mexicano del Petróleo 2011, Puebla de Los Ángeles, Puebla. 2011

El desarrollo exitoso de un LIC implica tres (3) fases de trabajo, las cuales se relacionan en la **Figura 4**.

**Figura 4. Fases de desarrollo de un LIC**



Un proceso de LIC toma alrededor de uno (1) a dos (2) años para contar con todos los elementos para masificar el paquete de solución, pero los resultados críticos para la toma de decisiones clave se obtienen a lo largo del proceso, lo cual permite anticipar decisiones estratégicas.

#### **3.2.6.1. Fase Cero - Línea base de desempeño actual, contexto base**

- Selección de áreas, identificar y caracterizar retos claves.
- Establecer línea base de desempeño actual.
- Establecer criterios de evaluación de LIC y de selección de socios tecnológicos para los LIC.
- Generación del plan maestro del proyecto.
- Selección de líderes y conformación del Equipo Multidisciplinario (EM) y modelo de gobernabilidad.

#### **3.2.6.2. Fase Uno - Identificación de soluciones a través de los LIC**

La fase uno es el frente técnico del proceso LIC, para el área seleccionada. Consta de diez (10) fases de trabajo, estructurado en tres (3) procesos así:

- i. Diseño.
  - ii. Implementación y administración.
  - iii. Medición y evaluación.
- 
1. Diseño. Se establece mediante el desarrollo de las primeras cinco (5) fases de las diez (10) que comprenden la FASE 1 del desarrollo de un LIC, las cuales comprenden:
    - 1.1. Establecer Estrategias y Objetivos: La primera actividad del proceso LIC consiste en la ratificación de los objetivos y propósitos del proyecto, así como su alineación con las estrategias de portafolio de proyectos.  
Los elementos claves para definir el objetivo del proyecto son:

- Grado de caracterización del yacimiento.
  - Tecnologías disponibles.
  - Seguridad y protección ambiental.
  - Condiciones económicas y de mercado.
- 1.2. Selección de candidatos. La selección técnica (preliminar) de los campos, yacimientos o áreas a ser evaluados tiene por objeto el compararlos con los proyectos exitosos a nivel internacional con características similares.
- Descripción del yacimiento.  
Características y propiedades del yacimiento: Profundidad del yacimiento, Espesor y contenido de petróleo, Presión de yacimiento, Saturación residual de petróleo, Permeabilidad, Compresibilidad de la roca, Características del crudo, Tipo de roca, Continuidad del yacimiento y lutitas adyacentes, Heterogeneidades, Buzamiento del yacimiento.
  - Comparación con proyectos de Recobro Mejorado (RM) exitosos a nivel internacional con características similares.
  - Estado del campo: Tamaño y configuración de pozos, infraestructura de producción disponible, pozos perforados (activos e inactivos), sistemas artificiales de producción, plantas de inyección de fluidos, sistemas de tratamiento, transporte y recolección de crudo y gas, entre otros.
  - Limitaciones: Disponibilidad de fuente de suministro de agua/gas natural/CO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>, energía (calor), alto grado de fracturamiento, acuífero activo, presencia de capa de gas.
- 1.3. Evaluación de candidatos. La información generada por la evaluación de candidatos se convierte luego en la data base del proyecto y permite ajustar la línea base de desempeño a superar.
- Una vez que el yacimiento candidato a un proceso de Recobro Mejorado (RM) pasa la prueba de selección preliminar y muestra una potencial economía, se inicia el proceso de evaluación del candidato.

La evaluación de candidatos a un proceso de RM consiste básicamente en:

- ✓ Evaluación geológica: descripción estructural y estratigráfica.
- ✓ Evaluación petrofísica.
- ✓ Determinación de la presión del yacimiento.
- ✓ Análisis y descripción de núcleo.
- ✓ Pruebas de desplazamiento en material de núcleo.
- ✓ Determinación de la presión mínima de miscibilidad.
- ✓ Determinación de la saturación remanente y residual de petróleo antes del proceso de RM.

La información recolectada de la caracterización de yacimientos y en especial, de los estudios y pruebas de laboratorio es usada para una nueva etapa de jerarquización y reevaluación de candidatos. Algunos métodos analíticos y de simulación numérica pueden ser usados para este propósito.

Una evaluación más detallada de candidatos debe incluir:

#### **Historia de producción primaria y secundaria.**

Generalmente un yacimiento que se comporte bien durante sus fases de recobro primario y secundario responderá bien a un proceso de Recuperación Terciaria.

#### **Espaciamiento y terminación de pozos.**

Si el espaciamiento de pozos no es suficientemente denso puede ser necesario perforar pozos interespaciados, lo cual incrementa los costos. Algunas veces el completamiento de los pozos no es adecuado por lo que deben ser reparados y/o reemplazados.

**Fuente de suministro del agua/gas natural/CO2/N2, energía (calor).**

La fuente de suministro del fluido/gas de inyección para el proceso de recuperación seleccionado debe estar garantizada antes de que el proyecto arranque. La ubicación de la fuente de suministro de fluido de inyección y cualquier tratamiento necesario puede impactar adversamente el proyecto.

**Configuración de patrones existentes.**

Si la configuración del patrón de desarrollo existente no es el adecuado podría ser modificado. Sin embargo, cualquier modificación del patrón debería estar basada en una evaluación económica.

**Fuente de suministro y tratamiento de agua.**

La ubicación de la fuente de suministro de fluido de inyección y cualquier tratamiento necesario puede impactar adversamente el proyecto.

**Restricciones operacionales y aspectos de seguridad, salud y ambiente (HSE).**

Los estudios de fotogrametría vigentes y actualizarlos con visitas de campo, conjuntamente con el conocimiento de la normativa de seguridad, salud y ambiente permitirán determinar restricciones operacionales relacionadas con áreas afectadas por terceros (población), actividades agropecuarias, ubicación de instalaciones de producción, restricciones operacionales para ejecutar actividades de perforación e inyección, entre otras.

- 1.4. Diseño conceptual. El diseño conceptual del LIC se centra en un área representativa del yacimiento para desarrollar una prueba piloto del proceso seleccionado, con visión futura de masificación a nivel de campo y de cara a nuevos procesos de Recobro Mejorado (RM) y tecnologías de yacimientos, perforación y producción, con base en las incertidumbres del modelo

estático, dinámico y de superficie disponible, restricciones operacionales y normatividad de salud, seguridad y ambiente (HSE).

- Construir el modelo de simulación, asegurando consistencia con el modelo geológico, estudios y pruebas de laboratorio realizados. Selección y construcción del modelo de simulación. Reconocer limitaciones.
- Establecer el patrón de inyección (arreglo de pozos) de fluidos tomando en cuenta buzamiento y heterogeneidad vertical y areal de yacimiento y/o contactos de fluidos.
- Determinar la configuración y tamaño de los patrones (espaciamiento entre pozos) de la prueba piloto que permita tener respuesta temprana por razones técnico-económicas y para tener una pronta confirmación de la viabilidad del proyecto.
- Proveer la información necesaria para realizar el diseño de la perforación, terminación y reparación de pozos, bajo el marco de la metodología VCDSE (Visualización, Conceptualización, Definición, Seguimiento y Ejecución). Incorporar programa de núcleos y toma de información clave.
- Establecer las características y requerimientos de equipos (servicio a pozo) y materiales necesarios para intervenir los pozos para producción e inyección.
- Diseñar el sistema de levantamiento artificial para colocar el pozo en producción.
- Diseñar programa de inyección de fluidos estableciendo secuencia de inyección por pozo, presión y caudal de inyección, volumen y método de inyección y registros especiales.
- Definir el caudal de inyección y calidad del fluido inyectado a nivel de pozo, tomando en cuenta las características del yacimiento.
- Calcular pérdidas a nivel del sistema de generación – distribución - pozo durante la operación de inyección. Definir acciones para minimizar pérdidas de presión/energía en el sistema de inyección.

- 1.5. Diseño Prueba Piloto (Integración de Tecnologías). Un Laboratorio Integrado de Campo se desarrolla típicamente en un período de aproximadamente 2 a 3 años, incluyendo la fase de diseño, ejecución, monitoreo y control, evaluación del su comportamiento, cotejo y simulación y optimización antes de la masificación a nivel de campo.

El modelo de simulación construido y refinado durante la prueba piloto del proceso seleccionado se usa para modificar u optimizar la operación y establecer la estrategia de expansión vertical y areal del proyecto para la fase de masificación.

La estrategia de expansión del proyecto se establecerá por etapas (fases), donde la prueba piloto constituye la Fase 1 del proyecto, por las siguientes razones:

- Garantiza un desarrollo ordenado del proyecto a gran escala.
- Resulta en una estrategia de desarrollo óptimo bajo limitaciones de capital y fuerza - hombre.
- Minimiza pérdidas de capital y permite hacer ajustes técnicos y/o operacionales durante la (s) fase (s) de masificación del proyecto descartar la tecnología por que no alcanza los criterios económicos mínimos.

Esta fase contempla la conformación de un equipo multidisciplinario (EM) con el esfuerzo y competencias que demanda el diseño, implementación, monitoreo y control y evaluación de la prueba piloto.

2. Implementación y Administración. Durante la implementación de la prueba el aspecto más crítico será el monitoreo y evaluación de la misma, para lo cual se tendrá en cuenta el desarrollo de las siguientes actividades:

- Adecuar facilidades de producción y adquirir equipos para la operación de producción de crudo y gas e inyección de fluidos y/o energía (calor).
- Adquirir e incorporar equipos (servicio a pozo) y materiales requeridos para instalar los pozos para producción e inyección de fluidos y/o energía (calor).
- Adecuar el sistema de manejo, tratamiento, transporte y recolección de crudo alineado con la estrategia de entrega a clientes.
- Planificar y ejecutar programa de perforación y terminación de pozos incluyendo adquisición de núcleos, registros geofísicos modernos y pruebas especiales contempladas en el diseño.
- Adecuar y suministrar fuente de energía (eléctrica, gas combustible o diesel) asociada al sistema de inyección de fluidos y/o energía (calor).
- Construir y/o adecuar el sistema de inyección de fluidos y/o energía (calor), incluyendo sistema de distribución y medición y control de la presión, volumen de inyección a nivel de la salida de la planta y cabezal del pozo.
- Planificar y ejecutar el programa de inyección de fluidos y/o energía (calor) establecido en el diseño para los pozos de la prueba piloto.
- Revisar y ajustar el plan de seguridad, higiene y ambiente asociado con las operaciones y mantenimiento del sistema de inyección de fluidos y/o energía (calor).
- Ejecutar programa de monitoreo de la prueba piloto, incluyendo estudios y pruebas de laboratorio, con base a las especificaciones de diseño.
- Actualizar estudios de fotogrametría y realizar visitas de campo para identificar y solucionar restricciones operacionales relacionadas con áreas afectadas por terceros (población).
- Ejecutar programa de capacitación para el cierre de brechas del equipo de proyecto bajo enfoque aprender - haciendo.

### 3. Medición y Evaluación.

Una vez implementado, el rol del LIC consiste en administrar y optimizar el proyecto para darle sostenibilidad en el mediano y largo plazo durante el proceso de masificación a nivel de campo, mediante el uso de herramientas, metodologías y tecnologías innovadoras a fin de obtener mayores ingresos y menores costos.

#### 3.1. La medición, monitoreo y control del comportamiento de la prueba piloto cubrirá actividades que aportan información y el conocimiento necesario para hacer una administración de yacimientos efectiva.

Es importante medir, monitorear y controlar la prueba piloto como un sistema que incluye:

- Pozo productor.
- Pozo inyector.
- Pozo observador.
- Sistema de recolección de gas (producción de efluentes en anular).
- Núcleo.
- Sistema de inyección de fluidos y/o energía (calor).
- Sistema de distribución de la inyección de fluidos y/o energía (calor).
- Medir, monitorear y controlar el comportamiento del yacimiento. Definir el plan de monitoreo con el propósito de entender el comportamiento del yacimiento mediante el proceso de RM seleccionado, definir acciones prioritarias de implantación inmediata e incorporar mejoras en el proceso de administración del yacimiento.
- Analizar la situación actual de la gerencia del dato (fuente y flujo de la información calidad, almacenamiento, recuperación y custodia).

- Definir el proceso de monitoreo de yacimientos mediante inyección de fluidos y/o energía (calor) incluyendo planeación, inicio, adquisición, validación y captura de la prueba en las bases de datos institucionales.
- Identificar fuente de adquisición de datos dentro del proceso de RM seleccionado (Pozo inyector, Pozo productor, Núcleo, Sistemas de inyección y distribución del fluido y/o energía (calor) inyectados, entre otros).
- Especificar tipo y frecuencia de adquisición de datos a través de cada fuente. La data exacta requerida para entender el proceso de RM variará de proyecto en proyecto.
- Establecer mejores prácticas de monitoreo de yacimiento mediante inyección fluidos y/o energía (calor).
- Establecer parámetros de control.
- Herramientas y métodos para adquisición de datos.
- Herramientas y métodos para evaluar e interpretar información.
- Definir un plan efectivo de monitoreo y control de la comportamiento de producción e inyección antes del inicio (Fase de Diseño) y durante el desarrollo de la prueba piloto.
- Documentar el programa de medición, monitoreo y control de la prueba piloto. Todo el equipo de trabajo (ingenieros, geólogos y operadores) deben estar envueltos en el establecimiento de este programa de monitoreo de la prueba.
- Documentar mejores prácticas de medición, monitoreo y control de yacimientos sometido al proceso de RM seleccionado.

3.2. Manejo, Evaluación e Interpretación. La información calificada como línea base de desempeño permitirá durante esta fase, identificar los resultados claves del LIC, para esto se requiere:

- Adquirir datos antes del inicio de la prueba piloto para establecer la línea base de comparación.
- Formular un programa de monitoreo de yacimientos durante la fase de diseño de la prueba piloto.
- Mantener el programa de monitoreo a lo largo del desarrollo de la misma.
- Recopilar, evaluar y transferir la data a las bases de datos institucionales.
- Procesar la información recolectada para ser presentada en un formato que simplifique su interpretación.
- Desarrollar una base de datos para consultar y exportar datos hacia aplicaciones de geología, ingeniería de yacimientos y hojas de cálculo. Los roles y responsabilidades deben ser establecidos dentro de los miembros del equipo del proyecto, para asegurar que los datos sean almacenados apropiadamente.
- Refinar el modelo geológico como un proceso de reconocer nuevas características físicas del yacimiento a través del programa de monitoreo. Reconocer estas nuevas características físicas permite ajustar las operaciones del proceso de RM para mejorar la eficiencia del recobro de petróleo.
- Generar curvas de comportamiento a nivel de yacimiento, patrón y pozo para entender el comportamiento del yacimiento.
- Determinar la eficiencia del recobro para monitorear el comportamiento de la prueba piloto.
- Hacer ajustes del caudal de inyección de fluidos y/o energía en el yacimiento para optimizar la rentabilidad del proyecto. Estos ajustes deben estar basados en la evaluación y análisis continuo de la data proveniente del monitoreo a nivel de subsuelo y superficie.
- Documentar mejores prácticas de manejo, evaluación e interpretación de yacimientos sometidos al proceso de RM.

3.3. Cotejo y Simulación. Durante esta etapa, se deberá utilizar el modelo de simulación como una herramienta para fortalecer la administración del proyecto y soportar la estrategia de operación y masificación comercial de los procesos seleccionados, alineado con los objetivos y estrategia de entrega a venta por parte del Operador, por lo tanto se deberá entre otros:

- Establecer objetivos y prioridades alineados al alcance de la prueba piloto.
- Mejorar la descripción del yacimiento verificando la consistencia del modelo geológico, caracterización roca-fluidos, pruebas/estudios de laboratorio y resultados obtenidos a partir de la perforación de los pozos.
- Evaluar y seleccionar el modelo adecuado tomando en cuenta la experiencia internacional (estudios “benchmark”) en simulación de procesos de RM involucrados y, confiabilidad y consistencia de los resultados.
- Construir el modelo de simulación, asegurando consistencia con el modelo geológico, estudios y pruebas de laboratorio realizados.
- Validar consistencia del modelo de simulación aplicando control de calidad e ingeniería.
- Utilizar el modelo de simulación para soportar el diseño de la prueba piloto. Predecir el comportamiento de la inyección de fluidos y/o energía (calor).
- Documentar selección y construcción del modelo de simulación. Reconocer limitaciones.
- Calibrar y cotejar respuesta de producción de los pozos durante la recuperación primaria y/o secundaria. Evaluar opciones operacionales que permitan optimizar el comportamiento de la prueba piloto (LIC) y predecir su comportamiento futuro.
- Estudiar y evaluar los mecanismos de recobro actuando en el yacimiento (drenaje gravitacional, migración de fluidos a través de límites, entre otros).
- Documentar mejores prácticas de selección del modelo, construcción, calibración, cotejo, predicción y optimización de yacimientos sometido al proceso de RM seleccionado.

3.4. Modificación y Optimización. En la última fase del proceso LIC, se deberá manejar, evaluar e interpretar el comportamiento del yacimiento para el proceso de inyección de fluidos y/o energía (calor) y optimizar las operaciones aplicando conceptos y principios de administración de yacimientos antes de la etapa de masificación a nivel de campo. Se deberá cotejar el comportamiento de las prueba piloto, simular y evaluar opciones de optimización del proceso de RM durante el desarrollo de la prueba piloto y recomendar una revisión del plan y cambios en las estrategias operativas cuando el comportamiento se desvíe significativamente del comportamiento esperado o cuando haya cambios en las condiciones no contempladas inicialmente.

**3.2.6.3. Fase Dos – Masificación:** Es el desarrollo del paquete de solución económica óptima por campo y sector, teniendo en cuenta los factores técnicos, de negocio y contractuales.

Se realiza la implementación y evaluación en masificación de las soluciones. Su duración es variable (15 a 20 años).

### **3.3. MARCO TEÓRICO DE LA METODOLOGÍA**

La metodología aplicada, la cual se presenta en el siguiente capítulo (4), para la ejecución de las cuatro (4) etapas definidas, está soportada básicamente en análisis de información primaria y secundaria.

**3.3.1. Etapa 1. Análisis de los Componentes del Modelo Mexicano LIC.** Este análisis se realiza a partir de la revisión de la estructura del modelo LIC y las características operacionales presentes en el caso colombiano.

Comprende el uso de herramientas como hojas de registro o formatos que permiten recopilar y organizar la información generada de la revisión documental, para su posterior análisis y consolidación de los resultados.

Se aplica las fuentes de información en procesos de indagación, que comprenden las fuentes primarias y secundarias.

**Información primaria o fuentes primarias (directas).** Son aquellas fuentes que contienen información nueva u original y cuya disposición no sigue, habitualmente, ningún esquema predeterminado. Se accede a ellas directamente o por las fuentes de información secundaria.

Constituyen el objetivo de la investigación bibliográfica o revisión de la literatura y proporcionan datos de primera mano.

Libros, antologías, artículos de publicaciones periódicas, monografías, tesis y disertaciones, documentos oficiales, reportes de asociaciones, trabajos presentados en conferencias o seminarios, artículos periodísticos, testimonios de expertos, películas, documentales y videocintas.

**Información secundaria o fuentes secundarias.** Consisten en compilaciones, resúmenes y listados de referencias reprocesadas de información de primera mano.

Es aquella que contiene material ya conocido, pero organizado según un esquema determinado. La información que contiene referencia a documentos primarios. Son el resultado de aplicar las técnicas de análisis documental sobre la fuentes primarias y de la extracción, condensación u otro tipo de reorganización de la información que aquellas contienen, a fin de hacerla accesible.

Revistas de resúmenes, índices bibliográficos, índices de contenidos, boletines de sumarios, índices de citas y bases de datos (bibliográficas, factuales, documentales).

**3.3.2. Etapa 2. Análisis de los Modelos Contractuales Aplicados en Ecopetrol.** Para este análisis se realiza la revisión de los modelos contractuales aplicados actualmente en la empresa, identificando los aspectos relevantes que han determinado el desempeño de los mismos.

Esta identificación se realiza a partir del análisis de información primaria y secundaria, enfocado en los problemas o dificultades que se han presentado en los modelos actuales y en la identificación de oportunidades de mejora.

**3.3.3. Etapa 3. Análisis y Evaluación de los Aportes Tecnológicos del Modelo LIC.** Para este análisis se realiza el cruce entre los aportes identificados en el modelo LIC y los elementos de los contratos aplicados en Ecopetrol.

Lo fundamental para esta valoración es la experiencia obtenida en la ejecución de estos contratos y el conocimiento técnico de la operación, de tal manera que la clasificación y análisis de la información primaria y secundaria, permita su identificación.

Adicionalmente, se analiza mediante una matriz comparativa (entre Colombia y México) de impacto de la aplicación del modelo LIC en Colombia.

**3.3.4. Etapa 4. Definición de la Estrategia de Adaptación del Modelo LIC en Ecopetrol.** A partir de un análisis del Campo de Fuerzas se identifica la mejor estrategia para realizar esta adaptación, definiendo claramente los objetivos, los recursos requeridos y las acciones concretas para desarrollarla.

**Análisis del Campo de Fuerzas.** Es una herramienta que se utiliza para ayudar a facilitar el cambio. El Análisis del Campo de Fuerzas ve el cambio como fuerzas diferentes que compiten entre sí. Existen dos clases de fuerzas, las Fuerzas Impulsoras (Driving Forces), las cuales facilitan el cambio y las Fuerzas Restrictivas (Restraining Forces), las cuales evitan que el cambio ocurra. Esta herramienta se enfoca en la identificación de estas fuerzas y en relacionarlas con el cambio potencial.

## **4. METODOLOGIA**

El trabajo se desarrolla mediante la ejecución metodológica de cuatro (4) etapas definidas en una secuencia lógica y soportadas en análisis de información primaria y secundaria, que permite definir los elementos necesarios para el cumplimiento de los objetivos planteados.

### **4.1. ETAPA 1. ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES DEL MODELO MEXICANO LIC E IDENTIFICACIÓN DE FACTORES Y COMPONENTES CLAVES PARA EL CASO ECOPEPETROL**

Esta etapa tiene como propósito la identificación de los componentes más relevantes y la afinidad de tales componentes con las operaciones de Ecopetrol, buscando validar su aplicabilidad.

La afinidad de los componentes más relevantes del modelo LIC tiene que ver con la similitud de estos componentes en términos de la aplicabilidad bajo condiciones técnicas de operación similares, de esquemas y elementos financieros similares, de condiciones geológicas de los yacimientos y calidad de los mismos también similares, así como de las condiciones contractuales específicas.

Esta afinidad se evidenciará a partir de la revisión de la estructura del modelo LIC y las características operacionales presentes en el caso colombiano.

## **4.2. ETAPA 2. ANÁLISIS DE LOS MODELOS CONTRACTUALES APLICADOS EN ECOPETROL**

La segunda etapa tiene como propósito caracterizar los modelos aplicados históricamente por la empresa, identificando los aspectos relevantes que han determinado el desempeño logrado en su ejecución.

Esta identificación se realizará a partir del análisis de información primaria enfocada en el análisis de los problemas o dificultades que se han presentado en los modelos actuales aplicados en la empresa, y en la identificación de oportunidades de mejoras focalizadas en componentes relevantes.

## **4.3. ETAPA 3. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LOS APORTES TECNOLÓGICOS Y DE INCENTIVOS DEL MODELO LIC EN EL CASO ECOPETROL**

En esta etapa se busca valorar los aportes del modelo LIC en aspectos relacionados con la tecnología asociada a la operación de Yacimientos No Convencionales (YNC) en virtud de su alta complejidad, partiendo de la base de que los contratos actuales de Exploración y Producción aplicados en Ecopetrol, no tienen el vehículo operativo y contractual para explotar este tipo de Yacimientos No Convencionales de alta complejidad.

Lo fundamental en esta valoración es la experiencia lograda en la ejecución de estos contratos y el conocimiento técnico de la operación, de tal manera que la clasificación y análisis de información obtenida permita su logro.

#### **4.4. ETAPA 4. DEFINICIÓN DE LA ESTRATEGIA DE ADAPTACIÓN DEL MODELO LIC EN LOS CAMPOS MENORES DE ALTA COMPLEJIDAD TECNOLÓGICA DE ECOPETROL**

Su alcance es identificar y plantear la mejor estrategia para realizar esta adaptación, definiendo claramente los objetivos, los recursos requeridos y las acciones concretas para llevarla a cabo.

## 5. DESARROLLO

El desarrollo del trabajo se lleva a cabo en el mismo orden de la metodología aplicada, a través de las cuatro (4) etapas definidas.

### 5.1. ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES DEL MODELO MEXICANO LIC E IDENTIFICACIÓN DE FACTORES Y COMPONENTES CLAVES

La Ley de petróleo Mexicana establece que a través de los contratos integrales de Exploración y Producción (E&P) se busca contribuir a la generación de valor que permitirá incrementar la capacidad de ejecución, mediante la utilización de esquemas integrales, rentables y competitivos, generando así modelos económicos y de operación que los proyectos requieren, para que su gestión cuente con un alto grado de eficacia y eficiencia.

**5.1.1. Esquema Contractual De Los LIC.** Petróleos Mexicanos, PEMEX (PEP) para facilitar el proceso estructuró un modelo de contrato<sup>8</sup> que permite consolidar dichos objetivos de manera integral; tal como se muestra en la **Tabla 1**:

---

<sup>8</sup> PEMEX, Exploración y Producción, Modelo de Contrato Genérico para Producción de Hidrocarburos, Versión Final, Enero 3 de 2014.

**Tabla 1. Modelo contractual de los LIC**

Clausulas	Definición
1. Definiciones e interpretaciones	Establece las definiciones de términos que permitan un mejor entendimiento y comprensión del contenido del contrato.
2. Objeto del contrato	Define todas aquellas actividades necesarias que se deben ejecutar para la producción de Hidrocarburos dentro del Área Contractual (los “Servicios”), de conformidad con lo establecido en las Leyes Aplicables, la Experiencia y Prácticas Prudentes de la Industria y los términos y condiciones del Contrato.
3. Plazos del contrato	Fija el periodo de ejecución del contrato, así como el plazo máximo de duración del mismo.
4. Empresas Participantes y Compañía Líder	Determina las empresas participantes en el contrato, así como la responsabilidad solidaria que cada entidad tendrá; igualmente define qué entidad ha sido designada como entidad líder.
5. Transición y Periodo Inicial	Identifica cuales son las fechas entre la Fecha Efectiva y antes del inicio del Periodo Inicial.
6. Servicios durante el Periodo Inicial	Precisa que actividades realizará el Contratista durante el periodo Inicial, para con esto asegurar el cumplimiento del programa inicial; de igual manera se establezca la obligación del contratista de informar su intención de continuar con los servicios después del periodo Inicial y la continuación por viabilidad de desarrollo.
7. Servicios de Desarrollo	El contratista deberá presentar el plan de desarrollo para los servicios a llevarse a cabo en el área contractual después del periodo inicial y hasta la terminación del contrato. Igualmente en aquellos casos en que se requiera realizar Modificaciones al proyecto de Plan de Desarrollo, en esta cláusula se establece cuáles son las condiciones para realizar dicha modificación.
8. Área Contractual	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <u>Reducción del área contractual</u>: Se disponen las condiciones para que el Contratista pueda reducir una parte del Área Contractual.</li> <li>➤ <u>Extensión del Área Contractual</u>: Igualmente se disponen las condiciones para que el contratista pueda solicitar a extensión del Área Contractual. En este caso, el Contratista deberá presentar aprobación, un Plan de Desarrollo del área a incorporarse al Área Contractual.</li> <li>➤ <u>Indicadores clave de desempeño</u>: Define los indicadores de desempeño estableciendo una evaluación del desempeño del Contratista en la ejecución de los Servicios.</li> </ul>
9. Unificación e instalaciones conjuntas	<p><b>Unificación.</b></p> <p>En caso de que cualquier Campo forme parte de una estructura, formación o depósito que se extienda más allá del límite del Área Contractual, o sea parte de un grupo de yacimientos o Campos que, conforme a la Experiencia y Prácticas Prudentes de la Industria, podría ser considerado</p>

Clausulas	Definición
	<p>como un Campo, se extienda más allá del límite del Área Contractual, PEP podrá requerirle al Contratista, que desarrolle el Campo conjuntamente con PEP o con un Tercero Contratista.</p> <p><b>Instalaciones.</b> Sujeto a disponibilidad de capacidad y siempre que no se afecten las condiciones operativas, PEP podrá requerirle al Contratista, que la infraestructura e instalaciones existentes en el Área Contractual sean utilizadas conjuntamente con PEP o con un tercero designado por PEP.</p> <p><b>Desacuerdo sobre unificación o instalaciones conjuntas</b> Cualquier desacuerdo entre las Partes respecto a la <b>unificación o instalaciones conjuntas</b> será sometido en primera instancia y en cualquier momento al Grupo Directivo, el cual procurará resolver dicha diferencia, si el grupo directivo no logra resolver dicha diferencia, PEP solicitará que se nombre a un Experto Independiente para tal fin.</p>
10. Programas de Trabajo	<p>El contratista deberá presentar para su aprobación, programas de trabajo para los servicios, incluyendo abandono. Durante el periodo inicial, el programa de trabajo deberá cumplir con el programa inicial, mientras que durante el periodo de desarrollo, los programas de trabajo deberán cumplir con el plan de desarrollo y con la obligación de trabajo.</p> <p>Los programas de trabajo deberán cumplir con los procedimientos de registro financiero, la experiencia y prácticas prudentes de la industria, las leyes aplicables y los demás términos y condiciones previstos en el contrato, incluyendo compromisos de unificación y de infraestructura conjunta.</p>
11. Presupuestos y Gastos Elegibles	<p>Junto con la presentación de cada Programa de Trabajo, el Contratista deberá presentar un presupuesto de los Gastos asociados a la ejecución del Programa de Trabajo. Todos los proyectos de Presupuesto presentados para su revisión deberán ser comercialmente viables o razonables y consistentes con los requisitos del Contrato y con la Experiencia y Prácticas Prudentes de la Industria. Los proyectos de Presupuesto deberán incluir un estimado de los Gastos necesarios para ejecutar los Servicios descritos en el correspondiente Programa de Trabajo y tendrán el alcance suficiente para permitir una evaluación adecuada.</p>
12. Nominación y Medición de los Hidrocarburos	<p>Esta cláusula contendrá la siguiente información:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <b>Volumen y calidad.</b> El volumen y la calidad de los Hidrocarburos Netos deberán medirse, monitorearse y determinarse de forma continua.</li> <li>➤ <b>Nominación.</b> Cada que sea necesario, las Partes acordarán una cantidad y calidad de Hidrocarburos Producidos, señalando el volumen correspondiente a los Hidrocarburos de Insumo.</li> </ul>

Clausulas	Definición
	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <b>Recepción de Hidrocarburos Netos.</b> Los Hidrocarburos Netos se entregarán en los Puntos de Medición y según se determine.</li> <li>➤ <b>Procedimientos de recepción:</b> Las partes deben convenir procedimientos de entrega/recepción de los Hidrocarburos Netos. Dichos procedimientos deberán regular la programación, almacenamiento, medición, monitoreo de calidad y transporte de los Hidrocarburos Netos entregados en los Puntos de Medición. Ocasionalmente, las Partes podrán acordar modificar o establecer nuevos procedimientos.</li> <li>➤ <b>Equipo de medición.</b> Se debe definir quien suministra el equipo de medición, los cuales deben cumplir con los requisitos técnicos y legales, y con la Experiencia y Prácticas Prudentes de la Industria.</li> <li>➤ <b>Instalación, mantenimiento y calibración del equipo de medición.</b> Determina quién será el encargado de la instalación, mantenimiento y calibración de los equipos de medición.</li> <li>➤ <b>Certificación del equipo de medición:</b> Los equipos de medición deberán contar con el certificado de origen correspondiente.</li> <li>➤ <b>Registros:</b> Define la obligatoriedad por parte del contratista de llevar registros completos y exactos de todas las mediciones de los Hidrocarburos Netos.</li> <li>➤ <b>Mal funcionamiento del equipo de medición.</b> Si como resultado de cualquier examen o prueba resulta que cualquiera de los componentes de los equipos de medición está fuera de las especificaciones, descompuesto o ajustado incorrectamente, se determina que el Contratista deberá repararlo inmediatamente y asegurarse de que se encuentra en correcto estado de funcionamiento en un plazo establecido por las partes.</li> <li>➤ <b>Reemplazo del equipo de medición.</b> Si el Contratista decide, por causas debidamente justificadas, reemplazar cualquier instrumento o aparato de medición, deberá comunicarlo con anticipación para que el contratante esté presente cuando la operación se lleve a cabo.</li> </ul>
13. Materiales	<p>Cuando por motivo de la prestación de los Servicios se requieran Materiales con carácter de activo fijo tales como Instalaciones Principales, Instalaciones de Entrega o cualquier bien en construcción, estos Materiales se proporcionarán por parte del contratista como parte de los Servicios. Tales Materiales pasarán automáticamente a ser propiedad de PEP; el Contratista deberá llevar a cabo cualquier acto necesario o apropiado para que PEP detente la propiedad de dichos Materiales; el registro de dicha transferencia se realizará</p>

Clausulas	Definición
	<p>conforme a lo estipulado en los Procedimientos de Registro Financiero. (Queda entendido que la Remuneración única por la ejecución de los Servicios considera, en su caso, la transferencia de Materiales a que se refiere esta cláusula).</p> <p>El Contratista podrá arrendar Materiales para la realización de los Servicios, siempre que así esté aprobado en los Programas de Trabajo.</p> <p>Durante la vigencia del Contrato, el Contratista mantendrá todos los Materiales y todas las instalaciones del Área Contractual en buen estado de funcionamiento de acuerdo con la Experiencia y Prácticas Prudentes de la Industria y las recomendaciones de los fabricantes de los equipos.</p> <p>Para la ejecución de los Servicios, el Contratista tendrá derecho, sin costo alguno, a usar los materiales, así como los activos fijos y que hubieran sido transferidos al Contratista, los cuales serán puestos a disposición del Contratista, siendo responsabilidad y obligación del Contratista su buen uso, custodia, mantenimiento y reposición, de ser el caso.</p>
<p>14. Otras obligaciones y derechos de las Partes</p>	<p>En esta cláusula se establecen los derechos y obligaciones adicionales del Contratista y contratante diferentes a las estipuladas anteriormente.</p> <p>Igualmente se definen las responsabilidad ambiental del Contratista y contratante.</p>
<p>15. Disposición de la producción</p>	<p>El objetivo de esta cláusula es definir cuál es la disposición final de la producción:</p> <p><b>Hidrocarburos de Insumo.</b> El Contratista podrá utilizar Hidrocarburos Producidos para la ejecución de los Servicios como combustible, reciclamiento, inyección o bombeo neumático, sin costo alguno y hasta por los niveles autorizados por PEP. El Contratista no podrá quemar ni ventear el Gas, excepto en el rango autorizado por PEP o en la medida en que sea necesario para prevenir o mitigar una emergencia, sujeto a los requerimientos previstos en las Leyes Aplicables. En caso de que el volumen de los Hidrocarburos de Insumo exceda el nivel autorizado por PEP, el valor comercial de dicho volumen excedente, según lo determine PEP, será descontado de la Remuneración.</p> <p><b>Entrega.</b> Los Hidrocarburos Netos serán entregados a PEP y serán medidos y analizados en los Puntos de Medición. Si, por cualquier razón, PEP no puede recibir el Gas Asociado, entonces el Contratista deberá reinyectarlo al yacimiento, o se dispondrá de él de la forma que determine PEP de conformidad con las Leyes Aplicables, en el entendido de que el Gas Asociado reinyectado no será tomado en cuenta para el cálculo de la Remuneración.</p> <p><b>Gas no asociado.</b> El Contratista ejecutará los Servicios relacionados con el manejo y cumplimiento de las</p>

Clausulas	Definición
	<p>especificaciones de calidad del Gas no asociado, hasta los Puntos de Medición. Siempre que el Contratista haya realizado los Servicios relativos al Gas no asociado, aun si PEP no recibe dicho Gas no asociado, el volumen <math>q</math> señalado en el Anexo 3 incluirá el volumen de producción de tal Gas no asociado considerado en el Programa de Trabajo aprobado.</p> <p><b>Otros productos o servicios.</b> Si como resultado de la ejecución de los Servicios, se identifican oportunidades comerciales que benefician a ambas Partes, como por ejemplo, producción de bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), tratamiento de agua residual, aprovechamiento de gases de emisión, entre otros, las Partes acordarán los términos y condiciones correspondientes. Tales acuerdos serán consistentes con los términos del Contrato.</p>
16. Remuneración	<p>Se define que PEP, tendrá en todo momento la propiedad de los Hidrocarburos y el derecho exclusivo de comercialización de los Hidrocarburos y hará suyos todos los ingresos provenientes de dicha comercialización; así mismo se estipula que los derechos del Contratista en ningún momento incluirán el derecho a una participación sobre la producción, ni derechos sobre los beneficios económicos que resulten de la explotación, comercialización o disposición de los Hidrocarburos por parte de PEP.</p> <p>De otra parte se establecen la Condición de la Remuneración al contratista; la Remuneración única; la forma de pago y en caso de generarse el pago de Intereses moratorios.</p>
17. Garantías	<p>El contratista simultáneamente con la suscripción del contrato entregara garantías referentes a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Garantía Corporativa.</li> <li>✓ Garantías de Cumplimiento.</li> </ul> <p>A solicitud del Contratista, se podrá <b>reducir el monto de cada Garantía de Cumplimiento</b> en proporción al cumplimiento de las obligaciones que se garantizan.</p> <p><b>Causas de ejecución.</b> se tendrá el derecho de hacer efectivas las Garantías de Cumplimiento y la Garantía Corporativa para cubrir proporcionalmente el incumplimiento de las obligaciones del Contratista en virtud del Contrato, quedando expresamente pactado que no existe prelación alguna para la ejecución de las Garantías.</p>
18. Abandono	<p>Esta cláusula contempla:</p> <p><b>Obligación de Abandono.</b> El Contratista estará obligado a llevar a cabo todas las operaciones relacionadas con el Abandono en el Área Contractual, de conformidad con la Experiencia y Prácticas Prudentes de la Industria y con las Leyes Aplicables.</p> <p><b>Sobrevivencia de las obligaciones de Abandono.</b> La responsabilidad del Contratista por las operaciones de</p>

Clausulas	Definición
	<p>Abandono que sean atribuibles a actividades del Contratista antes de la terminación del Contrato, sobrevivirá por diez (10) años posteriores a la terminación del Contrato, independientemente de la causa de terminación.</p> <p><b>Abandono después del Periodo Inicial.</b> Si el Contratista no entrega la Comunicación de Continuación de conformidad con el Contrato, el Contratista estará obligado a realizar, a su propio costo, las operaciones de Abandono en el Área Contractual, conforme a las instrucciones de PEP.</p> <p><b>Requisitos del programa de Abandono.</b> Si el Contratista entrega la Comunicación de Continuación, el Plan de Desarrollo y cada Programa de Trabajo y Presupuesto presentados para la aprobación de PEP deberán contener un capítulo relacionado al Abandono. Este capítulo deberá cubrir todas las actividades necesarias y los Gastos estimados de las mismas para el taponamiento de Pozos, limpieza, retorno del Área Contractual a su estado natural, desmantelamiento de instalaciones, movilización de maquinaria y equipo, y la entrega ordenada y libre de escombros y desperdicios del Área Contractual, de conformidad con la Experiencia y Prácticas Prudentes de la Industria y las Leyes Aplicables.</p> <p><b>Plan de Abandono y Recuperación.</b> Al final de la vida útil de los Pozos, instalaciones, y demás Materiales, o al menos treinta y seis (36) meses antes de que venza el plazo del Contrato, lo que suceda primero, el Contratista deberá entregar a PEP, para su aprobación, un plan detallado de abandono y recuperación y un presupuesto estimado (el “Plan de Abandono y Recuperación”).</p> <p><b>Comunicación de Abandono.</b> Antes del Abandono de cualquier Pozo, instalación o Material, el Contratista deberá comunicarlo a PEP con cuando menos quince (15) días de anticipación, salvo que: (i) dicha actividad esté ya prevista en un Programa de Trabajo aprobado por PEP; (ii) dicha actividad esté ya prevista en el Plan de Abandono y Recuperación; o (iii) cuando la perforación de un Pozo resulte en un Pozo no productor.</p> <p><b>Cuenta de Abandono.</b> Si el Contratista entrega la Comunicación de Continuación, el Contratista deberá crear una cuenta de Abandono (la “Cuenta de Abandono”).</p> <p><b>Fondeo de la Cuenta de Abandono.</b> En su caso, el Contratista depositará en la Cuenta de Abandono una cantidad que será determinada conforme al Anexo 10, con base en estudios técnicos y considerando una estimación de la relación entre los costos de Abandono y los pagos de PEP al Contratista de conformidad con el Contrato.</p> <p><b>Fondos insuficientes.</b> La responsabilidad del Contratista de cumplir, a su sola costa, con los trabajos de Abandono es</p>

Clausulas	Definición
	<p>independiente de que existan o no fondos suficientes en la Cuenta de Abandono o de que los recursos necesarios sean cubiertos por la carta de crédito stand by.</p> <p><b>Sustitución por PEP.</b> Antes de la terminación del Contrato por cualquier motivo, el Grupo Directivo acordará las condiciones para el Abandono (en caso de terminación por vencimiento del plazo del Contrato, dicho acuerdo ocurrirá previo al periodo de treinta y seis (36) meses.</p>
<p>19. Responsabilidad laboral, Subcontratistas, grado de integración nacional, formación de capital humano, desarrollo sustentable e importaciones</p>	<p><b>Responsabilidad laboral del Contratista.</b> El Contratista, como patrón de sus trabajadores y demás personas que le presten un servicio o trabajo personal subordinado, tendrá responsabilidad exclusiva e independiente respecto a éstos, y será el único responsable por el cumplimiento de las obligaciones laborales o patronales que provengan o emanen de las Leyes Aplicables. No existirá relación laboral entre PEP y el personal del Contratista o de terceros con quienes el Contratista tenga relación.</p> <p><b>Responsabilidad laboral de PEP.</b> PEP será responsable ante su personal.</p> <p><b>Formación de capital humano de PEP.</b> El Contratista conviene, con base en la presente Cláusula que, en relación con los Servicios, capacitará a personal de PEP, incluyendo personal sindicalizado, para su aprovechamiento en las labores que desempeñe en PEP. Durante la vigencia del Contrato, como parte de cada Programa de Trabajo, el Contratista presentará a PEP, para su aprobación, el programa anual de formación de capital humano de PEP aplicable durante el siguiente año.</p> <p><b>Subcontratistas.</b> El Contratista tiene el derecho de utilizar Subcontratistas para la realización de cualquier tipo de actividades; queda entendido que el Contratista no podrá subcontratar la dirección y control de las actividades. El Contratista será responsable de que los Subcontratistas cumplan, en la ejecución de sus actividades, con las estipulaciones aplicables del Contrato y con las Leyes Aplicables. No obstante cualquier subcontratación, el Contratista continuará siendo responsable frente a PEP, en todo momento, del cumplimiento de las obligaciones que adquiera ante PEP por el Contrato.</p> <p><b>Transferencia de tecnología, investigación y desarrollo.</b> El Contratista en relación con los Servicios, realizará investigación y desarrollo tecnológico y le transferirá a personal de PEP tecnología para su aprovechamiento en las labores que desempeñe en PEP.</p> <p><b>Grado de integración nacional.</b> El Contratista dará preferencia a los bienes y servicios producidos en México. El grado de integración nacional se calculará con base en el valor</p>

Clausulas	Definición
	<p>agregado nacional incorporado o creado en México.</p> <p><b>Desarrollo sustentable.</b> El Contratista implementará un programa de apoyo a la comunidad y al medio ambiente, que deberá contribuir al desarrollo sustentable que beneficie a las comunidades ubicadas o cercanas al Área Contractual.</p> <p><b>Importaciones.</b> El Contratista deberá realizar todos los trámites de aplicación general necesarios para la importación de Materiales.</p>
20. Seguros	<p><b>Estipulación general.</b> Las obligaciones, responsabilidades y riesgos del Contratista conforme al Contrato son independientes de la contratación de los seguros a que se hace referencia en esta Cláusula y, en consecuencia, el alcance de las obligaciones y responsabilidades derivadas de la asunción de tales riesgos no podrá reducirse en perjuicio de PEP o de terceros como consecuencia de la falta de contratación o la falta de cobertura suficiente de los mencionados seguros.</p> <p><b>Cobertura de seguro.</b> Con el objeto de cubrir los riesgos inherentes a la realización de los Servicios, el Contratista deberá obtener y mantener en pleno vigor y efecto las pólizas de seguros que, conforme a las obligaciones adquiridas bajo este Contrato, estime necesarias, las que la Experiencia y Prácticas Prudentes de la Industria requieran o aconsejen, así como aquellas que las Leyes Aplicables le impongan.</p>
21. Caso Fortuito o Fuerza Mayor; suspensión y terminación anticipada	<p>Ninguna de las Partes responderá por el incumplimiento, suspensión o retraso en la ejecución de las obligaciones del Contrato si dicho incumplimiento, suspensión o retraso ha sido causado por Caso Fortuito o Fuerza Mayor.</p> <p>Salvo por lo previsto en el Contrato, las Partes deberán continuar con el cumplimiento de sus obligaciones tan pronto como el Caso Fortuito o Fuerza Mayor cese.</p> <p>Para los efectos de este Contrato, Caso Fortuito o Fuerza Mayor significa cualquier acontecimiento, acto o evento fuera del control de o imprevisible por la Parte obligada a cumplir con la obligación correspondiente, o que, en caso de que sea previsible, sea inevitable por dicha Parte cuando hubiera tomado precauciones tendientes a evitar dicho acontecimiento, acto o evento que imposibilita el cumplimiento de alguna o todas las obligaciones derivadas del Contrato en forma temporal o definitiva.</p> <p><b>Comunicación.</b> La Parte que alegue Caso Fortuito o Fuerza Mayor deberá así comunicarlo a la otra Parte, dentro de un término que no excederá de treinta (30) días a partir de la fecha en que hubiere tenido conocimiento de: (a) la presencia del evento de Caso Fortuito o Fuerza Mayor; y (b) el momento en que se estima que cese el evento de Caso Fortuito o Fuerza Mayor.</p> <p><b>Carga de la prueba.</b> La carga de la prueba de Caso Fortuito o</p>

Clausulas	Definición
	<p>Fuerza Mayor corresponderá a la Parte que invoque dicho Caso Fortuito o Fuerza Mayor.</p> <p><b>Suspensión y prórroga de Programa de Trabajo; prórroga del plazo del Contrato.</b> Si, como resultado de Caso Fortuito o Fuerza Mayor, el Contratista no puede cumplir con algún Programa de Trabajo, el Programa de Trabajo será suspendido y prorrogado por un plazo que no exceda el periodo de dicho Caso Fortuito o Fuerza Mayor, y sólo en la medida en que el Programa de Trabajo sea efectivamente afectado.</p> <p><b>Obligaciones no afectadas por Caso Fortuito o Fuerza Mayor.</b> Nada de lo estipulado en esta cláusula liberará a las Partes de las obligaciones que por su naturaleza no sean afectadas por el Caso Fortuito o Fuerza Mayor.</p> <p><b>Terminación anticipada por Caso Fortuito o Fuerza Mayor.</b> En caso de que un evento de Caso Fortuito o Fuerza Mayor afecte la ejecución de una parte significativa de los Servicios, y dicha ejecución haya sido suspendida por un periodo continuo de ciento ochenta (180) días o más, cualquiera de las Partes tendrá derecho, ejercitable mediante notificación dada dentro de los treinta (30) días siguientes al último día del periodo que corresponda, a solicitar la terminación del Contrato sin responsabilidad.</p> <p><b>Situaciones de emergencia.</b> En situaciones de Caso Fortuito o Fuerza Mayor o emergencia que requieran acción inmediata, el Contratista deberá tomar todas las acciones adecuadas para controlar la situación lo más pronto posible a fin de preservar la integridad física de las Personas y proteger el medio ambiente, los Hidrocarburos y los Materiales, e informar inmediatamente a PEP. El Contratista deberá sujetar sus acciones al plan de respuesta a emergencias de PEP.</p>
22. Rescisión, terminación y finiquito	<p>En esta cláusula se establece las causas por las cuales se puede dar la rescisión por parte de PEP del contrato.</p> <p>Así mismo en caso de que el Contratista incumpla sus obligaciones bajo el Contrato y se encuentre en los supuestos definidos anteriormente, previo a la determinación de la rescisión, PEP podrá otorgar al Contratista un periodo de sesenta (60) días para subsanar dicho incumplimiento; en todo caso, el periodo de sesenta (60) días a que se refiere este párrafo puede ser ampliado por acuerdo entre las Partes.</p> <p><b>No obstante lo anterior, si,</b> en su caso, al concluir el periodo de cura el Contratista no hubiere subsanado el incumplimiento, PEP iniciará la rescisión de acuerdo al procedimiento establecido en esta misma cláusula para tal fin.</p> <p><b>Efectos de la rescisión.</b> En caso de que PEP ejerza su derecho a rescindir este Contrato el Contratista deberá pagar a PEP, los daños directos y Perjuicios que PEP compruebe como resultado del incumplimiento que dé lugar a la rescisión, en el</p>

Clausulas	Definición
	<p>entendido de que dichos daños podrán ser cobrados por PEP de las cantidades adeudadas al Contratista que resulten del finiquito, de las Garantías de Cumplimiento, y sin perjuicio de cualquier otro recurso legal que PEP pudiera tener conforme al Contrato o las Leyes Aplicables.</p> <p><b>Obligaciones subsistentes.</b> En todo caso de terminación del Contrato por cualquier razón, el Contratista deberá cumplir con todas las obligaciones estipuladas en el Contrato que resulten aplicables, incluyendo las relacionadas con el Abandono e indemnización y pagos por renuncia.</p> <p><b>De igual manera el contratista tendrá Derecho a solicitar la rescisión</b> del Contrato en caso de que PEP incumpla con sus obligaciones de (i) pago al Contratista, (ii) poner el Área Contractual a disposición del Contratista, o (iii) contar con los permisos, licencias o autorizaciones a su cargo.</p> <p><b>Transición a PEP.</b> En caso de la terminación del Contrato por cualquier razón, el Contratista cesará todos los Servicios, excepto aquellos que sean necesarios para el Abandono, para preservar y proteger las instalaciones relacionadas con los Servicios ya en proceso o terminados, o para proteger los Materiales que se encuentren dentro del Área Contractual o en tránsito hacia la misma.</p> <p><b>Derecho de PEP de terminación anticipada.</b> PEP podrá dar por terminado anticipadamente el Contrato: (i) por Caso Fortuito o Fuerza Mayor, (ii) por no poder determinar la temporalidad de la suspensión, (iii) cuando existan causas que impidan la ejecución del Contrato, y (iv) cuando no resulte rentable o conveniente de conformidad con el modelo económico, queda entendido que el único caso en el que PEP podrá invocar la terminación anticipada de acuerdo con este inciso será cuando, de conformidad con el Anexo 3, cuando el producto de las variables de la ecuación del precio de los Servicios sea igual a cero por doce meses consecutivos después de haber sido obtenida la primera producción incremental.</p> <p><b>Finiquito.</b> Al terminar el Contrato por rescisión o por terminación anticipada, las Partes deberán suscribir un finiquito en el cual se harán constar los ajustes, revisiones, modificaciones y reconocimientos a que haya lugar, y los saldos a favor y en contra, así como los acuerdos, ajustes o transacciones que se pacten para finalizar las controversias que se hayan presentado durante la vigencia del mismo.</p>
23. Cesión y cambio de control	<p><b>Cesión.</b> El Contratista y las Empresas Participantes no podrán ceder, gravar o transferir, total o parcialmente, este Contrato o sus derechos u obligaciones derivadas del mismo, incluyendo los derechos de cobro, sin el consentimiento previo y por</p>

Clausulas	Definición
	<p>escrito de PEP, en el entendido de que PEP podrá negar su consentimiento si el cesionario no cuenta con las capacidades técnicas o financieras requeridas por PEP para el cumplimiento de sus obligaciones conforme al Contrato.</p> <p><b>Separación.</b> Ni la Compañía Líder ni cualquiera de las Empresas Participantes podrá separarse de las operaciones conjuntas que lleven a cabo para la ejecución de los Servicios conforme a este Contrato sin el consentimiento previo y por escrito de PEP, el cual no podrá ser negado injustificadamente.</p> <p><b>Cambio de control.</b> El Contratista y las Empresas Participantes se asegurarán de no sufrir, directa o indirectamente, un cambio de control durante la vigencia del Contrato sin el consentimiento previo de PEP; queda entendido que aun cuando el cambio de control no pudiera ser evitado por el Contratista o por las Empresas Participantes, PEP podrá rescindir el Contrato, si dicho cambio de control se da sin el consentimiento previo de PEP.</p>
24. Indemnización	<p><b>Indemnización.</b> El Contratista indemnizará a PEP y a sus Compañías Relacionadas, así como a sus empleados, representantes, asesores, directores, sucesores o cesionarios - y dicha obligación sobrevivirá la terminación del Contrato por cualquier motivo por los plazos y términos previstos en el Contrato y las Leyes Aplicables- en contra de cualquiera y toda acción, reclamo, juicio, demanda, pérdida, costos, daños, Perjuicios, procedimientos, impuestos y gastos, incluyendo honorarios comercialmente razonables y debidamente documentados. Así mismo se determina cuando son las causas de ejecución de la indemnización.</p>
25. Ley Aplicable y solución de controversias	<p><b>Define que Leyes regirán e interpretaran el Contrato.</b></p> <p>En caso de que existan eventos de controversia tratarán de resolverla a través de un mecanismo de consultas directas, con el objeto de intentar un acuerdo negociado entre las Partes; en caso contrario, si las partes no llegan a un acuerdo respecto de sus diferencias en materias técnicas, de seguridad, salud y protección ambiental, operacionales o relacionadas con cuestiones de contabilidad, impuestos y cálculo de pagos exigibles conforme al Contrato, las Partes podrán acordar sujetarse a la decisión vinculante de un experto independiente (el "Experto Independiente").</p> <p>Cualquier disputa o demanda que surja en relación con el Contrato que no haya podido ser superada por ninguno de los otros mecanismos de solución de controversias previstos en el Contrato deberá ser resuelta exclusiva y definitivamente mediante arbitraje de estricto derecho de acuerdo con el Reglamento de Arbitraje.</p> <p><b>Renuncia a Embargos Previos al Laudo.</b> Por medio del presente Contrato, las Partes - en nombre propio y de sus</p>

Clausulas	Definición
	<p>Compañías Relacionadas - renuncian a todos y cualesquiera derechos que tengan o puedan tener de solicitar y obtener Embargos Previos al Laudo.</p> <p><b>Confidencialidad.</b> Todas las negociaciones y arbitrajes relativos a una controversia, documentos intercambiados o generados con motivo de las negociaciones o arbitrajes serán tratados de forma confidencial.</p> <p><b>Renuncia a vía diplomática.</b> El Contratista y las Empresas Participantes renuncian expresamente, en nombre propio y de todas sus Compañías Relacionadas, a formular cualquier reclamo por la vía diplomática, bajo pena de perder en favor del Estado Mexicano, y sin que medie declaración judicial o arbitral alguna, todos sus derechos conforme al Contrato.</p> <p><b>Autonomía de las estipulaciones.</b> La invalidez o ilicitud de una o más de las estipulaciones del Contrato que sea declarada como tal por el tribunal arbitral, de ninguna manera afectará la validez, legalidad y exigibilidad de las demás estipulaciones del presente instrumento.</p>
26. Gobernanza del Contrato	<p><b>Esquema de gobernanza y supervisión de actividades.</b> Sin perjuicio de la obligación del Contratista de garantizar que todos los Servicios se realicen conforme a lo previsto en el Contrato, los Servicios serán supervisados por el Grupo Directivo.</p> <p><b>Se debe establecer los Miembros del Grupo Directivo; definiendo las facultades de éste.</b></p> <p><b>Grupos técnicos.</b> El Grupo Directivo podrá establecer los grupos técnicos, según se requieran, para la ejecución y seguimiento de cualquier asunto en particular.</p>
27. Modificaciones y renunciias	<p><b>Modificaciones generales.</b> Cualquier modificación a este Contrato deberá hacerse mediante acuerdo por escrito de ambas Partes y surtirá efectos a partir de la fecha indicada en el propio acuerdo.</p> <p><b>Modificaciones por cambio de ley.</b> En la medida en que sea permitido por las Leyes Aplicables, las Partes acuerdan que este Contrato se modificará en caso de que, derivado de los cambios o creación de Leyes Aplicables, se otorguen condiciones o reglas más favorables con respecto al Contrato o permitan una participación más amplia en las operaciones petroleras por parte del Contratista.</p>
28. Relación de las Partes	<p>Nada de lo aquí contenido está destinado a crear o se considerará o se interpretará que crea alguna sociedad o asociación entre las Partes. Ninguna de las Partes tendrá la autoridad o el derecho, ni se declarará con autoridad o derecho, para asumir, crear o comprometer alguna obligación de cualquier clase, expresa o implícita, en representación de o en nombre de alguna otra de las Partes.</p>
29. Información,	<p><b>Propiedad de información.</b> Toda información tecnológica,</p>

Clausulas	Definición
propiedad intelectual y confidencialidad	<p>planos, diseños, dibujos, datos geológicos, geofísicos, geoquímicos, de ingeniería, registros de medición, perforación, terminación, producción, operación, informes técnicos, económicos y científicos, Documentos Técnicos y cualquier otra información similar generada con motivo de la ejecución de los Servicios o relativa al Área Contractual (la "Información del Contrato"), será propiedad de PEP.</p> <p><b>Propiedad intelectual.</b> El Contratista podrá emplear, en la ejecución de los Servicios, información, procesos, <i>software</i>, tecnología y prácticas de su propiedad o propiedad de sus Compañías Relacionadas que sean considerados derechos exclusivos en términos de las Leyes Aplicables. Queda entendido que PEP no tendrá propiedad, derecho, título ni interés alguno y mantendrá en forma confidencial tal información, procesos, <i>software</i>, tecnologías y prácticas del Contratista que sean considerados derechos exclusivos.</p> <p><b>Confidencialidad del Contrato.</b> El Contrato y sus modificaciones no serán confidenciales, sin perjuicio de lo establecido en las Leyes Aplicables.</p> <p><b>Confidencialidad.</b> La Información del Contrato será tratada por el Contratista de forma confidencial.</p>
30. Impuestos	Cada una de las Partes deberá cumplir durante el plazo y ejecución de los Servicios con los Impuestos que le correspondan.
31. Comunicaciones	Todas las notificaciones y demás comunicaciones hechas bajo este Contrato deberán ser por escrito y serán efectivas desde la fecha en que el destinatario las reciba, ya sea en la dirección o en los correos electrónicos establecidos.
32. Totalidad del Contrato	<p>Este Contrato es una compilación completa y exclusiva de la totalidad de las estipulaciones que rigen el acuerdo entre las Partes con respecto al objeto del Contrato y reemplaza y substituye cualquier convenio o entendimiento sobre dicho objeto.</p> <p>Quedan incorporados, formando parte indivisible e integrante del Contrato, los siguientes Anexos:</p> <p>Anexo 1 Área Contractual e inventario de activos.  Anexo 2 Garantía Corporativa.  Anexo 3 Remuneración.  Anexo 4 Procedimientos de Registro Financiero.  Anexo 5 Programa Inicial y Obligación de Trabajo.  Anexo 6 Puntos de Medición y nominación.  Anexo 7 Informe de Evaluación.  Anexo 8 Plan de Desarrollo.  Anexo 9 Permisos.  Anexo 10 Abandono.  Anexo 11 Lineamientos para subcontratación.</p>

Clausulas	Definición
	Anexo 12 Grado de integración nacional. Anexo 13 Desarrollo sustentable. Anexo 14 Programas de Trabajo. Anexo 15 Participación consorcial.
33. Idioma	El idioma del Contrato es el español.
34. Compromiso contra la Corrupción	Las Partes manifiestan que durante las negociaciones y para la celebración del presente Contrato se han conducido con apego a las reglas de conducta para combatir la extorsión y el soborno publicadas por la Cámara de Comercio Internacional (las "Reglas") y que se comprometen a actuar conforme a las mismas durante la ejecución del Contrato hacia sus contrapartes y hacia terceros. Las Partes aceptan expresamente que la violación a estas declaraciones, a las Reglas o a las Leyes Aplicables en esta materia implica un incumplimiento del Contrato.

**5.1.2. Aplicación Contractual del LIC<sup>9</sup>.** Frente al agotamiento de los campos más productivos de México, incluyendo al yacimiento súper gigante Cantarell, Pemex ha dirigido sus esfuerzos a otros campos cuya explotación supone retos técnicos y de negocios de gran complejidad.

Los Contratos Integrales E&P contribuirán a la generación de valor y permitirán incrementar la capacidad de ejecución, a través de esquemas rentables y competitivos en campos maduros, en Chicontepec y aguas profundas; en proyectos que requieren modelos económicos y de operación específicos para cada caso.

Los principales proyectos de México se desarrollan en:

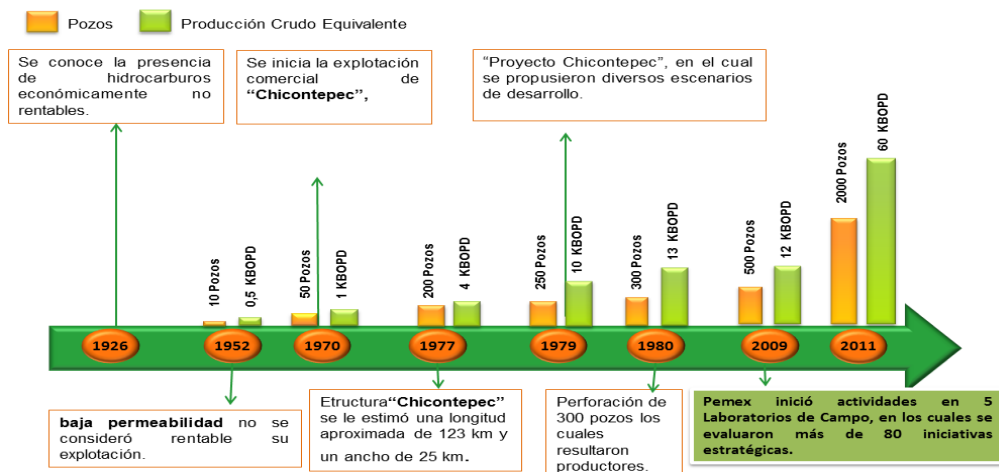
- Campos maduros de las cuencas del sureste y norte, los cuales contienen el 29 por ciento de las reservas totales del país.
- Cuenca de Chicontepec, en donde se concentra cerca el 39 por ciento de las reservas totales.

<sup>9</sup> PEMEX, Acerca de contratos integrales PE.2012. [en línea] [citado 10 de enero de 2015] disponible en: <http://contratos.pemex.com/acerca/Paginas/default.aspx>

- Aguas profundas del Golfo de México, en donde se tiene un recurso potencial mayor a 29 mil millones de barriles de crudo equivalente; es decir, más del 50 por ciento de todos los recursos prospectivos del país.

Como base de análisis de la aplicación de los LIC, se tendrá en cuenta el desarrollo del proyecto de Chicontepec, para lo cual en la **Figura 5** se presenta la evolución que ha presentado este proyecto.

**Figura 5. Línea de tiempos del proyecto LIC – “Chicontepec” - México**



Fuente: NARVÁEZ RAMÍREZ Antonio Retos y Avances en el Desarrollo y Operación de Un Yacimiento No Convencional, “Chicontepec”, Ingeniería Petrolera, 08 de Diciembre de 2012, AIPM, México

Actualmente en México, se está desarrollando un Proyecto No Convencional (Paleocanal “Chicontepec”), el cual está considerado como la reserva más grande del país y el **Activo Integral Aceite Terciario del Golfo (AIATG)** es el encargado de asumir el reto de administrarlo para la explotación de este recurso.

En la primera etapa del proyecto (2008-2010) se efectuó una gran actividad de perforación y terminación de pozos, a partir del segundo semestre de 2010 se definió una segunda etapa, fundamentada en las siguientes estrategias:

1. Mantener e incrementar la producción base.
2. Incorporar rápidamente la producción de nuevas áreas de mayor productividad (extensión y nuevos desarrollos).

Para mantener e incrementar la Producción Base, se establecieron estrategias para lograr la operación eficiente de los pozos existentes y la incorporación de pozos cerrados. Mientras que la incorporación de pozos nuevos se hizo utilizando técnicas que permitieron obtener pozos con una mejor producción inicial. Así mismo, con la finalidad de optimizar el uso de los recursos, en este Activo, se están desarrollando múltiples proyectos de ingeniería, enfocados en definir nuevas formas de explotación y optimización, así como infraestructura esbelta, autosustentable y flexible para el manejo de la producción. Las características del proyecto y las acciones implantadas para su Administración, tienen por objetivo principal convertir a “Chicontepec” en un proyecto ejemplar de extracción de crudo mediante el desarrollo de nuevas prácticas<sup>10</sup>.

“Chicontepec”, es un proyecto de alta complejidad debido a la topografía de la región y al tipo de Yacimiento, considerado “No Convencional”, por sus características petrofísicas (baja permeabilidad) y la relativa baja presión. Sin embargo, buscando perfilarse como el primer proveedor de hidrocarburos en México para los próximos 25 años, “Chicontepec” ha impulsado el Desarrollo de Proyectos Tecnológicos e Iniciativas en Pozos e Infraestructura, ha coordinado niveles de actividades y logrado crecimientos nunca antes vistos en México, mediante la implantación de Estrategias de Gestión del Proyecto y una Cultura No Convencional.

Dentro de las estrategias fundamentales del Activo, se encuentra el mantener la Producción Base, mediante la operación eficiente de los pozos existentes e

---

<sup>10</sup> NARVÁEZ RAMÍREZ Antonio Retos y Avances en el Desarrollo y Operación de Un Yacimiento No Convencional, “Chicontepec”, Ingeniería Petrolera, 08 de Diciembre de 2012, AIPM, México.

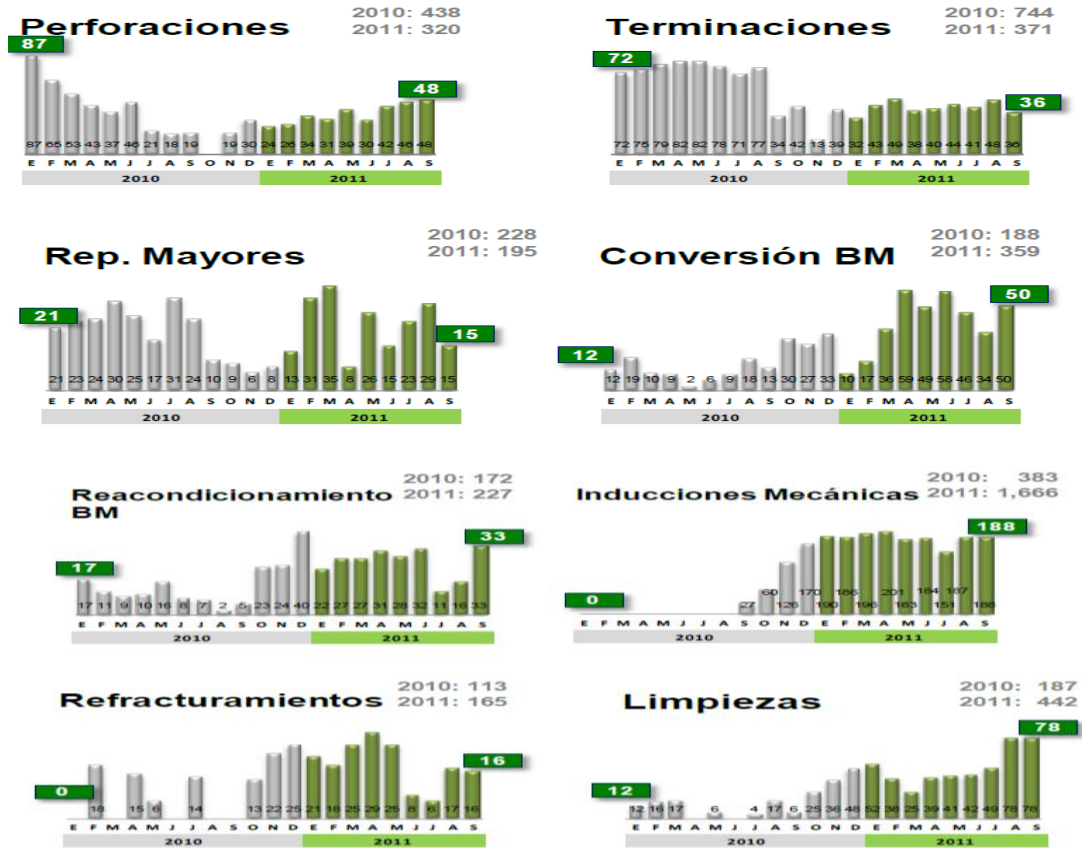
incrementarla con la reincorporación de los pozos cerrados. Otra estrategia que enmarca este proyecto es la perforación de nuevos pozos en las zonas de mayor productividad y bajo riesgo.

Desde el segundo semestre del 2010, se logró disminuir considerablemente la declinación de los pozos en operación mediante la creación de grupos de especialistas dedicados a estudiar su productividad, además, de iniciar una campaña intensa de medición de la producción y de la implementación de un centro de monitoreo con el cual se pueda observar las 24 horas de los 365 días del año las principales instalaciones, ductos y pozos del Activo, entre otras estrategias.

Antes de implementar estas mejoras operativas, se tenían factores de declinación mensual del 8 y 10% y actualmente el factor oscila del 2 al 4%. Como resultado de estas iniciativas, durante el 2011, se han ejecutado más de 1,970 actividades relacionadas a la operación de pozos, como son: optimización de pozos fluyentes, instalación y optimización de sistemas artificiales, limpiezas de pozos, refracturamientos, inducciones químicas, etc.

A continuación en la **Figura 6**, se presenta la evolución de las principales actividades de 2010 a 2011, derivado del cambio de estrategia cuyo objetivo fue establecer un balance adecuado de actividades:

**Figura 6. Evolución de actividad 2010 – 2011**



Fuente: NARVÁEZ RAMÍREZ. Antonio Retos y Avances en el Desarrollo y Operación de Un Yacimiento No Convencional, “Chicontepec”, Ingeniería Petrolera, 08 de Diciembre de 2012, AIPM, México

Como se puede observar en la anterior figura, las perforaciones y terminaciones en 2011, se redujeron a la mitad con respecto a la intensa actividad efectuada en 2010, en cambio las actividades de Optimización de pozos, como son conversión a Bombeo Mecánico, Reacondicionamiento a Bombeo Mecánico, Inducciones Mecánicas, Refracturamientos y Limpiezas se incrementaron drásticamente.

Este cambio en la estrategia de explotación ha permitido incrementar la producción de aceite hasta en 65 mil bppd al cierre de octubre de 2011, como se muestra en la **Figura 7**:

**Figura 7. Evolución de producción 2010 – 2011**

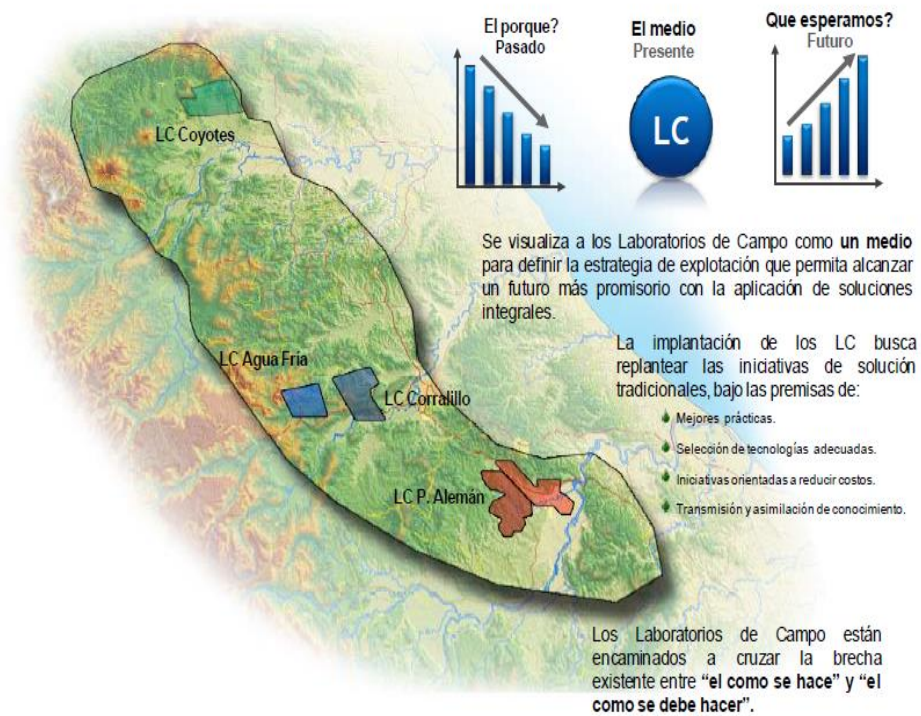


Fuente: NARVÁEZ RAMÍREZ Antonio. Retos y Avances en el Desarrollo y Operación de Un Yacimiento No Convencional, “Chicontepec”, Ingeniería Petrolera, 08 de Diciembre de 2012, AIPM, México

De forma paralela e intensa, se ha incursionado en nuevas formas de operación, enfocadas en maximizar el uso del gas proveniente del yacimiento, como es el caso de las Macroperas Autosustentables, las cuales utilizan el gas de formación para abastecer los motores, compresores y generadores de energía eléctrica, así como inyectar gas a los sistemas de bombeo neumático, y el excedente enviarlo a un centro de procesamiento. El uso de estas prácticas ha incrementado la producción de aceite, mejorado el uso del gas de formación y reduciendo la quema del mismo.

Por otra parte, en la búsqueda de nuevas y mejores tecnologías que permitan incrementar la productividad de los pozos y reducir costos, Pemex inició durante 2009, actividades en cinco (5) Laboratorios de Campo, en los cuales, de forma conjunta con sus aliados tecnológicos se encuentra evaluando más de 80 iniciativas estratégicas (ver **Figura 8**). Siendo responsabilidad de la administración del Activo Integral Aceite Terciario del Golfo (AIATG) el impulso de las iniciativas adecuadas en busca de incrementar la producción.

**Figura 8. Laboratorios de Campo en el Activo Integral Aceite Terciario del Golfo (AIATG)**



Fuente: NARVÁEZ RAMÍREZ Antonio. Retos y Avances en el Desarrollo y Operación de Un Yacimiento No Convencional, “Chicontepec”, Ingeniería Petrolera, 08 de Diciembre de 2012, AIPM, México

En el mes de junio de 2012, una de las iniciativas promovidas, fue la que se efectuó en el pozo Corralillo 629, en el cual se realizó una terminación múltiple (11 intervalos), los cuales fueron fracturados con fluido visco elástico libre de polímero y usando bolas biodegradables. Como resultado de esta intervención se obtuvo una producción inicial de 1,150 bppd, la cual se ha mantenido hasta el día de hoy. De forma similar se han ejecutado 16 intervenciones, teniéndose resultados muy favorables con producciones iniciales superiores a los 300 bppd.

Todas estas estrategias han permitido que el Activo alcance una producción de 65 mil bppd, lo cual significa un incremento superior al 150% desde su creación en el 2007, además, considerando las iniciativas tecnológicas relacionadas con la inyección de vapor, hectárea fracturada, inyección de agua, inyección de CO<sub>2</sub>, se tiene la confianza de alcanzar la meta de producción anual de 75 mil bpd para diciembre de 2012 y los compromisos de producción multianuales que México requiere.

“Chicontepec”, es un proyecto de largo plazo que requiere de nuevas tecnologías e ideas, sin embargo la parte más importante en el aseguramiento de su futuro, será siempre su gente y el compromiso adquirido con cada acción, así como su responsabilidad social y ambiental, procurando la sustentabilidad no solo del Proyecto, sino de las comunidades que coexisten con él.

Específicamente, dentro del desarrollo y operación de la totalidad de la cuenca Chicontepec, se ejecutaron las siguientes iniciativas en el año 2011:

✓ **Yacimientos**

- 101 Pozos Perforados estratégicos o de extensión.
- 1.868 Pozos de Desarrollo perforados del 2007 a 2011.
- Información Sísmica 3D.

- Modelo y análisis Petrofísico.
- Pruebas de pozos.
- Matriz de evaluación de las localizaciones a perforar.

✓ **Desarrollo de proyectos tecnológicos**

- Operación de Campo autosostenible (Energía del Campo a partir del mismo Campo).
- 34 Pozos Multifracturados para 8.851 barriles incrementales.
- Hectárea fracturada (perforación de pozos horizontales paralelos).
- Pruebas piloto en áreas específicas (Inyección de agua e Inyección de CO<sub>2</sub>).

✓ **Iniciativas en pozos e infraestructura**

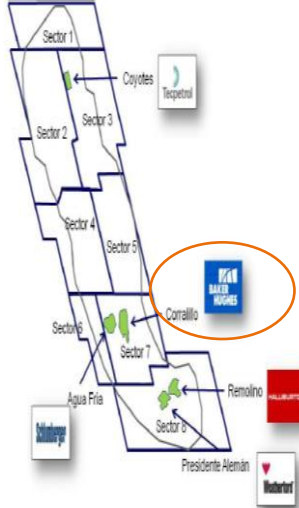
- Iniciativas en diseño de pozos
  - ✓ Perforación.
  - ✓ Terminación (769 fracturamientos hidráulicos a partir de 2011).
  - ✓ Terminaciones especiales (34 multifracturamientos hidráulicos a partir de 2011).
  - ✓ Refracturamientos (162 a partir de 2011).
- Departamento especializado en productividad de pozos.
- Reparaciones mayores.
- Infraestructura de Producción.
  - Módulo de separación portátil.
  - Medidores de producción portátiles (bifásicos).

**5.1.3. Resultados de Aplicación del Modelo LIC en el Campo Corralillo – México.** Dentro de los cinco (5) Laboratorios de Campo iniciados en el año 2007

en la cuenca de Chicontepec, se encuentra el campo Corralillo, suscrito con la compañía Baker, el cual será tomado para mostrar la aplicación del LIC y sus resultados.

En la **Tabla 2**; se muestra el modelo contractual de Pemex - Laboratorios Integrales de Campos, específicamente para el caso Baker Campo Corralillo, destacándose los siguientes aspectos:

**Tabla 2. Modelo contractual de los LIC - Caso Baker Campo Corralillo**

Concepto	Generalidades	Programa de inicio de trabajo	Periodo de desarrollo	Generalidades
<b>Tiempo</b>	Hasta 30 años	2 años	En función de las reservas.	 <p><b>Se asignaron 10 Km2 por empresa.</b></p>
<b>Alcance</b>	Evaluación, desarrollo y producción y Soluciones técnico operativas.	<input type="checkbox"/> Exploración <input type="checkbox"/> Evaluación de Yacimientos <input type="checkbox"/> Pruebas tecnológicas Desarrollo y Producción de Hidrocarburos.	Evaluación/exploración, desarrollo y producción de hidrocarburos en un bloque.	
<b>Propiedades hidrocarburo</b>	100% Pemex	100% Pemex	100% Pemex	
<b>Remuneración</b>	De acuerdo a la etapa.	Pago de los servicios sobre la base de precios mixtos consignados en el catálogo de conceptos de trabajo.	Pago por tarifa; Control presupuesto en función de los ingresos.	
<b>Beneficios</b>	<input type="checkbox"/> Obligación de capacitación y entrenamiento <input type="checkbox"/> Transferencia y acceso a tecnología <input type="checkbox"/> Desarrollo de tecnología	Las Instalaciones Inmediatamente después de su instalación o construcción por parte del contratista, pasaran de forma automática a Pemex.	Incentivos: Al ahorro y a la producción Grupo de gobierno, con representación de Pemex y del contratista.	

Fuente: PEMEX, Exploración y Producción, Visión de PEMEX, Octubre de 2010.

Para determinar los resultados de la aplicación del laboratorio integral en el Campo Corralillo - Baker a continuación se analizará el alcance del LIC en cuanto

a la evolución del campo en aquellos aspectos referentes a geociencia y yacimientos, perforación, proceso de producción e infraestructura, bajo la premisa que el equipo de trabajo se encuentra integrado por personal de Pemex y Baker:

### **1. Geociencias y Yacimientos:**

El alcance de este proceso consiste en desarrollar en cuanto a geofísica todo lo concerniente a (i) la interpretación Sísmica y Sismicoestratigrafía y (ii) al modelo de velocidades y conversión tiempo profundidad.

Por el lado de geología, se debe realizar su estudio estructural; así como el estudio estratigráfico y sedimentológico; y petrolfísico.

Así mismo, se realizará la caracterización dinámica de la ingeniería de Yacimientos; y por último se estructura el plan de explotación.

### **2. Perforación:**

En esta actividad se efectuará la (i) perforación de pozos (verticales / direccionales); (ii) las reparaciones mayores de los pozos y (iii) el reacondicionamiento.

### **3. Proceso de producción:**

Dentro de los procesos a llevar a cabo se encuentran:

- a) Mantenimiento y operaciones de pozos, tanto de los que están operando como de los cerrados.
- b) Diseño de Sistemas Artificiales, es decir ingenierías.
- c) Optimización de Sistemas Artificiales (ingenierías).
- d) Medición de pozos (aforos).
- e) Compresores en boca de pozos - Servicio/día.

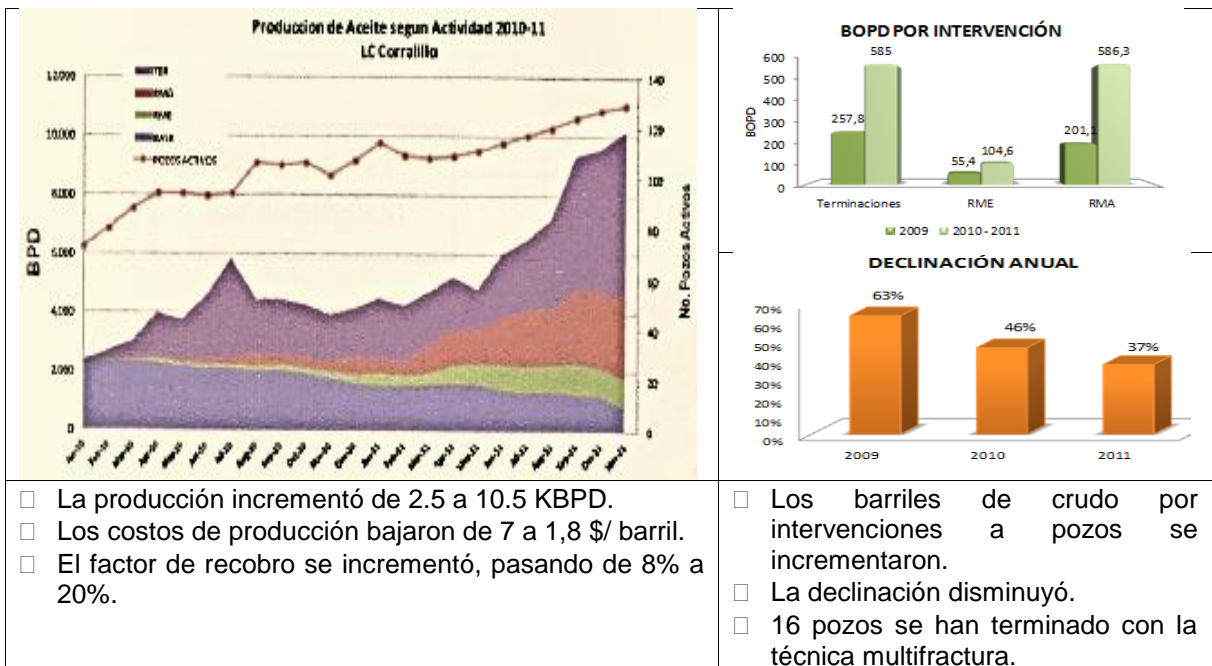
#### 4. Infraestructura:

En cuanto a la infraestructura requerida se tiene:

- Construcción de plataformas.
- Rutas de acceso, en kilómetros.
- Cabezales de recolección manejados, ya sea en patín de 3 pozos o patín de 5 pozos.
- Módulo de separación portátil.
- Tanques de almacenamiento.

Como se muestra en la **Figura 9**, la ejecución de este laboratorio ha impactado positivamente la producción, el Lifting Cost y el Factor de Recobro.

**Figura 9. Resultados de aplicación de un LIC**



- La producción incrementó de 2.5 a 10.5 KBPD.
- Los costos de producción bajaron de 7 a 1,8 \$/ barril.
- El factor de recobro se incrementó, pasando de 8% a 20%.
- Los barriles de crudo por intervenciones a pozos se incrementaron.
- La declinación disminuyó.
- 16 pozos se han terminado con la técnica multifractura.

Fuente: BAKER HUGHES Modelos alternativos de soluciones tecnológicas, caso conceptual y experiencias internacionales, 2012..

## 5.2. ANÁLISIS DE LOS MODELOS CONTRACTUALES APLICADOS EN ECOPETROL

Ecopetrol ha venido aplicando diferentes modelos contractuales de exploración y explotación<sup>11</sup>, tales como los tradicionales Contratos de Asociación (CA), Contratos de Colaboración Empresarial, Contratos de Servicio de Producción Bajo Riesgo (SPBR), Contratos de Producción con Riesgo para Campos Descubiertos No Desarrollados e Inactivos (CDNDI), Contratos de Producción Incremental (CPI), Contratos de Operación y Mantenimiento Integral (O&M), Acuerdos de Operación Conjunta (JOA), Licencia, entre otros, mediante los cuales, a través de un socio ha tratado de maximizar su producción y las reservas de hidrocarburos.

Estas modalidades contractuales actualmente aplicadas en la empresa:

- ✓ No incentivan inversiones tecnológicas ni la ejecución de planes de desarrollo agresivos.
- ✓ No permiten identificar una solución integral que apalanque pilotos tecnológicos en Yacimientos No Convencionales (YNC) y campos menores con complejidades tecnológicas.
- ✓ No están direccionados a realizar inversiones para la generación de valor y planes de desarrollo agresivos.
- ✓ No buscan tener actividad de exploración y explotación en áreas con bajo potencial convencional.
- ✓ No se pueden aplicar para tener una estrategia de retención de áreas con la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH).

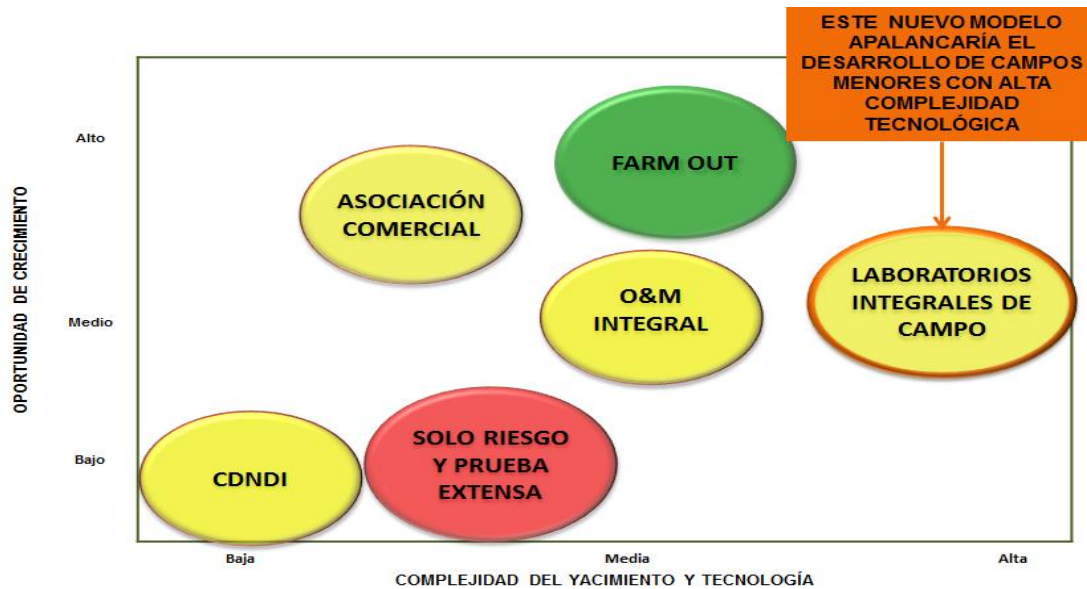
Ante los retos actuales, el no contar con grandes descubrimientos y tener la mayoría de campos bastante explotados, depletados y maduros, se tiene la

---

<sup>11</sup> ECOPETROL Energía Limpia para el Futuro 60 años, Documentos Corporativos, Informes Empresariales, Bogotá, Colombia, 2011..

necesidad de buscar nuevas técnicas y vehículos comerciales de operación, para lo cual se requiere realizar un análisis de oportunidad, crecimiento y la viabilidad de aplicar el modelo LIC, tal como se observa en la **Figura 10**.

**Figura 10. Modelos Contractuales utilizados por Ecopetrol y Modelo LIC**



Con el modelo LIC se busca:

- ✓ Incorporar prácticas que permitan reducir costos.
- ✓ Utilizar tecnologías de última generación
- ✓ Mantener el 100% de los recursos No convencionales como propiedad de Ecopetrol sin ceder reservas.
- ✓ Desarrollar un modelo de negocio acorde a las características de estos campos, involucrando compañías de servicios con un “Know How” tecnológico.

Es por esto, que el desarrollo de este trabajo busca proponer y formular un modelo en experimentación, a manera de ejercicio académico, de una estrategia contractual diferente para la explotación de los Yacimientos No Convencionales

(YNC), mediante la búsqueda y análisis de una solución integral que satisfaga estos requerimientos.

De los contratos actualmente aplicados, se resaltan una serie de cláusulas, las cuales son claves para tener en cuenta en el momento de establecer un nuevo tipo de contrato que contemple las necesidades y requerimientos actuales de la empresa.

**Tabla 3. Cláusulas Claves en un Contrato de Hidrocarburos<sup>12</sup>:**

<b>Ley Aplicable</b>	Usualmente la ley del País Anfitrión
<b>Jurisdicción</b>	Dependerá del País Anfitrión, puede ser tribunales locales o arbitraje (nacional o internacional)
<b>Administración y Control</b>	Normalmente el País Anfitrión tiene la autoridad para manejar y controlar la operación siempre dentro de los parámetros establecidos en el CGA
<b>Derechos Conferidos</b>	Exploración, desarrollo y producción (en algunos casos ganancias compartidas del proyecto) E.g. Área concedida para desarrollo del proyecto; tiempo de concesión del derecho; entre otros.
<b>Beneficios del País Anfitrión</b>	Mayormente: bono por la firma del contrato, regalías, impuestos tales como el impuesto sobre la renta, ganancias compartidas en el proyecto
<b>Obligaciones para el Grupo Inversionista</b>	Dependerá del Programa de Trabajo Mínimo acordado

Fuente: ECOPETROL. Proceso Negociación & Transferencia, Gerencia de Nuevos Negocios E&P, Equipo N&T, Ecopetrol, Noviembre de 2012.

### **5.3. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LOS APORTES TECNOLÓGICOS Y DE INCENTIVOS DEL MODELO LIC EN EL CASO ECOPETROL**

Los proyectos de extracción de petróleo son de gran complejidad desde la delimitación y caracterización de los yacimientos, el diseño de pozos, la ejecución

<sup>12</sup> ECOPETROL. Proceso Negociación & Transferencia, Gerencia de Nuevos Negocios E&P, Equipo N&T, Ecopetrol, Noviembre de 2012.

de la perforación y la terminación de pozos, mientras se coordina su incorporación a producción mediante la infraestructura de separación y compresión de gas, para su comercialización, posteriormente mantener la productividad de pozos mediante actividades de optimización, así como reparaciones mayores y menores, sin descuidar el mantenimiento de las instalaciones, representando un gran esfuerzo de coordinación y seguimiento de diferentes actividades, las cuales permitan dar una atención integral al desarrollo del proyecto.

Cada proyecto es diferente, sin embargo la prioridad del desarrollo es hacia yacimientos con condiciones que permiten la perforación de pozos con buenas producciones, utilizando tecnologías comunes y que no requieran de nuevas estrategias para mantenerlos fluyentes por periodos mayores de tiempo.

Existen proyectos considerados “No Convencionales”, en los que su explotación, además de todos los retos involucrados, requieren de acciones que permitan vencer la complejidad del yacimiento para lograr pozos con producciones rentables, así mismo de un seguimiento y análisis continuo, del cual se deriven diferentes acciones de ingeniería para optimizar su producción.

La administración de estos yacimientos requiere una filosofía de operación diferente, la cual debe de considerar:

- ✓ Optimización de la perforación y terminación de pozos.
- ✓ Aseguramiento de la sustentabilidad Ambiental.
- ✓ Adoptar un modelo de Negocio Flexible para su desarrollo integral.

De acuerdo con lo anterior, Ecopetrol en la necesidad de buscar una estrategia de exploración y explotación de los diferentes activos con alta complejidad tecnológica y yacimientos no convencionales, se ésta planteando alternativas que

le permitan viabilizar su desarrollo y generar valor, apalancando la estrategia de yacimientos no convencionales.

Dentro de los modelos a nivel internacional que podrían aportar a estos objetivos estratégicos, está el modelo Laboratorios Integrales de Campo (LIC), el cual le permitirá solucionar sus necesidades referentes a:

- ✓ Tener un modelo que apalanque pilotos tecnológicos en yacimientos no convencionales y Campos Menores con altas complejidades tecnológicas.
- ✓ Tener actividad de explotación y exploración en áreas con bajo potencial convencional.
- ✓ La estrategia de retención de áreas con la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH).
- ✓ Mantener el 100% de los recursos no convencionales como propiedad de Ecopetrol sin ceder reservas.
- ✓ Tener equipos para desarrollo de campos con yacimientos no convencionales (YNC), disponibles en el área para futuros planes de expansión.
- ✓ Realizar inversión enfocada a la generación de valor y planes de desarrollo.
- ✓ Operación de campos buscando incorporar prácticas que permitan reducir costos y utilizar tecnologías de última generación.
- ✓ Desarrollar un modelo de negocio acorde a las características de estos campos, involucrando compañías de servicios con el “*Know How*” tecnológico.

### 5.3.1. Comparativo Modelos Contractuales Entre Colombia Y México<sup>13</sup>

#### 1. Tipo de Contrato, Objeto del Contrato, Titularidad:

Colombia	México
Realización de actividades conjuntas para la explotación de los Hidrocarburos de propiedad del Estado que se encuentran en el Área de Operación	Prestación de servicios "puro"
No se pretende	Ejecución de todas las actividades necesarias para la producción de hidrocarburos dentro del área contractual: "Los Servicios".
	Propiedad del Estado

#### 2. Plan de Desarrollo, Ejecución de las Actividades de Inversión:

Colombia	México
Por Fases y con unas actividades de inversión acordadas y obligatorias. El Comité Gerencial es quien aprueba y da o niega plazos	PEP aprobará el Plan de Desarrollo siempre y cuando cumpla con ocho (8) requisitos.
El Comité Gerencial define el valor de las inversiones en cada una de las Fases y el porcentaje de cómo serán asumidas	El contratista debe presentar para su aprobación programas de trabajo incluyendo abandono.

#### 3. Inversiones en Facilidades de Producción, Participación en los Hidrocarburos, Participación en los Gastos:

Colombia	México
El Plan Anual de Inversiones deberá contener las Inversiones en Facilidades de Producción y como se distribuye su costo.	el Contratista utiliza la infraestructura existente dentro y/o fuera del área contractual. El Contratista debe construir, instalar, mantener y operar todas las instalaciones de entrega.
Se trabaja con las dos alternativas: 1) Se ceden reservas, y 2) No se ceden.	Producción 100% de PEP
Fase I: Básica a cargo 100% de ECP y la incremental: se distribuye. Fases siguientes: se distribuye entre las Partes	El contratista deberá presentar a PEP presupuesto de gastos para su aprobación y por una vigencia de 2 años, y solo se le reembolsan los gastos recuperables acordados por las Partes.

<sup>13</sup> ECOPEPETROL Comparativo Modelos contractuales: Colombia, Ecuador y México, GNN, 2014..

4. Opciones de Retiro, Suministro y Propiedad de la Información, Confidencialidad:

Colombia	México
Se podrá ejercer la opción de retiro del Contrato a su entera discreción, en cualquier momento, mediante comunicación escrita a ECP.	El Contratista, a su solo juicio y en cualquier momento, podrá renunciar irrevocablemente a su derecho de realizar Servicios en el Área Contractual, entregando a PEP una comunicación por escrito con por lo menos tres (3) meses de anticipación a la fecha efectiva de renuncia
Toda la Información técnica y operacional es de propiedad de ECP.	será propiedad de PEP, así como de cualquier muestra
durante la vigencia del Contrato y los (3) años siguientes a la fecha de terminación del mismo	La Información del Contrato será tratada por el Contratista de forma confidencial, por lo que su contenido total o parcial no será revelado en forma alguna a terceros sin el previo consentimiento por escrito de PEP,

5. Comités, Operador, Cuenta Conjunta:

Colombia	México
<u>Comité Gerencial.</u> Las decisiones serán adoptadas por unanimidad y de obligatorio cumplimiento.	<u>Grupo Directivo.</u> Las resoluciones del Grupo Directivo se tomarán por unanimidad y serán de cumplimiento obligatorio para ambas Partes.
Puede ser cualquiera de las Partes e incluso un tercero.	Si el campo tiene actividad, entonces PEMEX opera, si es un campo inactivo, entonces la compañía que entra Opera
Si se constituye y se maneja de conformidad con el Acuerdo de Operaciones.	N.A.

6. Fondo de Abandono, Duración del Contrato, Cesión:

Colombia	México
Cada una de las Partes aportarán xx centavos de us\$, por cada barril producido de acuerdo a su participación en la producción total antes de descontar regalías. Dicho aporte se liquidará y se realizará anualmente.	El Contratista estará obligado a llevar a cabo todas las operaciones relacionadas con el Abandono en el Área Contractual.
tendrá una duración máxima de xx años, contados a partir de la Fecha Efectiva, distribuido en fases. No se podrá prorrogar mas allá de 15 años.	La duración es de hasta 35 Años Contractuales para todos los Servicios. El plazo podrá ser ampliado en caso de extensión del Área Contractual o por conveniencia económica para PEP.
solo podrá ceder o transferir total o parcialmente sus intereses, derechos y obligaciones, con la previa autorización escrita de ECOPEPETROL.	Igual a Colombia: consentimiento por escrito de PEP

## 7. Desacuerdos:

Colombia	México
Cualquier desacuerdo que no pueda resolverse en el C.E. , será directamente sometido a consideración del más alto ejecutivo de cada una de las Partes residente en Colombia, a fin de que se tome una decisión conjunta. Arbitramento: Ley Colombiana y Cámara de Comercio de Bogota	El Contrato se registrará e interpretará de acuerdo con las Leyes de México. En todo momento durante la vigencia del Contrato, el Contratista dará cumplimiento a lo establecido en las Leyes Aplicables en la conducción y ejecución de los Servicios.

## 8. Gobernanza en México:

### Conformación y Generalidades:

- ✓ Grupo Directivo (G.D.): Dos (2) representantes del contratista y dos (2) por PEP, los cambios informando con 30 días anticipación.
- ✓ Decisiones unánimes y de obligatorio cumplimiento.
- ✓ Uno de los Representantes de PEP: presidirá el G.D.
- ✓ Uno de los representantes del contratista será su máximo directivo para el contrato.
- ✓ Ninguna decisión que se adopte podrá impedir la posibilidad de que el contratista cumpla con la Obligación de Trabajo

### Reuniones:

- ✓ Quorum: con al menos un representante de cada Parte.
- ✓ Cada vez que lo solicite alguno de sus miembros, pero al menos 2/año.
- ✓ Lo solicita al Presidente del G.D. con al menos 15 días de anticipación y si es urgente, tan pronto se pueda, su solicitud debe incluir: i) sugerencia de fecha y hora ii) agenda iii) documentación para que se puedan tomar decisiones fundamentadas.
- ✓ Se pueden hacer presencialmente, por videoconferencia y conferencias telefónicas.

- ✓ Siempre serán en México, aunque PEP puede autorizar algún otro lugar.
- ✓ Las Partes podrán aprobar llevar a cabo reuniones sin estos requisitos.

#### Grupos Técnicos:

- ✓ El G.D., podrá establecer los que considere necesarios para la ejecución y seguimiento de cualquier asunto.
- ✓ Pero al menos establecerán: financiero, el de contratación y el técnico.
- ✓ El G.D., designara el número de representantes de cada grupo técnico y la periodicidad de sus reuniones.
- ✓ Todos los grupos técnicos reportaran al G.D.

#### Facultades del G.D.:

- a. Promover el cumplimiento oportuno de la Obligación de Trabajo que corresponda.
- b. Gestionar y dar seguimiento a los Servicios.
- c. Revisar y discutir entre sus miembros la información relativa a los Servicios.
- d. Acordar y revisar el Plan de Desarrollo, los Programas de Trabajo, y los Presupuestos, cualquier modificación a ellos, así como su ejecución.
- e. Revisar programas de unificación, instalaciones conjuntas, estrategia y sistemas para protección ambiental, programas de desarrollo sustentable y de formación de capital humano.
- f. Revisar y dar seguimiento a los programas de subcontratación del Contratista.
- g. Resolver cualquier asunto o diferencia técnica o administrativa surgida entre las Partes con motivo de los Servicios o del cumplimiento del Contrato.
- h. Aclarar y opinar sobre el alcance de la Experiencia y Prácticas Prudentes de la Industria aplicadas a situaciones concretas, pudiendo, en su caso, recurrir al apoyo de Expertos Independientes o de instituciones técnicas nacionales o internacionales familiarizadas con dichas prácticas.

i. Las demás atribuciones que las Partes acuerden por escrito.

### 5.3.2. Comparativo de Alternativas de Contratación<sup>14</sup>

Esquema	Entregable	Pago	Administración	Ejemplos
Contratos Integrales de EyP	<ul style="list-style-type: none"> <li>Resultados medidos en producción</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Con base en resultados obtenidos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Colaboración técnica y económica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contratos integrales de servicios para la exploración y producción en campos maduros</li> </ul>
Laboratorios integrales de campo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Soluciones tecnológicas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pagos de gasto y margen y oportunidad de masificar soluciones con base en resultados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Colaboración técnica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Laboratorios de campo en Chicontepec</li> </ul>
Contratos de servicios transaccionales	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bienes y servicios discretos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Con base en catálogo y pago contra entrega con base en resultados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Supervisión por cada bien o servicio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Suministro de equipos</li> <li>Perforación de pozos</li> <li>Construcción de ductos</li> <li>Instalación de medidores</li> </ul>

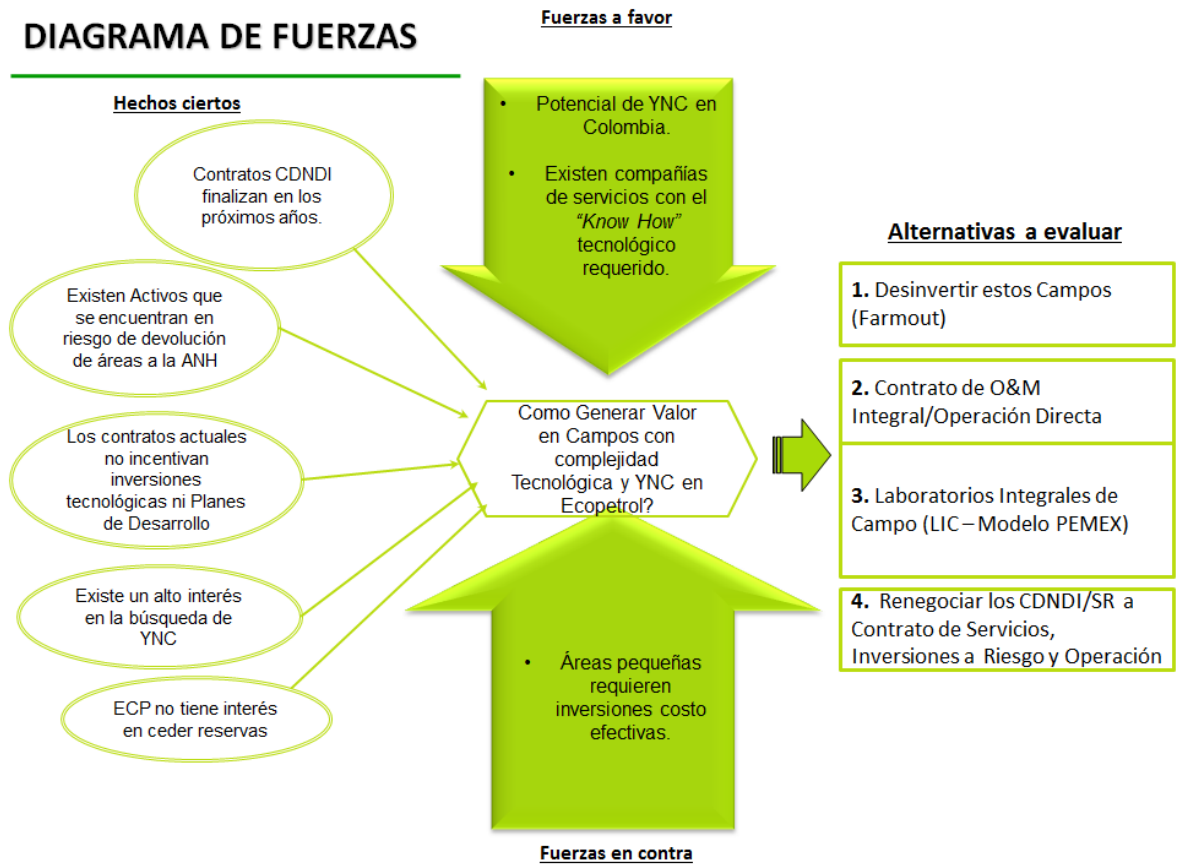
Fuente: PEMEX, Exploración y Producción, Visión de PEMEX, Octubre de 2010.

## 5.4. DEFINICIÓN DE LA ESTRATEGIA DE ADAPTACIÓN DEL MODELO LIC EN LOS CAMPOS MENORES DE ALTA COMPLEJIDAD TECNOLÓGICA DE ECOPETROL

A partir de un análisis del Campo de Fuerzas se identifica la mejor estrategia para realizar esta adaptación, definiendo claramente los objetivos, los recursos requeridos y las acciones concretas para desarrollarla, tal como se observa en la **Figura 11**.

<sup>14</sup> PEMEX, Exploración y Producción, Visión de PEMEX, Octubre de 2010.

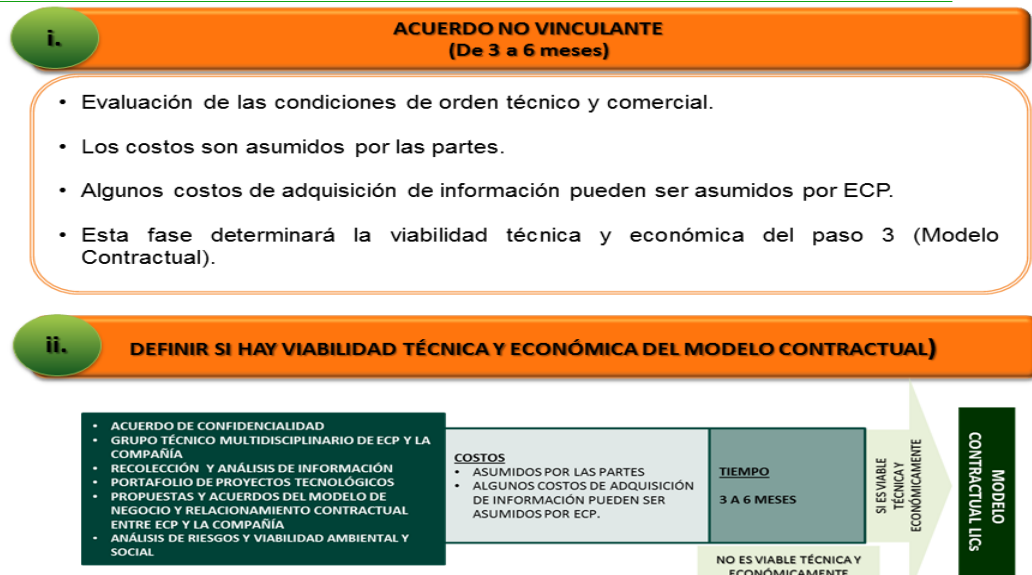
**Figura 11. Diagrama de Fuerzas**



La posible estrategia propuesta a seguir, a fin de buscar la implementación del modelo LIC en Ecopetrol, es:

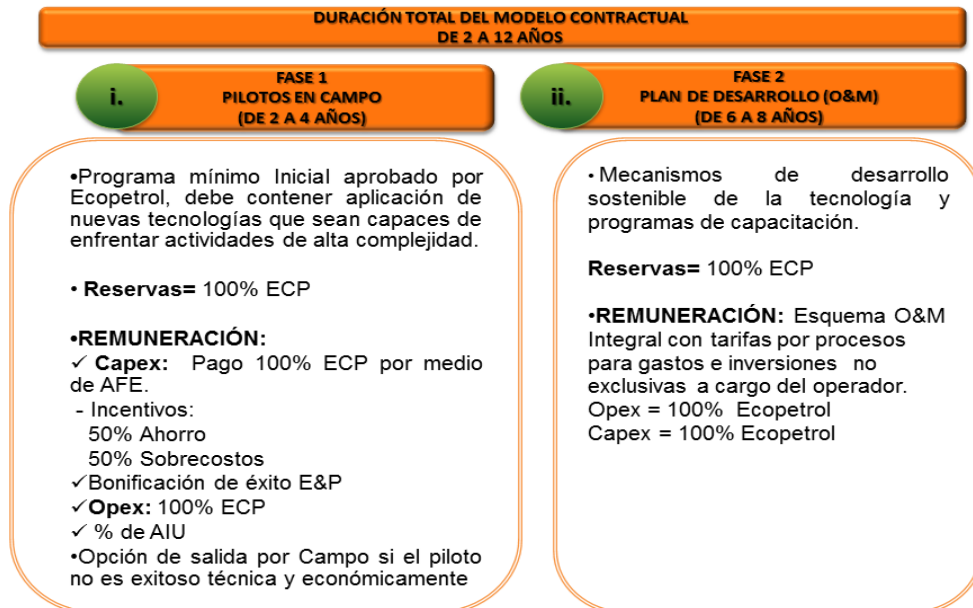
1. Fase de Manifestación de Intereses. Se debe realizar inicialmente un proceso de sondeo de mercado y un análisis cualitativo.
2. Fase de Entendimiento. En segunda instancia se debe establecer el acuerdo de entendimiento (MOU), NO vinculante, con una duración entre 3 y 6 meses; en donde se define la viabilidad técnica y económica, tal como se observa en la **Figura 12.**

**Figura 1 - Acuerdo de entendimiento**



3. Fase Contractual. Por último se aplica el modelo contractual, en las condiciones señaladas en la **Figura 13**.

**Figura 2 - Modelo contractual**



La aplicación del modelo LIC podría hacer parte de las estrategias de Ecopetrol, con el fin de incrementar el valor en las áreas de YNC y de paso generar actividad de exploración y explotación que asegure la retención de áreas; sin embargo, en la actualidad, con el comportamiento en el mercado del precio del petróleo, el cual se posiciona en unos niveles bajos y con el nuevo plan de transformación 2015-2030, necesario para asegurar la sostenibilidad de la Compañía, se tendría que entrar a evaluar la conveniencia de la aplicación de este modelo, desde una perspectiva de rentabilidad y creación de valor (OPEX y CAPEX son 100% de Ecopetrol).

## 6. ANÁLISIS DE IMPACTOS

Con este trabajo se espera tener un modelo adaptado al caso colombiano, específicamente al caso de Ecopetrol S.A., para la explotación y producción de Yacimientos No Convencionales (YNC), en campos menores con altas complejidades tecnológicas.

Se puede contar con una estrategia contractual diferente, basada en el Modelo Mexicano de Laboratorios Integrales de Campos (LIC), que le permitirá a la empresa tener un vehículo contractual para la explotación y producción de Yacimientos No Convencionales (YNC) en los campos menores con altas complejidades tecnológicas, tendiente a la búsqueda de soluciones integrales acordes con la realidad y las necesidades de la empresa.

Debido a que las modalidades contractuales actualmente aplicadas en la empresa no incentivan inversiones tecnológicas ni la ejecución de planes de desarrollo agresivos, algunos de las ventajas a tener, serían:

- La empresa sería dueña 100% de las reservas de hidrocarburos.
- Obligaciones de capacitación y entrenamiento.
- Transferencia y acceso a la tecnología.
- Desarrollo de la tecnología.
- Incentivos al ahorro y a la producción.
- Las instalaciones luego de su instalación y construcción pasarían automáticamente a la empresa.
- Grupo de gobierno con representación de Ecopetrol y el contratista.
- Control presupuestal en función de los ingresos. Pago por tarifa.

- Incremento del Factor de Recobro (FR).
- Cumplimiento en tiempo y calidad de los proyectos.
- Ahorros sustanciales en la construcción de localizaciones de pozos múltiples.
- Incremento de la productividad por pozo.
- Disminución del riesgo al realizar proyectos pilotos vía LIC.
- Reducción sustancial del impacto ambiental.
- Sinergia con los equipos existentes.

Los elementos claves de los LIC son:

- Modelo de negocios.
- Esquema contractual.
- Esquema de gobernabilidad del proyecto y de relaciones entre las partes.
- Arreglos tecnológicos y de procesos sustantivos y de metodologías.
- Esquemas de evaluación operativa financiera y de gestión.
- Esquemas de organización informal y formal.
- Administración del cambio.
- Esquemas de transferencia de conocimientos y mejoras prácticas operativas y de negocio.
- Esquema procesos habilitadores (equipos, materiales y logística).

Se debe analizar muy bien y considerar la aplicación del modelo LIC en los YNC de Ecopetrol, puesto que estas áreas son pequeñas y requieren inversiones costo efectivas, lo cual puede ser un factor de riesgo económico.

La aplicación del modelo LIC podría hacer parte de las estrategias de Ecopetrol, con el fin de incrementar el valor en las áreas de YNC y de paso generar actividad de exploración y explotación que asegure la retención de áreas; sin embargo, en la actualidad, con el comportamiento en el mercado del precio del petróleo, el cual

se posiciona en unos niveles bajos y con el nuevo plan de transformación 2015-2030, necesario para asegurar la sostenibilidad de la Compañía, se tendría que entrar a evaluar la conveniencia de la aplicación de este modelo, desde una perspectiva de rentabilidad y creación de valor (OPEX y CAPEX son 100% de Ecopetrol).

El Modelo Laboratorios Integrales de Campo, puede considerarse como un piloto para apalancar el desarrollo de YNC y campos con complejidad tecnológica, el cual puede ser replicado en otras áreas operativas de la empresa.

## 7. CONCLUSIONES

Lo más importante para la implementación del Modelo de Laboratorio Integrales de Campos (LIC) es la adopción y aplicación de la metodología propuesta y la inclusión en el contrato que se va a suscribir, de las cláusulas que aplican y rigen para este tipo de contrato integral.

Se visualiza a los Laboratorios Integrales de Campo, LIC, como un medio para definir la estrategia de explotación que permita alcanzar un futuro más promisorio con la aplicación de soluciones integrales.

La implementación de los LIC busca replantear las iniciativas de solución tradicionales, bajo las premisas de:

- ✓ Mejores prácticas.
- ✓ Selección de tecnologías adecuadas.
- ✓ Iniciativas orientadas a reducir costos.
- ✓ Transmisión y asimilación de conocimientos.

Los LIC están encaminados a cruzar la brecha existente entre el “*cómo se hace*” y el “*cómo se debe hacer*”.

El LIC fue uno de los elementos clave que se usaron para probar diversos arreglos tecnológicos para identificar las soluciones integrales a los retos que se enfrentaban.

Gracias al uso de los LIC fue posible identificar los diferentes componentes de solución a los retos que se enfrentaban en México, lo cual permitió la extrapolación de la solución de forma masiva con excelentes resultados.

A diferencia de las pruebas de tecnologías que buscan evaluar una tecnología en particular, un LIC tiene por finalidad identificar una solución integral a un reto que puede ser o no tecnológico.

La situación de precios del crudo actual, hace que la prioridad de Ecopetrol sea proteger el flujo de caja de la empresa. Se está trabajando en renegociación de contratos, mayor eficiencia en costos y optimización de proyectos, así como un plan de austeridad a lo largo de la empresa, así como la continuación con la desinversión de activos no estratégicos.

Todos los esfuerzos que Ecopetrol implemente, así como la entrega del personal que integra al proyecto, se verán reflejados en el incremento de producción, dentro de los parámetros de rentabilidad y eficiencia requeridos.

## 8. RECOMENDACIONES

Para que una empresa petrolera pueda cumplir cabalmente con sus planes industriales, energéticos y de desarrollo, es necesario que goce de mecanismos de transparencia y mayor control; y así asegurar un nivel de calidad elevado en el desarrollo de los proyectos.

La aplicación del modelo LIC podría hacer parte de las estrategias de Ecopetrol, con el fin de incrementar el valor en las áreas de YNC y de paso generar actividad de exploración y explotación que asegure la retención de áreas; sin embargo, en la actualidad, con el comportamiento en el mercado del precio del petróleo, el cual se posiciona en unos niveles bajos y con el nuevo plan de transformación 2015-2030, necesario para asegurar la sostenibilidad de la Compañía, se tendría que entrar a evaluar la conveniencia de la aplicación de este modelo, desde una perspectiva de rentabilidad y creación de valor (OPEX y CAPEX son 100% de Ecopetrol).

La rentabilidad de un proyecto de LIC presenta una amplia dependencia en la productividad de los pozos, reducción de costos, implementación de tecnologías de punta e innovación de ideas, por lo tanto se debe de mantener una estrategia establecida para mantener un constante crecimiento.

Para este modelo, se deben fortalecer las actividades enfocadas al entendimiento del subsuelo, información que es de gran valor para concentrar los esfuerzos en las mejores oportunidades.

En la ejecución del modelo, el desarrollo de los campos debe hacerse de una forma jerarquizada y por sectores, en función del grado de rentabilidad, conocimiento y certidumbre.

El mejoramiento de la productividad de los pozos mediante la instalación de sistemas artificiales, debe ser medido y en constante seguimiento para definir los sistemas que mejor se adapten.

Se deben capitalizar los logros tecnológicos realizados en los laboratorios y aplicarlos en los pozos fuera de los polígonos.

Se debe realizar la aplicación del modelo de Desarrollo Sustentable para garantizar la convivencia armónica con el medio ambiente y la comunidad.

Desde un enfoque técnico - económico, es recomendable para dar continuidad a la ejecución del Proyecto considerar dos factores:

- Probar nuevas tecnologías.
- Desarrollar las mejores oportunidades técnico - económicas.

Se recomienda tomar este trabajo como un punto de partida para buscar la implementación de este modelo LIC en Ecopetrol y en el país, cuando la situación económica dada por el entorno internacional y nacional, con respecto al precio del petróleo, ofrezca las condiciones y garantías adecuadas para su operativización.

## BIBLIOGRAFIA

BAKER HUGHES Modelos alternativos de soluciones tecnológicas, caso conceptual y experiencias internacionales, , 2012.

CBM S.A. Laboratorios Integrados de Campos: Una alternativa para el Desarrollo de Soluciones Tecnológicas. Conceptos y Experiencias Internacionales, Ingeniería de Exploración y Producción, Congreso Mexicano del Petróleo 2011, Puebla de Los Ángeles, Puebla. 2011

COMISIÓN NACIONAL DE HIDROCARBUROS DE MÉXICO. Modelo Consorcio, Contrato para la Extracción de Hidrocarburos Bajo la Modalidad de Licencia, Ronda 1, México, .Mayo 12 de 2015,

ECOPETROL Comparativo Modelos contractuales: Colombia, Ecuador y México, GNN, 2014.

ECOPETROL Energía Limpia para el Futuro 60 años, Documentos Corporativos, Informes Empresariales, Bogotá, Colombia, 2011.

ECOPETROL, Gerente de Nuevos Negocios de E&P, Curso de Operaciones Costa Afuera, Negocios en el Offshore, Noviembre 08 de 2014, Bogotá D.C.

ECOPETROL. Ecos al Día. Definiciones Relevantes del Modelo de Gobernabilidad Gerencial para el Segmento del “Upstream”, Bogotá, Colombia, Febrero 20 de 2015.

ECOPETROL. Grupo Empresarial Ecopetrol. Marco Estratégico 2012 - 2020”, Bogotá. Colombia, 2011.

ECOPETROL. Libreto Plan de Transformación – VDP, Bogotá, Colombia, 2015.

ECOPETROL. Proceso Negociación & Transferencia, Gerencia de Nuevos Negocios E&P, Equipo N&T, Ecopetrol, Noviembre de 2012.

GASPARRI LEOS Hugo Edgar. Compras Gubernamentales PEMEX Exploración y Producción, Modalidad de Contratos Integrales de Exploración y Producción de Campos Maduros Regional Sur, Tesis Universidad Nacional Autónoma de México, Mayo de 2013,

NARVÁEZ RAMÍREZ Antonio Retos y Avances en el Desarrollo y Operación de Un Yacimiento No Convencional, “Chicontepec”, Ingeniería Petrolera, AIPM, México.08 de Diciembre de 2012,

PEMEX – PEP. Ramses Pech Economía Oil. Modelos contractuales en PEMEX – PEP 2014[en línea] [citado 5 de junio de 2015] disponible en: <https://sites.google.com/site/economiaoilmexico/to-dos>

PEMEX, Acerca de contratos integrales PE. 30 de noviembre 2012 [en línea] [citado 8 de enero de 2015] disponible en: <http://contratos.pemex.com/acerca/Paginas/default.aspx>.

PEMEX, Contratos integrales exploración y producción, Marco Legal. 30 de noviembre 2012 [en línea] [citado 8 de enero de 2015] disponible en: <http://contratos.pemex.com/acerca/Paginas/Marco-legal.aspx>.

PEMEX, Exploración y Producción, Contrato Integral EP: Mecanismo que Crea Valor, Noviembre, 2010.

PEMEX, Exploración y Producción, Contratos Integrales de Exploración y Producción, ExpoForo PEMEX 2012, Julio 30 de 2012.

PEMEX, Exploración y Producción, Contratos Integrales de Exploración y Producción, 3ª Ronda: Chicontepec, Octubre 18 de 2012.

PEMEX, Exploración y Producción, Contratos Integrales EP: Alcances y Oportunidades, Subdirección de Nuevos Modelos de Ejecución, México, DF. 15 de Diciembre de 2010

PEMEX, Exploración y Producción, Documento Ejecutivo de Términos y Condiciones, Chicontepec, Octubre 18 de 2012.

PEMEX, Exploración y Producción, ExpoForo PEMEX 2012, Potencial de Recursos No Convencionales Asociado a Plays de Aceite y Gas de Lutitas en México. Subdirección de Exploración, 01 de agosto de 2012.

PEMEX, Exploración y Producción, Grado de Integración Nacional Bajo la Ley de PEMEX, 2010.

PEMEX, Exploración y Producción, Metodología VCDSE, Sistema de Gobernabilidad, VCDSE de Pozos, Junio, 2009

PEMEX, Exploración y Producción, Modelo Contrato Altamira, Área Contractual Altamira, Versión Final, Junio 8 de 2012.

PEMEX, Exploración y Producción, Modelo Contrato Integral EP, Noviembre, 2010.

PEMEX, Exploración y Producción, Modelo de Contrato Genérico para Producción de Hidrocarburos, Versión Final, Enero 3 de 2014.

PEMEX, Exploración y Producción, Modelo de Contrato Genérico, Octubre 18 de 2012.

PEMEX, Exploración y Producción, Modelo de Contrato, Licitación Pública Internacional Abierta, Número 18575062-512-11, Área Contractual Carrizo, Mayo 31 de 2011.

PEMEX, Exploración y Producción, Modelo Genérico de Contrato, Noviembre 24 de 2010.

PEMEX, Exploración y Producción, Principales Retos en los Proyectos de E&P: Campos Maduros Región Norte, Explotación, Buenos Aires, Argentina, Abril 7, 2011.

PEMEX, Exploración y Producción, Visión de PEMEX, Octubre de 2010.

PEMEX, Petróleos Mexicanos, Presentación al Congreso Mexicano del Petróleo, Agosto de 2010.