



**DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN
- COLCIENCIAS -**

**CONVOCATORIA PARA ADELANTAR NUEVA FASE DE EJECUCIÓN DE
PROYECTOS I+D+I EN RECOBRO MEJORADO DE HIDROCARBUROS**

ANEXO 1

ALCANCE CONVOCATORIA EOR 2019

ANTECEDENTES

Colombia se enfrenta al reto de adicionar reservas de hidrocarburos para mantener una producción cercana al millón de barriles por día para los próximos años. Típicamente un bajo porcentaje del petróleo de campo puede extraerse con los métodos tradicionales, por tanto, quedan enormes cantidades de petróleo por recuperar de los campos actuales o incluso de los ya abandonados; esto se debe a que la mayor cantidad del petróleo se encuentra en el medio poroso o matriz, es decir, en la roca: llámese areniscas, calizas o carbonatos, por citar algunos ejemplos.

Existen tecnologías, procesos o mecanismos conocidos como: Recuperación Secundaria, Terciaria o Mejorada de Petróleo (EOR por sus siglas en inglés “Enhanced Oil Recovery”), cuya aplicación puede ayudar a recuperar entre 10 y 20 por ciento del petróleo original en sitio, lo cual resulta en un recobro adicional significativo, que puede llegar a duplicar el recobro total de un campo.

Una de las estrategias del Gobierno Nacional para garantizar el abastecimiento de hidrocarburos y la incorporación de reservas en el mediano y largo plazo, es la aplicación de las tecnologías que mejoren el factor de recobro del Petróleo Original en Sitio, toda vez que incentiva la producción y a mayor producción, mayores ingresos para la Nación. El petróleo recuperado a la fecha en Colombia es del 16 % y el factor de recobro con desarrollos actuales es del 21 %. Con la meta de incrementar el factor de recobro inicialmente a 26% y luego al 30% se añadirían de 2.500 a 5.000 Millones de barriles las reservas probadas del país, que hoy son de 1.782 Millones de barriles, de ahí la relevancia de la temática contemplada.

Bajo esta perspectiva, y con miras al estudio e investigación de las oportunidades tecnológicas e innovadoras que permitan incrementar tanto la producción como la generación de nuevas reservas explotables en el corto y mediano plazo, se plantea como prioridad para el país el desarrollo de las estrategias para garantizar el abastecimiento de hidrocarburos y la incorporación de reservas, con la aplicación de tecnologías que mejoren el factor de recobro del Petróleo Original en Sitio, y así como mínimo mantener



los niveles de producción de los últimos años, generando mayores ingresos fiscales para la Nación.

En calidad de avance a lo explicado, actualmente se están desarrollando 6 proyectos de investigación financiados en el marco de la Convocatoria 773-2017, enfocados en la temática de recobro mejorado de hidrocarburos. Estas son las primeras iniciativas que se financian en esta temática en el país contribuyendo evidentemente a la generación de nuevo conocimiento. Sin embargo, considerando la complejidad de la temática, resulta necesario:

- Dar continuidad a este tipo de iniciativas, con el propósito de hacer posible que los prototipos desarrollados cumplan toda su fase de desarrollo, es decir, desde laboratorio hasta ambiente de prueba en condiciones reales, llegando a tener finalmente soluciones tecnológicas ya validadas para ser implementadas en cualquier campo de producción de hidrocarburos.
- Vincular nuevas universidades y grupos de investigación, que permitan ampliar la oferta de investigación en nuevos aspectos relacionados con el recobro mejorado. En este sentido, se debe motivar la participación de nuevos equipos para fortalecer las alianzas entre la academia, la industria y el sector institucional.

DESCRIPCIÓN DE LAS LÍNEAS

Una vez analizada la información y de acuerdo a las necesidades del sector se establecieron las siguientes líneas temáticas para la presente convocatoria, que debe incluir principalmente el desarrollo de modelos físicos, analíticos y numéricos que permitan generar y contribuir al conocimiento integral de la técnica y sus variantes tecnológicas, aplicables a campos colombianos y a las condiciones de los crudos nacionales. En este contexto, las investigaciones planteadas se pueden dirigir hacia el conocimiento, descripción y solución de problemas puntuales que se presentan en la aplicación del recobro mejorado en el marco de cualquiera de las siguientes temáticas:

Modalidad I

1. CEOR "Chemical Oil Recovery".

Consiste en el uso de soluciones químicas especiales las cuales se bombean a través de pozos de inyección especialmente distribuidos para movilizar el petróleo que ha quedado rezagado después de la recuperación primaria o secundaria. Se utilizan sustancias micelares, alcalinas y similares al jabón para reducir la tensión superficial entre el petróleo y el agua en el yacimiento, mientras que se emplean polímeros para mejorar la eficiencia del barrido. Potencialmente esta tecnología puede recuperar campos con altas producciones actuales de agua, y llevar el recobro de campos que han sido sometidos a inyección de agua hasta valores entre el 30 y el 40 % de recobro de estos yacimientos.



2. Inyección de vapor con mejoramiento en desplazamiento, generando en superficie.

Es un proceso de recobro térmico que consiste en la inyección de vapor de agua generado en superficie a través de pozos de inyección distribuidos específicamente con el propósito de producir petróleo por un pozo productor que se encuentra a determinada distancia. El vapor que ingresa al yacimiento calienta el crudo y reduce su viscosidad, adicionalmente, contribuye a la destilación de los componentes ligeros del petróleo crudo, que se condensan en el banco de petróleo por delante del frente de vapor reduciendo aún más la viscosidad del petróleo. El efecto combinado del vapor y el agua caliente proveniente de su condensación generan un empuje artificial que barre el petróleo hacia los pozos de producción. En algunos países se utilizan espumas que logran un menor costo al utilizar de manera más eficiente la transmisión de calor en los yacimientos de crudo pesado para disminuir la viscosidad.

3. Inyección de vapor con mejoramiento en desplazamiento, generando en fondo.

A diferencia del anterior proceso, el vapor de agua se genera en fondo, por lo que se requiere la utilización de generadores de vapor para esa ubicación, los cuales se encargan de la producción del mismo, evitando las pérdidas de energía que se presentan en los pozos con generadores de vapor en superficie. Con esto, se mejora tanto el aporte de calor al yacimiento como el efecto de craqueo térmico sobre el petróleo. En teoría, es la mejor forma de eliminar pérdidas de calor por el transporte del vapor.

4. In-Situ Upgrading.

Contempla el desarrollo de tecnologías que optimicen el aporte de calor en yacimiento, con el propósito de obtener crudos de mejor calidad como resultado de los procesos de craqueo térmico involucrados. Pueden incluir la utilización de nanocatalizadores con el fin de optimizar dichos procesos. Alrededor del mundo se busca una tecnología que haga craqueo en fondo con una combinación In-Situ que logre un crudo producido cercano a los productos de refinación.

5. Nuevas tecnologías de combustión In-Situ.

Es un proceso que utiliza una fracción del petróleo (10 % aproximadamente) en el pozo como combustible con el fin de cargar y desplazar los hidrocarburos en el yacimiento de petróleo pesado. La conformación del frente de combustión propaga calor dentro del yacimiento, lo que conlleva a una serie de reacciones químicas tales como oxidación, desintegración catalítica, destilación y polimerización, los que aunados con otros mecanismos tales como empuje por gas, desplazamientos miscibles, condensación, empuje por vapor y vaporización, propician la movilización del petróleo desde la zona de combustión hacia los pozos productores. Contemplan dos modalidades conocidas como combustión convencional o hacia delante (Forward Combustion) y combustión en reverso o contracorriente (Reverse Combustion). En la primera, se puede contar con la inyección



adicional de agua alternada o de forma simultánea con el aire, y que se conoce como combustión húmeda, la cual, a su vez, dependiendo de la relación agua/aire inyectado, se puede clasificar en húmeda normal, incompleta y super húmeda. Para nuestro país, esta tecnología aplicada en Chichimene es una innovación a nivel mundial pues combina la segregación gravitacional con la combustión In-Situ en la parte alta de la estructura, y la inyección de agua en el fondo para buscar el mayor barrido y factor de recobro en un yacimiento con POES (Petróleo Original en Sitio) mayor a los 3000 millones de barriles.

6. Nanotecnología aplicada al aumento del factor de recobro de hidrocarburos.

Otras tecnologías han irrumpido recientemente que pueden impactar en el futuro cercano la producción de hidrocarburos, sin los debates ambientales que puedan interferir en su aplicabilidad, como por ejemplo la nanotecnología. Su aplicabilidad en crudos pesados podría mejorar las condiciones de explotación convirtiéndose en un prometedor potencial en el desarrollo de campos de crudos pesados en el Magdalena Medio y llanos Orientales. A la fecha, se han tenido resultados interesantes a partir de proyectos desarrollados por varias universidades en el país, los cuales están listos para iniciar su prueba en campo.

7. Otras tecnologías de EOR.

Se incluyen los métodos microbiológicos y misceláneos, el desarrollo de tecnologías derivadas de la aplicación y combinación de la nanotecnología (v.gr. nanofluidos), la inyección de gases, entre otros.

Modalidad II

Si bien, para la Modalidad II también aplican las temáticas contempladas para la Modalidad I, se espera recibir proyectos enfocados a las siguientes líneas temáticas:

8. Desarrollo y optimización de polímeros, surfactantes, nanopartículas y geles de dispersión coloidal aplicables a EOR.

Mejoramiento de sustancias, aditivos y demás elementos que permitan mejorar las condiciones de barrido y recobro mejorado. Se puede incluir pruebas de laboratorio, pilotos a escala de laboratorio, tecnologías de simulación y manejo de información de datos.

9. Caracterización y simulación de desempeño poro-yacimiento.

El proceso de caracterización de yacimientos tiene como objetivo construir un modelo del yacimiento, lo más realista posible, mediante la incorporación de toda la información disponible. Se busca incorporar modelos que se fundamenta en la información estática y dinámica del yacimiento, teniendo como resultado del proceso la validación del modelo con la información disponible. El principal propósito es definir desde el inicio cual es el mejor proceso de recobro que se pueda aplicar a las condiciones de yacimiento, garantizando la integridad del mismo y el mayor factor de recobro posible, aplicado a



campo colombianos. Esto permite tener una mejor curva básica del yacimiento – campo, basado en el mejor estimativo del análogo.

10. Métodos de distribución y predicción de la movilidad del petróleo en yacimiento en procesos EOR.

En Colombia, la mayor parte de los recursos de petróleo corresponde a hidrocarburos pesados, los cuales son difíciles y costosos de producir. Por lo general, mientras más pesado o denso es el petróleo, menor es su valor económico. En este sentido, se desea contar con elementos predictivos que permitan estudiar para los diferentes métodos de recuperación mejorada en campos maduros donde las cantidades de reservas de aceite pesado son razonables, buscando la aplicación adecuada de estas tecnologías para condiciones definidas a las condiciones de nuestros campos petroleros. Con estas herramientas se logra disminuir los costos y maximizar la producción, tratando siempre de buscar nuevos métodos para la recuperación óptima de hidrocarburos. Los métodos de recuperación mejorada, ya sea térmicos, químicos, miscibles o bacteriológicos, tienen el fin de aumentar o recuperar la energía natural del yacimiento para desplazar el aceite a zonas de producción., para lo cual debe también estudiar la interacción de los fluidos con el sistema roca/aceite para crear condiciones favorables para la recuperación de aceite: reducción en la tensión interfacial, hinchamiento del aceite, mejorar la movilidad mediante la disminución en la viscosidad, etc. Como elemento final se puede considerar el pronóstico en el aumento de recobro en la aplicación de estas tecnologías.

11. Estudios de baja permeabilidad.

La finalidad en esta línea de trabajo es realizar una caracterización geológica de reservorios tight y de baja permeabilidad, que se encuentran en producción y proponer una distribución areal con base en los antecedentes disponibles, buscando la mejoras que permitan optimizar las condiciones de aplicabilidad de tecnologías de recobro mejorado, así como la protección del mismo yacimiento; lo anterior debe resultar en atenuar la declinación anual en la producción de hidrocarburos en reservorios convencionales. Se busca estudiar diferentes procesos de recobro específicamente en yacimientos de baja permeabilidad, ultrabaja (lutitas) y pronosticar el recobro.

12. Química interfacial en la producción de petróleo.

En gran parte de los proyectos de recuperación mejorada de hidrocarburos, el interés se centra en incrementar la producción de petróleo en yacimientos de hidrocarburos mediante el mecanismo de inyección química (CEOR) con polímeros (P), surfactantes(S) o su mezcla (SP). Se pretende con esta línea de trabajo estudiar y evaluar la tensión interfacial (TIF) requerida para disminuir el petróleo residual (SOR) a través de ensayos laboratorio o piloto en el sistema roca-fluido. Se deben estudiar los diferentes aspectos que permitan mejorar el barrido agua/petróleo en celda triaxial, buscando acercar los estudios a condiciones lo más real posibles de reservorio. Se incluye las pruebas de diferentes surfactantes, incluyendo nuevos para su eficiencia en el desplazamiento de crudo.



13. Desplazamiento de petróleo y métodos de control de perfil en reservorios profundos.

Definir y recomendar procesos de recobro en sistemas geológicamente complejos. En yacimientos profundos con estratigrafías irregulares, las condiciones de explotación varían dependiendo de las complejidades geológicas y petrográficas del modelo geológico. Con esta línea de trabajo se desean incluir iniciativas que permitan mediante la aplicación de simuladores, un estudio que refleje las condiciones del yacimiento y su interacción roca-fluido en las condiciones existentes y las propuestas de desarrollo de procesos EOR a estas condiciones, aplicables al territorio colombiano.

14. Diseño y predicción de desempeño en yacimiento teniendo en cuenta factores geológicos, geoquímicos y petrofísicos.

Definir y recomendar procesos de recobro en sistemas geológicamente complejos, mediante el entendimiento de los factores geológicos -geoquímicos y su relación directa con la producción de petróleo, especialmente en aquellos yacimientos donde la energía original y las condiciones de Genesis han sido modificadas por la explotación ineficiente.

15. Aplicación de tecnologías “Coiled Tubing” en proyectos de recobro mejorado de hidrocarburos.

Aplicar inyección selectiva de productos químicos para mejorar el recobro, mediante la utilización de Coiled Tubing, como método más económico y eficiente para acceder a áreas del yacimiento donde acceder convencionalmente convierte el proyecto en costoso y de mayor riesgo.

16. Inyección de solventes o Vapex.

Uso de solventes para recobro de crudos pesados: Nuevas tecnologías.

Se refiere a probar nuevos solventes que interactúen con los fluidos del yacimiento y la composición de la roca, de manera que aporte opciones en las movilidades de los fluidos dentro de la roca almacenadora y de su relación de movilidades, mejorando el índice de productividad y por tanto el factor de recobro de petróleo.

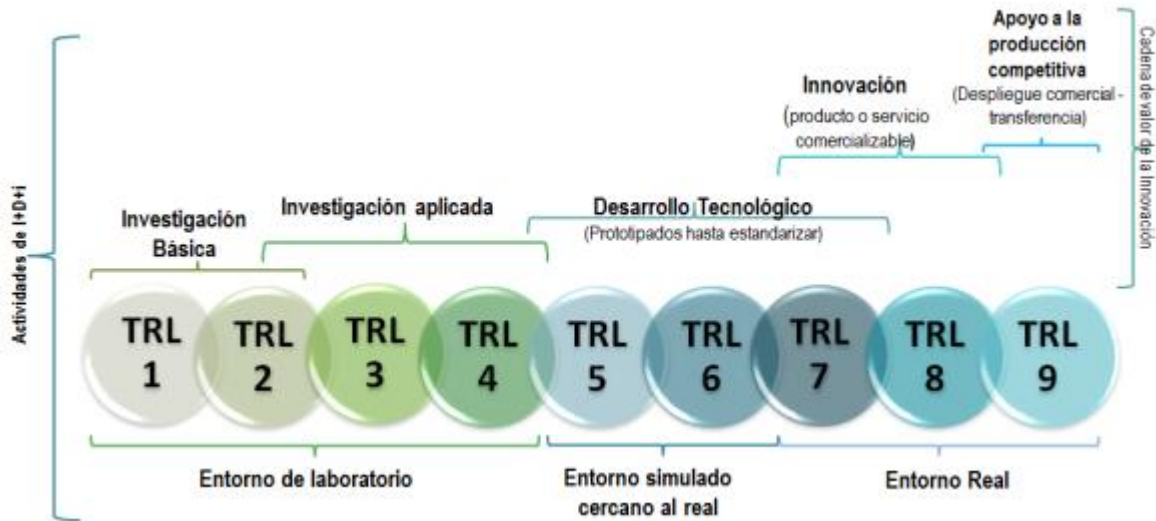
NIVELES DE MADUREZ TECNOLÓGICA - TRL

Teniendo en cuenta que la convocatoria tiene un componente alto de transferencia de tecnología, es conveniente establecer el grado de madurez tecnológica de las distintas alternativas que se presentarán, identificación que ayudará también a definir la ruta a seguir para concretar las innovaciones. En tal sentido, resulta de utilidad hacer uso del concepto de las TRL, reconocidas en inglés como *Technology Readiness Level*, que tuvieron su origen en la NASA a mediados de los años 70, y posteriormente se difundieron para ser aplicadas a diferentes sectores tecnológicos.

En la siguiente grafica tomada del documento de Política de Actores del SNCTI se presenta un esfuerzo por relacionar el alcance de las diferentes etapas de la



investigación, desarrollo tecnológico e innovación I+D+i con los diferentes niveles de madurez de la tecnología o TRL. En el gráfico las actividades que son consideradas como complementarias deben entenderse que tienen un mayor énfasis en el TRL que corresponde a la mayor intensidad de color de la actividad.



Relación de los TRL y las etapas de I+D+i¹

A continuación, se presentan las características de cada uno de los niveles. Se requiere que los proponentes identifiquen con claridad el nivel TRL que se pretende alcanzar con el desarrollo del proyecto, el cual debe ser coherente con las trayectorias previas. A saber:

TRL 1: Principios básicos observados y reportados.

Este corresponde al nivel más bajo en cuanto al nivel de maduración tecnológica. En este nivel comienza la **investigación científica básica** y se da inicio a la transición a la investigación aplicada. Las herramientas descriptivas pueden ser formulaciones matemáticas o algoritmos. En esta fase de desarrollo no existe todavía ningún grado de aplicación comercial.

TRL 2: Concepto de tecnología y/o aplicación formulada – Investigación aplicada.

La teoría y principios científicos están enfocados en áreas específicas de aplicación para definir el concepto. En esta fase se ha formulado el **concepto de la tecnología**, su aplicación y su puesta en práctica. Se perfila el plan de desarrollo. Estudios y pequeños experimentos proporcionan información valiosa para las posteriores pruebas de conceptos de la tecnología. Se pueden empezar a formular eventuales aplicaciones de las tecnologías y herramienta analíticas para la simulación o análisis. Sin embargo, todavía

¹ Tipología de proyectos calificados como de carácter Científico, Tecnológico e Innovación. Consejo Nacional de Beneficios Tributarios, COLCIENCIAS. Versión 5. https://www.colciencias.gov.co/sites/default/files/upload/paginas/documento_de_tipologias_-_version_5.pdf



no se cuenta con pruebas que validen dicha aplicación. El tema de propiedad intelectual cobra gran interés.

TRL 3: Prueba de concepto de las características analíticas y experimentales.

Esta fase incluye la realización de actividades de investigación y desarrollo (I+D) dentro de las cuales se incluye la realización de **pruebas analíticas, pruebas de concepto o a escala en laboratorio, orientadas a demostrar la factibilidad técnica de los conceptos tecnológicos**. Se incluyen pruebas de laboratorio para medir parámetros y comparación con predicciones analíticas de subsistemas críticos. **El concepto y los procesos han sido demostrados a escala de laboratorio**. Esta fase implica la validación de los componentes de una tecnología específica, aunque esto no derive en la integración de todos los componentes en un sistema completo.

TRL 4: Validación de componentes/subsistemas en pruebas de laboratorio.

En esta fase, los componentes que integran determinada tecnología han sido identificados y se busca establecer si dichos componentes individuales cuentan con las capacidades para actuar de manera integrada, funcionando conjuntamente en un sistema. Una **unidad de prototipo ha sido construida en el laboratorio y en un entorno controlado**. Las operaciones proporcionan datos para identificar el potencial de ampliación dado que se ha validado de manera preliminar el ciclo de vida y los modelos de evaluación económica iniciales. (diseño de producto).

TRL 5: Validación de los sistemas, subsistemas o componentes en un entorno relevante.

Los elementos básicos de determinada tecnología son **integrados** de manera que la configuración final es similar a su aplicación final, es decir que está listo para ser usado en la **simulación de un entorno real**, por lo que se mejoran los **modelos tanto técnicos como económicos** del diseño inicial, se ha identificado adicionalmente aspectos de seguridad, limitaciones ambientales y/o regulatorios entre otros. Sin embargo, la operatividad del sistema y tecnologías ocurre todavía a nivel de laboratorio. La principal diferencia entre el nivel 4 y 5 es el incremento en la fidelidad del sistema y su ambiente hacia la aplicación final.

TRL 6: Validación de sistema, subsistema, modelo o prototipo en condiciones cercanas a las reales.

En esta fase es posible contar con **prototipos piloto capaces de desarrollar todas las funciones necesarias dentro de un sistema determinado**, habiendo superado **pruebas de factibilidad** en condiciones de operación o funcionamiento real. Es posible que los componentes y los procesos se hayan ampliado para demostrar su potencial industrial en sistemas reales. La documentación disponible puede ser limitada, sin embargo, se puede iniciar la documentación con el prototipo que se ha probado en condiciones muy cercanas a las que se espera vaya a funcionar, se han identificado y modelado el sistema a escala comercial completa, perfeccionando la evaluación del ciclo de vida y la evaluación económica. El prototipo debe ser capaz de desarrollar todas las funciones requeridas por



un sistema operativo en condiciones muy cercanas a las que se espera vaya a funcionar es la demostración de pruebas “Beta”.

TRL 7: Demostración de sistema o prototipo validados en el entorno operativo real.

El sistema se encuentra o está próximo a operar en **escala pre-comercial**. Es posible llevar a cabo la fase de identificación de aspectos relacionados con la **fabricación, la evaluación del ciclo de vida, y la evaluación económica de las tecnologías**, contando con la mayor parte de funciones disponibles para pruebas. La documentación disponible puede ser limitada, sin embargo, se cuenta con la demostración de que la tecnología funciona y opera a escala pre-comercial, se han perfeccionado la evaluación del ciclo de vida y la evolución económica. En esta etapa se realiza la primera corrida piloto y las pruebas finales reales.

TRL 8: Sistema completo y calificado a través de pruebas y demostraciones en ambientes operacionales.

En esta fase, **los sistemas están integrados, las tecnologías han sido probadas en su forma final y bajo condiciones supuestas**, habiendo alcanzado en muchos casos, el final del desarrollo del sistema. Todas las cuestiones operativas y de fabricación han sido resueltas, la mayoría de la documentación disponible está completa ya que se cuenta con manuales para el uso y mantenimiento del producto. La tecnología ha sido probada en su forma final y bajo condiciones supuestas, por lo que se ha demostrado su potencial a nivel comercial. En muchos casos significa el final del desarrollo del sistema.

TRL 9: Sistema probado y operando con éxito en un entorno real.

Tecnología/sistema en su fase final y operable en un sin número de condiciones operativa, está probada y disponible para su comercialización y/o producción disponible para la sociedad. **Entrega de producto o tecnología para producción en serie y comercialización.**

Las etapas básicas para el desarrollo de un proyecto de EOR son: evaluación técnica, diseño, pruebas (simulación en laboratorio), piloto (campo), seguimiento y masificación.

NOTA:

El objeto de esta convocatoria está enfocado al desarrollo de proyectos que contemplen como mínimo el nivel 4 de TRL (Technology Reading Level) en la Modalidad I y como mínimo el nivel 2 de TRL en la Modalidad II, excepto para la línea temática “Desarrollo y optimización de polímeros, surfactantes, nanopartículas y geles de dispersión coloidal”, en la cual el nivel mínimo de TRL esperado es de 3. En los criterios de evaluación se dará relevancia a aquellos proyectos que demuestren la viabilidad de alcanzar los niveles superiores de la escala TRL.



ACLARACIÓN DE LA DEFINICIÓN DE ‘PILOTO’ USADA EN EL PRESENTE DOCUMENTO:

Debido a que se puede presentar interpretaciones distintas para la palabra ‘piloto’, es importante distinguir entre el ‘piloto’ para proyectos de carácter científico, tecnológico e innovación respecto a la definición de ‘piloto’ como etapa de los proyectos de recobro mejorado (EOR) y que implica el desarrollo de patrones o arreglos de pozos, trabajos de workover y perforación.

Según el documento de tipología de proyectos calificados como de carácter CTel², se define como *Planta piloto al proceso que consiste en partes específicas ensambladas que operan como un todo armónico con el propósito de reproducir, a escala, procesos productivos. Facilita la posterior operación y aplicación a nivel industrial o en algún área de trabajo determinada; sirve además para la confrontación de la teoría (modelos) con la práctica y la experimentación en diversas áreas del conocimiento. Tiene como propósito:*

-Predecir el comportamiento de una planta a nivel industrial, operando la planta piloto a condiciones similares a las esperadas. En este caso los datos obtenidos serán la base para el diseño de la planta industrial.

-Estudiar el comportamiento de plantas industriales ya construidas, en donde la planta piloto es una réplica y estará sujeta a condiciones de operación previstas para la planta industrial. En este caso a la planta piloto se le llama modelo y tiene como función principal, mostrar los efectos de los cambios en las condiciones de operación de manera más rápida y económica que si se realizaran en la planta original.

La construcción y utilización de una planta piloto forman parte de la I+D, siempre y cuando el objetivo principal sea adquirir experiencia y obtener datos técnicos o de otro tipo que puedan utilizarse en:

- La evaluación de hipótesis.*
- La elaboración de nuevas fórmulas de productos.*
- El establecimiento de nuevas especificaciones de producto terminado.*
- El diseño de equipo y estructuras especiales necesarias para un nuevo proceso.*
- La redacción de instrucciones de funcionamiento o manuales sobre el proceso.*
- Estandarización de lotes de prueba y puesta a punto de procesos productivos.*

² Tipología de proyectos calificados como de carácter Científico, Tecnológico e Innovación. Consejo Nacional de Beneficios Tributarios, COLCIENCIAS. Versión 5. https://www.colciencias.gov.co/sites/default/files/upload/paginas/documento_de_tipologias_-_version_5.pdf



ALCANCE Y COMPONENTES DEL PROYECTO

Con el fin de apoyar la adquisición, transferencia e implementación sistemática del conocimiento, técnicas y tecnologías que permitan incrementar el potencial de recobro de hidrocarburos en campos existentes en Colombia, los resultados esperados a través de la presente convocatoria son los siguientes:

Generales:

- Publicación o aceptación de publicación de artículos tipo Top o A.
- Ponencias en eventos especializados nacionales o internacionales sobre los resultados alcanzados en los proyectos de I+D.
- Plan de divulgación técnica y evento de transferencia de conocimiento a personal de la Agencia Nacional de Hidrocarburos.

Adicionales Modalidad I.

- Proyectos de innovación que incorporen tecnología, creación, generación, apropiación y adaptación de la misma. Se destaca el desarrollo de pruebas piloto.
- Transferencia tecnológica que comprende la negociación, apropiación, desagregación, asimilación, adaptación y aplicación de nuevas tecnologías nacionales o extranjeras.
- Desarrollo de pruebas piloto de las alternativas tecnológicas seleccionadas, las cuales incluyen mejoras de prototipos, protocolos y metodologías previamente desarrolladas por grupos de investigación.
- Desarrollo de herramientas y sistemas para la incorporación de técnicas de recobro mejorado: Plan de monitoreo y control de los pilotos con el fin de realizar el seguimiento y evaluación de resultados de las pruebas piloto.
- Transferencia tecnológica y la capacitación en aspectos técnico-operativos, comerciales y de gestión empresarial para empresas y usuarios del Sector:

Elaboración de un (1) documento en el que se detalle la metodología asociada a la implementación de la tecnología, la cual contempla: diseño, ejecución y evaluación de la tecnología.

Elaboración de un (1) documento de evaluación de costo/beneficio de los pilotos, donde se evidencien además recomendaciones para implementar su potencial



expansión.

Elaboración de un (1) documento con el desarrollo de la metodología para la selección de campos óptimos para la aplicación de las alternativas seleccionadas.

Elaboración de un (1) documento con el informe de las modelamientos numéricos y simulaciones de las alternativas tecnológicas seleccionadas.

- Apoyo a la creación de programas o cursos de formación de investigadores, especialistas, tecnólogos o técnicos.
- Formación de estudiantes de maestría y vinculación de estudiantes de doctorado en las áreas de recobro mejorado.

Adicionales Modalidad II.

- Formación de estudiantes de pregrado y vinculación de estudiantes de maestría y jóvenes investigadores en las áreas de recobro mejorado y/o líneas temáticas contempladas.
- Prototipos a nivel de laboratorio.
- Transferencia tecnológica y la capacitación en aspectos técnico-operativos, comerciales y de gestión empresarial para empresas y usuarios del Sector:

Elaboración de un (1) documento en el que se detalle la metodología asociada a la implementación de la tecnología, la cual contempla: diseño, ejecución y evaluación de la tecnología.

Elaboración de un (1) documento con el informe de las modelamientos numéricos y simulaciones de las alternativas tecnológicas seleccionadas.