

VOZ

AÑO 04 • EDICIÓN
Abril 2020

ROLERA



REVISTA DEL COLEGIO
DE INGENIEROS
PETROLEROS DE
MÉXICO, A.C.

Petroleros, ante la coyuntura, no perder de vista el objetivo

*Oil experts, in light of
the situation, do not lose
sight of the objective*

**Primer Ventana en triple tubería
de revestimiento en México**

First Window in Triple-Pipe Casing in Mexico

**Predicción de
problemas de
aseguramiento
de flujo**

*Predicting
flow assurance
problems*

**Técnicas de Optimización
de Unidades de Inversión**

*Optimization Techniques
of Investment Units*

**Análisis de
Opciones
Reales para
el Desarrollo
de Campos**

*Real Options Analysis for
Development of Fields*



Estimados Colegiados:
El mundo, y nuestro país, vive momentos de desafíos profundos en muchos aspectos. La irrupción de una crisis global provocada por una pandemia ha ocasionado, y lo seguirá haciendo, fuertes sacudidas en las estructuras económicas de todo el planeta. Sin embargo, ante los desafíos globales, el gremio petrolero permanece unido.

Es indudable que los riesgos son muy altos. De hecho, como lo anticipó ya nuestro presidente Andrés Manuel López Obrador, habrá una crisis en los próximos meses derivada de la situación internacional. La globalización es una realidad y, ante fenómenos de tal dimensión, nadie escapa.

Pero la economía y los mercados están llenos de ciclos, esa es una tendencia registrada a lo largo de la historia. Sin ánimo de minimizar la magnitud de los retos que hoy enfrentamos, al final del día estamos frente a un ciclo negativo más en la historia de nuestra economía. Son momentos difíciles y, más que preocuparnos, debemos ocuparnos en buscar soluciones; en mantener la calma, colaborar con nuestras autoridades y, sobre todo, estar unidos en todos los aspectos. Estos momentos de retos y desafíos deben sacar lo mejor de nosotros; como mexicanos y como petroleros, orgullosos de lo que hacemos y preparados siempre para responder cuando nuestra nación lo necesite.

En los próximos meses, los petroleros de México debemos enfrentar tareas adicionales a la de impulsar la producción del país para lograr el gran objetivo de nuestra soberanía energética. Los esfuerzos de recuperación económica serán obligación de todos los mexicanos; no obstante, existen gremios estratégicos que deben mostrar, hoy más que nunca, su valor, capacidad técnica y conocimientos en general. Por ello, el gremio petrolero está listo para apoyar a nuestras autoridades en la misión de recuperación económica que nos espera.

Hoy más que nunca, los mexicanos tenemos que estar unidos en torno al gobierno. Éste nos marcará la pauta a seguir en la recuperación económica y nos guiará para evitar desviaciones en el camino, trazado previamente, hacia los objetivos nacionales. El gremio petrolero mantendrá su responsabilidad, en los meses siguientes, como baluarte para el país y su economía, unidos en torno a un solo nombre: México.

Dear Collegiate:
The world, and our country, is undergoing moments of profound challenges in many aspects. The outbreak of a global crisis caused by a pandemic has led and will continue to do so, to strong shocks in the economic structures of the entire planet. However, in the face of global challenges, the oil industry remains united.

There is no doubt that the risks are very high. As our President Andrés Manuel López Obrador has already anticipated, there will be a crisis in the coming months due to the international situation. Globalization is a reality, and, in the face of phenomena of such a dimension, no one can escape it.

But the economy and the markets are full of cycles, a trend that has been recorded throughout history. Without minimizing the magnitude of the challenges we face today, at the end of the day, we confront yet another negative cycle in the history of our economy. These are challenging times, and, more than worrying, we must focus on seeking solutions, on keeping calm, collaborating with our authorities, and, above all, being united in all aspects. These challenging moments should bring out the best in us, as Mexicans and as oil experts, proud of what we do and always prepared to react when our nation needs it.

In the coming months, we, the oil experts of Mexico, must face additional tasks to that of promoting the country's production to achieve the great objective of our energy sovereignty. The efforts for economic recovery will be an obligation for all Mexicans; however, there are strategic unions that must show, today more than ever, their value, technical capacity, and knowledge in general. Therefore, the oil industry is ready to support our authorities in the mission of economic recovery that awaits us.

Today, more than ever, we Mexicans have to be united around the government. The latter will set the pattern to follow in the economic recovery and will guide us to avoid deviations in the path, previously traced towards the national objectives. The oil guild will hold its responsibility, in the following months, as a fortress for the country and its economy, united around a single name: Mexico.

M.C. Luis Ferrán Arroyo

Presidente del Colegio de Ingenieros Petroleros de México A.C.

President of the College of Petroleum Engineers of Mexico A.C.

2018-2020



Colegio de Ingenieros Petroleros de México A.C. /
College of Petroleum Engineers of Mexico

Consejo Directivo Nacional / National Board
 2018-2020

M.C. Luis H. Ferrán Arroyo
Presidente / President

Ing. Miguel Ángel Lozada Aguilar
Vicepresidente / Vice-president

Ing. Francisco Javier Flamenzo López
1er Secretario Propietario / 1st Owner Secretary

Ing. Enrique Díaz Rojas
2do Secretario Propietario / 2nd Owner Secretary

Ing. Ángel Cid Munguía
1er Secretario Suplente / 1st Substitute Secretary

Dr. Fernando Flores Ávila
2do Secretario Suplente / 2nd Substitute Secretary

M.I. Saúl Bautista Fragoso
Tesorero / Treasurer

Ing. Roberto Banda Morato
Subtesorero / Treasurer Assistant

Comisiones / Commissions

M.A. José Carlos Pacheco Ledesma
Eventos / Events

M.I. Jorge Alberto Osorno Manzo
Certificación Profesional / Professional Certification

Dr. Jorge Arévalo Villagrán
Peritos y Testigo Social / Experts and Social Witness

M.I. Teófilo Gutiérrez Acosta
Formación y Desarrollo Profesional / Training and Professional Development

Ing. David E. Blacio Cedillo
*Actualización y Revisión de Documentos Rectores /
 Guideline Documents Update and Review*

M.I. Francisco Castellanos Páez
Editorial

Ing. Rafael Rodríguez Amador
Integración de Miembros / Membership

M.I. Jorge Alberto Osorno Manzo
Proyectos / Projects

M.I. Carlos Alberto Avendaño Salazar
Apoyo Técnico e Informático / Information Technologies Technical Support

Realización:

Energy & Commerce

Rubí Alvarado
Directora General / General Manager

Aldo Santillán
Director Editorial y Operaciones / Editorial and Operations Manager

Alejandra Priego
Asistente Dirección General // Assistant General Manager

Ignacio Ortiz
Director de Arte / Art Director

Elena Fernández
Coordinador Editorial / Editorial Coordinator

Gonzalo Rivas
Diseñador Senior / Senior Designer

Ángel Sánchez Pichardo
Desarrollador Web / Web master

Antonio Sandoval
Análisis y redacción / Editing and analysis

Efraín Mariano
Análisis y redacción / Editing and analysis

Miroslava Fuentes Zacarías
Corrección de estilo y redacción / Style Editing

Renata Pérez de la O
Corrección de estilo y redacción / Style Editing



Página 3

Petroleros, ante la coyuntura, no perder de vista el objetivo.

Oil experts, in light of the situation, do not lose sight of the objective.

Página 8

Entrevista especial con la Dra. Jetzabeth Ramírez, Líder de Especialidad de Caracterización Dinámica de Yacimientos en el Instituto Mexicano del Petróleo.

Interview with Jetzabeth Ramírez, Specialty Leader of Dynamic Reservoir Characterization at the Mexican Petroleum Institute.

Página 12

Primer Ventana en triple tubería de revestimiento en México.

First Window in Triple-Pipe Casing in Mexico.

Página 16

Predicción de problemas de aseguramiento de flujo.

Predicting flow assurance problems.

Página 20

Técnicas de Optimización de Unidades de Inversión.


Optimization Techniques of Investment Units.

Página 24

Análisis de Opciones Reales para el Desarrollo de Campos.

Real Options Analysis for Development of Fields.

El sector energético, un conjunto conformado por ciclos.
/ Events that have shaped our country's oil industry.



**Petroleros,
ante la
coyuntura,
no perder
de vista el
objetivo**

*Oil Experts, in light of the situation, do not lose
sight of the objective*

El mundo enfrenta un problema de gran magnitud, el impacto del Coronavirus (COVID-19) en la economía mundial es indudable y México no puede aislarse. Esta coyuntura, entre muchas otras cosas, afecta el desempeño del mercado petrolero en el mundo debido al descenso de las expectativas de crecimiento.

Sin embargo, los ciclos son normales y lo relevante es la perspectiva de largo plazo, así como los objetivos fijados. México logró estabilizar e incrementar la producción de petróleo durante 2019, uno de los pasos más importantes fijados por la administración gubernamental. La estabilidad de la producción petrolera en el país es un paso de alta relevancia para el gran objetivo del gobierno federal: la soberanía energética de México.

La crisis global requerirá más esfuerzo y pasión por parte de los petroleros de México. No se puede minimizar el entorno en el que se desenvuelven los mercados energéticos en estos momentos; solamente aquellas naciones que no pierdan de vista sus metas lograrán salir avantes del reto.

En 2019, Pemex logró no solo estabilizar sino incrementar la producción de petróleo con ayuda de sus socios. Al cuarto trimestre de 2019, la cifra llegó a un millón 712 mil barriles diarios de petróleo;

lo que representa un incremento de 22 mil barriles diarios, comparado con el primer trimestre de ese año cuando se registró la producción más baja en la historia reciente con un millón 690 mil barriles diarios.

Pero incluso las cifras de la Empresa Productiva del Estado reflejan ya una clara recuperación por la incorporación de nuevos campos. Así, la producción de petróleo en enero de 2020 alcanzó la cifra de un millón 730 mil barriles diarios; lo que representa un incremento de más de 100 mil barriles diarios, comparado con el mismo mes de 2019.

Datos que respaldan el fortalecimiento de Pemex

Otros datos relevantes demuestran el fortalecimiento que Petróleos Mexicanos ha registrado en los últimos meses, al margen de la coyuntura global que enfrenta hoy la industria petrolera. Por ejemplo, el procesamiento de crudo en las refinerías de Pemex durante el cuarto trimestre de 2019 se incrementó 10%, comparado con el mismo periodo del 2018. Lo anterior obedeció a que se intensificaron los trabajos de mantenimiento y rehabilitación de las plantas del Sistema Nacional de Refinación.

Asimismo, los datos preliminares de Pemex Exploración y Producción muestran un aumento en el total de reservas probadas (1P) al 31 de diciembre de 2019. Se espera que la tasa de restitución para este tipo de reservas sea superior al 100%. Para que Pemex pueda seguir apoyando a sus proveedores y contratistas, se fortaleció el Programa de Cadenas Productivas para el Desarrollo de Proveedores, Contratistas o Prestadores de Servicios, al tiempo que se incrementó el número de instituciones financieras que participan en este programa.

La idea es mantener el dinamismo de las cadenas productivas y de valor en las que Pemex es el punto de partida; además que, en los hechos, representa la vigencia de miles de empleos en muchas regiones del país, así como la sobrevivencia de varias empresas pequeñas.

Únicamente contando con disciplina financiera se entregan buenos resultados y se puede sortear un escenario como el que priva actualmente en la industria petrolera. Pemex emprendió una estrategia sobre esta línea al inicio de la presente administración, misma que le ha permitido



However, the cycles are regular, and what is relevant is the long-term perspective, as well as the objectives set. Mexico managed to stabilize and increase oil production during 2019, one of the essential steps set by the government administration. The stabilization of oil production in the country is a highly appropriate step for the great objective of the federal government: Mexico's energy sovereignty.

The global crisis will require more effort and passion from Mexico's oil companies. The environment in which the energy markets are currently operating cannot be minimized; only those nations that do not lose sight of their goals will be the ones that manage to rise to the challenge.

In 2019, Pemex was able to not only stabilize but boost oil production with the help of its partners. By the fourth quarter of 2019, the figure reached 1.712 million barrels of oil per day, which represents an increase of 22 thousand barrels per day, compared to the first quarter of that year when the lowest production in recent history was recorded at 1.690 million barrels per day.

But even the figures of the State Productive Company already reflect a precise recovery because of new fields. Thus, oil production in January 2020 reached the sum of 1.730 million barrels a day, which represents an increase of more than 100 thousand barrels a day, compared to the same month in 2019.

Data that Support Pemex's Strengthening

Other relevant data shows the strengthening that Petróleos Mexicanos has registered in the last months, regardless of the global situation that the oil industry is facing today. For example, the processing of crude oil in Pemex's refineries during the fourth quarter of 2019 increased by 10% compared to the same period of 2018. This was due to the reinforcement of maintenance and rehabilitation works of the National Refining System plants.

Likewise, preliminary data from Pemex Exploration and Production show an increase in total proven

The world is facing a problem of great magnitude, the impact of the Coronavirus (COVID-19) on the world economy is undeniable, and Mexico cannot be isolated. This situation, among many other things, affects the performance of the world's oil market due to the decrease in growth expectations.





acumular ahorros por más de 15 mil millones de pesos. Todos esos recursos son utilizados en diversas tareas que desarrolla la empresa en áreas productivas.

Los objetivos se mantienen

Con un mercado tan cambiante, se pierden de vista fácilmente los objetivos planteados en cualquier actividad. Eso por fortuna no sucede en el caso de Pemex, ya que el gobierno tiene muy clara cuál es la meta.

En este año, más de la mitad de la inversión de Petróleos Mexicanos vendrá de la disminución de la carga fiscal, las aportaciones del gobierno federal e incluso de los Contratos de Servicios Integrales de Exploración y Extracción (CSIEEs). El principal objetivo de la empresa se mantiene y consiste en aumentar la producción de crudo y el desarrollo de oportunidades de explotación de gas no asociado.

Para ello, Pemex requerirá muchos recursos, mismos que están contemplados, desde el año anterior, en su proyección presupuestal. La compañía cumplirá con sus compromisos anuales y, al cierre de la administración, entregará una empresa en plena capacidad productiva.

Este año, Pemex tiene proyectado ejercer 11.5 mil millones de dólares. De este monto, 5.2 mil millones serán producto de ingresos propios por concepto de venta de crudo, gasolinas, diésel y otros. Por otra parte, 6.3 mil millones de dólares saldrán de la estrategia que aplica el gobierno federal para apoyar a Pemex, con el fin de cumplir con sus metas

reserves (1P) as of December 31, 2019. It is expected that the restitution rate for this type of reserves will be over 100%. For Pemex to continue providing for its suppliers and contractors, the Production Chains Program for the Development of Suppliers, Contractors, or Service Providers was enhanced. At the same time, the number of financial institutions participating in this program rose.

The idea is to keep the dynamism of production and value chains in which Pemex is the starting point; in fact, it represents the validity of thousands of jobs in many regions of the country, as well as the survival of several small companies.

Only through financial discipline can good results be achieved, and a scenario such as the one that currently prevails in the oil industry can be avoided. Pemex undertook a strategy on this line at the beginning of this administration, which has allowed it to collect savings of more than 15 billion pesos. All these resources are used in various tasks that the company develops in productive areas.

The Goals Stand

With such a changing market, it is easy to lose sight of the objectives set in any activity. Fortunately, this does not happen in Pemex's case, since the government is very clear about what the goal is.

This year, more than half of Petróleos Mexicanos' investment will come from the reduction of the tax burden, the contributions of the federal government, and even from the Comprehensive Service Contracts for Exploration and Extraction (CSIEEs, by its acronym in Spanish). The company's main objective remains the same, which is to increase crude oil production and the development of non-associated gas exploitation opportunities.

To this end, Pemex will require many resources, which are contemplated, as of last year, in its budget projection. The company will comply with its annual commitments and, at the end of the administration, will deliver business at full production capacity.

This year, Pemex has projected to exercise 11.5 billion dollars. Of this amount, 5.2 billion will be the product of their own income from the sale of crude oil, gasoline, diesel, and others. On the other hand, 6.3 billion dollars will come from the strategy applied by the federal government to support Pemex, to meet its production goals of 2.6 million barrels at the end of the six-year period, in addition to the development of new fields and the adequacy of the refining system.

It is also important to point out that 2.3 billion dollars will be the result of the decrease in the tax burden; in other words, the reduction of the Duty for Shared Profits since the Federal Budget approved that this rate would go from 65 to 58% in 2020.

However, the market and the oil companies in Mexico should not forget that there is one more commitment, of short term, and with the same relevance as the one designed for the end of the current administration. According to the strategic scheme, after the first three years of the

de producción de 2.6 millones de barriles al cierre del sexenio; además del desarrollo de nuevos campos y la adecuación del sistema de refinación.

También es importante señalar que 2.3 mil millones de dólares serán producto de la disminución de la carga fiscal; es decir, la reducción de la tasa de Derecho por Utilidad Compartida (DUC), toda vez que en el Presupuesto de Egresos de la Federación se aprobó que esta tasa pasaría de 65 a 58% en 2020.

Sin embargo, el mercado y los petroleros de México no debemos olvidar que existe un compromiso más, de corto plazo y con la misma relevancia que el diseñado para el final de la administración vigente. De acuerdo con el esquema estratégico, luego de los primeros tres años del actual gobierno, Pemex será palanca del desarrollo nacional. El apoyo proporcionado servirá para que la compañía crezca y genere los flujos suficientes para ser autosuficiente en lo financiero, empezar a recortar su elevada deuda, e incluso aportar recursos adicionales para impulsar el crecimiento del país.

Como señalamos al inicio, vivimos un momento de retos importantes a nivel global. Las condiciones nos impulsan a ser más eficientes y estrictos en la disciplina personal e institucional. No obstante, los objetivos no se han modificado; siguen y seguirán en curso porque Pemex y México tienen, junto al gremio petrolero, muchos capítulos de éxito más por escribir.

current government, Pemex will be a lever for national development. The support provided will help the company grow and generate enough flows to be financially self-sufficient, start cutting its high debt, and even offer additional resources to boost the country's growth.

As we stated at the beginning, we are living through a time of extraordinary challenges at a global level. Conditions are driving us to be more efficient and strict in personal and institutional disciplines. Nevertheless, the targets have not changed; they continue and will continue to be pursued because Pemex and Mexico still have, alongside the oil industry, many more successful chapters to write.





► Plática con la Dra. Jetzabeth Ramírez Sabag, innovadora en la industria.

A conversation with Jetzabeth Ramírez Sabag, an innovator in the industry.

Las claves para mejorar los procesos del sector petrolero mexicano

La innovación ha caracterizado a la Dra. Jetzabeth Ramírez a lo largo de su carrera. Sus aportaciones van desde los procesos de la industria petrolera hasta la educación. Como especialista se ha enfocado en disminuir riesgos e incertidumbre, así como aumentar la confiabilidad de los estudios en el sector.

Por / By: Renata Pérez de la O

La Dra. Jetzabeth ha realizado aportaciones novedosas tanto en la enseñanza como en la investigación. En México, es pionera en la investigación relacionada con pruebas de trazadores en yacimientos. Los primeros trabajos sobre este tema en el país corresponden a su tesis de maestría y doctorado.

Actualmente, es Líder de Especialidad de Caracterización Dinámica de Yacimientos en el Instituto Mexicano del Petróleo (IMP), donde ha trabajado desde hace diecinueve años. A lo largo de su trayectoria se ha especializado en la línea de trazadores, desarrollando infraestructura que es utilizada en el IMP y en Pemex Exploración y Producción (PEP).

En esa misma materia, obtuvo el primer lugar del premio ADIAT a la Innovación 2016 por Emelitra®, equipo de medición en línea de

The key to Improving Processes in the Mexican Oil Sector

Jetzabeth has made innovative contributions to both teaching and research. In Mexico, she is a pioneer in research related to tracer testing at oil reservoirs. The first papers in the country regarding this subject were her master's and doctoral theses.

Currently, she is the Specialty Leader of Dynamic Reservoir Characterization at the Mexican Petroleum Institute (IMP by its acronym in Spanish), where she has worked for nineteen years. Throughout her career she has specialized in the line of tracers, developing infrastructure that is used at the IMP and Pemex Exploration and Production.

In the same area, she won first place in the ADIAT Innovation 2016 Award for Emelitra®, measuring equipment that she developed using 100% Mexican technology. "The main motivation for creating Emelitra® was developing equipment to measure the real-time concentration of tracers, simultaneously with the production of the oil well," the specialist said.

Her goal was to facilitate the obtention of statistically reliable data; which she achieved with equipment that guarantees the

Innovation has defined Jetzabeth Ramirez throughout her career. Her contributions range from oil industry processes to education. As a specialist, she has focused on reducing risk and uncertainty, as well as increasing the reliability of studies in the sector.

trazadores; el cual desarrolló con tecnología 100% mexicana. "La motivación principal para la creación de Emelitra®, fue desarrollar un equipo para medir la concentración de trazadores en tiempo real, simultáneo a la producción del pozo", comentó la especialista.

Su meta con el proyecto era facilitar la obtención de datos estadísticamente confiables; lo cual logró mediante un equipo que garantiza la medición de la producción total y tiempos de arribo. Con esta aportación contribuyó a disminuir la incertidumbre relacionada con la producción del trazador en el pozo observador.

Con relación a la innovación en el sector petrolero, la Doctora Jetzabeth considera necesario aplicar nuevas ideas en todos los procesos de la industria. Esto se puede lograr mediante el enfoque en los subprocesos, lo cual contribuye al fortalecimiento de las prácticas realizadas.

Por otro lado, considera esencial mejorar los métodos de identificación de formaciones en yacimientos para mejorar la cadena de valor de los hidrocarburos. "Conocer cómo se mueven los fluidos en un yacimiento durante su producción es una tarea indispensable. Define las estrategias de un esquema óptimo de explotación" opina.

Debido a lo anterior, destaca la necesidad de mejorar integralmente la caracterización estática y dinámica para entender el comportamiento de los fluidos en el sistema. De esta forma, podrán realizarse predicciones certeras para evitar los riesgos asociados con la complejidad de los yacimientos.

En el ámbito de la caracterización dinámica, resaltó que las pruebas de presión son las más utilizadas. Sin embargo, en su opinión, las pruebas de trazadores ofrecen una ventaja, pues funcionan como "testigos" de los caminos de los fluidos en el sistema. De esta forma, los resultados obtenidos mediante esta técnica impactan en el diseño de los procesos de recuperación de hidrocarburos. A su vez, minimizan los riesgos relacionados con la complejidad de los yacimientos. Gracias a esto, contribuyen al éxito de los proyectos de inversión.

En consecuencia, la especialista considera clave incorporar este tipo de pruebas, las cuales proporcionan datos como: saturación remanente/residual de aceite; propiedades del sistema roca-fluidos y características del yacimiento. Adicionalmente, informan sobre el origen de la alta producción de agua en detrimento de la producción de petróleo.

La enseñanza de Ingeniería Petrolera en México

En su experiencia de 30 años como profesora de Ingeniería Petrolera en la UNAM, resalta el papel de la experiencia de los profesores para enriquecer la educación. Su trayectoria les permite incorporar a las cátedras temas relacionados con problemas actuales de los yacimientos nacionales. De esta forma, los futuros ingenieros pueden prepararse mejor para el ejercicio profesional a nivel nacional e internacional.



“ El valor generado la extracción de hidrocarburos depende del conocimiento de las formaciones contenidas en los yacimientos”.

"The value obtained hydrocarbon extraction depends on the knowledge of the formations in the deposits."

Jetzabeth Ramirez Sabag

measurement of total production and arrival times. With this she contributed to reducing the uncertainty associated with the production of the tracer in the observer well.

Regarding innovation in the oil sector, she considers it is necessary to apply new ideas in all industrial processes. This can be achieved by focusing on sub-processes, which helps to strengthen the existing practices.

On the other hand, she thinks it is essential to improve the methods for identifying formations in reservoirs to improve the hydrocarbon value chain. "Knowing how fluids move in a reservoir during production is an indispensable task. It defines the strategies for an optimal exploitation scheme" she says.

For this reason, she highlights the need to improve static and dynamic characterization to understand the fluid behavior in the system. Thus, accurate predictions to avoid the risks associated with the complexity of the reservoirs can be made.

In the field of dynamic characterization, she highlighted that pressure tests are the most commonly used. However, in her opinion, tracer tests offer an advantage, as they function as "witnesses" of the fluid paths in the system. In this way, the results obtained by this technique impact the design of hydrocarbon recovery processes. In turn, they minimize the risks related to the complexity of the reservoirs. Thanks to this, they contribute to the success of investment projects.

Consequently, the specialist considers it is key to incorporate this type of test, which provides data such as remaining/residual oil saturation; properties of the rock-fluid system, and characteristics of

the reservoir. Additionally, they inform about the origin of high-water production in detriment of oil production.

Education for Petroleum Engineering in Mexico

During her 30 years of experience as a Petroleum Engineering professor at the National Autonomous University of Mexico, she highlights the experience of professors as an asset that contributes to education. Their trajectory allows them to teach topics related to current problems in the national oilfields. In this way, future engineers can be better prepared for professional national and international practice.

Jetzabeth Ramírez has not only contributed to education through her classes; she has also published two books and has another one coming soon. In 2013 she published her first book, named "Mathematics applied to oil engineering"; until today, the only one with this teaching line. "Most math books are applied to other areas of engineering, problems that are not familiar to them and therefore harder to learn".

La Dra. Jetzabeth Ramírez no sólo ha contribuido a la enseñanza a través sus cátedras; también ha publicado dos libros y tiene otro más próximo a publicarse. En 2013 publicó su primer libro, titulado "Matemáticas aplicadas a la ingeniería petrolera"; hasta hoy, el único con esta línea de enseñanza. "La mayoría de los libros de matemáticas son aplicados a otras áreas de ingeniería, problemas que no les son familiares y, por lo tanto, no es sencillo para los alumnos aprender".

Con su segundo libro, "Fundamentos de la tecnología de productividad de pozos petroleros" (2014), la intención fue recopilar en un solo volumen el contenido de diversos libros sobre el tema. Lo anterior con la meta de facilitar el estudio de la asignatura. Por ello, el libro incluye conceptos básicos de ingeniería petrolera y pruebas de presión para facilitar la lectura y comprensión.

Por otro lado, realizó el libro de "Análisis integral de pruebas de trazadores (diseño, ejecución e interpretación)", próximo a publicarse. En él, presenta de manera sencilla aspectos de teoría y buenas prácticas para las pruebas de trazadores en yacimientos petroleros.

La Doctora opina que, para ser un buen apoyo, los libros deben cubrir la mayoría de los contenidos didácticos relacionados con el sector. "Sí es importante comentarlo, son relativamente escasos los libros de texto en esta área, y más escaso todavía lo escrito por autores mexicanos" resalta.

Mujer en la industria

La Dra. Jetzabeth Ramírez considera que la inclusión femenina en el sector petrolero ha avanzado de manera paulatina, pero firme y determinada. Para ella, una forma de incentivar su participación es difundiendo las historias y logros de las mujeres en el medio. No debe quedar lugar a dudas sobre su compromiso, trabajo y resultados.

Además, le parece necesario abrir espacios donde hombres y mujeres participen libre y limpiamente. De tal manera, las oportunidades otorgadas deberán basarse en las competencias y aptitudes individuales.

Por otro lado, su mensaje para las mujeres dudando si estudiarán Ingeniería Petrolera, es el siguiente: "Si ya poseen las habilidades técnicas y vocacionales necesarias y están indecisas porque hay pocas mujeres, ese tema no les debe preocupar". En su opinión, actualmente existen condiciones para que ellas puedan integrarse exitosamente entre sus profesores y compañeros.



With her second book, "Fundamentals of Oil Well Productivity Technology" (2014), the intention was to compile in a single volume the content of various books on the topic. The above to facilitate the study of the subject. Therefore, it includes basic petroleum engineering and pressure testing concepts to facilitate its reading and understanding.

On the other hand, she wrote the book "Integral analysis of tracer tests (design, execution, and interpretation)", which is about to be published. In it, she talks about aspects of theory and good practices for tracer tests in oil fields.

She believes that to be helpful, books should cover most of the didactic contents related to the sector. "It is important to comment that there are relatively few textbooks in this area, and even fewer written by Mexican authors," she says.

Women in the industry

Jetzabeth Ramírez believes that the participation of women in the oil sector has advanced gradually, but firmly and decisively. For her, one way to encourage their involvement is by disseminating the stories and achievements of those who work in the field. There should be no doubt about their commitment, efforts, and achievements.

Besides, she thinks it is necessary to open spaces where men and women can participate freely and fairly. In that manner, the opportunities granted should be based on individual skills and abilities.

On the other hand, her message for women who are in doubt about studying Petroleum Engineering is: "If they already have the necessary technical and vocational skills and are hesitant because there are few women, this issue should not worry them". In her opinion, nowadays the conditions for their success are set among their professors and classmates.





Adicionalmente, les recomienda evaluar sus intereses y visualizarse realizando el trabajo de campo. Esta práctica incluye altas temperaturas bajo el sol, turnos continuos y altas responsabilidades, tales como la toma de decisiones bajo presión. "Si se ven como ingenieras petroleras comprometidas con su trabajo, entonces les diría que ésta es su carrera, tienen todo para lograrlo, y háganlo con dedicación, porque serán exitosas", expresó.

Para ella, su madre ha dejado la mayor aportación en su vida, enseñándole sobre rectitud, perseverancia, amor y paciencia. Al mismo tiempo, su lección a transmitir es la relevancia del aprendizaje continuo. Pues, considera, permite adquirir conocimientos y competencias técnicas para especializarse y relacionarse mejor con el entorno.

Also, she recommends that they evaluate their interests and visualize themselves doing the fieldwork. This practice includes high temperatures under the sun, continuous shifts, and high responsibilities, such as decision-making under pressure. "If you see yourselves as oil engineers committed to your work, then I would tell you that this is your career, you have everything to achieve what you want, and do it with dedication, because you will be successful," she said.

Jetzabeth thinks that her mother made the greatest contribution to her life, teaching her about righteousness, perseverance, love, and patience. At the same time, her lesson to convey is the relevance of continuous learning. Because she believes it helps people to acquire knowledge and technical skills to specialize and have a better interaction with their surroundings.



**"Foro conmemorativo del Día Mundial de la Propiedad Intelectual
bajo el tema Artífices del cambio:
las mujeres en la innovación y la creatividad"**

Ciudad de México, 30 de abril de 2018

“ La mayoría de los profesores tienen experiencia de campo y tratan en sus cátedras problemas de los yacimientos mexicanos, los cuales en su mayoría son complejos”.

"Most of the professors have field experience and talk about the complex problems of Mexican deposits in their classes."

Jetzabeth Ramirez Sabag



◆ El desafío requería contar con la certeza de la existencia de cemento entre las TR's
/ The challenge required certainty of the existence of cement among the CP's

Primer Ventana en triple tubería de revestimiento en México: caso de éxito, campo Zaap

La formación productora Brecha Cretácico Superior del campo Zaap (Figura 1) es un área con alta densidad de pozos perforados; tiene una producción promedio de 297,000 barriles por día (bpd). Por lo tanto, resulta más económico realizar re-entradas que perforar pozos nuevos, debido a que se eliminan costos de perforación asociados a la compra de cabezales de producción, tuberías de revestimiento (TR) y corridas de introducción de TR hasta la superficie.

First Window in Triple-Pipe Casing in Mexico: Success Story, Zaap Field

The Upper Cretaceous producing formation in the Zaap field (Figure 1) is an area with a high concentration of drilled wells; it has an average production of 297,000 barrels per day (bpd). Therefore, it is more cost-effective to re-enter than to drill new wells because drilling costs associated with the purchase of production heads, casing pipes (CP), and CP runs to the surface are eliminated.

Autores / Authors:
Andrés Isaac Merchan Nájera, Oscar Omar Ramírez Amayo (Petróleos Mexicanos) y Jonathan Leal (Baker Hughes)

Este documento presenta el caso de estudio de la apertura de una ventana en tres TR's. Se seleccionó un pozo previamente perforado en el campo Zaap, donde el arreglo de tuberías de revestimiento representó un reto nunca antes visto; mismo que fue superado con éxito durante la ejecución de las operaciones.

El Activo Integral de Producción Bloque AS01-02 (AIPBAS01-02), perteneciente a Petróleos Mexicanos (PEMEX), pretendía recuperar la producción del pozo Zaap 5V. Este pozo fue cerrado en el 2015 debido a su producción con alto porcentaje de agua. Por lo cual, derivado de las limitaciones de conductores libres en la plataforma Zaap B Adosado, se analizaron otras alternativas para reintegrar el pozo a producción. Se determinó que la alternativa más viable era efectuar la apertura de una ventana a través de 3 tuberías de revestimiento (11 7/8", 71 lb/ft; 13 3/8", 72 lb/ft; 16", 109 lb/ft). Lo anterior representó un gran desafío para la industria petrolera en México, por ser la primera ocasión en realizarse un trabajo de tal envergadura a nivel nacional.

This paper presents a case study of an opening window in three CP's. A previously drilled well was selected in the Zaap field, where the casing pipe arrangement posed an unprecedented challenge, which was successfully overcome during the operations.

The Integral Production Asset Block AS01-02 (AIPBAS01-02), belonging to Petróleos Mexicanos (PEMEX), was intended to recover the Zaap 5V well production. This well was closed in 2015 due to its production with a high water percentage. Therefore, due to the limitations of free conductors in the Zaap B Adosado platform, other alternatives were analyzed to reintegrate the well into production. It was found that the most viable option was to open a window through 3 casing pipes (11 7/8", 71 lb/ft; 13 3/8", 72 lb/ft; 16", 109 lb/ft). This was a great challenge for the oil industry in Mexico, as it was the first time that such a large project was carried out at a national level.

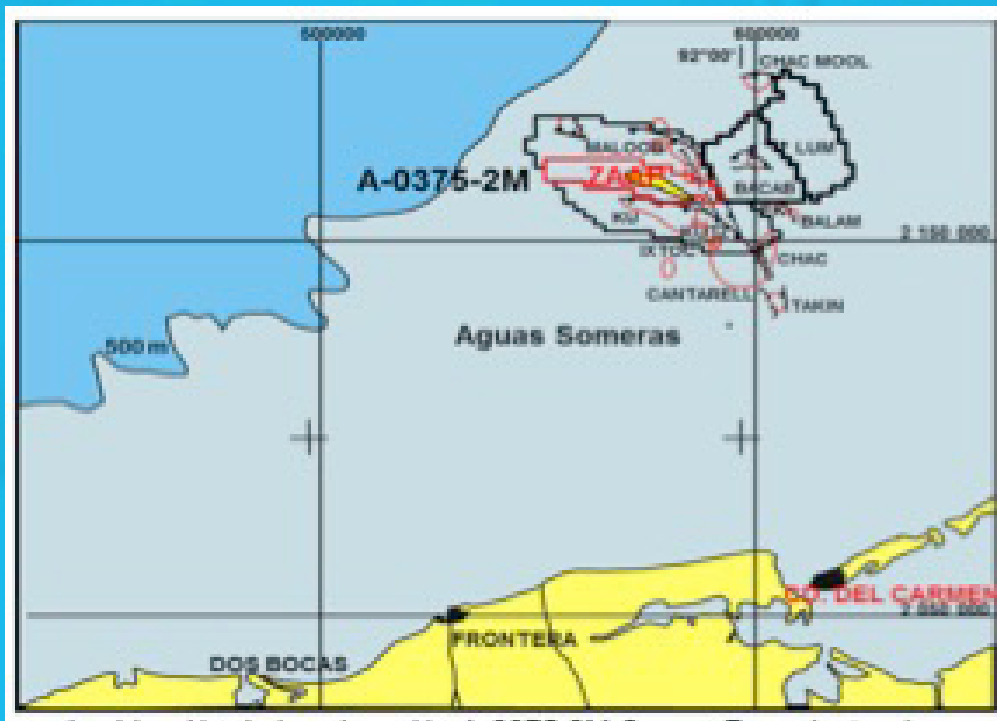


Figura 1. Campo Zaap del Activo Integral de Producción Bloque AS01-02 (AIPBAS01-02)

Figure 1. Zaap field of the Integral Production Asset Block AS01-02 (AIPBAS01-02)

Desafío

El objetivo principal de la intervención consistía en reintegrar el pozo a producción en la formación productora Cretácico Medio; el tema era cómo lograrlo, si solamente existía una opción. No obstante, dicha opción nunca había sido empleada en ningún pozo en México. Por lo cual, se presentaba como un desafío nunca antes visto para la industria petrolera nacional.

La solución

Para afrontar este desafío, el Activo Integral de Producción Bloque AS01-02 (AIPBAS01-02), perteneciente a Pemex Exploración y Producción (PEP), requería contar con la certeza de la existencia de cemento entre las TR's y la garantía de que las TR's no estaban excéntricas. Por tal motivo, la Coordinación de Especialidad de Diseño, Control y Evaluación de Intervenciones a Pozos (CEDCEIP) del AIPBAS01-02, diseñó una metodología para la apertura de ventanas en 3 TR's.

Challenge

The main objective of this intervention was to return the well to production in the Middle Cretaceous producing formation; the issue was how to achieve this, with only one option available. However, this option had never been used in any well in Mexico. Therefore, it was presented as a challenge for the national oil industry.

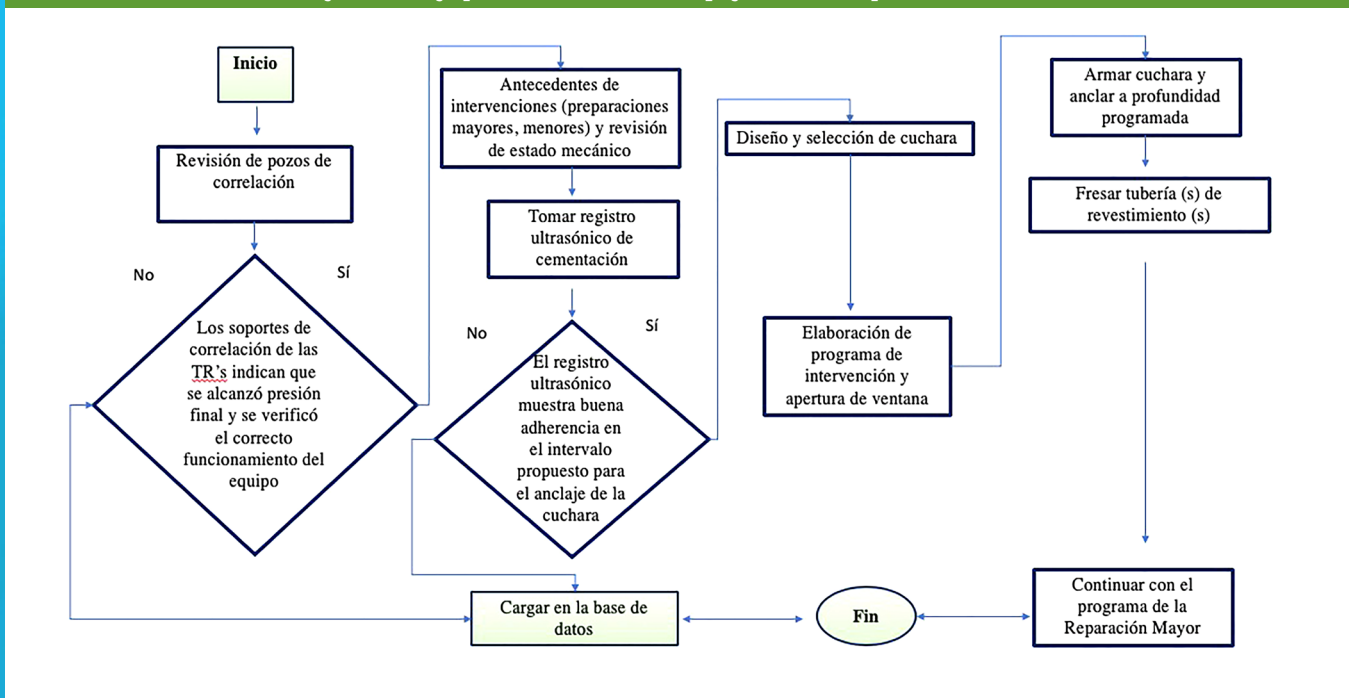
The Solution

To face this challenge, the Integral Production Asset Block AS01-02 (AIPBAS01-02), belonging to Pemex Exploration and Production (PEP), required the certainty of the existence of cement among the CPs and the guarantee that the CPs were not eccentric. For this reason, the Coordination of Specialized Design, Control, and Evaluation of Well Interventions (CEDCEIP, by its acronym in Spanish) of AIPBAS01-02, designed a methodology for opening windows in 3 CP's.

Figura 2. Metodología para apertura de ventana en 3 TR's

Figure 2. Window opening methodology in 3 CP's

Flujo de trabajo para el análisis, diseño y ejecución de apertura de ventana



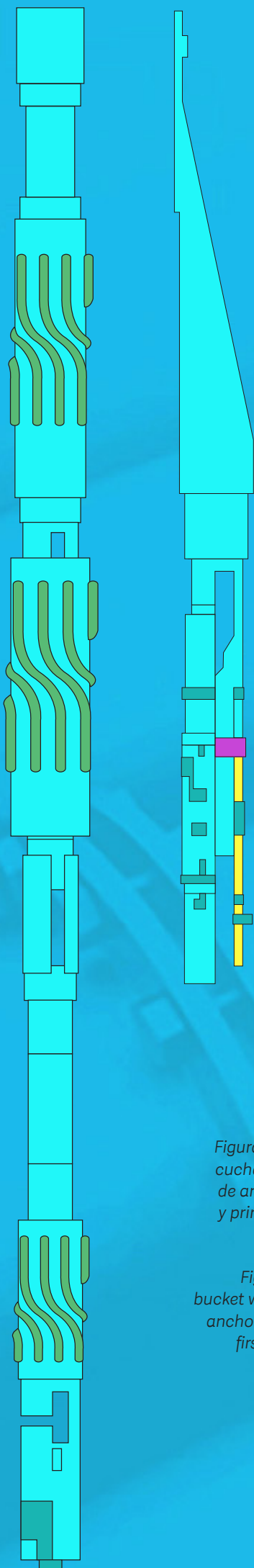


Figura 3. Primer viaje, cuchara con sistema de anclaje mecánico y primer conjunto de trimolines

Figure 3. First trip, bucket with mechanical anchoring system and first trimolines' set

Desarrollo de Metodología

En la Figura 2 se presenta la metodología para los trabajos de apertura de ventanas en 3 TR´s para el AIPBAS01-02.

Ejecución

a) Análisis

Como primer parte del proceso, fue necesario recopilar información de trabajos anteriores y de pozos de correlación, previo a la ejecución del trabajo. Posteriormente, se llevaron a cabo reuniones periódicas entre las empresas de servicios y la CEDCEIP, para realizar la revisión de la información disponible.

El éxito de las operaciones recae, en gran medida, en la ingeniería conceptual y los trabajos previos a la ejecución del trabajo. Por tal motivo, antes de comenzar la planificación del trabajo, es importante realizar una adecuada selección de la cuchara y confirmar que la configuración de los trimolines es aplicable para uno o múltiples TR´s en lo que respecta a la apertura de ventanas; resultando en un sistema de desviación robusto y confiable.

Por lo anterior, derivado de un análisis de ingeniería soportado con el registro de integridad de tuberías, se confirmó que no existía daño o desgaste significativo en la TR donde se anclaría la cuchara. Asimismo, con el apoyo del registro ultrasónico de cementación, se determinó la existencia de buena adherencia de cemento entre el espacio anular de la TR´s de 11 7/8" - 13 3/8" en el intervalo de 1439 a 1460 md.

En conjunto con la compañía de servicio, se eligió la cuchara con sistema de anclaje mecánico, debido al riesgo latente de manifestación del casquete de gas (presión en cabeza de 1100 psi en menos de 1 hora), colocando un retenedor ciego para TR de 11 7/8" como barrera de seguridad.

Tomando en consideración las premisas de seguridad y la selección del tipo de cuchara, se estableció como objetivo principal anclar la cuchara con trimolines de 10 5/8" a 1439 md, lo que permitiría correr y cementar una tubería de revestimiento de 9 5/8" hasta 2524 md.

Methodology Development

Figure 2 shows the methodology for the window opening projects in 3 CP's for AIPBAS01-02.

Execution

a) Analysis

As a first part of the process, it was necessary to collect information from previous works and from correlation wells before the project's execution. Subsequently, regular meetings were held between the service companies and CEDCEIP to review the available information.

The success of the operations lies, to no small extent, in conceptual engineering and the work before the execution of the job. For this reason, before starting with the planning, it is essential to make an adequate selection of the bucket and confirm that the trimolines configuration is applicable for one or multiple CP's in terms of the window opening, resulting in a robust and reliable deviation system.

Therefore, derived from an engineering analysis supported by the pipeline integrity record, it was confirmed that there was no significant damage or wear on the CP where the grab would be anchored. Likewise, with the support of the ultrasonic cementing register, it was determined that there was good cement adherence between the CP's annular space of 11 7/8" - 13 3/8" from 1439 to 1460 md.

Along with the service company, the bucket with a mechanical anchorage system was chosen, due to the risk of gas cap manifestation (head pressure of 1100 psi in less than 1 hour), placing a blind retainer for CP of 11 7/8" as a security barrier.

Based on the security premises and the bucket type, it was established as a primary objective to

b) Ejecución

Se armó la cuchara para TR 11 7/8 con una sarta de trimolinos (Figura 3).

1. Molino para apertura de ventana con un diámetro externo (OD) de 10 5/8"
2. Molino inferior de 9 7/8" de OD
3. Junta flexible
4. Molino superior de 10 5/8" de OD

Continuó bajando la cuchara hasta 1447.73 md, donde tocó cima de retenedor con 1 tonelada en dos ocasiones; levantó la cuchara 1.5 metros a 1,446.23 md. Instaló cabina de registros y orientó cuchara con apoyo de registro giroscópico a 260.26°, de acuerdo con las recomendaciones de la compañía proveedora de la cuchara (Tabla 1).

Ancló cuchara a 1,447.73 md, procedió con la ruptura de pin de corte cargando hasta 50 klb sobre su peso (160 klb); levantó sarta 3 metros observando libre, aplicó 10 RPM; observando torque sostenido de 2500 lb/ft, dejando el tope de ventana a 1439.13 md.

Con trimolinos 10 5/8" a 1,439 md, realizó trabajo de apertura de 1,439.41 a 1,443.21 md, con un récord de 3.80 m en 20:41 hrs. Suspende apertura de ventana por incremento de tiempo en los últimos tres metros, tomando la decisión de recuperar la sarta en superficie y cambiar trimolinos.

Armó segunda sarta de trimolinos 10 5/8" y realizó trabajo de apertura de 1,443.21 a 1,446.21 md, con un récord de 3 m en 08:32 hrs; finalizando los 6.8 m de apertura de ventana. Posteriormente, perforó agujero de ratón de 1,446.21 a 1,455.21 md, con un récord de 9 m en 1:47 hrs. La prueba decisiva fue el paso libre de la sarta direccional a través de las TR's, permitiendo la perforación de la etapa hasta 2524 md (profundidad de asentamiento de la TR 9 7/8- 9 5/8") sin inconvenientes.

Conclusiones

La metodología para apertura de ventanas en triple TR's representó un caso de éxito para el AIPBAS01-02, dado que se realizó la apertura de la primera ventana de este tipo a nivel nacional.

El trabajo en conjunto tanto de la compañía operadora, como la compañía de servicio, fueron clave para evitar demoras o contratiempos durante la apertura de la ventana. Asimismo, la metodología antes descrita buscará ser replicada en todos los Activos Integrales de PEMEX, con la finalidad de atender la problemática en la caída de producción en pozos que están próximos a cerrar por la alta producción de agua en yacimientos maduros.

anchor said bucket with 10 5/8" to 1439 md trimolines, which would allow to run and cement a 9 5/8" casing up to 2524 md.

b) Execution

The bucket for CP 11 7/8 was assembled with a string of trimolines (Figure 3).

1. Window opening mill with an outside diameter (OD) of 10 5/8"
2. 9 7/8" OD lower mill
3. Flexible joint
4. Upper mill 10 5/8" OD

Continuing to lower the bucket to 1447.73 md, where it touched the top of the retainer with 1 ton on two occasions; it raised the bucket 1.5 meters to 1,446.23 md. Installed record cabin and oriented bucket with gyroscopic record support at 260.26°, according to the recommendations of the bucket supplier (Table 1).

Anchored bucket at 1,447.73 md, proceeded to break cutting pin carrying up to 50 klb over its weight (160 klb); lifted string 3 meters watching free, applied 10 RPM; observed sustained torque of 2500 lb/ft, leaving window stop at 1439.13 md.

With 10 5/8" trimolines at 1,439 md, performed opening work from 1,439.41 to 1,443.21 md, with a record of 3.80 m in 20:41 hrs. It suspended the opening of the window due to the increase of time in the last three meters, deciding to recover the string in surface and change trimolines.

Set up a second string of 10 5/8" trimolines and performed opening work from 1,443.21 to 1,446.21 md, with a record of 3 m in 08:32 hrs; finishing the 6.8 m of the window opening. Later, drilled mouse hole from 1,446.21 to 1,455.21 md, with a record of 9 m in 1:47 hrs. The decisive test was the free passage of the directional string through the CP's, allowing the drilling of the stage up to 2524 md (depth of settlement of the CP 9 7/8- 9 5/8") without inconvenience.

Conclusions

The methodology for opening windows in triple CP's was a success story for AIPBAS01-02 since the first window of this type was opened nationwide.

The joint work of both the operating company and the service company was vital to avoid delays or setbacks during the window opening. Likewise, the methodology described above will be replicated in all PEMEX's Integral Assets, in order to address the problem of declining production in wells that are close to closing due to high water production in mature fields.



◆ Contribuciones para identificar problemas en la línea de exportación / Contributions to identify problems in the export line.

Análisis integral para la predicción de problemas de aseguramiento de flujo

El Sistema de Transmisión del Área Central (CATS, por sus siglas en inglés) es una de las estaciones más importantes en el Mar del Norte para el procesamiento de gas natural y aceite.

Autor / Author: Víctor J. López Hernández,
Comisión Nacional de Hidrocarburos.
Fotografías / Pictures: © 2018 Chevron North
Sea Limited

El transporte de gas natural a la terminal Teesside se realiza a través un ducto proveniente del CATS. En cambio, el aceite se conduce desde la Plataforma North Everest a Cruden Bay por el ducto Forties. En este sentido, la producción de hidrocarburos proviene de más de 30 campos, tales como: Erskine, Lomond, J-Block, Everest y Armada, entre otros.

Específicamente, el Campo Erskine es de gas y condensado, y empezó a producir en 1997. Además, fue el primero del tipo HP/HT en desarrollarse en la Plataforma Continental del Reino Unido (UKCS, por sus siglas en inglés) y ha acumulado una producción de más de 344.6 [MMMft³] de gas y 65.1 [MMMb] de condensado.

Debido a la declinación de su presión estática y a las características de su fluido, ha presentado problemas

de formación de parafinas y de hidratos en la línea de exportación de condensado entre Erskine y la Plataforma Lomond. Esto genera obstrucciones temporales en su producción. No obstante, el 22 de enero del 2018, durante una rutina de "pigging" se presentó un bloqueo en la línea de exportación debido a la formación de parafinas.

En consecuencia, resultó una producción diferida de 2500 [boe/d] durante 8 meses, equivalente a un volumen acumulado de 610 [Mboe]. Por lo anterior, se propuso como solución construir una nueva línea para realizar un bypass de la sección bloqueada. Con base en la problemática, el presente trabajo tuvo



Comprehensive analysis for predicting flow assurance problems

The Central Area Transmission System (CATS) is one of the most important stations in the North Sea for processing natural gas and oil.

como objetivo desarrollar un análisis integral para la predicción de factores que pudieran perjudicar el aseguramiento de flujo en la nueva línea. Así, podría contarse con la capacidad de tomar acciones anticipadas para la mitigación de riesgos.

Por lo tanto, la sección de estudio se orientó en la línea de exportación bloqueada. A pesar del enfoque, también se realizó un análisis integral incluyendo las condiciones operativas del Campo Erskine, de la plataforma Lomond, del CATS y de la plataforma North Everest.

Modelado de las Curvas de Declinación

Paso 1. Modelado de las Curvas de Declinación (DCA por sus siglas en inglés), aplicando el software Oilfield Manager (OFM). Se desarrolló el modelo de DCA de Erskine para las distintas fases (gas, condensado y agua), con el objetivo de determinar su constante y tipo de declinación.

Paso 2. Se representaron los pozos y la red superficial con el software Pipesim. Posterior al cálculo de la declinación de producción, se generó la red de ductos y activos del área de análisis. En el proceso fueron agregadas las propiedades de los fluidos, pozos, plataformas de recepción, ductos, equipo superficial, compresores y separadores.

Paso 3. Para integrar los modelos se utilizó el simulador Integrated Asset Modelling (IAM), alimentando la red de Pipesim con el modelo DCA. La operación se efectuó con el fin de evaluar el impacto que causarían los cambios en las condiciones del yacimiento en la red de ductos, en un periodo determinado de tiempo. Las variables sensibilizadas fueron: Presión de yacimiento (Py), Relación Gas-Aceite (RGA) y Corte de agua (%wc).

Natural gas is transported to the Teesside terminal through a pipeline from the CATS. In contrast, oil is piped from the North Everest Platform to Cruden Bay through the Forties pipeline. In this sense, the production of hydrocarbons comes from more than 30 fields, such as Erskine, Lomond, J-Block, Everest, and the Navy, among others.

Specifically, the Erskine Field is of gas and condensate, and began its production in 1997. In addition, it was the first of the HP/HT type to be developed on the United Kingdom Continental Shelf (UKCS) and has accumulated a production of over 344.6 [MMMft³] of gas and 65.1 [MMMb] of condensate.

Due to its declining static pressure and fluid characteristics, it has presented problems of paraffin and hydrate formation on the condensate export line between Erskine and the Lomond Platform. This generates temporary obstructions in its production. However, on January 22, 2018, during a "pigging" routine, a blockage occurred on the export line due to paraffin formation.

This resulted in a deferred production of 2500 [boe/d] for 8 months, equivalent to a cumulative volume of 610 [Mboe]. Therefore, it was proposed as a solution to build a new line to bypass the blocked section.

Based on this problem, the present work aimed to develop a comprehensive analysis for the prediction of factors that could impair the flow assurance in the new line. Thus, it would be possible to take early actions to mitigate risks.

Consequently, the study section was oriented to the blocked export line. Despite the focus, a comprehensive analysis was also conducted including the operating conditions of the Erskine Field, the Lomond Platform, the CATS and the North Everest Platform.

Modeling of Declination Curves

Step 1. Modeling of the Declination Curves (DCA), applying the Oilfield Manager (OFM) software. The Erskine DCA model was developed for the different phases (gas, condensate and water), to determine their constant and type of declination.

Step 2. The wells and the surface network were represented with the Pipesim software. After calculating the production decline, the pipeline and asset network of the analysis area was generated. In

Paso 4. Finalmente, se realizó el análisis de la depositación de parafinas con el software OLGA. Una vez que se predijo la aparición de dichos materiales, se analizaron diferentes tipos de aislamientos de tubería para la nueva línea de exportación. Lo anterior se realiza para mitigar o prolongar la aparición de parafinas.

Resultados y discusión

Escenario 1. Se estudió la predicción de problemas de hidratos y de velocidad erosional. El proceso fue llevado a cabo con las siguientes consideraciones:

- Periodo de análisis: 5 años
- Tipo de declinación: hiperbólica
- Presión máxima de la línea de exportación (CATS= 2697 psia)
- Presión mínima en la línea de exportación (CATS= 1682 psia)

Se analizó la condición de presión máxima y mínima en la línea de exportación para identificar si los cambios en las condiciones operativas del CATS se proyectarían en la formación de hidratos o en el aumento de la velocidad del gas. En ese caso, se alcanzaría una velocidad erosional. Para la predicción de hidratos, se usó como indicador el Diferencial Máximo de Temperatura de subenfriamiento de los hidratos (MHSdT por sus siglas en inglés).

Se observó que, dentro del periodo de análisis, en ninguna de las dos condiciones de presión de operación se excede el límite del MHSdT (MHSdT= 33 °C). No obstante, se identifica una tendencia a incrementar, lo cual podría ocasionar la formación de hidratos a futuro.

Por otro lado, aunque en la presión máxima de operación se logra apreciar un aumento en la relación del factor de velocidad erosional (EVR por sus siglas en inglés), éste se mantiene menor a 1 (EVR <1) y con poco incremento en todo el periodo de análisis. Esto indica que la velocidad erosional no será un factor de riesgo a mediano plazo. Lo anterior se genera debido a los cambios en la velocidad de los fluidos, así como por las variaciones en el patrón de flujo.

the process, the properties of the fluids, wells, reception platforms, ducts, surface equipment, compressors and separators were added.

Step 3. To integrate the models, the Integrated Asset Modelling (IAM) simulator was used, feeding the Pipesim network with the DCA model. The operation was carried out to evaluate the impact that changes in the reservoir conditions will have on the pipeline network, in a given period of time. The variables sensitized were: Reservoir Pressure (Py, by its acronym in Spanish), Gas-Oil Ratio (RGA, by its acronym in Spanish) and Water Cut (%wc).

Step 4. Finally, the analysis of the paraffin deposition was performed with the OLGA software. Once the appearance of these materials was predicted, different types of pipe insulation were analyzed for the new export line. This is done to mitigate or prolong the appearance of paraffin.

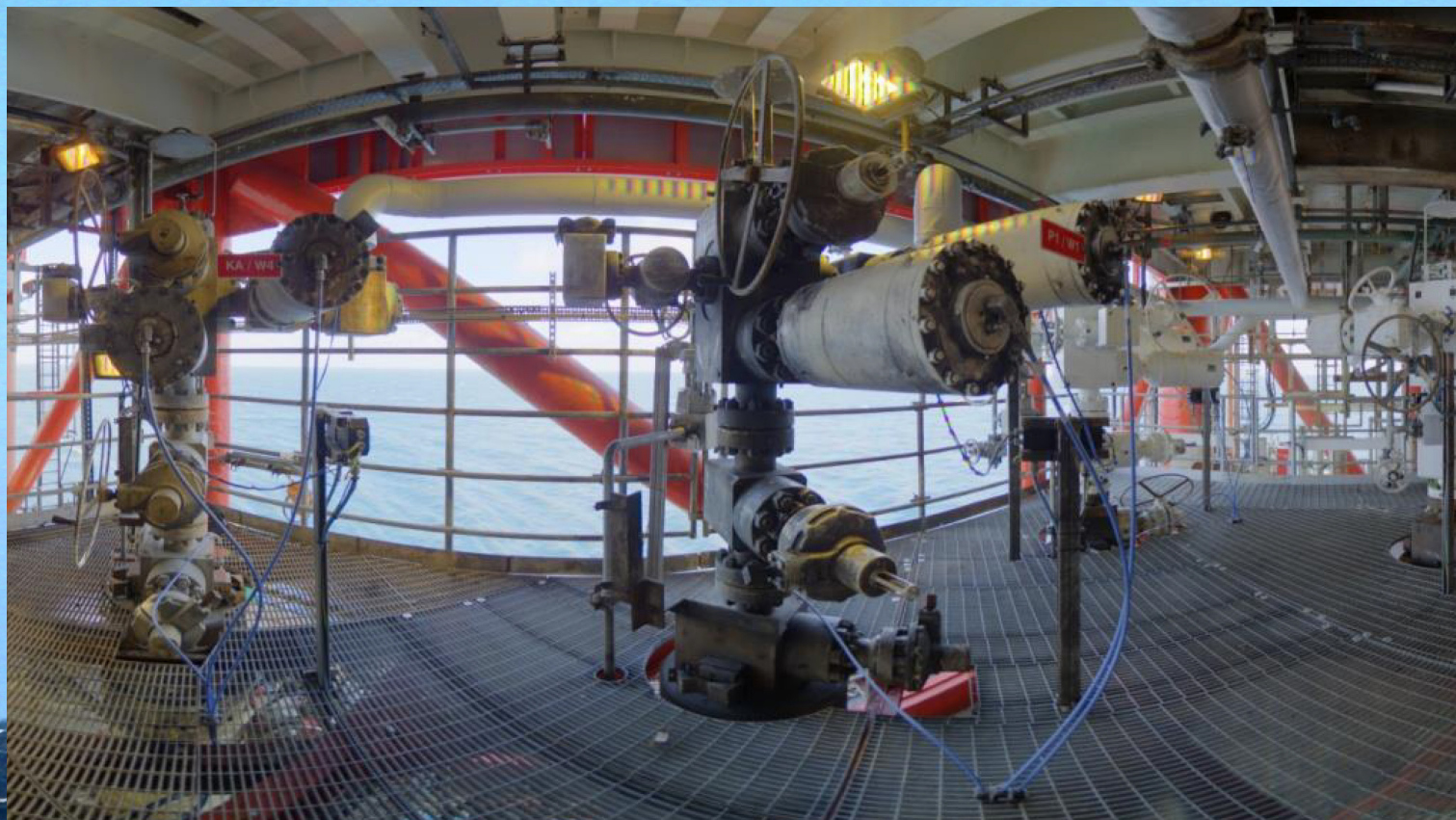
Results and discussion

Scenario 1. Prediction of hydrate problems and erosion velocity was studied. The process was carried out with the following considerations:

- Analysis period: 5 years
- Declination type: hyperbolic
- Maximum export line pressure (CATS= 2697 psia)
- Minimum pressure in the export line (CATS= 1682 psia)

The maximum and minimum pressure condition on the export line was analyzed to identify whether changes in CATS operating conditions would be projected in hydrate formation or increased gas velocity. If so, an erosional velocity would be achieved. For hydrate prediction, the Maximum Hydrate Subcooling Temperature Differential (MHSdT) was used as an indicator.

It was observed that, within the analysis period, the MHSdT limit (MHSdT= 33 °C) is not exceeded at either operating pressure condition. However, a tendency to increase is identified, which could cause future hydrate formation.



Conclusiones y recomendaciones

El área analizada presentó dos principales problemas de aseguramiento de flujo: formación de hidratos y depositación de parafinas. Éstos se acentuaron en función de la declinación de la producción y de los cambios en las condiciones operativas del sistema. Además, el incremento en el corte de agua y de la RGA, junto con la declinación de la Py, generarán mayores pérdidas en la temperatura del fluido. Como resultado, ocasionará que se exceda más rápidamente el límite de MWSDT (8 °C), acelerando la depositación de parafinas.

Aunque un aislamiento reduce el espesor de la capa de parafinas y retrasa el tiempo de su depositación, se debe realizar un análisis técnico-económico para determinar la opción más viable. El análisis integral del área asoció las condiciones de operación de toda la red de activos que se interrelacionan con esta. Además, se integró la historia de producción del Campo Erskine.

Lo anterior tuvo como resultado la identificación de diferentes problemas de aseguramiento de flujo en el sistema y, concretamente, en la nueva línea de exportación. Así, se contribuye en la toma de acciones para prevenir y mitigar su impacto. Por último, como trabajos futuros, se propone realizar la integración del resto de los campos del CATS, con el fin de analizar cuál es la sinergia que existe entre los activos que lo componen. La iniciativa se fundamenta en que se observó una alta interdependencia entre ellos.

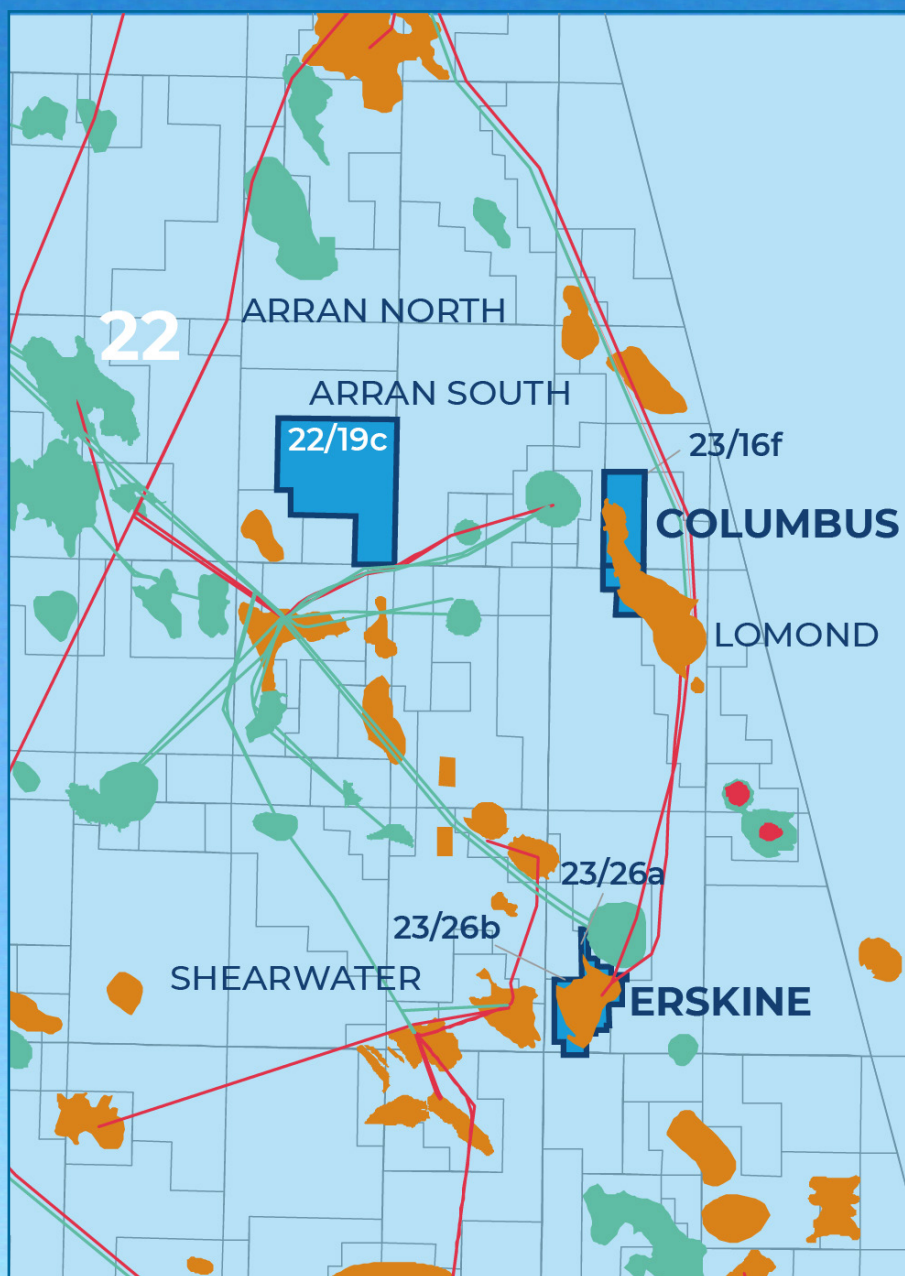
On the other hand, although the maximum operating pressure shows an increase in the ratio of the erosion rate (EVR), it remains below 1 (EVR <1) and with little increase throughout the analysis period. This indicates that the erosion rate will not be a risk factor in the medium term. This is generated by changes in fluid velocity, as well as by variations in the flow pattern.

Conclusions and recommendations

The area analyzed presented two main flow assurance problems: hydrate formation and paraffin deposition. These were accentuated as a function of the decline in production and changes in the operating conditions of the system. In addition, the increase in the water cut and the RGA, together with the decline in the Py, will generate greater losses in the temperature of the fluid. As a result, it will cause the MWSDT limit to be exceeded more rapidly (8°C), accelerating paraffin deposition.

Although an insulation reduces the thickness of the paraffin layer and delays the time of its deposition, a technical-economic analysis must be carried out to determine the most viable option. The comprehensive analysis of the area associated the operating conditions of the entire network of assets that interrelate with it. In addition, the production history of the Erskine Field was integrated.

This resulted in the identification of different flow assurance problems in the system and, specifically, in the new export line. This contributes to taking actions to prevent and mitigate their impact. Finally, as future work, it is proposed to integrate the rest of the CATS fields, in order to analyze the synergy between the assets that compose it. The initiative is based on the fact that a high degree of interdependence was observed among them.



♦ Aumentando la rentabilidad de los proyectos / Increasing project profitability



Técnicas de Optimización de Unidades de Inversión para la toma de decisiones en la asignación de capital

En medio de una abrupta caída de los precios del petróleo, este trabajo tiene el objetivo de presentar las técnicas de optimización empleadas con mayor frecuencia en la industria. Además, proporciona una alternativa para determinar la asignación de capital a los proyectos candidatos a competir en las estrategias de desarrollo.

Optimization Techniques of Investment Units for decision making in capital allocation

Autores / Authors:
Dr. Antonio Sampayo Trujillo e Ing. Emilio V. Sampayo Luna

During an abrupt fall in oil prices, this paper aims to present the optimization techniques frequently employed in the industry. Also, it provides an alternative for determining the allocation of capital to projects candidates to compete for development strategies.

Las técnicas de optimización pueden combinarse con otros métodos para asegurar que la flexibilidad se mantenga y se puedan efectuar en un momento bajo condiciones que cambian en el negocio.

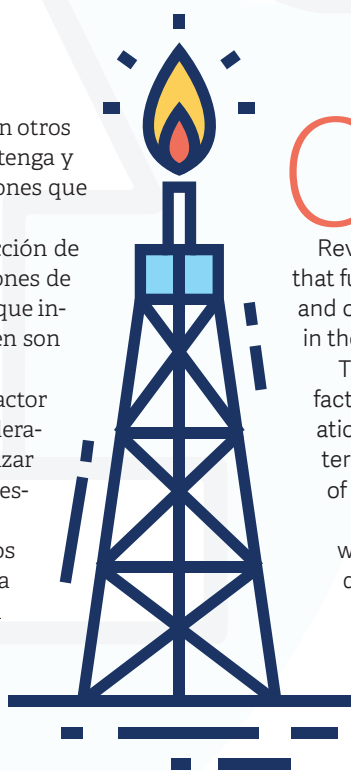
La revisión de los comportamientos presión-producción de los campos que conducen fundamentalmente a variaciones de las reservas de hidrocarburos y otros factores de cambio que intervienen y afectan las decisiones en la industria, también son factores a considerar.

La eficiente asignación de recursos de capital es un factor crítico, para que las empresas puedan balancear las consideraciones de corto plazo vs los valores deseados para maximizar a largo plazo. La asignación de capital influye 90% en el desempeño de las inversiones.

Esto es especialmente cierto en el entorno de precios volátiles actuales, en el que las empresas pueden tener una restricción considerable en el gasto debido a la presión para entregar flujos de efectivo adecuados y ganancias.

Producción de petróleo y gas

La producción de petróleo y gas natural de los campos petroleros es un problema de operaciones



Optimization techniques can be combined with other methods to ensure that flexibility is maintained and can be performed at a certain time under changing business conditions.

Reviewing the pressure-production behavior of the fields that fundamentally lead to variations in hydrocarbon reserves, and other change drivers that intervene and affect decisions in the industry are also factors to consider.

The efficient allocation of capital resources is a critical factor so that companies can balance short-term considerations against the values they want to maximize in the long term. The allocation of capital influences the performance of investments by 90%.

This is especially true in today's volatile price environment, where companies can have severe expenditure constraints due to pressure to deliver adequate cash flows and profits.

Oil and gas production

Oil and natural gas production from oil fields is a widely studied operational problem and is limited by reservoir conditions, pipeline flow characteristics, network, and surface facility capacity. As



ampliamente estudiado y está limitado básicamente por las condiciones del yacimiento, las características de flujo de la tubería, red y capacidad de las instalaciones de superficie. Como consecuencia, la correcta determinación de las condiciones de funcionamiento óptimas diarias requieren la consideración simultánea de la multitud de complejas interacciones entre las actividades del yacimiento, los pozos y las instalaciones de la red de superficie.

Todo lo anterior requiere, para su óptima funcionalidad, la correcta asignación de recursos financieros. Para ello, en nuestra industria petrolera se emplean ciertas metodologías de estructuración de unidades de inversión que integran de manera conjunta las conceptualizaciones técnicas y económicas de los pozos, campos, y asignaciones; a través de elementos que integran estas conceptualizaciones de flujo de fluidos y transporte de estos para la determinación de las eficiencias de inversiones.

Las técnicas de optimización empleadas en la industria petrolera son variadas y representan mecanismos mediante los cuales brindan elementos necesarios a los tomadores de decisiones para la asignación de capital en base a las directrices que tiene la empresa.

Los métodos de optimización no sólo requieren análisis sofisticado del portafolio de proyectos. Se requiere un análisis más riguroso de activos a nivel individual. La valuación de activos de acuerdo con su exposición al riesgo es un factor importante en la industria petrolera, y en especial en todo el sector energético de nuestro país. Es por ello que se requiere un entendimiento de los diferentes componentes de riesgo en el portafolio para la optimización de este y poder balancear el riesgo asociado a cada actividad.

a result, the proper determination of optimal daily operating conditions requires the simultaneous consideration of the multitude of complex interactions between field activities, wells, and surface network facilities.

All of the above requires, for optimum functionality, the correct allocation of financial resources. For this purpose, in our oil industry, certain methodologies are used to structure investment units that jointly integrate the technical and economic conceptualizations of the wells, fields, and assignments; through elements that integrate these fluid flow and transport conceptualizations for the determination of investment efficiencies.

The optimization techniques used in the oil industry are varied and represent mechanisms through which they provide elements necessary for decision-makers to allocate capital based on the guidelines of the company.

Optimization methods do not only require a sophisticated analysis of the project portfolio. They require a more rigorous analysis of assets at an individual level. The valuation of assets according to their exposure to risk is an important factor in the oil industry, and especially in the entire energy sector of our country. That is why, for its optimization, an understanding of the different risk components in the portfolio is required along with the capability to balance the risk associated with each activity.

The objective of this work was to show that, by considering certain restrictions imposed on the project portfolio, decisions can be made at a global level and concerning investment units that guide the allocation of financial resources in an optimal manner and with rational criteria.

El objetivo de este trabajo fue mostrar que, a través de considerar ciertas restricciones impuestas a la cartera de proyectos, se pueden tomar decisiones a nivel global y respecto a las unidades de inversión que den una guía para la asignación recursos financieros de una manera óptima y con criterios racionales.

Las técnicas de optimización

Las técnicas de optimización empleadas con mayor frecuencia son las siguientes:

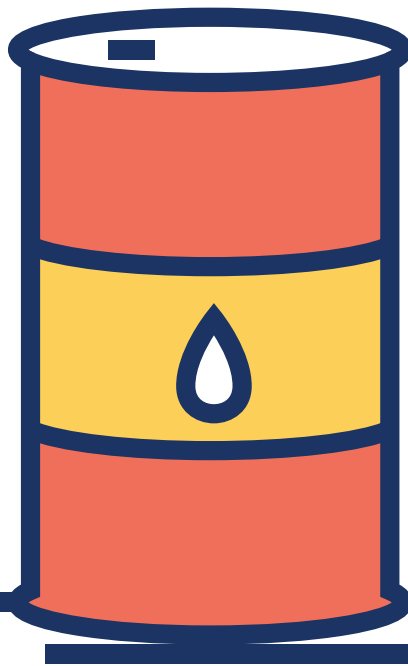
- Programación Lineal: Método Simplex
- Programación No Lineal
- Optimización sin restricciones
- Optimización con Restricciones de Igualdad
- Optimización con Restricciones de Desigualdad
- Programación Mixta-Entera en el Diseño de Procesos
- Programación Mixta Entera Lineal: Método de "Branch and Bound"
- Programación Mixta-Entera No Lineal: Método "Outer Approximation"

Este trabajo se enfocó en métodos de optimización lineal debido a que ha proporcionado resultados racionales, y los tiempos que se requieren también se han optimizado, de acuerdo con las necesidades de la industria.

En el caso particular del método, Simplex, es una herramienta que ayuda al diseño de un portafolio de oportunidades y a la asignación de recursos. La herramienta sólo obtiene la solución óptima con base a la función objetivo y las restricciones impuestas.

Teoría de optimización lineal

La teoría de optimización lineal se emplea ampliamente las disciplinas de las ciencias operativas y ha encontrado muchas aplicaciones en economía, planificación financiera, ciencias sociales, y por supuesto en la ingeniería petrolera; por ejemplo, en el posicionamiento óptimo de



Optimization techniques

The most frequently used optimization techniques are:

- Linear Programming: Simplex Method
- Non-Linear Programming
- Unrestricted optimization
- Optimization with Equal Restrictions
- Inequality Restricted Optimization
- Mixed-Integrated Programming in Process Design
- Linear Whole Mixed Programming: "Branch and Bound" Method
- Non-linear Mixed-Whole Programming: "Outer Approximation" Method

This work focused on linear optimization methods because it has provided

ed rational results, and the times required have also been optimized, according to the needs of the industry.

In the particular case of the method, Simplex is a tool that helps the design of a portfolio of opportunities and the allocation of resources. The tool only obtains the optimal solution based on the objective function and the imposed restrictions.

Linear optimization theory

Linear optimization theory is widely used in the disciplines of operational sciences and has found many applications in economics, financial planning, social sciences, and of course in petroleum engineering; for example, in optimal well positioning, optimal hydrocarbon distribution, and balance of well measurements. In the petroleum industry, it is often used to optimize process plant design and operational performance.

In addition, linear optimization models assume that there is a linear relationship between the variables and the optimization objective and the constraint results.

In the case of a company's project portfolio, a good approximation is that the integral assets, associated costs, production, and revenues are linearly related to the company's share and assets.

The fundamental function of linear optimization is to establish the "feasible solution space", which is the multidimensional space that defines the feasible range of each variable given the constraints in the system and the relationship between them.

Conclusions

Based on the results shown above, the following final comments and conclusions can be made:

pozos, distribución óptima de hidrocarburos, y balances de mediciones de los mismos. En la industria del petróleo, a menudo se utiliza para optimizar el diseño de la planta de procesos y desempeño operacional.

Además, los modelos de optimización lineal asumen que existe una relación lineal entre las variables y el objetivo de optimización y los resultados de restricción.

En el caso de la cartera de proyectos de una empresa, una buena aproximación es que los activos integrales, los costos asociados, la producción y los ingresos están relacionados linealmente con la participación de la empresa y los activos.

La función fundamental de la optimización lineal es establecer el "espacio de solución factible", que es el espacio multidimensional que define el rango factible de cada variable dadas las restricciones en el sistema y la relación entre las mismas.

Conclusiones

A partir de los resultados mostrados anteriormente se pueden realizar los siguientes comentarios finales y conclusiones:

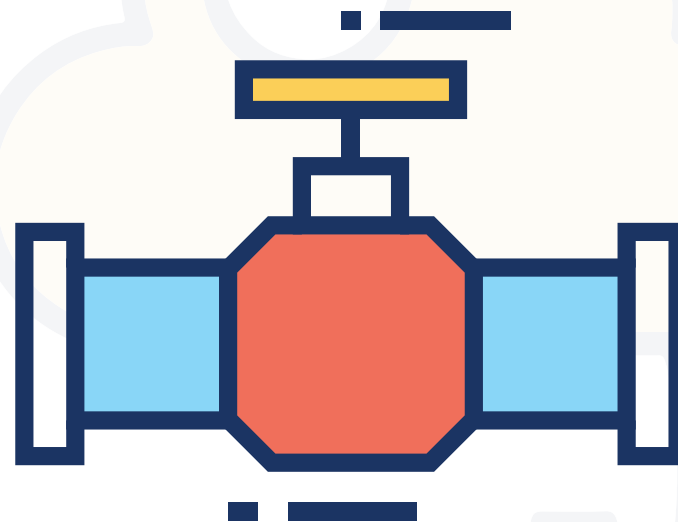
Se empleó la optimización lineal, es decir, se consideró que el valor para la empresa, los activos integrales, los costos asociados, la producción y los ingresos están relacionados linealmente con la participación de esta y los activos integrales

La optimización a través de la consideración del método Simplex es una de tantas herramientas que ayudan al diseño de un portafolio de oportunidades y a la asignación de recursos.

La herramienta sólo obtiene la solución óptima con base a la función objetivo y las restricciones impuestas.

Si sólo se tiene una herramienta que brinda la solución, y no se analizan los resultados, la asignación de recursos puede fallar.

Siempre se requerirá de un profesional que tome las decisiones en el sentido de la asignación adecuada de los recursos, ya que las herramientas matemáticas sólo proporcionan una guía racional que ayuda a la toma de decisiones.



Linear optimization was used, that is, it was considered that the value for the company, integral assets, associated costs, production, and income are related linearly to the participation of the company and the integral assets

Optimization through consideration of the Simplex Method is one of many tools that help when designing a portfolio of opportunities and the allocation of resources.

The tool only obtains the optimal solution based on the target function and the constraints imposed.

If there is one tool that provides the solution, and the results are not analyzed, the allocation of resources can fail.

It will always be necessary to have a professional to make decisions regarding proper resource allocation since mathematical tools only provide rational guidance to help decision making.



Análisis de Opciones Reales como una herramienta en el Desarrollo de Campos

Real Options Analysis as a Tool in Field Development

Autor / Author : Antonio Sampayo Trujillo (Pemex Exploración y Producción)

Los estudios para valorar la rentabilidad en el desarrollo de campos se han orientado en la evaluación de las inversiones de capital. El análisis de opciones reales funciona como una herramienta para tomar decisiones de inversión considerando la incertidumbre.

Studies to assess the profitability of field development have been oriented towards the evaluation of capital investments. The analysis of real options works as a tool to make investment decisions considering the uncertainty.



Los resultados de un proyecto de explotación de hidrocarburos no son frecuentemente predecibles. Por lo tanto, la incertidumbre juega un papel importante en los procesos que integran la industria petrolera. Además, los modelos actuales para determinar la rentabilidad de proyectos, los cuales sustentan procesos de toma de decisión, normalmente no pueden indicar beneficios en los planes de desarrollo flexibles en los campos de aceite y gas.

Esto se puede considerar a través de la valuación de opciones reales (VOR) en los modelos económicos. También, mediante la expansión de procesos de toma de decisión. Con fundamento en dicho planteamiento, este trabajo describe una metodología que incorpora las opciones reales para el análisis de alternativas de desarrollo en campos petroleros.

Los ejemplos en este estudio presentaron diferencias en el valor total de los proyectos cuando se considera la flexibilidad. Ésta puede contemplarse de diferentes maneras, las cuales contribuyen al valor económico de un proyecto.

Evaluación de rentabilidad

Tradicionalmente, las metodologías para valorar la rentabilidad de proyectos de inversión y emitir resoluciones, han sido orientados para evaluar inversiones de capital. Entre éstas figuran el periodo de retorno, valor presente neto (VPN) y la tasa interna de retorno (TIR).

A pesar de esto, ninguno toma en cuenta la incertidumbre de las variables en el futuro, lo cual puede ser inadecuado para la toma de decisiones, particularmente en proyectos cuya duración, u horizonte de análisis, sea prolongada. En los desarrollos de campos petroleros, las elecciones de inversión se efectúan con base en los retornos que proporciona el cálculo a través del VPN, para una premisa de precios de aceite, gas natural y condensado en específico.

The results of a hydrocarbon development project are often not predictable. Therefore, uncertainty plays an important role in the processes that make up the oil industry. In addition, current models for determining project profitability, which support decision-making processes, cannot normally indicate benefits in flexible development plans in oil and gas fields.

This can be considered through the valuation of real options (VOR, by its acronym in Spanish) in economic models. Also, through the expansion of decision-making processes. Based on this premise, this article describes a methodology that incorporates the real options for the analysis of development alternatives in oil fields.

The examples in this study presented differences in the total value of projects when flexibility is considered. Such flexibility can be viewed in different ways, which contribute to the economic value of a project.

Evaluation of profitability

Traditionally, the methodologies for assessing the profitability of investment projects and issuing resolutions have been oriented towards evaluating capital investments. These include the return period, net present value (NPV), and internal rate of return (IRR).

However, none take into account the uncertainty of future variables, which may be inadequate for decision making, particularly in projects with long duration, or analysis horizon. In oil field developments, investment choices are made according to the returns provided by the NPV calculation for specific oil, natural gas, and condensate price assumption.



No obstante, este procedimiento desde el punto de vista conceptual es imperfecto, debido a que supone un solo esquema de desarrollo para un proyecto. Además, simplemente incorpora la probabilidad de fracaso (falla) en el valor económico total esperado del proyecto.

Esta posibilidad se incorpora como una tasa de descuento (costo de capital) que, en ocasiones, es difícil de asignar, pues dicha tasa típicamente se ajusta al nivel de riesgo asociado al proyecto. Por estas razones, los métodos tradicionales para la toma de decisión no son tan efectivos en los proyectos de desarrollo de campos donde existen varias incertidumbres, tanto técnicas como de mercado.

Debido a lo anterior, el análisis de opciones reales es una herramienta para tomar decisiones de inversión considerando la incertidumbre. Igualmente, contempla la flexibilidad en la construcción del planteamiento de estudio para cada proyecto en particular.

Las opciones reales frecuentemente se enfrentan a proyectos que no tienen muchos datos históricos, por ejemplo, el desarrollo de un campo que se descubre. La aplicación de éstas hace uso del riesgo para agregar valor a un proyecto, y ahí radica el beneficio potencial para el proceso de toma de decisiones en el desarrollo de campos.

Proyectos de inversión analizados como opciones reales

Una opción real es el derecho de ejercer una acción (diferir, expandir, contraer o abandonar) a un costo predeterminado, llamado precio del ejercicio para un periodo específico; es decir, la vida útil de la acción. En un sentido amplio, un análisis de este tipo consiste en una extensión de la teoría de opciones financieras aplicadas a los activos reales (no financieros).

La posibilidad de realizar un proyecto de inversión se asemeja a una alternativa para comprar una acción. Ambos implican el derecho, pero no la obligación, de adquirir un activo pagando una suma de

Nevertheless, this process is conceptually imperfect, because it involves a single development scheme for a project. Furthermore, it simply incorporates the probability of failure into the total expected economic value of the project.

This possibility is incorporated as a discount rate (cost of capital) that is sometimes difficult to assign, as this rate is typically adjusted to the level of risk associated with the project. For these reasons, traditional methods of decision making are not effective in field development projects where there are various uncertainties, both technical and market.

Because of this, real options analysis is a tool for making investment decisions considering uncertainty. It also provides flexibility in the construction of the study plan for each particular project.

Real options often face projects that do not have much historical data, for example, the development of a field that is discovered. The application of these makes use of risk to add value to a project, and therein lies the potential benefit to the decision-making process in the development of fields.

Investment projects analyzed as real options

A real option is the right to exercise an action (defer, expand, contract or abandon) at a predetermined cost, called the exercise price for a specific period; that is, the useful life of the action. In a broad sense, an analysis such as this is an extension of financial option theory applied to real (non-financial) assets.

The possibility of carrying out an investment project is similar to an alternative for buying a share. Both involve the right, but not the obligation, to acquire an asset by paying an investment amount at a certain time. In the case of the purchase of a share, the right is known as a call option, and its valuation system is based on five variables. These are the share price, the exercise price, the time to maturity, the risk-free



inversión en cierto momento. En el caso de la compra de una acción, el derecho se denomina opción de compra, y su sistema de valoración se basa en cinco variables. Éstas son el precio de la acción, el precio de ejercicio, el tiempo hasta el vencimiento, la tasa de interés sin riesgo y la desviación típica de los rendimientos de la acción.

Por otra parte, la mayoría de los proyectos de inversión requieren un desembolso para la compra de un activo o ejecución del proyecto. Por ejemplo, la construcción de infraestructura, la perforación y terminación de pozos exploratorios y de desarrollo, entre otras.

Así, la cantidad invertida es el precio del ejercicio y, el valor del activo comprado o producido, es el precio de la acción. El tiempo que la empresa puede esperar sin perder oportunidad de invertir, es el tiempo hasta el vencimiento, y el valor del riesgo del proyecto se representa por la desviación típica de los rendimientos. El valor temporal está dado por la tasa de interés sin riesgo.

Comentarios finales

Resulta evidente que, para todo desarrollo de campos, se requiere un determinado número de años y grandes inversiones de capital para alcanzar una producción. En consecuencia, las incertidumbres técnicas y económicas juegan un papel sumamente importante en los procesos de decisión.

Además, la naturaleza en la volatilidad de los precios de los hidrocarburos proporciona otro reto importante en los análisis de rentabilidad de los proyectos de exploración y explotación. En este sentido, el empleo de opciones reales constituye una herramienta que puede contribuir a la administración, a la captura de valor y a su flexibilidad para modelar planes de ejecución. A su vez, éstos pueden proporcionar un mayor alineamiento con los objetivos estratégicos de la empresa.

Frecuentemente, en el planteamiento del desarrollo de campos, más de una opción pudiera ser una alternativa factible de desarrollo. Con el fin de modelar apropiadamente las diferentes alternativas, se requiere considerar el efecto de cada una en las opciones de desarrollo.

El uso de opciones reales es más útil cuando existe alta incertidumbre respecto del activo subyacente. También cuando se tiene mayor flexibilidad para cambiar, dado el curso del proyecto, hacia una dirección favorable. Simultáneamente, el análisis de opciones reales es provechoso para tomar decisiones vinculadas con el desarrollo de proyectos de inversión, tomando en cuenta la incertidumbre y flexibilidad en el planteamiento de los esquemas de desarrollo.

interest rate, and the standard deviation of share returns.

On the other hand, most investment projects require an outlay for the purchase of an asset or the implementation of the project. For example, the construction of infrastructure, the drilling, and completion of exploratory and development wells, among others.

Thus, the amount invested is the exercise price, and the value of the asset purchased or produced is the share price. The time that the company can wait without losing an opportunity to invest, is the time until expiration and the value of the project risk is represented by the standard deviation of the returns. The time value is given by the risk-free interest rate.

Final comments

It is clear that any field development requires a certain number of years and large capital investments to achieve production. Consequently, technical and economic uncertainties play an extremely important role in the decision-making process.

In addition, the volatile nature of hydrocarbon prices provides another important challenge in the profitability analysis of exploration and exploitation projects. In this sense, the use of real options is a tool that can contribute to the management, value capture, and flexibility in modeling implementation plans. In turn, these can provide greater alignment with the company's strategic objectives

Often, in the field development approach, more than one option may be a feasible development alternative. In order to properly model the different alternatives, the effect of each on the development options needs to be considered.

The use of real options is most useful when there is high uncertainty regarding the underlying asset. Even when there is more flexibility to change towards a favorable direction given the course of the project. At the same time, the analysis of real options is helpful for making decisions related to the development of investment projects, taking into account the uncertainty and flexibility in the approach of development schemes.





Congreso Mexicano del Petróleo

30 sep. - 03 oct. Monterrey, 2020



“Soberanía energética con Contenido Nacional”

- Comidas-Conferencias ■ 20,000 m2 de Exposición Industrial
- Cursos Precongreso ■ Más de 8,000 asistentes
- Conferencias técnicas ■ Más de 200 compañías expositoras

Eventos sociales, culturales y deportivos

**El Foro más importante de la Industria
Petrolera de América Latina**

Stands, inscripciones y reservaciones
www.congresomexicanodelpetroleo.com

Diamante



grupo protexa