

**Instituto Mexicano del Petróleo**

**Investigación y Servicios en Materia Petrolera**

Auditoría de Desempeño: 2017-1-18T00-07-0460-2018

460-DE

***Criterios de Selección***

Se consideran tres aspectos:

El impacto positivo que se espera de la fiscalización al desempeño.

El análisis del diseño normativo de la política pública, el programático-presupuestal y sobre la rendición de cuentas.

La importancia, pertinencia y factibilidad de la antepropuesta.

***Objetivo***

Fiscalizar la contribución del IMP para atender los problemas y necesidades en materia de hidrocarburos, mediante proyectos de investigación científica y desarrollo tecnológico, así como capacitación especializada y prestación de servicios, a fin de apoyar a la industria petrolera nacional.

**Consideraciones para el seguimiento**

Los resultados, observaciones y acciones contenidos en el presente informe individual de auditoría se comunicarán a la entidad fiscalizada, en términos de los artículos 79 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y 39 de la Ley de Fiscalización y Rendición de Cuentas de la Federación, para que en un plazo de 30 días hábiles presente la información y realice las consideraciones que estime pertinentes.

En tal virtud, las recomendaciones y acciones que se presentan en este informe individual de auditoría se encuentran sujetas al proceso de seguimiento, por lo que en razón de la información y consideraciones que en su caso proporcione la entidad fiscalizada, podrán confirmarse, solventarse, aclararse o modificarse.

***Alcance***

La auditoría incluyó la revisión de la contribución del IMP en la atención de los problemas y necesidades en materia de hidrocarburos, mediante proyectos de investigación científica y desarrollo tecnológico, así como capacitación especializada y prestación de servicios, a fin de apoyar a la industria petrolera nacional en la generación de valor y en la optimización de los

procesos de exploración, extracción y transformación industrial de los hidrocarburos. Para ello, se analizó la identificación y atención de los problemas prioritarios en materia tecnológica de la industria petrolera; la investigación científica y el desarrollo tecnológico; la capacitación especializada de recursos humanos; la prestación de servicios; su contribución en la optimización de los procesos de exploración, extracción y transformación industrial de los hidrocarburos y la generación de valor; los recursos económicos ejercidos en investigación científica y desarrollo tecnológico, así como los mecanismos de seguimiento, evaluación y control.

La auditoría se realizó de conformidad con la normativa aplicable a la fiscalización superior de la Cuenta Pública para asegurar el logro del objetivo establecido. Los datos proporcionados por el ente fiscalizado fueron, en lo general, suficientes, de calidad, confiables y consistentes para aplicar todos los procedimientos establecidos y para sustentar los hallazgos y la opinión de la Auditoría Superior de la Federación, sobre el cumplimiento de objetivos y metas en materia de investigación científica, desarrollo tecnológico y prestación de servicios en materia petrolera.

### ***Antecedentes***

En 1938 se promulgó la expropiación de la industria petrolera, a fin de reorganizar, concentrar y coordinar la explotación nacionalizada; por lo que, el 7 de junio del mismo año, se instauró Petróleos Mexicanos (Pemex) y su distribuidora; además, de 1940 a 1957 se iniciaron reformas a dicha industria para enfrentar el problema de abasto de combustible.

Ante los cambios por la nacionalización de la industria, el Estado enfrentó la urgencia de resolver los problemas del sector, referentes a la falta de infraestructura y capacidad de Pemex, así como a la escasez de recursos humanos especializados y de diversificación energética. De esta manera, las políticas gubernamentales en curso demandaban un mejor uso y aprovechamiento del petróleo.

En concordancia con el crecimiento de la industria nacional, como parte de los esfuerzos gubernamentales de buscar la autosuficiencia científica y tecnológica en hidrocarburos, el 23 de agosto de 1965 se expidió el decreto para fundar al Instituto Mexicano del Petróleo (IMP), como un organismo descentralizado, de interés público y de carácter preponderantemente técnico, con el objetivo de impulsar y alentar el desarrollo de tecnología para atender la problemática de la explotación del petróleo.

En el Plan Nacional de Desarrollo (PND) 1983-1988, se estableció el objetivo de promover la investigación científica y el desarrollo tecnológico como elementos idóneos para el desarrollo nacional; además, se indicó que era necesaria la formación de investigadores en diferentes tareas del desarrollo científico y tecnológico.

En el diagnóstico del PND 1989-1994, se indicó que el petróleo, al ser un recurso limitado y de importancia estratégica, debía ser utilizado de forma racional, en congruencia con los

avances tecnológicos. También, se fomentaría la investigación y el desarrollo tecnológico para mejorar los procesos de extracción, refinación y transformación.

En el Programa Nacional de Modernización Energética 1990-1994, se señaló que en el área de investigación y desarrollo, el IMP tenía una importante infraestructura de investigación y de servicios tecnológicos, que si bien habían podido conservarse en los últimos años, habían resentido limitaciones respecto del rezago tecnológico, así como a la falta de personal, con lo que se reducía la capacidad de ofrecer tecnología para el sector.

Asimismo, se estableció que, para modernizar al sector energía, mediante la investigación y desarrollo, se contaba con dicho instituto, el cual debía dar prioridad a los rubros de capacitación de recursos humanos, el aprovechamiento de tecnologías existentes y el desarrollo de la capacidad de ingeniería, que permitiera orientar la demanda tecnológica hacia la industria abastecedora nacional.

Entre las principales acciones a desarrollar por el IMP se encuentran la satisfacción de las necesidades de tecnología y equipo en las diferentes etapas del proceso productivo de la industria petrolera; en exploración, mejorar la capacidad de interpretación de la información recabada en campo sobre la existencia de los yacimientos petroleros; en explotación, la caracterización de las condiciones fisicoquímicas de los mantos en desarrollo, así como para la aplicación de los métodos de recuperación secundaria más eficientes; en refinación, la selección y desarrollo de tecnologías que permitan mejorar la calidad de los productos refinados, dando prioridad a la obtención de gasolinas sin plomo y de combustóleo sin azufre, y en transporte, distribución y almacenamiento, continuar con el diseño de los diferentes sistemas y equipos considerando criterios de modernización.

En el Programa de Desarrollo y Reestructuración del Sector de la Energía 1995-2000 se señaló que a pesar de que el gobierno había apoyado la investigación y desarrollo tecnológico, no se habían orientado a solucionar los problemas tecnológicos.

En la industria petrolera no se alcanzaban los niveles de gasto en investigación y desarrollo tecnológico, que caracterizaban a las empresas multinacionales, lo que hacía necesario redoblar esfuerzos para fortalecer las áreas estratégicas de la industria y la capacidad de generación y absorción de tecnología.

En el Plan Sectorial de Energía 2001-2006 se estableció el objetivo “Ser líderes en la generación, desarrollo, asimilación y aplicación del conocimiento científico y tecnológico, así como en la formación de recursos humanos altamente calificados para apoyar el desarrollo sustentable del sector energético” y la línea de acción “Intensificar la investigación y desarrollo tecnológico en eficiencia energética”, con la finalidad de atender los retos en materia de ahorro de energía, protección del medio ambiente, aprovechamiento de energía renovable y seguridad industrial.

En el PND 2007-2012, la política de investigación y desarrollo tecnológico, en materia de energía petrolera, siguió adquiriendo nuevos retos respecto de la generación de energía,

debido a que en el tema de hidrocarburos era necesario garantizar el suministro de petróleo crudo, gas natural y productos derivados que requería el país, a precios competitivos, minimizando los efectos al medio ambiente.

En congruencia con lo anterior, en el Programa Sectorial de Energía (PROSENER) 2007-2012, se estableció la estrategia “Promover la investigación y el desarrollo tecnológico como medios para enfrentar los retos del sector de hidrocarburos, tanto en el IMP, como en las instituciones de educación superior, a nivel nacional”.

El 20 de diciembre de 2013 se publicó el Decreto por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM) en materia energética, el cual señala que la investigación y el desarrollo tecnológico son la base para generar valor económico, por lo que resulta necesario reestructurar al Instituto Mexicano del Petróleo para fortalecerlo, convertirlo en soporte técnico y tecnológico fundamental para Petróleos Mexicanos y el resto de la industria petrolera, que proporcione servicios tecnológicos orientados a optimizar los procesos de producción y transformación, tanto en exploración y extracción como en transformación industrial; que Petróleos Mexicanos podrá llevar a cabo la investigación y el desarrollo tecnológicos, por medio del IMP mediante cualquier tercero especializado, y que se deberán realizar las adecuaciones que correspondan a la organización y funcionamiento del instituto, con el fin de que pueda participar de manera competitiva y eficaz en la atención de las necesidades de la industria petrolera.<sup>1/</sup>

Asimismo, el 31 de octubre de 2014, se publicó en el Diario Oficial de la Federación, el Decreto por el que se reforma el diverso por el que se crea el Instituto Mexicano del Petróleo, en el que se establece como un organismo público descentralizado de la Administración Pública Federal con personalidad jurídica y patrimonio propios, autonomía de decisión técnica, operativa y administrativa, sectorizado a la Secretaría de Energía, para realizar investigaciones; desarrollo tecnológico; innovación; escalamiento de procesos y productos; prestación de servicios tecnológicos orientados a optimizar los procesos de producción y transformación, tanto en exploración y extracción como en la transformación industrial; comercialización de sus resultados, y capacitación especializada en las áreas de su actividad.<sup>2/</sup>

Con base en lo anterior, el IMP actualizó su Programa Estratégico Institucional 2015-2018, a fin de alinear su estrategia a los nuevos requerimientos de la industria petrolera en el periodo 2017-2023, ya que la nueva configuración del mercado requiere nuevas y fortalecidas capacidades técnicas y tecnológicas, así como una visión de negocio enfocada a la generación de valor, y planteó atender los requerimientos de tres mercados: 1) Pemex, que con su reorganización generó clientes distintos a los que se tenían identificados; 2) operadores privados, nacionales e internacionales, que entraron al país, y 3) órganos reguladores, que

---

<sup>1/</sup> DOF, 2013, Decreto por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en Materia de Energía, Diario Oficial de la Federación, México.

<sup>2/</sup> DOF, 2014, “Decreto por el que se reforma el diverso por el que se crea el Instituto Mexicano del Petróleo como Organismo Descentralizado, publicado el 26 de agosto de 1965”, Diario Oficial de la Federación, México.

para poder desarrollar los mercados de manera efectiva, requieren de conocimientos y asistencia técnica.

Además, en el PND y en el PROSENER 2013-2018, se diagnosticó que la capacidad de producción y refinamiento de los petrolíferos en el país ha disminuido en los últimos años; en contraste, la demanda nacional de gasolinas y diésel ha aumentado como resultado del incremento del parque vehicular; lo anterior, ha creado un déficit en el abasto de energéticos; además, se estimó que México cuenta con 114.8 mil millones de barriles de petróleo crudo, adicionales a las reservas probadas, probables y posibles, de ese total, 24.4% corresponde a recursos convencionales, 23.2% son no convencionales en aguas profundas y 52.4% a recursos no convencionales de lutita<sup>3/</sup>; sin embargo, transformarlos en reservas representa un reto importante, debido a la limitada disponibilidad financiera y de recursos humanos y a la complejidad técnica y operativa de los proyectos de exploración y producción.

## **Resultados**

### **1. Identificación de los problemas prioritarios y necesidades científicas y tecnológicas de la industria petrolera**

En 2017, el IMP careció de un diagnóstico de los problemas de la industria petrolera, debido a que en su Programa Estratégico Institucional 2017-2023 no se identificaron los problemas de la industria y se limita a señalar la operación del instituto con base en los cambios del entorno petrolero; además, en lugar de definir el fenómeno problemático que pretende atender, establece objetivos orientados a que la propuesta de valor se vincule con las necesidades y expectativas de los mercados.

Al respecto, como hechos posteriores, el IMP acreditó que, en 2018, incluyó en el Plan de Negocios Institucional 2018-2020, las problemáticas que se presentan en cada una de las etapas de la cadena de valor del petróleo, como se muestra en el cuadro siguiente:

---

<sup>3/</sup> Es un sistema petrolero de rocas arcillosas orgánicamente ricas y de muy baja permeabilidad, que actúan a la vez como generadoras, almacenadoras, trampa y sello.

PROBLEMÁTICA IDENTIFICADA EN LAS ETAPAS DE LA CADENA DE VALOR DE LA INDUSTRIA PETROLERA, 2018-2020

Concepto	Problemática identificada
Upstream	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Falta de conocimiento de las condiciones de operación en México.</li> <li>- Baja en los niveles de explotación del crudo y gas natural.</li> <li>- Falta de desarrollo de plantas de tratamiento residuales.</li> <li>- Falta de certificados de medio ambiente.</li> <li>- Afectaciones ambientales y sociales.</li> <li>- Escasez de personal especializado y con experiencia en campos maduros.</li> <li>- Conectar sus pozos a sistemas de recolección, procesamiento y distribución, que a su vez se conecten con el sistema de producción nacional para su comercialización.</li> <li>- Riesgos de seguridad industrial y personal.</li> <li>- Baja productividad de los pozos.</li> <li>- Ineficiencia en equipos e infraestructura.</li> <li>- Atención insuficiente de la demanda de transporte de materiales terrestre y marino.</li> <li>- Falta de infraestructura logística para prestar servicios generales.</li> </ul>
Downstream	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Robo de combustibles.</li> <li>- Red de suministro de combustibles insuficiente.</li> <li>- Plantas de refinación obsoleta.</li> <li>- Red de estaciones de servicio insuficientes y obsoletas.</li> <li>- Capacidad de refinación actual limitada.</li> <li>- Insuficiente producción interna para satisfacer la demanda de combustibles.</li> <li>- Deficiencias en el nivel de servicio de comercialización de combustible: zonas con alta demanda y baja oferta.</li> <li>- Propuesta de valor limitada y poco innovadora.</li> <li>- Servicios y tecnologías insuficientes que soporten el crecimiento y mantenimiento en downstream.</li> <li>- Procesos de refinación ineficientes y de baja rentabilidad.</li> <li>- Infraestructura de gas natural insuficiente.</li> </ul>
Midstream	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Existe un sub-dimensionamiento de infraestructura.</li> <li>- Obsolescencia de infraestructura causa interrupciones en el servicio.</li> <li>- Falta de mantenimiento de instalaciones.</li> <li>- Existen zonas con alto potencial para iniciar nueva producción que no están conectadas a la red de ductos.</li> <li>- Red de ductos terrestres o marítimos insuficientes para la distribución de hidrocarburos y petrolíferos.</li> <li>- Desconocimiento de las condiciones y procesos midstream de la industria petrolera nacional.</li> <li>- Falta de personal multidisciplinario con experiencia técnica.</li> <li>- Falta de esquemas operativos/logísticos que maximicen la utilización de los equipos e instalaciones.</li> <li>- Procesos de tratamiento de desechos especiales del procesamiento ineficiente de hidrocarburos.</li> <li>- Riesgos de impacto ambiental y social que pueden afectar a los derechos de paso.</li> <li>- Sustracción ilícita de petrolíferos y fugas ocasionadas por esta actividad.</li> </ul>
Transversal	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacidades limitadas para operar sistemas de almacenamiento de hidrocarburos y combustibles.</li> <li>- Brechas en tecnología y talento en la etapa de midstream.</li> <li>- Capacidades del personal limitadas para la comercialización directa e indirecta de hidrocarburos y combustibles.</li> <li>- Brechas de talento para conformar un equipo en downstream capacitado en la construcción y reconfiguración de infraestructura de gasolineras, con visión de mercado.</li> <li>- La transferencia del conocimiento en áreas de frontera de operadores internacionales a grupos empresariales mexicanos es limitada.</li> <li>- Desarrollo de capacidades y talentos técnicos deficientes.</li> </ul>

FUENTE: Elaborado por la Auditoría Superior de la Federación, con base en el Plan de Negocios Institucional del Instituto Mexicano del Petróleo 2018-2020.

Las problemáticas identificadas en el Plan de Negocios Institucional 2018-2020, se refieren, en términos generales, a riesgos de seguridad industrial y personal; redes de suministro insuficientes y obsoletas; propuestas de valor poco innovadoras, así como obsolescencia de

infraestructura e interrupciones en el servicio. La inclusión de dichas problemáticas se debió a una reestructuración como consecuencia de los cambios en el entorno petrolero, principalmente por la Reforma Energética.

Además, el Plan de Negocios Institucional 2018-2020 señaló que, como consecuencia de la nueva configuración del mercado, se requiere de una visión de negocio que permita enfocar de manera óptima los esfuerzos de comercialización, para ello se definió la estrategia de “ser reconocido por desarrollar, escalar y comercializar tecnología que resuelva los retos del sector hidrocarburos incrementando la competitividad de sus actores relevantes y la sustentabilidad financiera propia”. Asimismo, definió cinco objetivos para materializar dicha estrategia: 1) fortalecer la propuesta de valor con una visión de innovación dirigida por el mercado; 2) desarrollar modelos de negocio innovadores; 3) comercializar los resultados de la investigación y desarrollo tecnológico (IDT) en la industria de manera ágil; 4) empatar la integración y desarrollo de capital humano con los requerimientos del mercado, y 5) asegurar la sustentabilidad financiera.

Los objetivos están orientados a identificar las oportunidades de mercado, desarrollar una propuesta de valor atractiva para los clientes, revertir la tendencia negativa de los ingresos y recuperar la ruta del crecimiento, conforme se vayan desarrollando los nuevos segmentos, por lo que incluyó como clientes a los mercados internacionales, en los que pueda tener impacto con el desarrollo de tecnológicas de alto valor, así como empresas privadas y entidades gubernamentales pertenecientes a sectores distintos al de hidrocarburos. Esta reestructuración del instituto se realizó para lograr que su participación sea competitiva y eficaz en la atención de las necesidades de investigación y desarrollo tecnológico de los distintos participantes del sector hidrocarburos.

## **2. *Atención a las necesidades de la industria petrolera***

En 2017, el IMP contó con el Comité de Innovación, Investigación y Soluciones del Instituto Mexicano del Petróleo (CIIS) para regular, orientar y promover que la investigación y el desarrollo tecnológico que realiza se encuentren dirigidos a atender aspectos prioritarios y de valor tecnológico para la industria petrolera, dicho comité tiene funciones técnico-científicas para integrar, aprobar y priorizar el portafolio de proyectos, acorde con las necesidades de Investigación y Desarrollo Tecnológico (IDT) de la industria.

Con la revisión de los proyectos de IDT, se verificó que los 17 proyectos autorizados, en 2017, estuvieron alineados con 11 de las 26 líneas de investigación establecidas por el instituto en ese año, como se muestra en el cuadro siguiente:

PROYECTOS DE IDT APROBADOS E INICIADOS EN 2017

Núm.	Línea de investigación	Proyecto	Descripción	Problema a resolver
1.	i. Análisis integral de ductos	D.61067	Integridad de oleoductos no inspeccionados en línea afectados por corrosión interior.	No existen herramientas para localizar sitios de corrosión activa en ductos, ni modelos para predecir en forma confiable el tiempo de generación de daños. Es necesario mejorar la confiabilidad de los modelos utilizados para cuantificar la evolución de la corrosión sin mediciones de inspección en línea.
2.		H.61065	Sistema de monitoreo de ductos.	Optimizar la capacidad logística y operación segura, confiable y socialmente responsable de la red de ductos, mediante el servicio de monitoreo para la detección y localización oportuna de fugas y tomas clandestinas.
3.		H.61059	Optimización de modelos matemáticos y herramienta de cómputo para caracterización del movimiento sísmico en roca en el Golfo de México.	Las soluciones tecnológicas disponibles en el mercado se basan en conocimientos teóricos y bases de datos no recientes. Adicionalmente, en el mercado no existen soluciones tecnológicas basadas en modelos matemáticos desarrollados para el Golfo de México. Las soluciones tecnológicas actualmente disponibles en el mercado presentan los problemas siguientes: Se subestima la actividad sísmica real del Golfo de México. No se cuenta con funciones de atenuación específicas para el Golfo de México. Los acelerogramas generados no son representativos del Golfo de México.
4.	ii. Biocombustibles	H.61051	Optimización y escalamiento del proceso de producción de diésel verde.	Las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) que se generan en el país han ido en aumento.
5.		D.61070	Robustecimiento de capacidades científicas y técnicas en bioenergía.	Robustecer y generar nuevas capacidades humanas, técnicas y científicas para alcanzar un liderazgo en Bioenergía.
6.	iii. Catalizadores	D.61064	Sistema catalítico para el hidrot ratamiento de naftas.	El IMP es licenciador del proceso de hidrot ratamiento de coquizadora; sin embargo, esta tecnología requiere integrar un catalizador IMP para el procesamiento de naftas de coquizadora y mezclas con nafta primaria, a fin de agregar valor y garantía del desempeño del catalizador y del proceso.
7.		H.61053	Escalamiento de catalizadores para hidrosulfuración profunda de diésel.	En fechas recientes varios países, incluido México, han emprendido acciones para reducir los límites máximos permisibles de emisiones vehiculares, mediante la reducción del contenido de azufre en los combustibles.
8.		H.61060	Escalamiento de agentes de transferencia de hidrógeno sólidos con catalizador de hidrot ratamiento para producir diésel de ultra bajo azufre.	Actualmente en las 6 refinerías existentes en México sólo 7 plantas producen diésel de ultra bajo azufre (DUBA), y en las 14 restantes se obtienen productos con menos de 200 ppm de azufre.



Núm.	Línea de investigación	Proyecto	Descripción	Problema a resolver
9.	iv. Identificación e implementación de mejoras operacionales para la industria petrolera	D.61065	Desarrollo de una tecnología para la obtención de productos químicos valiosos a partir de aceite cíclico ligero.	PEMEX tendrá la necesidad de disponer de una tecnología para aprovechar el aceite cíclico ligero que dejará de ser utilizado como diluyente en la preparación de combustóleo, por normatividad ambiental.
10.	v. Ingeniería para Infraestructura Petrolera	D.61063	Metodología de optimización de programas de inspección y mantenimiento para el aseguramiento de la integridad mecánica de plataformas marinas.	La Inspección Basada en Riesgo (IBR) emplea modelos teóricos de pronóstico de daño: Nivel de incertidumbre que afecta la frecuencia y volumen de inspección. Con frecuencia no se encuentran los daños que los modelos pronostican. Evaluación de daños estructurales: No se calculan indicadores cuantitativos de la seguridad estructural global. Alto costo computacional.
11.	vi. Manejo, acondicionamiento y transporte de la producción	H.61040	Validación de la tecnología para transportar por tubería crudo pesado o extra pesado emulsionado en agua.	Asegurar el transporte por tubería de crudo pesado o extra-pesado por medio de su emulsificación en agua para disminuir la pérdida de presión por fricción sin utilizar diluyentes. La dilución demanda grandes volúmenes de diluyente y hay baja disponibilidad de crudo ligero. El calentamiento es costoso y necesita rebombeo y recalentamiento (infraestructura adicional).
12.	vii. Mejoramiento de hidrocarburos no convencionales	H.61054	Validación y escalamiento de la tecnología de hidrodeseintegración parcial de crudos pesados en fase dispersa con catalizadores minerales.	Poca disponibilidad de crudos ligeros para diluir los crudos pesados y extra-pesados para cumplir con especificaciones de transporte. Costos elevados en equipo y operación para el manejo de crudos pesados en los centros de producción.
13.	viii. Modelado cuantitativo de procesos geológicos, geofísicos y geomecánicos	H.61055	Post-procesamiento de Volúmenes Sísmicos en Tiempo y en Profundidad.	Facilitar y economizar en el post-procesamiento de datos, la interpretación y la caracterización sísmica y de producción con flujos de trabajo y herramientas reproducibles.
14.	ix. Procesos de recuperación de hidrocarburos	H.61057	Bombeo neumático asistido por agentes espumantes multifuncionales de tecnología IMP.	Bajo desempeño del sistema artificial de producción de bombeo neumático para desalojar líquidos en pozos productores de aceite que presentan cortes de agua iguales o superiores a 50.0%. Tal situación es originada por el alto peso de la columna hidrostática que incrementa la contrapresión en el fondo de pozo y conlleva a que el gas de bombeo neumático se canalice en la tubería de producción, impactando en el incremento del consumo del gas de bombeo neumático, la reducción de la producción de aceite y el incremento del costo por barril producido.
15.	x. Producción de combustibles limpios	D.61071	Evaluación de gasolina E10 en automotores.	Para los productores de gasolinas, el uso de oxigenados es más atractivo a mayor concentración, pero suelen limitarse a niveles que son seguros para

Núm.	Línea de investigación	Proyecto	Descripción	Problema a resolver
				<p>los automotores y los sistemas de la cadena de producción y suministro.</p> <p>Generalmente se permite en las gasolinas para vehículos convencionales un nivel máximo equivalente a 3.7%, de cualquier oxigenado, con excepción del metanol. La concentración de etanol comúnmente utilizada es del orden de 10.0% volumen, pero la norma en México autoriza únicamente gasolina con 6.0% de etanol en el resto del país y prohíbe su uso en zonas críticas.</p> <p>Para fijar una posición al respecto, y con el afán de que la norma de combustibles converja hacia estándares más avanzados, la SENER solicitó evaluar el desempeño y efectos de gasolinas E10 en la ZMVM.</p>
16.	xi. Productos químicos	H.61052	Escalamiento de inhibidores de corrosión para medios alcalinos amargos en plantas FCC y endulzamiento con aminas.	El control de la corrosión en la industria del petróleo es un problema cotidiano que el IMP ha atendido mediante inhibidores de corrosión; con objeto de mantener un desempeño que permita controlar los valores de velocidad de corrosión dentro de la especificación requerida en cada aplicación, muchos de los inhibidores IMP requieren de actualización tecnológica; además, algunos inhibidores IMP han dejado de fabricarse debido a las condiciones financieras actuales.
17.		D.61072	Desarrollo de producto polimérico iónico para el control de agua en medios porosos a condiciones extremas de temperatura y salinidad.	<p>Alta producción de agua en los pozos petroleros, con el consecuente cierre de pozos por alta relación agua/aceite.</p> <p>Campos mexicanos con extrema salinidad y elevada temperatura.</p> <p>Altos costos de tratamiento del agua.</p>

FUENTE: Elaborado por la Auditoría Superior de la Federación, con información proporcionada por el IMP, mediante oficio núm. DFA/350509/198/2018 del 27 de abril de 2018.

Los 17 proyectos autorizados fueron congruentes con la problemática establecida para cada proyecto, entre las que destacan los catalizadores, análisis integral de ductos y productos químicos.

En lo que respecta a la integración del comité, de acuerdo con las Reglas de Operación del CIIS, éste se conforma por representantes internos de nivel directivo del IMP, así como por miembros externos: la Dirección Corporativa de Investigación y Desarrollo Tecnológico de Pemex; la Dirección General de Información, Desarrollo Tecnológico y Formación de Recursos Humanos de la Secretaría de Energía (SENER), y un representante externo designado por el Consejo de Administración del instituto. No obstante, acorde con el Estatuto Orgánico de Petróleos Mexicanos, publicado en el DOF el 5 de diciembre de 2017, la Dirección Corporativa de Investigación y Desarrollo Tecnológico de Pemex no forma parte del organigrama de la Empresa Productiva del Estado, por lo que las reglas en comento se encuentran desactualizadas.

El IMP, en el transcurso de la auditoría y con motivo de la intervención de la ASF, instruyó las acciones de control necesarias mediante la aprobación del acuerdo CA-059/2018 en la Sesión 211 Ordinaria del Consejo de Administración del 22 de agosto de 2018, en el que se establece la actualización de las Reglas de Operación del CIIS, que en el artículo 3 señala la integración del comité, la cual, en el caso de los representantes externos, se alinea con la estructura vigente de Pemex y sus Empresas Productivas Subsidiarias, con lo que se solventa lo observado.

Además, con la finalidad de fortalecer la infraestructura científica y tecnológica, a fin de promover la atención de las necesidades de la industria petrolera, el IMP, en 2017, continuó con las actividades de construcción y equipamiento del Centro de Tecnología en Aguas Profundas (CTAP), el cual se inauguró en 2018, con el objetivo de asimilar y generar tecnologías para el diseño, el desarrollo y la operación de campos en aguas profundas y ultraprofundas, y proveer desarrollos y servicios de alto contenido tecnológico a la industria petrolera.

La construcción de las instalaciones del CTAP se realizó con una inversión de 1,682,981.7 miles de pesos, con recursos provenientes del Fondo de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico del Instituto Mexicano del Petróleo (FICDT-IMP) y del Fondo Sectorial CONACYT-Secretaría de Energía-Hidrocarburos (FSCSH). Con la revisión in situ del centro, se verificó que cuenta con 5 laboratorios orientados a atender problemas específicos, como se muestran a continuación:

1. Laboratorio de Calificación de Tecnologías (LCT), destinado a resolver el problema de la falta de infraestructura experimental necesaria para verificar el correcto funcionamiento de las nuevas tecnologías de sistemas de separación y adaptarlas a las condiciones operacionales de los campos petroleros del país.
2. Laboratorio de Aseguramiento de Flujo (LAF), orientado a atender los problemas de aseguramiento del flujo de la producción en aguas profundas, como el taponamiento de líneas por depósitos orgánicos e inorgánicos, el bacheo severo y contrapresión, el estancamiento de líquido, y la corrosión de los equipos y sistemas de transporte.
3. Laboratorio de Simulación Numérica de Fenómenos Metoceánicos e Hidrodinámicos (LSNFMH), destinado a atender el problema de la disponibilidad de información metoceánica (meteorológica y oceanográfica), ya que las observaciones de los eventos en el océano son escasas tanto temporal como espacialmente, y los datos metoceánicos se requieren para establecer los planes operativos de desarrollo del proyecto de exploración y producción, efectuar el diseño óptimo de las instalaciones y para evitar riesgos oportunamente, para la protección del ambiente.
4. Laboratorio de Fluidos de Perforación, Terminación y Cementación de Pozos (LFPTCP), creado para atender los problemas identificados en los fluidos de perforación, terminación y cementación de pozos, como descontrol de flujo, gas y/o agua; dilatancia de sedimentos; formación y disociación de hidratos durante la

perforación y terminación; integridad de la cementación; formación y disociación de cristales e incrustantes asociados a los fluidos de control, entre otros.

5. Laboratorio de Geotecnia e interacción suelo-estructura (LGEO), enfocado en los problemas relacionados con los geopeligros y la estabilidad de cimentaciones y ductos, debido a que las condiciones geotécnicas son únicas en cada región marina y están asociadas con la geología, sismicidad y condiciones metoceanicas.

En 2017, para garantizar que los proyectos de investigación y desarrollo tecnológico realizados por el IMP se dirigieron a atender los problemas y necesidades de la industria petrolera, el instituto contó con el CIIS, el cual aprueba y prioriza el portafolio de proyectos, de acuerdo con el grado de atención y valor tecnológico; además, como hechos posteriores, en 2018 inauguró el CTAP, a fin de incrementar la tecnología orientada a resolver problemas de la industria petrolera vinculados con la operación de campos en aguas profundas y ultraprofundas, elementos que, de acuerdo con el Programa Sectorial de Energía 2013-2018, y el diagnóstico de la Reforma Energética,<sup>4/</sup> representan un reto para la industria por la complejidad técnica y operativa de dichos procesos, por lo que Pemex no ha detonado su potencial en esas áreas.

### **3. Investigación científica y desarrollo tecnológico**

En 2017, el IMP aprobó 17 proyectos de los cuales, 76.5% (13) fue para Pemex, 6 proyectos para el desarrollo de productos (metodologías, herramientas, procesos, equipos y métodos de operación) y 7 para escalamiento de productos; 11.8% (2) para operadores privados, en materia de desarrollo de productos, y 11.8% (2), para los órganos reguladores en materia de desarrollo de producto e Investigación Básica Orientada (IBO).

Con la revisión de los 17 proyectos, se verificó que 88.2% (15) cumplió con los criterios establecidos en la Reglas de Operación del CIIS para aprobar los proyectos de IDT, en dos (11.8%) no acreditó el cumplimiento de todos los requisitos, lo que evidenció deficiencias en los mecanismos de control para asegurar el cumplimiento de los criterios establecidos en las Reglas de Operación del Comité de Innovación, Investigación y Soluciones del Instituto Mexicano del Petróleo (CIIS) y, con ello, la posibilidad de garantizar que dichos proyectos, contribuyan a generar valor para la industria petrolera.

El IMP, en el transcurso de la auditoría y con motivo de la intervención de la ASF, instruyó las acciones de control necesarias a la Secretaría Técnica del CIIS para que implemente un sistema de control documental de los proyectos de investigación y desarrollo tecnológico del instituto, el cual permite dar seguimiento a los proyectos que han sido aprobados por el CIIS y el Comité Técnico del Fondo del IMP; además, puede asegurar y verificar de manera

---

<sup>4/</sup> SENER, 2015, Explicación ampliada de la Reforma Energética, Secretaría de Energía, México.

sistematizada el cumplimiento de los criterios establecidos en el artículo 17 de las Reglas de Operación del CIIS.

El sistema contiene, entre otros rubros, una lista de revisión de los proyectos, la cual considera los criterios establecidos en las Reglas del CIIS; asimismo, incluye una sección para el resguardo de los documentos electrónicos generados por los proyectos para ratificar la información de manera eficiente y precisa. La gestión y operación de este sistema de control está a cargo de la Secretaría Técnica del CIIS, quien verifica que la información técnica y económica de los proyectos que se ingresan, este completa y cumpla con los criterios establecidos en las Reglas de Operación vigentes, para su presentación y autorización por el CIIS y por el Comité Técnico del Fondo IMP, con lo que se solventa lo observado.

De 2014 a 2017, el número de proyectos de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico (IDT) que se encontraban en operación por parte del IMP aumentó 93.7% en promedio anual, al pasar de 11 a 80, y el número de proyectos terminados se incrementó 42.6% en promedio anual, al pasar de 10 a 29 proyectos, de estos últimos, 37.9% (11) se orientó al desarrollo de producto; 37.9% (11) a la investigación básica orientada; 13.8% (4) a escalamiento de producto, y 10.3% (3) a la asimilación, los incrementos son atribuibles a que el IMP adecuó su estrategia institucional a la nueva configuración del sector hidrocarburos para atender los requerimientos de la industria, por medio de la diversificación de sus clientes: Pemex; operadores privados, tanto nacionales como internacionales, y órganos reguladores.

En 2017, de los 80 proyectos de IDT que se encontraban en ejecución, 83.8% (67) fue para Pemex y se orientaron a la asimilación, desarrollo de producto, escalamiento de producto e investigación básica; 10.0% (8), para órganos reguladores –entre ellos la Secretaría de Energía (SENER), la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA), la Comisión Ambiental de la Megalópolis (CAME) y la Comisión Reguladora de Energía (CRE)–, y 6.3% (5), para operadores privados, los cuales se enfocaron en el desarrollo y escalamiento de producto.

#### **4. Capacitación especializada de recursos humanos**

En 2017, el IMP definió su Programa Anual de Capacitación, dirigido al personal responsable de realizar la investigación científica y el desarrollo tecnológico en el instituto, el cual se fundamentó en el Diagnóstico de Necesidades de Capacitación, conformado por un catálogo de temáticas técnicas específicas de cada unidad administrativa; sin embargo, ni en el diagnóstico ni en el programa se establecieron los planteamientos principales para estructurar una propuesta integral de capacitación para dar cumplimiento al Programa Estratégico Institucional 2017-2023; así como para responder a las necesidades de investigación, desarrollo tecnológico y capacitación de los distintos participantes del sector hidrocarburos.

Durante la ejecución de la auditoría, y como hechos posteriores, el IMP proporcionó su Plan de Negocios Institucional 2018-2020, en el que se indica que el capital humano es un eje fundamental para la operación del instituto y se propone una nueva visión institucional de recursos humanos, fundamentada en seis líneas estratégicas:

1. Planificación de la fuerza de trabajo: proyectar los escenarios de talento que permitan programar la demanda de personal especializado para atender las necesidades del negocio y áreas de especialidad, alineadas con las estrategias del sector hidrocarburos;
2. Atracción y renovación de talento: incorporar la fuerza de trabajo especializada necesaria para cubrir la operación institucional con un equipo de trabajo alineado con los perfiles de competencia y objetivos de la institución;
3. Actualización y reforzamiento de competencias: definir los perfiles de competencias requeridos por los negocios y áreas de especialidad, que permitan cubrir las necesidades actuales y específicas del sector;
4. Capacitación orientada al negocio: formar, actualizar y fortalecer las capacidades del personal en áreas técnicas, comerciales y de negocio, con la finalidad de que el capital humano esté alineado con los objetivos de cada negocio y apoyar el logro de la misión institucional;
5. Evaluación y retención de personal clave: definir los esquemas de evaluación del desempeño, para incrementar la productividad y resultados del personal y generar la competitividad de negocio en los nuevos escenarios del mercado, y
6. Programación de reemplazos: desarrollar esquemas de sucesión para la cobertura de posiciones clave, con talento que cuente con las competencias y perfiles necesarios por las áreas de negocio y especialidad.

Con ello, el IMP prevé participar de manera competitiva y eficaz en nuevos mercados.

Por lo que corresponde a capacitación de recursos humanos, realizada por el IMP en 2017, se llevaron a cabo 349 eventos de carácter técnico (encuentros, simposios, conferencias, convenciones, seminarios, diplomados, talleres, congresos y cursos), 14.4% más que los programados (305) y 176 eventos transversales<sup>5/</sup> (conocimiento del Negocio del IMP, Congreso Mexicano del Petróleo y el Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos, Formación, SAP, Microsoft Office, Desarrollo de Habilidades para Jefes de Proyecto, Cultura Institucional, Toolbox, Anexo SSPA, Transparencia, SIASSOPA), 39.3% menos que los previstos (290), por lo que en esta última no se alcanzó la meta.

El IMP en el transcurso de la auditoría y con motivo de la intervención de la ASF, instruyó a los responsables de la capacitación, a programar únicamente los eventos de capacitación transversales que previamente se hayan validado con las áreas, y registrar en forma oportuna

---

<sup>5/</sup> Son aquellos en los que la capacitación impartida aborda temas de interés y utilidad para toda la comunidad del IMP.

toda la información de los eventos realizados para la integración de los reportes de resultados de capacitación internos y externos, con lo que se solventa lo observado.

En cuanto a los recursos humanos capacitados, mediante los eventos señalados, se superaron las metas programadas en 2017, ya que con los eventos técnicos se capacitó a 2,508 participantes, 116.8% más que los planeados (1,157), y con los eventos transversales, a 3,869 participantes, 8.4% más que los programados (3,568).

## 5. *Prestación de servicios en materia petrolera*

El análisis se presenta en los apartados siguientes: a) Catálogo de productos y servicios del IMP, b) Servicios solicitados y realizados por el IMP, c) Cumplimiento de metas en la prestación de servicios, d) Satisfacción del cliente como resultado de la optimización de sus procesos y e) Competitividad del IMP en el entorno petrolero, como se muestra a continuación:

### a) Catálogo de productos y servicios del IMP

En 2017, el IMP ofertó 94 productos y servicios y, como hechos posteriores, acreditó que, en 2018, reestructuró su Catálogo de Productos y Servicios como resultado de una evaluación de los servicios que prestaba el instituto y con la finalidad de ofertar los productos y servicios que demanda el mercado, a partir de una visión integral de cliente-mercado. Al respecto, el instituto diseñó la Matriz de Estrategias de Mercado-Producto, para identificar los productos y servicios en función de las variables del valor tecnológico y comercial. Dicha matriz, se incluyó en el Plan de Negocios Institucional 2018-2020, en el que, además, se definieron los sectores distintos al de los hidrocarburos a los cuales se busca ofrecer soluciones tecnológicas de alto valor, para buscar establecer vínculos con empresas privadas, entidades, dependencias gubernamentales y de otros sectores.

Si bien en 2017, aún no se concluía el diseño de la estrategia de comercialización, las actividades del instituto ya se orientaban a la atracción de nuevos clientes. En ese año, el IMP acreditó haber facturado servicios con 41 clientes potenciales, de los cuales, 33 fueron organismos nacionales –como Aeropuertos y Servicios Auxiliares; la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos; Agroindustrias del Balsas S.A. de C.V.; Aymec de México S.A. de C.V.; el Centro Nacional de Control del Gas Natural; la Comisión Estatal de Agua y Saneamiento; la Comisión Nacional de Hidrocarburos; la Comisión Reguladora de Energía; DI Medica S.A. de C.V., entre otros– y 8 empresas extranjeras –Afton Chemical Corporation; Champion Technologies de México S.A. de C.V.; Chemiservis S.A. de C.V.; Cia Sherwin Williams S.A. de C.V.; Hokchi Energy S.A. de C.V.; Innospec Fuel Specialties Llc.; Petróleos del Perú S.A., y Preferred Sands–.

### b) Servicios solicitados y realizados por el IMP

Como consecuencia de la Reforma Energética, el IMP orientó su estrategia institucional para realizar esfuerzos comerciales en tres segmentos: Pemex, que con su reorganización ha

generado distintos clientes; operadores privados, nacionales e internacionales en los que es posible influir, por medio de soluciones tecnológicas de alto valor, y órganos reguladores, que para poder desarrollar los mercados de manera efectiva, requieren de conocimientos y asistencia técnica en materia petrolera.

En 2017, al instituto se le requirió un total de 168 servicios, 67.9% (114) fue solicitado por Pemex; 31.5% (53) por empresas nacionales y 0.6%, (1) por una empresa extranjera. De los 168 servicios solicitados, 158 fueron cobrados en 2017 y 10 servicios se encontraron en gestoría de cobranza en 2018.

c) Cumplimiento de metas en la prestación de servicios

En cuanto al cumplimiento de las metas, en 2017, se logró contratar 81.5% (1,541.0 millones de pesos) de los 1,891 millones de pesos (Mdp) programados en los servicios tecnológicos; 68.0% (450 Mdp) de los 662 programados en los servicios de exploración y producción; 82.9% (955 Mdp) de los 1,152 millones de pesos programados en los servicios de ingeniería, y 176.6% (136 Mdp) de los 77 millones de pesos programados en los servicios de desarrollo de talento, lo que significó que en 3 de los 4 tipos de servicios ofertados no se alcanzaron las metas programadas.

d) Satisfacción del cliente como resultado de la optimización de sus procesos

Para medir la satisfacción de sus clientes, el IMP aplicó un cuestionario que contiene reactivos relacionados con la cadena de valor de los procesos de negocios de dichos clientes y sus actividades operativas, a fin de medir el impacto del producto o servicio entregado.

En una escala del 1 al 10, Pemex manifestó que el grado de influencia de los productos, servicios y tecnologías adquiridos con el instituto fue, en promedio, de 8.5, lo que significa que éstos se orientaron a la optimización de los procesos de la industria petrolera. Sin embargo, el instituto no llevó a cabo este ejercicio con todos sus clientes, por lo que no es posible determinar de forma consistente la satisfacción de los mismos, sobre el efecto de los productos, servicios y tecnologías adquiridas en la optimización de los procesos.

Como hechos posteriores, el IMP acreditó que instruyó las acciones de control necesarias a su personal, el 31 de mayo de 2018, para la aplicación de la Guía para la Medición de la Satisfacción del Cliente, que tiene como objetivo medir el grado de satisfacción del cliente externo en la etapa post-entrega, sobre los resultados de los servicios y productos que proporciona el instituto en materia de investigación y desarrollo tecnológico; además, el instituto actualizó el cuestionario de satisfacción el cual incluye a Pemex y a otros clientes, por lo que podrá medir el impacto tecnológico en la cadena de valor de los procesos de negocio, de forma que el cliente calificará el servicio entregado por el IMP en cuanto a su contenido tecnológico, con lo que se solventa lo observado.



e) Competitividad del IMP en el entorno petrolero

En 2017, el IMP fomentó la realización del estudio “Instituto Mexicano del Petróleo: Inteligencia de Mercado”, elaborado por la empresa IHS Markit, con la finalidad de contar con un análisis de comprensión de mercado sobre el marco competitivo dentro y fuera de México. En dicho documento se analizó la comercialización petrolera y se identificaron las áreas estratégicas; las necesidades de cambios en el marco competitivo; la incorporación de contratos integrados y la competitividad de sus precios; se realizó una evaluación de las oportunidades que ha desarrollado el IMP y se precisaron las líneas de negocio que debe priorizar, entre las que destacan la exploración y las soluciones integrales para la optimización de la exploración de campos, ya que el mercado, la demanda y el panorama competitivo actual presentan interés en estos servicios; así como las líneas potenciales en instalaciones, ingeniería ambiental, software y gestión de talento. El estudio determinó que las dinámicas de cada mercado afectan las oportunidades y los retos del IMP, y lo clasificó con un nivel de competitividad alto.

2017-1-18T00-07-0460-07-001 **Recomendación**

Para que el Instituto Mexicano del Petróleo implemente mecanismos que aseguren el cumplimiento de las metas establecidas para la prestación de servicios tecnológicos, de exploración y producción, y de ingeniería, a fin de cumplir con el artículo 4 del Estatuto Orgánico del IMP, y el artículo 45, párrafo primero, de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria, e informe a la Auditoría Superior de la Federación sobre los resultados de sus acciones para corregir la deficiencia determinada.

6. *Optimización de los procesos de la cadena productiva del petróleo*

a) Contribución en la optimización de los procesos de la industria petrolera

Para asegurar la vinculación de los proyectos de IDT con la optimización de los procesos de exploración, extracción y transformación industrial de los hidrocarburos, en 2017, el IMP contó con el Comité de Investigación, Innovación y Solución (CIIS), el cual aprueba la ejecución de los proyectos, con base en su viabilidad, su alineación con la industria petrolera y beneficios esperados. Asimismo, para supervisar la adecuada ejecución de los proyectos el comité designa un “par técnico”, como especialista de la entidad o empresa a la que se encuentra orientada la investigación y tiene la facultad de evaluar el proceso de ejecución y emitir recomendaciones para mejorar sus efectos.

En ese año, se aprobaron 17 proyectos de IDT, para los que se nombraron 6 pares técnicos para su supervisión: un especialista de Pemex Exploración y Producción, para 6 proyectos; uno de Pemex Transformación Industrial, para 5 proyectos; uno de Pemex Logística, para dos proyectos; uno de operadores privados para dos proyectos; uno de la Secretaría de Energía (SENER) para un proyecto, y uno de la Comisión Reguladora de Energía (CRE) para un proyecto.

Con la revisión de la documentación de los proyectos aprobados se identificó que se estimaron los beneficios y su contribución al desarrollo tecnológico y vinculación con la industria nacional, como se muestra en el cuadro siguiente:

BENEFICIOS ESPERADOS Y PARES TÉCNICOS DE LOS PROYECTOS DE IDT AUTORIZADOS, 2017

Par técnico	Proyecto	Beneficio esperado
TOTAL		17
Pemex Transformación Industrial	H.61053	Contar con catalizadores competitivos con sistema optimizado para la obtención de diésel, que permita cumplir con la Norma Oficial Mexicana NOM-016-CRE-2016.
	H.61052	Diseño y actualización sistemática de nuevas estructuras moleculares para controlar la corrosión en medios alcalinos amargos en la refinación del petróleo.
	D.61064	Disponer de una tecnología integral del proceso catalizador para el hidrotratamiento de nafta de coquizadora, a fin de cumplir con las especificaciones de azufre y nitrógeno en las cargas que se alimentan al proceso de Reformación Catalítica de Naftas y de Isomerización de parafinas.
	H.61060	El diseño de lechos catalíticos (catalizador de HDS-ATHS) permitirá remover de manera efectiva los compuestos de azufre en plantas de media presión para la producción de diésel de ultra bajo azufre sin gastos de inversión.
	H.61051	Número de cetano y lubricidad apropiados para mezclas con diésel y turbosina proveniente de la refinación de crudo.
	D.61065	Obtener ganancias, por aplicación de la tecnología en las refinerías en donde se aplicará.
Subtotal	6	
Pemex Exploración y Producción	D.61063	Administrar la integridad mecánica y la confiabilidad de las instalaciones.
	D.61072	Incremento de vida útil de los pozos petroleros en los campos maduros.
	H.61040	Confiabilidad en el escalamiento y aplicación de la tecnología de emulsiones para el transporte por tubería de crudo.
	H.61054	Eliminar la necesidad de emplear crudos ligeros u otras corrientes para diluir los crudos pesados y poder transportarlos, así como evitar los problemas de incompatibilidad entre crudos provocados por dicha dilución, garantizando que no existan inconvenientes en cuanto a precipitación de sólidos durante su almacenamiento y transporte.
	H.61057	Contar con una solución tecnológica para mejorar la eficiencia de levantamiento del sistema artificial de producción de bombeo neumático en pozos productores de aceite con alto corte de agua.
Subtotal	5	
Pemex Logística	H.61065	Identificación oportuna de las fugas y tomas clandestinas.
	D.61067	Disminución de incidentes de fallas por corrosión interior (fugas).
Subtotal	2	
Operadores Privados	H.61055	El post-procesamiento de datos sísmicos mejora el conocimiento geológico del campo, con lo cual se pueden visualizar estrategias para mejorar la producción del campo.
	H.61059	Mejor caracterización del peligro sísmico con un precio de servicio similar al que ofrece el mercado.
Subtotal	2	
Secretaría de Energía (SENER)	D.61070	Ampliar la cartera de combustibles limpios y bioproductos, mediante el aprovechamiento de biomasa.
Subtotal	1	
SENER/Comisión Reguladora de Energía (CRE)	D.61071	Diversificación y fortalecimiento del mercado de gasolinas al disponer de opciones para formularlas con componentes de alto octano como el etanol y los éteres.
Subtotal	1	

FUENTE: Elaborado por la Auditoría Superior de la Federación con información proporcionada por el Instituto Mexicano del Petróleo, mediante oficio núm. DFA/350509/198/2018 del 27 de abril de 2018.

Los beneficios esperados de los proyectos se relacionan con la optimización de esquemas de inspección y mantenimiento, con base en un mejor pronóstico y evaluación de daños; el incremento de la eficiencia operativa, mediante la reducción de costos sin comprometer la seguridad de las instalaciones; la utilización de catalizadores competitivos; la identificación oportuna de las fugas y tomas clandestinas; la mejora de la caracterización del peligro sísmico con un precio similar al que ofrece el mercado, así como la diversificación y fortalecimiento del mercado de gasolinas.

Asimismo, el instituto acreditó que, en 2017, contó con un portafolio de proyectos de IDT, relacionado directamente con la optimización de los procesos de exploración, extracción y transformación industrial de los hidrocarburos. Durante el periodo 2014-2017, se realizaron 40 proyectos en aguas someras, profundas, gas y petróleo de lutitas, campos maduros y de desarrollo, de los que 32, 80.0%, estaban en ejecución en 2017, los cuales se orientaron a contribuir a optimizar los procesos de exploración, extracción y transformación industrial de los hidrocarburos en dichas zonas, ya que se enfocaron en mejorar su potencial.

Además, la instauración del CTAP tiene entre sus objetivos proveer tecnologías y servicios de alto contenido a la industria petrolera para un desarrollo acelerado y eficiente de campos en aguas profundas y ultra-profundas; asimismo, su laboratorio de simulación numérica de fenómenos meteoceánicos e hidrodinámico tiene, como vertiente de estudio, la modelación numérica para evaluación, diseño y optimización de sistemas flotantes de producción, líneas de amarre y ductos, lo que contribuye a la optimización de los procesos de la cadena productiva del petróleo.

#### b) Contribución en la generación de valor

En 2017, el IMP careció de una estrategia para la generación de valor; sin embargo, acreditó que, en 2018, instrumentó, en su Plan de Negocios Institucional (PNI) 2018-2020, directrices para regular su operación, en lo referente al incremento de los ingresos y la generación de valor económico en la industria petrolera, la cual se orienta a dar servicios de alto valor agregado a la operación del sector hidrocarburos, apalancándose en el desarrollo y explotación de los avances tecnológicos para atender los retos y oportunidades de los distintos actores de la industria.

Asimismo, se señala que la oferta de valor que el IMP ofrece a la industria petrolera, mediante sus productos, servicios y tecnologías, está integrada en 20 líneas de negocio: 7 de la Dirección de Servicios en Exploración y Producción, 7 de la Dirección de Servicios de Ingeniería y 6 de la Dirección de Desarrollo de Talento, como se muestra en el cuadro siguiente:

## LÍNEAS DE NEGOCIO POR DIRECCIÓN DE NEGOCIO DEL IMP

Dirección de negocio	Líneas de negocio	PST	Part. (%)
Servicios en exploración y producción	Evaluación de yacimientos	9	10.3
	Exploración	17	19.5
	Perforación, terminación y mantenimiento de pozos	5	5.7
	Productividad de pozos	3	3.4
	Recuperación de hidrocarburos	3	3.4
	Sistemas e instalaciones de producción	6	6.9
	Sistemas y herramientas de adquisición y procesamiento de datos	2	2.3
	Subtotal	45	51.7
Servicios de Ingeniería	Confiabilidad	6	6.9
	Estudios económicos	3	3.4
	Gerenciamiento de proyectos	2	2.3
	Ingeniería básica	7	8.0
	Ingeniería de detalle	5	5.7
	Medio ambiente	5	5.7
	Tratamientos químicos	4	4.6
	Subtotal	32	36.8
Desarrollo de Talento	Aprendizaje y desarrollo	2	2.3
	Certificación de competencias	2	2.3
	Gestión de talento	1	1.1
	Posgrado	3	3.4
	Soluciones de gestión de negocio	1	1.1
	Soluciones de gestión de tecnología	1	1.1
	Subtotal	10	11.5
<b>Total</b>	<b>87</b>	<b>100.0</b>	

FUENTE: Elaborado por la Auditoría Superior de la Federación, con información proporcionada por el IMP, mediante oficio núm. DFA/350509/198/2018 del 27 de abril de 2018.

PST: Productos, servicios y tecnologías.

Mediante esta oferta de valor, el IMP ofrece a la industria petrolera 87 productos, servicios y tecnologías, de los que 51.7% (45) corresponde a servicios en exploración y producción, 36.8% (32) a servicios de ingeniería y 11.5% (10) a desarrollo de talento.

Respecto de los resultados de los proyectos de IDT para contribuir a la creación de valor económico, el IMP indicó que el conocimiento generado y su aplicación es el principal resultado de los proyectos de investigación, el cual se registra como propiedad intelectual, mediante patentes, marcas registradas y derechos de autor. Al respecto, en el PNI 2018-2020, se estableció la “Estrategia de protección y explotación de la Propiedad Intelectual”, con objeto de capitalizar y maximizar el valor de su patrimonio, por medio de la comercialización y explotación de sus servicios, para lo cual estableció tres estrategias y nueve iniciativas específicas, orientadas a mantener un portafolio actualizado de la propiedad intelectual del instituto en todas sus formas; realizar una valuación de ésta para determinar su potencial de comercialización; formular una estrategia de propiedad intelectual para cada proyecto; promover el contenido tecnológico de la oferta de valor del IMP con los clientes actuales y potenciales, así como mantener la posición competitiva de la propiedad intelectual vía la vigilancia tecnológica para fortalecer y/o crear barreras de entrada.

El registro de patentes del IMP en el periodo 2014-2017, se incrementó 48.1% en promedio anual, al pasar de 4 a 13; los derechos de autor en 22.5%, ya que pasaron de 55 en 2014 a 101 en 2017. Lo anterior acredita que el IMP fomentó que la investigación y el desarrollo tecnológico se fortalecieran para registrar sus resultados como propiedad intelectual y, con ello, establecer bases innovadoras que contribuyan a mejorar los procesos de la industria petrolera en el periodo 2014-2017.

#### **7. Recursos económicos en investigación científica y desarrollo tecnológico**

En el periodo 2014-2017, el presupuesto ejercido por el IMP, en el programa presupuestario E006 “Investigación en materia petrolera” disminuyó 24.9% en promedio anual, al pasar de 1,722,375.1 a 730,797.0 miles de pesos (mdp). En ese año, el presupuesto ejercido representó 55.9% del monto modificado de 1,307,878.3 mdp; lo anterior, debido a la reprogramación de proyectos de investigación, lo que significó un ajuste en la adquisición de materiales, así como la contratación de servicios para el desarrollo de dichos proyectos; sin embargo, no acreditó las causas por las que reprogramó dichos proyectos, lo que no asegura que el instituto generó información útil, confiable y oportuna.

Por lo que corresponde al programa E007 “Prestación de servicios en materia petrolera”, de 2014-2017, el presupuesto ejercido disminuyó en 18.8% en promedio anual, al pasar de 3,848,293.9 a 2,059,278.4 mdp. En ese año el presupuesto ejercido representó 62.2% del modificado de 3,308,482.9 mdp, de acuerdo con el IMP, esto se debió a que la demanda de servicios disminuyó por parte de Pemex.

Adicionalmente, en 2017, se autorizó al IMP un presupuesto de 2,100,389.2 mdp para la ejecución de 33 proyectos de investigación y desarrollo tecnológico en materia de exploración y producción, provenientes del Fondo Sectorial CONACyT–SENER–Hidrocarburos (FSCSH) y del Fondo de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico (FICDT), de los cuales, el instituto ejerció, en ese año, 254,656.0 mdp, lo que representó 12.1% de lo programado. Dichos recursos se asignaron a proyectos plurianuales, cuya ejecución concluirá en 2022, por lo que, de acuerdo con el instituto, el total de recursos se ejercerá en los años subsecuentes.

Por lo que corresponde al “Índice de sustentabilidad de la investigación y desarrollo tecnológico”, que mide la proporción en que se recupera la inversión en investigación y desarrollo tecnológico, mediante ingresos asociados con la aplicación de sus resultados en proyectos de servicios y comercialización directa, se superó la meta propuesta en 7.5%, ya que se previó que en 2017, por cada peso invertido en investigación y desarrollo tecnológico, se recuperaran, por medio de ingresos asociados con dicha investigación, 0.4 millones de pesos, y se recobraron 0.43 millones.

El IMP, desde su creación en 1965, ha generado sus propios recursos económicos para su operación, mediante la venta de productos, procesos y servicios otorgados como resultado de las tecnologías desarrolladas; no obstante, en el periodo 2014-2017, éstos se redujeron 31.1%, en promedio anual, al pasar de 4,255,532.7 a 1,394,787.5 mdp; lo anterior, debido a la contracción por parte de Pemex en los últimos años, ya que en 2014, 95.0% de la facturación del instituto era con Pemex, mientras que en 2017 representó menos del 60.0%; asimismo, para 2018 el instituto proyectó que será menor.

Ante este escenario, en el Plan de Negocios Institucional 2018-2020, se estableció una estrategia comercial que tiene la finalidad de incrementar los ingresos anuales por la comercialización de productos, servicios y tecnologías y lograr un reconocimiento de la marca en el mercado nacional e internacional; asimismo, se establecieron cuatro estrategias específicas: de precios; de mercado-producto; de la administración de la relación con el cliente, y de promoción, publicidad y posicionamiento de marca.

#### 2017-1-18T00-07-0460-07-002 **Recomendación**

Para que el Instituto Mexicano del Petróleo implemente mecanismos de control para que los proyectos de investigación se realicen con oportunidad, a fin de evitar la reprogramación de dichas actividades y para contar con sistemas de información y comunicación útiles, confiables y oportunos, que permitan acreditar las causas por las que se pospone la realización de los proyectos, conforme al artículo segundo, numeral 9, norma cuarta, del Acuerdo por el que se emiten las Disposiciones y el Manual Administrativo de Aplicación General en Materia de Control Interno, e informe a la Auditoría Superior de la Federación de las medidas adoptadas para corregir las deficiencias detectadas.

#### **8.** *Sistema de Evaluación del Desempeño*

El objetivo de nivel Fin de la MIR de los Programas presupuestarios (Pp) E006 “Investigación en Materia Petrolera” y E007 “Prestación de Servicios en Materia Petrolera” se alineó, en términos generales, con el Plan Nacional de Desarrollo (PND) y con el Programa Sectorial de Energía (PROSENER) de 2013-2018, ya que se orientaron a abastecer de energía al país con precios competitivos, calidad y eficiencia a lo largo de la cadena productiva y a fortalecer la seguridad operativa, actividades de apoyo, conocimiento, capacitación, financiamiento y proveeduría en las distintas industrias energéticas nacionales, así como a la optimización de la capacidad productiva y de transformación de hidrocarburos.

Aun cuando el IMP identificó, en los Pp E006 y E007, que el problema público fue consistente con el fenómeno problemático reconocido en los instrumentos normativos de la política pública y los documentos de planeación de mediano plazo, no se plantearon como un hecho negativo, o como una situación que debe ser revertida.

Los objetivos de nivel Fin de la MIR de los Pp E006 y E007, aun cuando fueron congruentes con los documentos de planeación de mediano plazo, no se correspondieron con los efectos de los árboles de problemas, ni con los fines de los árboles de objetivos; además, los de Componente y Actividad no fueron congruentes con los factores causales, ni con los medios establecidos en dichos árboles.

En cuanto al análisis de la lógica vertical de la MIR del Pp E006, la alineación fue congruente con el objetivo del PND 2013-2018, referente a abastecer de energía al país con precios competitivos, calidad y eficiencia a lo largo de la cadena productiva, ya que el de nivel Fin se orientó a la contribución del IMP en el fortalecimiento de la seguridad operativa, actividades de apoyo, conocimiento, capacitación, financiamiento y proveeduría en las distintas industrias nacionales, mediante la maximización de la generación de valor de los procesos en exploración, producción y transformación de hidrocarburos, distribución y logística del sector nacional de hidrocarburos, con la provisión de tecnologías petroleras innovadoras y competitivas, como se señala en los objetivos de nivel Propósito y Componente, por medio de la administración de recursos financieros y la cartera de proyectos de investigación y desarrollo tecnológico del nivel Actividad.

Asimismo, la sintaxis de los objetivos cumplió con la Metodología del Marco Lógico, ya que en el de Fin se señaló el “qué”, el “mediante” y el “cómo”; en el de Propósito se identificó la población objetivo, la acción del sujeto y el complemento; en el de Componente se señalaron los productos o servicios a entregar y en el de Actividad se respetó la estructura establecida al señalar las actividades realizadas.

En lo referente a la lógica horizontal, el indicador de nivel Fin de la MIR del Pp E006 no permitió evaluar la contribución del programa en el objetivo del mismo; además, el método de cálculo del indicador “Venta de las tecnologías desarrolladas” no fue claro y no tuvo relación con la denominación del indicador. En cuanto al de Propósito, el método de cálculo fue consistente con su denominación; sin embargo, no fue suficiente para medir su objetivo; asimismo, la variable utilizada del indicador “Patentes innovadoras obtenidas”, correspondiente al nivel Componente, no permitió medir con claridad el objetivo del nivel.

En lo que respecta a la lógica vertical del Pp E007, el objetivo de nivel Propósito busca contribuir al logro de Fin, debido a que la provisión de servicios técnicos y soluciones tecnológicas innovadoras y competitivas coadyuvan a que el sector nacional cuente con procesos de exploración, producción, transformación de hidrocarburos, distribución y logística con una generación de valor maximizada, mediante los servicios técnicos y soluciones tecnológicas, innovadoras y competitivas como señala el objetivo de Componente, por medio de las actividades de administración de los proyectos de servicios y soluciones tecnológicas del IMP.

Asimismo, la sintaxis de los objetivos cumple con la Metodología del Marco Lógico, ya que en el de Fin se señala el “qué”, el “mediante” y el “cómo”; en el de Propósito se identifica a la población objetivo, la acción del sujeto y el complemento; en el de Componente se señalan los productos o servicios a entregar y en el de Actividad se respetó la estructura establecida al señalar las actividades realizadas.

En lo referente a la lógica horizontal del Pp E007, el indicador de nivel Fin fue inadecuado, ya que no permitió evaluar la contribución del programa presupuestario, el de nivel Propósito fue insuficiente para evaluar su objetivo, ya que el Índice de proyectos de servicios y soluciones tecnológicas de alto valor no se relacionó con los procesos de exploración, producción, transformación de hidrocarburos, distribución y logística con una generación de valor maximizada, derivados de la provisión de servicios técnicos y soluciones tecnológicas innovadoras y competitivas; en cuanto al nivel de Componente, la variable utilizada en el indicador “Satisfacción del cliente” no permitió medir con claridad el objetivo del nivel; asimismo, el indicador “Proyectos de servicios técnicos y soluciones tecnológicas” fue inadecuado, ya que su construcción se realizó en términos absolutos e impide tener un referente para conocer si los proyectos fueron innovadores y competitivos; por lo que no permitió monitorear, ni evaluar sus resultados; además, el “Índice de eficiencia del costo de los proyectos de servicios técnicos y soluciones tecnológicas, el nivel de Actividad no precisó el costo de lo que pretende medir; además, la fórmula para calcular el “Índice de calidad de los servicios técnicos y soluciones tecnológicas” no fue adecuada, debido a que la cantidad de entregables aprobados y programados no se vincula con el índice de calidad de los servicios técnicos y soluciones tecnológicas.

La entidad fiscalizada registró el avance de los indicadores a su cargo para los informes trimestrales de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público.

#### 2017-1-18T00-07-0460-07-003 **Recomendación**

Para que el Instituto Mexicano del Petróleo con base en la identificación precisa del problema y la correcta definición de los objetivos, expresados en los árboles correspondientes, perfeccione la MIR del programa presupuestario E006 "Investigación en Materia Petrolera", a fin de que, en su lógica horizontal, el indicador de nivel Fin sea adecuado para evaluar el objetivo de dicho nivel; que el método de cálculo del índice "Venta de las tecnologías desarrolladas" sea claro y tenga relación con la denominación; para que el de Propósito sea suficiente para medir su objetivo, y que la variable utilizada del indicador "Patentes innovadoras obtenidas", correspondiente al nivel Componente, permita medir con claridad el objetivo del mismo, en términos de la Guía para el diseño de la Matriz de Indicadores para Resultados (MIR) numerales IV.2.2, "Secuencia de elaboración de la MIR y diseño de la estructura analítica del programa presupuestario", y IV.2.1. "Contenido de la MIR", e informe a la Auditoría Superior de la Federación de los mecanismos emprendidos para corregir la deficiencia detectada.



**2017-1-18T00-07-0460-07-004 Recomendación**

Para que el Instituto Mexicano del Petróleo con base en la identificación precisa del problema y la correcta definición de los objetivos, expresados en los árboles correspondientes, perfeccione la MIR del programa presupuestario E007 "Prestación de Servicios en Materia Petrolera", a fin de que, en la lógica horizontal, el indicador de nivel Fin permita evaluar la contribución del programa y el de Propósito su objetivo; que la variable utilizada en el indicador "Satisfacción del cliente" mida el objetivo del nivel; que el índice "Proyectos de servicios técnicos y soluciones tecnológicas" permita monitorear y evaluar sus resultados; que el "Índice de eficiencia del costo de los proyectos de servicios técnicos y soluciones tecnológicas", precise el costo de lo que pretende medir, y que la fórmula del indicador "Índice de calidad de los servicios técnicos y soluciones tecnológicas", la cantidad de entregables aprobados y programados se vincule con el índice de calidad de los servicios técnicos y soluciones tecnológicas, en términos de lo establecido en la Guía para el diseño de la Matriz de Indicadores para Resultados (MIR) numerales IV.2.2, "Secuencia de elaboración de la MIR y diseño de la estructura analítica del programa presupuestario", y IV.2.1. "Contenido de la MIR", e informe a la Auditoría Superior de la Federación de los mecanismos emprendidos para corregir la deficiencia detectada.

**9. Rendición de Cuentas**

En la estrategia programática del PEF 2017, se estableció para el IMP el mandato de generar investigación y desarrollo tecnológico, fomentar la alineación integral con Pemex en investigación y desarrollo tecnológico, así como realizar la prestación de servicios, por medio de soluciones integrales de calidad.

En la Cuenta Pública 2017, el IMP reportó, para el programa presupuestario E006 "Investigación en Materia Petrolera", haber devengado 60.8% (795,253.1 mdp) del presupuesto modificado de 1,307,878.3 mdp, y para el programa E007 "Prestación de Servicios en Materia Petrolera", 68.4% (2,263,246.5 mdp) del modificado de 3,308,482.9 mdp, como consecuencia de la reducción en la contratación de proyectos por las empresas productivas subsidiarias de Pemex.

Asimismo, la entidad fiscalizada reportó que, en el ámbito nacional, el instituto es la institución con el mayor número de patentes concebidas, que publicó artículos en revistas arbitradas; que la plantilla de personal al 31 de diciembre de 2017 se conformó de 2,415 plazas y 122 personas de honorarios, en tanto que al cierre del ejercicio 2016 se contaba con 2,549 y 123, respectivamente, la variación de 134 plazas y 1 de honorarios; que al cierre de 2017, la cartera total de proyectos de IDT en ejecución fue de 80, y que, en 2017, se continuaron las actividades de construcción y equipamiento del CTAP; además, la Secretaría de Energía reportó en la Cuenta Pública que el instituto cumplió con lo establecido en la Estrategia Programática del PEF 2017; además, en la Cuenta Pública de 2017, el instituto informó los principales resultados obtenidos, con lo que se solventa lo observado.

## **10. Evaluación del Sistema de Control Interno**

En 2017, el control interno del Instituto Mexicano del Petróleo cumplió con las normas segunda, tercera, cuarta y quinta, ya que acreditó que definió metas y objetivos relacionadas con la institución; implementó mecanismos de actualización permanente y difusión; además, analizó y respondió a los riesgos; consideró el riesgo de corrupción; diseñó actividades de control que le permitieron registrar, autorizar y revisar el resguardo de archivos; seleccionó y desarrolló actividades basadas en tecnologías de la información y comunicaciones; instrumentó mecanismos que generaron información relevante y de calidad, y comunicó internamente informes, actas y reuniones realizadas en el instituto; no obstante, presentó deficiencias en elementos de la primera norma de control interno, debido a la carencia de mecanismos para asegurar la actualización de las Reglas de Operación del Comité de Innovación, Investigación y Soluciones.

Al respecto, el IMP, en el transcurso de la auditoría y con motivo de la intervención de la ASF, instruyó las acciones de control necesarias mediante la aprobación del acuerdo CA-059/2018 en la Sesión 211 Ordinaria del Consejo de Administración del 22 de agosto de 2018, la actualización de las Reglas de Operación del CIIS, con lo que se solventa lo observado.

## **11. Avances en el cumplimiento de las metas y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)**

En 2017, el IMP estableció comunicación con la Secretaría de Energía para esclarecer temas relacionados con la Agenda 2030 y su vinculación con la investigación y el desarrollo tecnológico; además, implementó proyectos relacionados con las metas establecidas en el objetivo núm. 7 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), tal es el caso del desarrollo de los mapas de ruta de biocombustibles, así como la participación en los retos de la Iniciativa “Mission Innovation”, entre ellos el de materiales energéticos limpios y biocombustibles sustentables; asimismo, invitó a expertos del IMP a participar en reuniones de investigación y desarrollo tecnológico en biocombustibles y reducción del uso de combustibles fósiles en ciudades.

### **Consecuencias Sociales**

Si bien en 2017, el IMP no dispuso de una estrategia integral fundamentada en un diagnóstico de los problemas de la industria petrolera, que le permitiera enfrentar los nuevos retos de la Reforma Energética, acreditó que, en 2018, definió su Plan de Negocios Institucional 2018-2020, en el que identificó los problemas de la industria, con el que pretende asegurar que la investigación y el desarrollo tecnológico se orienten a atender dichos problemas, fortalecer la infraestructura científica y tecnológica del país, asimilar y generar tecnologías para el diseño, desarrollo y operación de campos en aguas profundas y ultraprofundas; capacitar al personal responsable de realizar la investigación y desarrollo tecnológico; contribuir en la optimización de los procesos del sector hidrocarburos, diversificar sus productos en el mercado nacional e internacional y generar valor económico en beneficio de la industria petrolera.

**Resumen de Observaciones y Acciones**

Se determinaron 9 observaciones, las cuales 6 fueron solventadas por la entidad fiscalizada antes de la integración de este informe. Las 3 restantes generaron: 4 Recomendaciones al Desempeño.

**Dictamen**

El presente se emite el 21 de septiembre de 2018, fecha de conclusión de los trabajos de auditoría. Ésta se practicó sobre la información proporcionada por la entidad fiscalizada de cuya veracidad es responsable; fue planeada y desarrollada, con el fin de fiscalizar la contribución del IMP para atender los problemas y necesidades en materia de hidrocarburos, mediante proyectos de investigación científica y desarrollo tecnológico, así como capacitación especializada y prestación de servicios, a fin de apoyar a la industria petrolera nacional. Se aplicaron los procedimientos y las pruebas que se estimaron necesarios; en consecuencia, existe una base razonable para sustentar este dictamen.

En la planeación nacional y sectorial de energía del periodo 2013-2018, se señala que la capacidad de producción y refinamiento de los petrolíferos en el país ha disminuido en los últimos años; en contraste, la demanda nacional de gasolinas y diésel ha aumentado como resultado del incremento del parque vehicular; lo anterior, ha creado un déficit en el abasto de energéticos; además, se estimó que México cuenta con 114.8 mil millones de barriles de petróleo crudo, adicionales a las reservas probadas, probables y posibles, de ese total, 24.4% corresponde a recursos convencionales, 23.2% son no convencionales en aguas profundas y 52.4% a recursos no convencionales de lutita<sup>6/</sup>; sin embargo, transformarlos en reservas representa un reto importante, debido a la limitada disponibilidad financiera y de recursos humanos y a la complejidad técnica y operativa de los proyectos de exploración y producción.

En 2013, se publicó el Decreto por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en Materia Energética, el cual señala que la investigación y el desarrollo tecnológico son la base para generar valor económico, por lo que resulta necesario reestructurar el Instituto Mexicano del Petróleo (IMP) para fortalecerlo, convertirlo en soporte técnico y tecnológico para Petróleos Mexicanos (Pemex) y el resto de la industria petrolera, que proporcione servicios tecnológicos orientados a optimizar los procesos de producción y transformación industrial; que Pemex podrá llevar a cabo la investigación y el desarrollo tecnológico, por medio del IMP o de cualquier tercero especializado, y que se deberán realizar las adecuaciones que correspondan a la organización

---

<sup>6/</sup> Es un sistema petrolero de rocas arcillosas orgánicamente ricas y de muy baja permeabilidad, que actúan a la vez como generadoras, almacenadoras, trampa y sello.

y funcionamiento del instituto, con el fin de que pueda participar de manera competitiva y eficaz en la atención de las necesidades de la industria petrolera.<sup>2/</sup>

Al respecto, en 2014, se publicó el Decreto por el que se reforma el diverso por el que se crea el Instituto Mexicano del Petróleo como Organismo Descentralizado, en el que se indica que el IMP se establece como un organismo con personalidad jurídica y patrimonio propios, autonomía de decisión técnica, operativa y administrativa, sectorizado a la Secretaría de Energía;<sup>3/</sup> además, con el propósito de incentivar el desarrollo de la industria petrolera, en la estrategia programática del PEF 2017, se estableció el mandato de generar investigación y desarrollo tecnológico, fomentar la alineación integral con Pemex en investigación y desarrollo tecnológico, así como realizar la prestación de servicios.

Los resultados de la auditoría mostraron que, en 2017, el IMP no dispuso de una estrategia integral fundamentada en un diagnóstico de los problemas de la industria petrolera, debido a que en su Programa Estratégico Institucional 2017-2023, no se identificaron los problemas de la industria. Como hechos posteriores, para 2018, el instituto acreditó que definió su Plan de Negocios Institucional 2018-2020, en el cual incluyó la identificación de los problemas de la industria petrolera; además, dicho plan se conformó por un análisis que contiene el marco competitivo en la industria, la segmentación y la cuantificación del mercado potencial, así como los retos y oportunidades del instituto; una propuesta de negocio, integrada por las tareas funcionales de la cadena de valor y los elementos diferenciadores del IMP; una estrategia comercial con la oferta de productos y servicios, y la promoción para el posicionamiento de la marca, así como un modelo integral de gestión de talento y de capital humano por competencias, y lineamientos para la protección y explotación de la propiedad intelectual.

Referente al fortalecimiento de la infraestructura científica y tecnológica, el IMP acreditó que, en 2017, continuó con la construcción y equipamiento del Centro de Tecnología en Aguas Profundas (CTAP) y que se inauguró en 2018, con el objetivo de asimilar y generar tecnologías para el diseño, desarrollo y operación de campos en aguas profundas y ultraprofundas; formar recursos humanos especializados y proveer servicios de alto contenido tecnológico para la industria petrolera. La construcción de las instalaciones se realizó con una inversión de 1,682,981.7 miles de pesos (mdp) y cuenta con cinco laboratorios orientados a resolver problemáticas específicas de la industria petrolera.

Además, el instituto acreditó que, en 2017, contó con el Comité de Innovación, Investigación y Soluciones (CIIS) para regular, orientar y promover que la investigación y el desarrollo tecnológico atiendan aspectos prioritarios y de valor para la industria; sin embargo, de los 17 proyectos aprobados en ese año, en dos (11.8%) no acreditó el cumplimiento de todos los

---

<sup>2/</sup> DOF, 2013, Decreto por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en Materia de Energía, Diario Oficial de la Federación, México.

<sup>3/</sup> DOF, 2014, "Decreto por el que se reforma el diverso por el que se crea el Instituto Mexicano del Petróleo como Organismo Descentralizado, publicado el 26 de agosto de 1965", Diario Oficial de la Federación, México.

criterios establecidos en las Reglas de Operación del CIIS, lo que evidenció deficiencias en los mecanismos de control del instituto y, con ello, la posibilidad de garantizar que dichos proyectos, contribuyan a generar valor para la industria petrolera. Con motivo de la intervención de la ASF, en 2018, el IMP implementó un sistema de control documental de los proyectos de investigación y desarrollo tecnológico del instituto, el cual asegura y verifica de manera sistematizada el cumplimiento de los criterios establecidos en las citadas reglas.

Sobre la capacitación al personal responsable de realizar la investigación y desarrollo tecnológico, el instituto acreditó que, en 2017, contó con un Programa Anual de Capacitación, el cual se fundamentó en el Diagnóstico de Necesidades de Capacitación, conformado por un catálogo anual de temáticas técnicas específicas de cada unidad administrativa, con el que se llevaron a cabo 349 eventos de carácter técnico, 14.4% más que los planeados (305) y 176 eventos transversales<sup>9/</sup>, 39.3% menos que los programados (290), por lo que no se alcanzó la meta establecida; no obstante, el IMP en el transcurso de la auditoría y con motivo de la intervención de la ASF, implementó medidas de control y monitoreo para asegurar el cumplimiento, con oportunidad y eficiencia, de las metas programadas para el número de eventos transversales de capacitación.

En cuanto a los recursos humanos capacitados, se superaron las metas programadas, ya que se capacitó a 2,508 participantes con eventos técnicos, 116.8% más que los proyectados (1,157), y 3,869 con transversales, 8.4% más que los previstos (3,568); sin embargo, en el diagnóstico y en el programa de capacitación no se definieron los planteamientos para estructurar una propuesta integral para atender las necesidades del sector. No obstante, en 2018, el IMP estableció en el Plan de Negocios Institucional 2018-2020, líneas estratégicas en materia de capacitación para fortalecer el capital humano, por medio de la planificación de la fuerza de trabajo; atracción y renovación de talento; actualización y reforzamiento de competencias; capacitación orientada al negocio, evaluación y retención de personal clave.

En 2017, al IMP se le requirieron 168 servicios, 67.9% (114) de Pemex, 31.5% (53) por empresas nacionales y 0.6% (1) por una empresa extranjera. No obstante, no alcanzó la meta vinculada con los ingresos, ya que facturó 80.2% (3,082.0 millones de pesos) de los 3,841.0 millones de pesos programados.

En cuanto a la optimización de los procesos de la industria petrolera, el IMP, mediante la prestación de servicios, aplicó, en 2017, un cuestionario con reactivos relacionados con la cadena de valor, en el que, en una escala del 1 al 10, Pemex manifestó que el grado de influencia de los productos, servicios y tecnologías adquiridos fue, en promedio, de 8.5; sin embargo, el instituto no llevó a cabo este ejercicio con todos sus clientes, por lo que no fue posible determinar su contribución en la optimización de los procesos de la industria, ya que, en ese año, los servicios otorgados a Pemex representaron 67.8% del total realizado. Con motivo de la intervención de la ASF, en 2018, el IMP elaboró la Guía para la Medición de la

---

<sup>9/</sup> Son aquellos en los que la capacitación impartida aborda temas de interés y utilidad para toda la comunidad del IMP.

Satisfacción del Cliente, que tiene como objetivo medir el grado de satisfacción del cliente externo en la etapa post-entrega, sobre los resultados de los servicios y productos que proporciona el instituto en materia de investigación y desarrollo tecnológico.

Referente a la competitividad del IMP en el entorno petrolero, el instituto acreditó que, en 2017, se llevó a cabo el estudio “Instituto Mexicano del Petróleo: Inteligencia de Mercado”,<sup>10/</sup> en el que se realizó una evaluación de las oportunidades del IMP y se concluyó que entre las líneas de negocio que debe priorizar se encuentran las soluciones integrales para la optimización de la exploración de campos, ya que el mercado presenta interés en estos servicios; además, se clasificó al instituto con un nivel de competitividad alto.

En lo que respecta a la generación de valor, en 2017, el IMP careció de una estrategia en la materia; sin embargo, acreditó que, en 2018, instrumentó, en su Plan de Negocios Institucional 2018-2020, directrices para regular su operación, en lo referente al incremento de los ingresos y la generación de valor económico en la industria petrolera.

El IMP, desde su creación en 1965, ha generado sus propios recursos económicos para su operación, mediante la venta de productos, procesos y servicios otorgados como resultado de las tecnologías desarrolladas; no obstante, en el periodo 2014-2017, éstos se redujeron 31.1%, en promedio anual, al pasar de 4,255,532.7 a 1,394,787.5 mdp; lo anterior, debido a la contracción de inversión y gasto de operación que tuvo Pemex en los últimos años, ya que en 2014, 95.0% de la facturación del instituto era con Pemex, y en 2017 representó menos del 60.0%; además, el presupuesto en el programa presupuestario E006 “Investigación en materia petrolera” decreció 24.9% en promedio anual, al pasar de 1,722,375.1 a 730,797.0 mdp, mientras que en el programa E007 “Prestación de Servicios en Materia Petrolera” disminuyó en 18.8% en promedio anual, al pasar de 3,848,293.9 a 2,059,278.4 mdp, en el periodo referido. Al respecto, el instituto acreditó que en su Plan de Negocios Institucional 2018-2020, definió una estrategia que tiene la finalidad de incrementar los ingresos por la comercialización de productos, servicios y tecnologías.

Respecto del Sistema de Evaluación del Desempeño, el IMP, en 2017, contó con las matrices de indicadores para resultados de los Programas presupuestarios (Pp) E006 “Investigación en Materia Petrolera” y E007 “Prestación de Servicios en Materia Petrolera”; sin embargo, sus indicadores presentaron deficiencias para evaluar su objetivo; además, aun cuando el problema público fue consistente con el fenómeno problemático reconocido en los instrumentos normativos de la política pública y los documentos de planeación de mediano plazo, éste no se formuló como un hecho negativo o como una situación que debe ser revertida.

En materia de rendición de cuentas, el IMP reportó información relacionada con la construcción y equipamiento del Centro de Tecnología para Aguas Profundas, así como las patentes concebidas, los cambios en la plantilla del personal del instituto y la cartera de

---

<sup>10/</sup> Estudio realizado por IHS Markit, el 29 de noviembre de 2017.

proyectos de investigación; además, la Secretaría de Energía reportó, en la Cuenta Pública, que el instituto cumplió con lo establecido en la Estrategia Programática del PEF 2017 referente a generar investigación y desarrollo tecnológico, fomentar la alineación integral con Pemex, formar investigadores y especialistas en la innovación de procesos en materia de hidrocarburos y prestar servicios, por medio de soluciones integrales de calidad.

Por lo que corresponde a su contribución para cumplir los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), en 2017, el instituto estableció comunicación con la Secretaría de Energía para esclarecer temas relacionados con la Agenda 2030; además, implementó acciones para que la investigación y el desarrollo tecnológico se vincularan con el objetivo núm. 7 de los ODS, referente a garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos.

En opinión de la Auditoría Superior de la Federación, el IMP, en 2017, no dispuso de una propuesta integral para atender las necesidades de capacitación del sector y no definió una estrategia integral fundamentada en un diagnóstico de los problemas de la industria petrolera, dirigida a generar investigación y desarrollo tecnológico ante los cambios de la Reforma Energética; además, si bien contó con el Comité de Innovación, Investigación y Soluciones (CIIS) para regular, orientar y promover que los proyectos de investigación realizados atiendan aspectos prioritarios del sector hidrocarburos, no acreditó que dos (11.8%) de los 17 proyectos aprobados en ese año cumplieran con los criterios establecidos en las Reglas de Operación del CIIS; capacitó a 2,508 participantes con eventos técnicos, 116.8% más que los proyectados (1,157), y 3,869 con transversales, 8.4% más que los previstos (3,568).

Asimismo, aun cuando atendió 168 solicitudes de servicio, 67.9% (114) a Pemex, 31.5% (53) a empresas nacionales y 0.6% (1) a una empresa extranjera, no alcanzó la meta vinculada con los ingresos, como consecuencia de dicha prestación, ya que facturó 80.2% (3,082.0 millones de pesos) de los 3,841.0 millones de pesos programados; si bien aplicó un cuestionario a Pemex para conocer el grado de influencia de los productos, servicios y tecnologías, en el que obtuvo una calificación de 8.5, en una escala del 1 al 10, no lo llevó a cabo con todos sus clientes; careció de una estrategia dirigida a incrementar la generación de valor, contó con matrices de indicadores para resultados de los Programas presupuestarios E006 "Investigación en Materia Petrolera" y E007 "Prestación de Servicios en Materia Petrolera", pero sus indicadores presentaron deficiencias para evaluar su objetivo; además, implementó acciones para que la investigación y el desarrollo tecnológico se vincularan con el objetivo núm. 7 de los ODS, referente a garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos.

Ante este escenario, y como hechos posteriores, el IMP en 2018, en su Plan de Negocios Institucional 2018-2020, realizó adecuaciones en su organización y funcionamiento para participar de manera competitiva y eficaz en la atención de las necesidades de la industria petrolera, por medio de la diversificación de sus clientes: Pemex; operadores privados, tanto nacionales como internacionales, y órganos reguladores, dicho plan se conformó por un análisis de mercado; una propuesta de valor del negocio; una estrategia comercial; líneas de

recursos humanos para la gestión de talento por competencias, y lineamientos para la protección y explotación de la propiedad intelectual, con lo que pretende, entre otras cosas, atender los problemas y las necesidades del sector; contribuir en la optimización de los procesos de la industria petrolera; diversificar sus productos para atraer clientes distintos del sector hidrocarburos y contribuir a la generación de valor en sus clientes. Además, inauguró el Centro de Tecnología en Aguas Profundas, con el objetivo de asimilar y generar tecnologías para el diseño, desarrollo y operación de campos en aguas profundas y ultraprofundas, y proveer servicios de alto contenido tecnológico para la industria petrolera.

La atención de las recomendaciones de la ASF permitirá al Instituto Mexicano del Petróleo contar con medidas de control para asegurar el cumplimiento de las metas programadas para la prestación de servicios tecnológicos, de exploración y producción, y de ingeniería, así como que los proyectos de investigación se realicen con oportunidad, y que cuente con indicadores que permitan medir con claridad los objetivos establecidos en los programas presupuestarios a cargo del instituto.

***Servidores públicos que intervinieron en la auditoría:***

Director de Área

Director General

Lic. Edgar López Trejo

Ronald Pieter Poucel Van Der Mersch

***Comentarios de la Entidad Fiscalizada***

Es importante señalar que la documentación proporcionada por la entidad fiscalizada para aclarar o justificar los resultados y las observaciones presentadas en las reuniones fue analizada con el fin de determinar la procedencia de eliminar, rectificar o ratificar los resultados y las observaciones preliminares determinados por la Auditoría Superior de la Federación y que se presentó a este órgano técnico de fiscalización para efectos de la elaboración definitiva del Informe General Ejecutivo del Resultado de la Fiscalización Superior de la Cuenta Pública.



## **Apéndices**

### *Procedimientos de Auditoría Aplicados*

1. Verificar que el IMP se restructuró para ser competitivo en el entorno petrolero, como consecuencia de la Reforma Energética, a partir de la identificación de los problemas y necesidades científicos y tecnológicos de la industria petrolera en 2017.
2. Constatar que el IMP contó con mecanismos para medir la contribución de sus actividades de investigación científica y desarrollo tecnológico en la atención de los problemas y necesidades de la industria petrolera en 2017.
3. Corroborar que el IMP implementó los proyectos de investigación científica y desarrollo tecnológico (IDT), en términos de lo requerido por la industria petrolera, y verificar que cumplieron con los requisitos establecidos en las Reglas de Operación del Comité de Innovación, Investigación y Soluciones (CIIS) en 2017.
4. Evaluar el otorgamiento de capacitación especializada al personal responsable de la investigación científica y desarrollo tecnológico, así como el cumplimiento de las metas en la materia, establecidas en el programa anual del IMP en 2017.
5. Examinar la prestación de servicios de investigación científica y desarrollo tecnológico que realizó el IMP en 2017, así como su pertinencia con la normativa y metas establecidas en la materia.
6. Verificar que, en 2017, el IMP vinculó los proyectos de IDT con la optimización de los procesos de exploración, extracción y transformación industrial de los hidrocarburos, así como su contribución a la generación de valor económico e incremento de los ingresos de la nación.
7. Comprobar que el gasto de los Programas Presupuestarios E006 "Investigación en Materia Petrolera" y E007 "Prestación de Servicios en Materia Petrolera" se realizó conforme a los recursos programados y a la normativa aplicable.
8. Verificar que la Matriz de Indicadores para Resultados (MIR) de los programas presupuestarios E006 y E007 cumplieron con las disposiciones emitidas por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público en 2017.
9. Validar la rendición de cuentas del IMP respecto de los objetivos, metas y del avance en la atención del problema público en investigación científica, desarrollo tecnológico y la prestación de servicios en materia petrolera, en 2017.
10. Evaluar si Sistema de Control Interno del IMP garantizó el cumplimiento de sus objetivos y metas.

11. Identificar los avances, a 2017, del IMP en su contribución en el cumplimiento del objetivo núm. 7 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, orientado a garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos.

#### *Áreas Revisadas*

Las direcciones de Investigación en Exploración y Producción; de Investigación en Transformación de Hidrocarburos; de Tecnología de Producto; de Servicios en Exploración y Producción; de Servicios de Ingeniería; de Desarrollo de Talento, y de Planeación de la Operación.

#### *Disposiciones Jurídicas y Normativas Incumplidas*

Durante el desarrollo de la auditoría practicada, se determinaron incumplimientos de las leyes, reglamentos y disposiciones normativas que a continuación se mencionan:

1. Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria: art. 1, par. segundo; art. 24, frac. I; art. 45, par. primero; art. 111, par. tercero
2. Otras disposiciones de carácter general, específico, estatal o municipal: Estatuto Orgánico del Instituto Mexicano del Petróleo, art. 4;

Acuerdo por el que se emiten las Disposiciones y el Manual Administrativo de Aplicación General en Materia de Control Interno: art. segundo, numeral 9, norma primera y cuarta;

Guía para el diseño de la Matriz de Indicadores para Resultados: numerales IV.2.1. y IV.2.2.

#### *Fundamento Jurídico de la ASF para Promover Acciones*

Las facultades de la Auditoría Superior de la Federación para promover o emitir las acciones derivadas de la auditoría practicada encuentran su sustento jurídico en las disposiciones siguientes:

Artículo 79, fracciones II, párrafo tercero, y IV, de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

Artículos 10, fracción I, 14, fracción III, 15, 17, fracción XV, 36, fracción V, 39, 40, de la Ley de Fiscalización y Rendición de Cuentas de la Federación.