

PETRO INNOVA

AÑO 02 - NÚMERO 05 - ENERO 2024 - CIUDAD DE MÉXICO

EJEMPLAR GRATUITO PARA SU DISTRIBUCIÓN

Edición **Ku**

La información contenida en esta obra es propiedad de las fuentes citadas y autores, no se permite la reproducción total o parcial sin autorización previa y por escrito de la Comisión de Publicaciones Técnicas y Boletines Informativos del Colegio de Ingenieros Petroleros de México, A.C.



**COLEGIO DE INGENIEROS
PETROLEROS DE MÉXICO, A.C.**

www.cipm.org.mx

“Trazando el futuro de la Industria Petrolera”

Con el objeto de dar cumplimiento cabal al compromiso social del Colegio de Ingenieros Petroleros de México, A.C., el pasado 29 de septiembre de 2023, en un hecho insólito para la ingeniería e industria petrolera, se llevó a cabo el “Foro de Expertos de la Industria Petrolera”; evento que reunió el conocimiento y experiencia de 412 asistentes presenciales y más de 1,200 vía remota, en torno a nueve ejes temáticos principales: **1. Visión de una estrategia exploratoria integral, 2. Estrategia de explotación de yacimientos para cerrar la brecha de la demanda de hidrocarburos en México, 3. Mesa de análisis: regulación en la industria petrolera, 4. Panel de debate: el tiempo de detonar el potencial petrolero mexicano es hoy, 5. Mesa de análisis: perspectivas de la educación en la ingeniería petrolera, 6. Visión de la distribución, procesamiento y comercialización de hidrocarburos, 7. Panel de expertos: tecnología e innovación para asegurar el futuro de la industria petrolera mexicana, 8. Mesa de reflexión: Descarbonización industrial y sostenibilidad y 9. Mesa de discusión: retos y oportunidades de la investigación y desarrollo tecnológico en un ambiente acelerado por la transición energética.**

La dinámica del evento permitió una interacción activa entre ponentes, panelistas y expertos asistentes que además de los documentos técnicos propios del evento, permitió un flujo masivo de propuestas de expertos que se depositaron en cajas tipo urna dispuestas a lo largo del perímetro del auditorio del edificio CEDE el CIPM; recinto que, previo al evento, fue modernizado con dos pantallas gigantes permanentes, dos proyectores de última generación y equipo de sonido de alta calidad y fidelidad BOSE. Los grupos tácticos tenemos el compromiso de integrar las conclusiones del evento en propuestas de generación de valor para la industria petrolera en febrero 2024, mismas que se publicarán en el siguiente número de esta revista. Todos los colegiados nos sentimos muy orgullosos, primero, por el gran éxito del evento, que además de congregar a distinguidos expertos de asociaciones hermanas, entidades gubernamentales, académicos, compañías operadoras y de servicio hacia el mismo propósito de dejar un legado para México, se generaron documentos técnicos a los que podemos fácilmente acceder a través de la página del CIPM, A.C: cipm.org.mx que también, dicho sea de paso, está en plena etapa de modernización, segundo, el evento motivó la modernización del edificio CEDE del CIPM que podremos utilizar todos los colegiados a nivel nacional que mantengamos nuestras cuotas al corriente para llevar a cabo celebraciones técnicas y/o sociales a costos preferenciales y tercero, probablemente el más importante; el reconocimiento que el CIPM está logrando a través de la celebración de estos eventos, y sobre todo; al cumplimiento cabal del ambicioso programa de trabajo de todos los comités de la Directiva Nacional 2022-2024 y al soporte y apoyo de las ocho secciones nacionales.

En continuidad con el compromiso de entregar grandes resultados al término de nuestra gestión, la directiva nacional 2022-2024, promoverá en el 2024 la realización de dos foros “Descarbonización y Sostenibilidad” y “Jóvenes del Futuro 2024”. Tu participación como colegiado es fundamental para nuestro éxito. *Los que integramos el CIPM, A.C., les deseamos un extraordinario 2024, lleno de salud, éxito, armonía y felicidad.*



Dr. Carlos
Pérez Téllez

Presidente Nacional

Bienio 2022 - 2024

Bienio 2022 - 2024



Dr. Carlos Pérez Téllez
Presidente Nacional



Ing. Marcos Torres Fuentes
Vicepresidente



M.I. Gonzalo Jesús Olivares Velázquez
Segundo Secretario Propietario



M.I. Ulises Neri Flores
Primer Secretario Propietario



M.I. Raúl Rivera Lozano
Tesorero



M.I. Francisco Lago Alonso
Segundo Secretario Suplente



Ing. Juan Carlos Estrada Martínez
Primer Secretario Suplente



M.G.I. Raúl de Jesús Oliva Pérez
Subtesorero

INTEGRACIÓN DE MIEMBROS (MEMBRESÍAS)



M.A. Daniel Mauricio Godínez Oidor



Ing. Kristell Ruby González Rosas



Ing. Raúl Lobato Gallardo

PUBLICACIONES TÉCNICAS Y BOLETINES INFORMATIVOS



M.G.I. Raúl de Jesús Oliva Pérez



M.G.I. Paola Santiago Serrano



Ing. Rafael Vargas Bermúdez

PROYECTOS



Dr. Heron Gachuz Muro



M.I. Benito Ortiz Sánchez



Ing. José Luis Guzmán Almazo

FORMACIÓN Y DESARROLLO PROFESIONAL



M.I. Francisco Lago Alonso



Ing. Rafael Cervantes de la Teja

ACTUALIZACIÓN Y REVISIÓN DE DOCUMENTOS RECTORES



Ing. Ernesto Lecuona Vera



Ing. Rafael Peña Cruz



M.I. Oswaldo David López Hernández

CERTIFICACIÓN DE PERITOS Y TESTIGO SOCIAL



M.I. David Velázquez Cruz



Ing. Saúl Gómez Díaz de Bonilla



EVENTOS
Dr. Carlos Alberto Avendaño Salazar



CERTIFICACIÓN PROFESIONAL
Ing. Carlos Alberto Pulido Morales



RELACIONES PÚBLICAS
Ing. Claudio Vázquez Sánchez



APOYO TÉCNICO E INFORMÁTICA
Dr. Carlos Alberto Avendaño Salazar



ESTUDIANTES
M.I. Héctor Erick Gallardo Ferrera



TRANSICIÓN ENERGÉTICA Y SOSTENIBILIDAD
M.I. Ulises Neri Flores



PRESIDENTES POR SECCIÓN

Dr. José Ramón Mayorquín Ruiz
Ciudad del Carmen

Ing. Guadalupe Luna Camarillo
Coatzacoalcos

Ing. Sergio Vázquez Nolasco
Dos Bocas

Ing. Rafael Rodríguez Amador
Poza Rica

M.I. José Manuel García Ortega
Reynosa

M.I. Samuel Iván Trujillo Tamez
Tampico

Dr. Faustino Alonso Fuentes Nucamendi
Veracruz

M.I. Blanca Estela González Valtierra
Villahermosa

KU



Ubicado 105 km al noroeste de Cd. del Carmen, Campeche.

Inicio su explotación en marzo de 1980 en la formación BKS, localizado a una profundidad promedio de 3,000 mv en un tirante de agua que va de 60 a 64 m.



Producción máxima en diciembre de 2008 y gas en febrero de 2021.

Ku ha sido pieza fundamental en el desarrollo de la industria petrolera, actualmente es el

2° campo con mayor producción acumulada del país,

lo que representa un factor de recuperación del



41% de aceite y 61% de gas.



También destaca por ser uno de los campos con mayor volumen de reserva probada.

ÍNDICE

06

ENERGÍA GLOBAL

Combustibles:
Rígen nuevos precios con subas de 26%.

La Industria del petróleo en el mundo
datos estadísticos. (pág. 7)

09

ESCENARIO PETROLERO

Foro de expertos de la industria petrolera.

Firma de convenio AMPP. (pág. 10)

Jóvenes Construyendo el Futuro. (pág. 10)

Participación en la Ceremonia de Conmemoración
por el XV aniversario de la Comisión Nacional de
Hidrocarburos. (pág. 10)

Aprovechamiento de instalaciones SEDE. (pág. 10)

Asamblea, Cena Gala 2023 (pág. 11)

12

SECCIÓN TÉCNICA

Flujo de trabajo para identificar zonas no drenadas
de hidrocarburos e incorporar producción en un
campo maduro costa-afuera, alineado al plan
nacional para la producción de hidrocarburos.

Inteligencia Artificial (IA) en el modelado
de Física de Rocas, Caso de Estudio en
un Yacimiento de Arena Compacta. (pág. 15)

24

CULTURA ECONÓMICA

Cuentas Económicas y Ecológicas de México.

26

HITOS HISTÓRICOS

Hazaña en el espacio: La Conquista

28

A TU SALUD

¿Quién dijo ansiedad?

Ser productivo: "El camino hacia el éxito
profesional y personal" (pág. 29)

30

PARA QUE TE ILUSTRES

Hidrocarburos totales de petróleo

32

ORGULLO Y COMPROMISO

El orgullo de ser colegiado presenta al
Ing. Carlos Morales Gil.

34

HACIA TU MÁS ALTO DESARROLLO

Las 4 disciplinas de la ejecución.

COMBUSTIBLES:

Rigen nuevos precios con subas de 26%



Autor:
MGI. Paola Santiago Serrano



Las principales petroleras en Argentina, YPF, Raízen (Shell) y Axion, han incrementado los precios de sus combustibles en un 26% en promedio a nivel nacional a partir del 3 de enero. Este ajuste se suma a otros aumentos recientes, totalizando un incremento del 80% en el último mes. La devaluación del peso frente al dólar, superando el 110%, y la decisión del gobierno nacional de no intervenir en el mercado, han contribuido a esta situación.

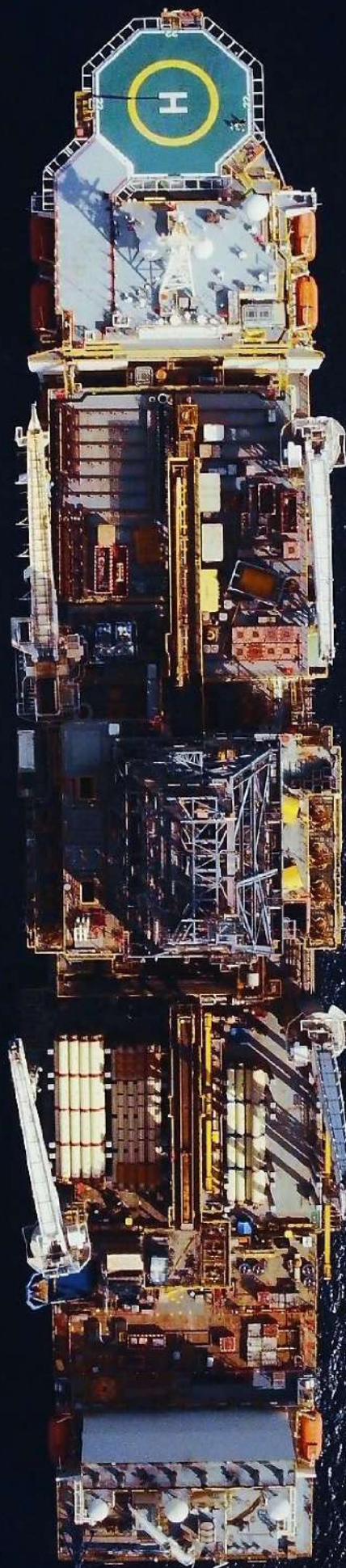
La dinámica de ajuste de precios está influenciada por la fuerte devaluación, y las petroleras justifican estos incrementos también por la actualización periódica de los precios de los biocombustibles necesarios para la mezcla con hidrocarburos. En la Ciudad de Buenos Aires, los nuevos precios de referencia son: para YPF, \$699 el litro de Nafta Súper, \$862 la Infinia Nafta, \$736 el Diesel 500 y \$938 el Infinia Diesel.

Shell, en la misma ciudad, presenta precios como \$762 para la Nafta Súper, \$916 para la VP Nafta, \$891 para el Diesel Evolux y \$1.010 para el VP Diesel. En el caso de Axion, los precios son \$761 para la Nafta Súper, \$915 para la Quantum Nafta y \$1.010 para el Diesel Quantum.

Los precios de los combustibles muestran variaciones considerables en otras localidades del país debido a factores de mercado. Además, se plantea la incertidumbre sobre la continuidad del "Barril Criollo", un precio diferencial para las refinadoras, y la actualización de impuestos específicos (ICL-CO2) que gravan a estos combustibles, temas que dependerán de las decisiones del gobierno.

Fuente:

<https://www.energiaynegocios.com.ar/combustibles-rigen-nuevo-precios-con-suba-de-26/>



LA INDUSTRIA DEL PETRÓLEO EN EL MUNDO

DATOS ESTADÍSTICOS



Autor:
MGI. Paola Santiago Serrano

La industria petrolera mundial, que produce más de 4.000 millones de toneladas anuales, enfrenta cambios significativos. Estados Unidos ha superado a los países de Oriente Medio en la producción de petróleo gracias a la exploración de esquisto y arenas bituminosas, generando casi una sexta parte de la producción mundial en 2022.

La demanda global alcanza los 100 millones de barriles diarios, con Estados Unidos y China liderando el consumo.

La OPEP y sus aliados reducirán la producción en 1,66 millones de barriles diarios hasta finales de 2024, además de un recorte de dos millones adoptado en 2022. Sin embargo, la capacidad de refinación, actualmente al límite y disminuida por primera vez en décadas, presenta un desafío adicional. A pesar de los esfuerzos de China en aumento de capacidad de refino, Estados Unidos sigue siendo el principal país refinador.

La pandemia de COVID-19, sanciones al Kremlin y la limitada capacidad de refinación generan incertidumbre, elevando los precios del petróleo y sus derivados.

En seis meses, los precios pasaron de alrededor de 85 a 140 dólares por barril. A pesar de este panorama, las empresas petroleras, como ExxonMobil, Shell, Chevron y TotalEnergies, experimentan significativos aumentos en beneficios netos, evidenciando las ganancias en un contexto de turbulencia del mercado.

Fuente:

es.statista.com/temas/9767/la-industria-del-petroleo-en-el-mundo/#topicOverview



HALLIBURTON

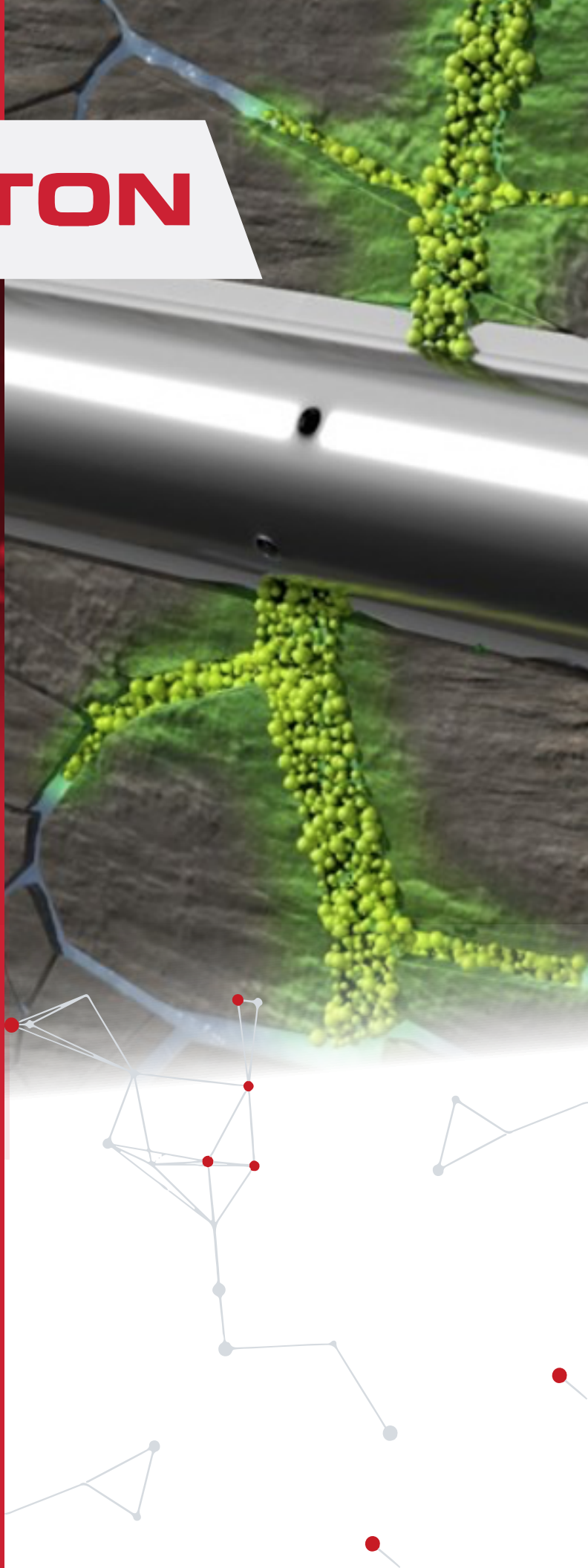
USO DE DIVERGENTE AUTO DEGRADABLE PARA LA DISTRIBUCIÓN ÓPTIMA DE TRATAMIENTO ÁCIDO EN POZO EXPLORATORIO DEL SUR DE MÉXICO, CASO HISTÓRICO.

Alejandro Flores, Carolina Henríquez, Eber Medina, Jan Loaiza y Katya Campos.

En la actividad exploratoria de la región sur de México cada vez que se perfora un pozo nuevo se tiene como reto evaluar y probar reservas de diferentes yacimientos, siendo común conseguir condiciones extremas de explotación como la presión, la temperatura (HP/HT) y la profundidad del pozo. En el caso de estudio el reto consistía en acidificar dos intervalos diferentes a una profundidad de hasta 6600 m, donde previamente el intervalo superior de menor presión había sido fracturado.

La metodología utilizada en el diseño del trabajo de estimulación fue la implementación de un divergente sólido multimodal transportado por un fluido acuoso. A través de los años esta tecnología ha sido utilizada en diferentes yacimientos petroleros en México en tratamientos donde se requiere una divergencia a nivel de pozo, el divergente particulado tiene el mayor beneficio de auto degradarse cuando alcanza la temperatura de yacimiento, pasando de estado sólido a líquido, y de esta manera facilitar el retorno a superficie en la etapa de recuperación de fluidos luego de la intervención.

Los resultados en este caso de estudio demostraron el aislamiento temporal de la zona que no se requería acidificar, reduciendo tiempos operativos y costos adicionales, así como también evaluar dos zonas por separados, con el objetivo final de certificar reservas para maximizar el valor de la empresa operadora.



FORO DE EXPERTOS DE LA INDUSTRIA PETROLERA.

Como parte de los compromisos del programa de trabajo de esta Directiva y como cierre a la celebración por el 50 aniversario del CIPM, en esta ocasión el Consejo Directivo Nacional en conjunto con la Academia de Ingeniería México (AI), la Asociación de Ingenieros Petroleros de México (AIPM), la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros (AMGP), la Asociación Mexicana de Geofísicos de Exploración (AMGE), la Society of Petroleum Engineers Sección México (SPE), la Asociación Mexicana de Empresas de Hidrocarburos (AMEXHI), la Asociación Mexicana de Empresas de Servicios Petroleros (AMESPAC), la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (UNECE) y el Instituto Mexicano del Petróleo (IMP), unieron esfuerzos para la organización de un evento sin precedente, el "Foro de expertos de la Industria Petrolera".

Este evento, en el cual participaron expertos de toda la cadena de valor de la industria petrolera (gobierno, reguladores, academia, asociaciones gremiales, centros de investigación, compañías operadoras y de servicio), tuvo como foco principal el debate e intercambio de ideas en 9 Grupos Tácticos que trabajaron de manera intensiva para generar propuestas de alto valor en las áreas de:

- Exploración
- Explotación
- Midstream-downstream
- Educación
- Tecnología
- Operadoras
- Descarbonización
- Regulación
- Investigación

Este evento sin precedentes se desarrolló en las instalaciones Sede del CIPM, logrando conjuntar a un público superior a los 400 asistentes presenciales y más de 3500 virtuales, los cuales pudieron disfrutar de un programa técnico del más alto nivel para el intercambio de opiniones a través de preguntas y respuestas durante las sesiones técnicas.

Parte fundamental para la realización de este evento fue el apoyo de distintas compañías de servicio, a quienes agradecemos profundamente por su apoyo para la realización de este evento:

- Weatherford
- Halliburton
- Baker Hughes
- SLB
- CBMX
- Emerson
- Grupo IPS

Uno de los ejes fundamentales de la realización de este foro, consiste en la elaboración de un documento vertical, el cual se entregará al próximo gobierno entrante, con el fin de que se tenga un diagnóstico de todas las áreas de la cadena de valor de la industria petrolera nacional y propuestas de alto valor técnico que permitan construir estrategias adecuadas a las necesidades actuales y futuras.



FIRMA DE CONVENIO AMPP.

Con la finalidad de promover la participación con asociaciones gremiales afines a la industria petrolera, el pasado 18 de octubre se realizó la firma de un convenio de colaboración en conjunto con la AMPP (Association for Materials Protection and Performance), el cual permitirá ampliar el alcance del catálogo de cursos ofertados por el CIPM. Asistió en representación del comité de proyectos la Dra. Silvia María Chávez Morales.



JÓVENES CONSTRUYENDO EL FUTURO

Se aprobó por parte de la autoridad un nuevo programa de capacitación para el CIPM enfocado en temas de investigación y desarrollo tecnológico, permitiendo incrementar el número de aprendices de 3 a 5.

Es importante comentar que estos aprendices cuentan con un apoyo por parte del Gobierno Federal de \$6,300 pesos mensuales, lo que es una excelente oportunidad para consolidar al CIPM como un elemento fundamental en la industria nacional.

PARTICIPACIÓN EN LA CEREMONIA DE CONMEMORACIÓN POR EL XV ANIVERSARIO DE LA COMISIÓN NACIONAL DE HIDROCARBUROS.

Con motivo de la celebración del XV aniversario de la Comisión Nacional de Hidrocarburos, el presidente nacional, Dr. Carlos Pérez Téllez tuvo ocasión de participar del programa de Jornadas Técnicas del CIPM con la ponencia "Tendencias que dan origen al desafío en la extracción de hidrocarburos en México" el día 30 de noviembre de 2023, compartiendo con cerca de 200 asistentes la visión del CIPM al respecto de los retos en Hidrocarburos que enfrentará el país.



APROVECHAMIENTO DE INSTALACIONES SEDE

Producto de la promoción de espacios para el desarrollo de actividades técnicas y de convivencia de asociaciones hermanas y para procesos de capacitación, se ha generado un aprovechamiento sustantivo de las instalaciones durante este periodo contando diversos eventos como:

- *Foro de expertos de la industria petrolera* (29.09.2023). Un evento que sumó a más de 400 asistentes de toda la industria petrolera del ámbito técnico.
- *Evento tesoreros AIPM* (7.10.2023). Reunión que organizó la Asociación hermana AIPM y que reunió a más de 30 asistentes presenciales.
- *Evento ayuda mutua AIPM* (13.10.2023). Reunión que organizó la AIPM para dar cumplimiento a sus reuniones programadas.
- *Clausura diplomado excelencia* (27.10.2023). Se realizó un evento de clausura técnico de un diplomado en las instalaciones del CIPM, contando con la participación de más de 40 personas
- *Jornadas Técnicas AIPM CDMX* (27.10.2023). Se desarrolló este evento técnico en 6 aulas y en el salón de usos múltiples, en donde más de 200 asistentes disfrutaron cómodamente de las instalaciones.
- *Evento técnico IMP* (29.11.2023). Se desarrolló en las instalaciones del CIPM una junta de su personal sindicalizado que contó con la asistencia de más de 300 invitados.
- *Curso Colegio de Geofísicos* (30 de noviembre y 1 de diciembre). A solicitud de este Colegio se llevó a cabo en el salón de usos múltiples un curso de geofísica aplicada para 30 personas.
- *Convivencia técnica IMP* (8.12.2023). Se realizó un evento para 100 personas en el área del edificio 4, en el cual personal del área de laboratorios del IMP, llevó a cabo una convivencia técnica de fin de año.
- *Evento fin de año AG Electronic* (9.12.2023). Se desarrolló en el área de estacionamiento un montaje para una convivencia de fin de año de la empresa AG Electronic.
- *Convivencia fin de año AIPM CDMX* (9.12.2023). Con motivo de los festejos decembrinos, se realizó una convivencia técnica en el salón de usos múltiples, contando con la participación de un centenar de agremiados.

Todos estos eventos han permitido dar un aprovechamiento integral a las instalaciones y generar recursos adicionales para promover el mantenimiento mayor de instalaciones y el desarrollo de foros técnicos adicionales como se muestra en la tabla.

Eventos	Fecha(s)	Ingreso Aproximado
AIPM Nacional	07-oct-23	\$10,000.00
AIPM Nacional	13-oct-23	\$10,000.00
AIPM CDMX	27-oct-23	\$87,500.00
Clausura Diplomado Excelencia	27-oct-23	\$34,820.00
Evento IMP	29-nov-23	\$20,000.00
Colegio de Geofísicos	30 nov y 1 dic 2023	\$20,000.00
Evento IMP	08-dic-23	\$12,000.00
AG electrónica	09-dic-23	\$10,000.00
AIPM CDMX	09-dic-23	\$10,000.00
Total		\$214,320.00

ASAMBLEA

Cena Gala

El viernes 15 de diciembre de 2023, el Colegio de Ingenieros Petroleros de México A.C. tuvo el privilegio de llevar a cabo la sexta Asamblea Nacional Ordinaria en las instalaciones sede ubicadas en la Ciudad de México. Este significativo evento, presidido por el Dr. Carlos Pérez Téllez, Colegiado y Presidente del Colegio de Ingenieros Petroleros de México A.C., contó con la distinguida participación del Consejo Directivo Nacional 2022-2024.

La jornada se inició con el registro de los asistentes y la verificación del quórum, a cargo del Dr. Carlos Pérez Téllez. Durante esta asamblea, se abordaron temas de gran relevancia para el próximo año 2024, como el lanzamiento del proceso de registro de candidatos para el Premio Nacional de Ingeniería Petrolera. Asimismo, se anunció la apertura del periodo de inscripciones de planillas para la elección de la directiva nacional correspondiente al bienio 2024-2026.

Un momento destacado de la asamblea fue la proyección de un emotivo video en homenaje al ingeniero Roberto Franco Méndez, quien falleció en octubre de 2023. En dicho tributo se resaltaron sus logros académicos, su participación en diversas instituciones relacionadas con la Industria Petrolera en México, así como sus experiencias profesionales en campos petroleros. Colegas del ingeniero Franco compartieron sus impresiones y recuerdos.

Posteriormente, se llevó a cabo la designación del Ingeniero José Baltazar Domínguez Hernández como perito profesional, quien recibió el reconocimiento correspondiente de manos del Dr. Carlos Pérez Téllez. El ingeniero Baltazar expresó su gratitud al Colegio por la confianza depositada en él y dirigió unas palabras a la audiencia.

La clausura de la asamblea estuvo a cargo del Dr. Carlos Pérez Téllez, quien brindó un mensaje de despedida, felicitando nuevamente al ingeniero Baltazar. Además, extendió su agradecimiento a todos los presentes por su participación y compromiso con el Colegio. Invitó a los asistentes a disfrutar de una noche placentera, marcando así el cierre oficial de la asamblea.

Al concluir la asamblea, se dio inicio a la realización de la Gala de Fin de Año, donde los participantes fueron agradecidos con una exquisita cena, brindándoles la oportunidad de compartir momentos significativos, perspectivas y opiniones. Este encuentro enriqueció de manera notable la vivencia de los presentes en las distinguidas instalaciones sede del CIPM. Tras deleitarse con una magnífica cena, se llevó a cabo una rifa de obsequios entre los colegiados presentes, incentivando la camaradería y fortaleciendo los lazos entre los miembros de la comunidad. En este ambiente festivo, los ingenieros compartieron anécdotas y experiencias, consolidando tanto las relaciones profesionales como personales entre los asistentes.

Como punto culminante de la celebración, se extendió una cordial invitación a la audiencia para que se uniera a la pista de baile, ofreciendo un momento de distensión y camaradería que añadió un toque festivo y alegre al evento.



Flujo de trabajo para identificar zonas no drenadas de hidrocarburos e incorporar producción en un campo maduro costa-afuera, alineado al plan nacional para la producción de hidrocarburos



Autor:

Ing. Rafael Vargas Bermúdez

Introducción

La industria petrolera mexicana se encuentra atravesando momentos complicados, ya que la producción de petróleo de los principales campos del país va en declive, el mayor porcentaje de producción de petróleo del país viene de los campos maduros. Por esta razón en los últimos años se ha desarrollado mucha tecnología, para obtener información más detallada de los yacimientos, lograr caracterizar a mayor detalle la roca y los fluidos del medio poroso. Así como herramientas que nos permiten modelar y entender de mejor manera los yacimientos, esto con el propósito de identificar zonas parcialmente drenadas, que puedan ser evaluadas, para recuperar mayor reserva de hidrocarburos y lograr maximizar el factor de recuperación en campos maduros.

Por otro lado, estar alineado al plan nacional para la producción de hidrocarburos, en la que se busca lograr mitigar la caída de producción nacional de petróleo, acelerando la producción en desarrollo de campos y utilizar mejores prácticas en ingeniería que nos permitan reevaluar nuestras estrategias de explotación de los campos maduros.

El termino de reingeniería es fundamental para buscar la solución a la problemática de la caída de producción. En este caso enfocándose en la historia de presión producción y la información dinámica del yacimiento, volver a conceptualizar la ingeniería básica, pero con información reciente de mayor calidad, ocupando el desarrollo tecnológico de software, que nos permita visualizar y analizar las nuevas oportunidades.

Si la estrategia de explotación consideraba un cierto número de pozos para un determinado volumen original, se podría identificar con certidumbre razonable las áreas sin drenar hidrocarburos, para llevar a cabo una estrategia de incremento de producción, considerando las instalaciones existentes para lograr que los indicadores económicos sean positivos para generar el caso de negocio y ejecutar la estrategia.

Desarrollo

Se presenta la implementación de un flujo de trabajo para evaluar las zonas parcialmente drenadas para su aplicación en campos maduros, ayudando la recuperación de hidrocarburos y maximizando el factor de recuperación. Se tiene como objetivo presentar las zonas parcialmente drenadas del yacimiento Maloob Cretácico, para soportar una estrategia de recuperación acelerada de producción, proponiendo ubicaciones nuevas de perforación de pozos, que logren recuperar reserva 2P.

Flujo de trabajo

Se realizó una secuencia de procesos desde su inicio hasta su finalización, empleando la información histórica del campo y datos dinámicos.

1. Organización y generación de base de datos

Al inicio del trabajo, se tiene que emplear cierto tiempo para organizar la información histórica de presión y producción que se va a emplear para el análisis. La cual debe ser organizada en base de datos.

2. Control de calidad a la información

El conjunto de información que se encuentra organizada debe pasar un filtro de calidad, entre las principales características se encuentra la exactitud, integridad, actualización, coherencia, relevancia y confiabilidad en el procesamiento de la información. Para que estos datos resulten útiles al análisis y llegar a conclusiones que apoyen a la toma de decisiones, es de vital importancia este paso, ya que si la calidad de los datos es mala o deficiente puede provocar tomar decisiones erróneas que perjudiquen la estrategia de explotación.

3. Interpolación de datos de producción en mapas estructurales

En el mapa estructural del campo de interés (Figura 1) se visualiza el volumen acumulado en toda la extensión del yacimiento, donde inicia un primer análisis de ciertas áreas de oportunidad, considerando las zonas donde se tiene una baja acumulación de hidrocarburos, en este caso las partes del sinclinal de Maloob Cretácico, se ven como las más atractivas, así como en los flancos al norte de la estructura. Se complementa con la interpolación del volumen acumulado de agua y gas en el yacimiento (Figura 2), para identificar zonas con problemática de irrupción de agua y gas.

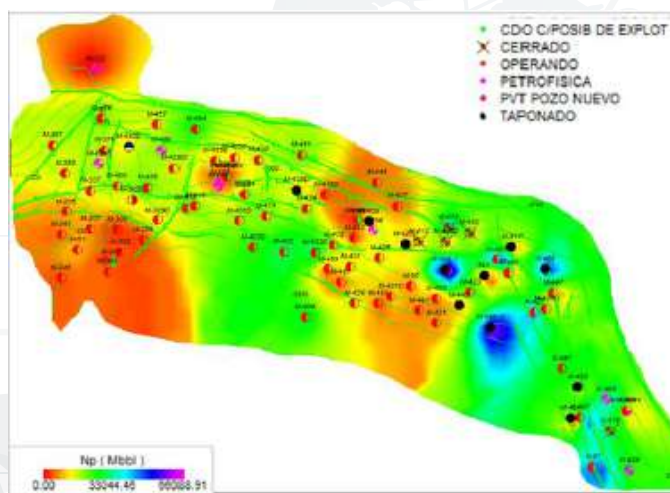


Figura 1. Mapa del yacimiento Maloob Cretácico volumen acumulado producido.

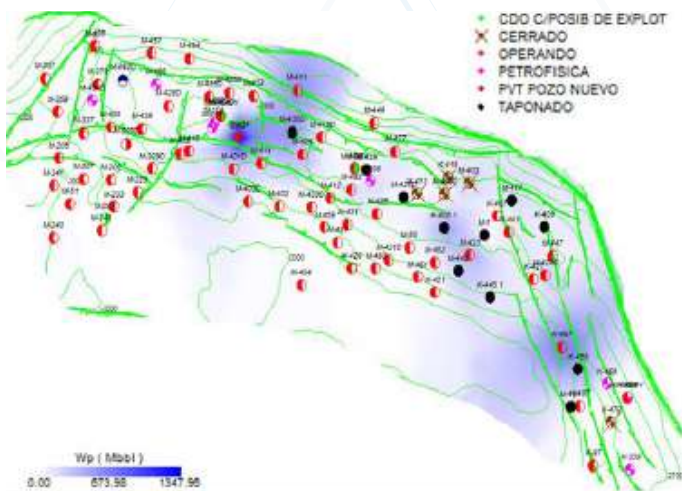


Figura 2. Mapa del yacimiento Maloob Cretácico volumen de agua acumulada.

4. Normalización de la producción

La normalización de la producción y del volumen acumulado, nos ayuda a visualizar las zonas de mayor extracción por año de producción, indicando zonas en las cuales presentan menor acumulación en el tiempo. Para este caso (Figura 3), se identifica potencial en el sinclinal del yacimiento y en los flancos al Noroeste de la estructura.

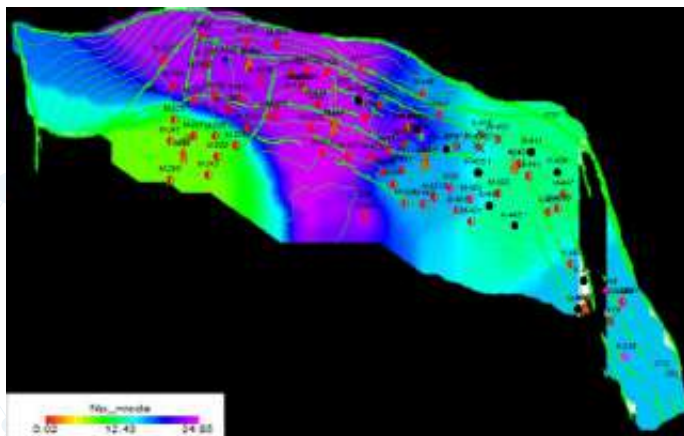


Figura 3. Mapa del yacimiento Maloob Cretácico Np normalizada.

Para la normalización de la Np se emplea la siguiente expresión:

$$Np \text{ Normalizada} = \frac{Np}{\text{años produciendo}}$$

5. Generación de mapas de burbuja en zonas de interés y radio de drene

Mediante el uso de las bases de datos, se procede a realizar mapas de burbuja que nos ayuden a identificar comportamientos de pozos cercanos a las posibles zonas parcialmente drenadas de hidrocarburos, calculando el radio de drene equivalente para determinar la distancia para que no exista interferencia de producción, haciendo gráficos para las variables Np, Wp, Gp y porcentaje de producción de crudo (Fig. 4).

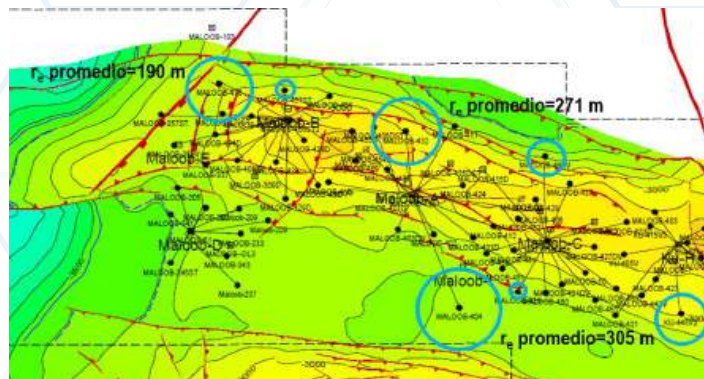


Figura 4. Determinación del radio de drene en zonas de interés.

6. Interpolación de datos de presión en función del tiempo.

Se muestra la evolución del comportamiento de presión a lo largo del yacimiento para diferentes tiempos y haciendo énfasis al efecto de la inyección de N2 en la presión (Figura 5).

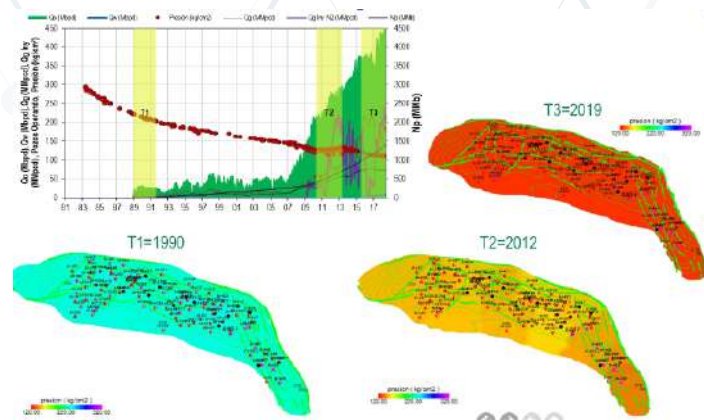


Figura 5. Comportamiento de presión del campo Maloob.

7. Integración dinámica mediante PTA

Aquí se integra la información dinámica que se ha obtenido a través del tiempo, para determinar si las zonas con potencial se encuentran cercanas a fallas, límites, o configuraciones estructurales más complejas.

8. Determinación del volumen esperado mediante RTA

El uso de la información dinámica se emplea en todo el proceso de este trabajo y es de vital importancia darles un sentido común a los datos reportados por los pozos, en este caso se ocupa información de sensores de fondo de presión de pozos monitores o testigos, en los cuales se conjugan con las mediciones de aforo, para lograr determinar mediante las herramientas de análisis de gasto transitorio, el volumen original de aceite en sitio, en ciertas zonas parcialmente drenadas. Integrando la información que anteriormente se analizó, se puede determinar cuantos pozos se podrían proponer para recuperar la reserva en dichas localizaciones, cuidando no entrar en zonas de irrupción de fluidos no deseados (Figura 6).

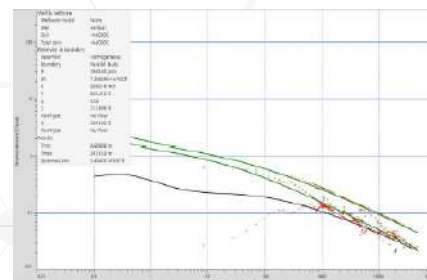


Figura 6. Análisis RTA para determinar el volumen original en sitio.

9. Clasificación de áreas con potencial de explotación

Integrando los resultados anteriores, se procede a realizar una normalización por pozo, en la cual podemos clasificar las zonas como: potencial alto, potencial medio y potencial bajo. Identificando en el mapa estructural las áreas de mayor potencial (Figura 7).

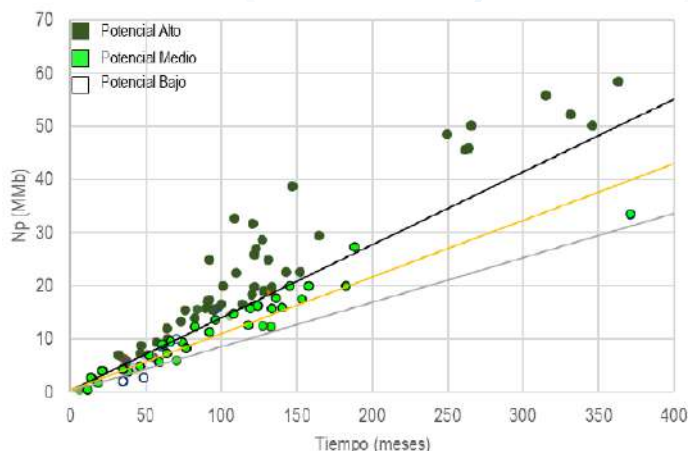


Figura 7. Clasificación de áreas con potencial de explotación.

10. Mapa de zonas parcialmente drenadas con oportunidad de explotación.

El resultado final de este trabajo es un mapa soportado con toda la información histórica de presión, producción y dinámica del yacimiento, la cual nos indica las zonas con menor acumulación de hidrocarburos, menor producción de agua y gas, su comportamiento de presión, la existencia de límites estructurales que afecten su producción, porcentaje de gasto inicial por comportamiento local de pozos, así como la estimación del volumen original en sitio que se puede recuperar en estas localizaciones (Figura 8).

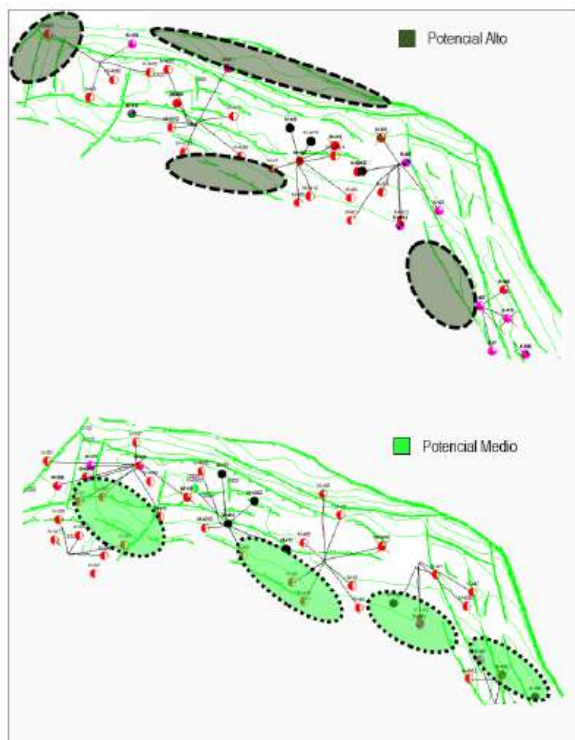


Figura 8. Zonas parcialmente drenadas del yacimiento Maloob Cretácico con potencial

Observaciones y conclusiones

1. El presente trabajo se desarrolló con la finalidad de implementar un flujo de trabajo integral para determinar zonas parcialmente drenadas de hidrocarburos mediante datos históricos y dinámicos de un campo maduro costa afuera.
2. Este flujo de trabajo se puede complementar con nuevas tecnologías más sofisticadas como el "Análisis de Big Data", en la cual puedan involucrar más variables para darle mayor sustento a la identificación de zonas parcialmente drenadas y que ayuden a incrementar la producción de hidrocarburos, recuperando mayor reserva 2P y maximizar el factor de recuperación del campo.
3. Del análisis de datos históricos de producción y presión se identificaron zonas de alto, medio y bajo potencial distribuidas en el yacimiento Maloob Cretácico.
4. Se visualizaron cuatro zonas de oportunidad para pozos de relleno (Infill), con un rango estimado de gastos promedio por sistema artificial de producción.

	Potencial alto Mbd	Potencial medio Mbd	Potencial bajo Mbd
BEC	5.5 a 6.5	4.0 a 5.5	2.0 a 3.0
BN	5.0 a 8.0	4.0 a 6.5	1.5 a 3.0

Nomenclatura

- PTA:** Pressure Transient Analysis
- RTA:** Rate Transient Analysis
- Np:** Volumen acumulado de aceite
- Wp:** Volumen acumulado de agua
- Gp:** Volumen acumulado de gas

Referencias bibliográficas

- Centro de estudios regionales, PEMEX. (2019). "Reingeniería en el campos maduros". Villahermosa, México.
- Oil Field Manager (OFM) Software. 2005. Schlumberger. www.slb.com/content/services/software
- Saphir Software. 2018. Kappa www.kappaeng.com/software/saphir
- Topaze Software 2018, Kappa www.kappaeng.com/software/topaze/overview



Ing. Rafael Vargas Bermúdez

Es Ingeniero Petrolero egresado de la Universidad Nacional Autónoma de México en el año 2014, actualmente se encuentra cursando la maestría en dirección de proyectos. Cuenta con 9 años de experiencia en la industria petrolera. Laboró en el Instituto de Ingeniería de la UNAM, como Especialista en Ingeniería de Yacimientos, en donde desarrolló su tesis de grado, en la misma especialidad. Posteriormente, entró a la compañía de servicios Halliburton, como Ingeniero de registros de producción de pozos. Ingresó a Petróleos Mexicanos en el año 2015, a través del Programa de Talento-Técnico de PEP, colaborando inicialmente en diferentes áreas de la Coordinación de Diseño de Proyectos, del Activo Ku-Maloob-Zaap. Participó como Especialista en el Área de Caracterización de Yacimientos, y de Desarrollo de Campos. Finalmente, de 2020 a la fecha, se encuentra laborando como Especialista de Producción, en la Subdirección de Coordinación Operativa y Comercial. Es miembro del Colegio de Ingenieros Petroleros de México (CIPM), de la "Society of Petroleum Engineers", sección México, y de la Sociedad de exalumnos de la Facultad de Ingeniería, de la UNAM.

Inteligencia Artificial (IA) en el modelado de Física de Rocas, Caso de Estudio en un Yacimiento de Arena Compacta.

Autor:

Ing. Luis Ahindel Castellanos Bassoult
 Ing. Juan Gerardo del Ángel Morales
 Ing. Pablo Marcos Razo Leyva
 Ing. David Montes Cruz



Introducción

Los paquetes de software modernos ofrecen una variedad de soluciones que se basan en gran medida en ecuaciones empíricas que relacionan la densidad y/o la velocidad de onda de corte con la velocidad de compresión, utilizando coeficientes específicos de litología (por ejemplo, Gardner et al., 1974; Castagna et al., 1993).

Las redes neuronales son una clase de modelos construidos con capas (Fig. 1). Los tipos comúnmente utilizados de redes neuronales incluyen las redes neuronales convolucionales y recurrentes. Se basa de manera muy vaga en cómo pensamos que funciona el cerebro humano. Primero, se crean y conectan entre sí una colección de "neuronas" de software, lo que permite enviarse mensajes entre ellas. A continuación, se le pide a la red que resuelva un problema, que intenta hacer una y otra vez, fortaleciendo las conexiones que conducen al éxito y disminuyendo aquellas que llevan al fracaso.

En este artículo, nos enfocaremos en la reparación de datos y la construcción de propiedades elásticas mediante el uso de inteligencia artificial. Casi todos los registros eléctricos de pozos en nuestro campo fueron adquiridos en diferentes años (de 1990 a 2019). Aunque la mayoría de las herramientas eléctricas modernas están diseñadas para compensar las pérdidas limitadas de lavados y rugosidades del pozo, prácticamente cada pozo contiene secciones de registro con calidad deficiente o inaceptable. Además de los registros deficientes, a menudo hay secciones donde la medición ha fallado por completo debido a problemas de telemetría con el equipo de superficie o debido a fallas en la herramienta debido a condiciones adversas. Estos problemas se han incrementado en los últimos años con la introducción de Logging While Drilling (LWD). Las mediciones por cable y LWD se ven comprometidas aún más por errores de calibración, que ocurren debido a errores humanos o al desplazamiento electrónico de la herramienta debido a la temperatura.

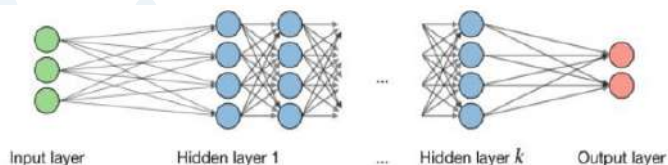


Figura 1: Tomada de una clase de Stanford que muestra la estructura de una red neuronal, con entradas, capas y salidas.

La tasa de aprendizaje, a menudo denotada como alpha o a veces eta, indica a qué ritmo se actualizan los pesos. Esto puede ser fijo o cambiarse de forma adaptativa. El método actual más popular se llama Adam, que es un método que adapta la tasa de aprendizaje. La retro propagación es un método para actualizar los pesos en la red neuronal teniendo en cuenta la salida real y la salida deseada.

Petrofísica Sísmica

Nuestro campo de estudio se encuentra al norte del estado de Veracruz. El campo fue descubierto en 1926. Debido a características petrofísicas que presentan bajas porosidades (Porosidad < 12 %), bajas permeabilidades (permeabilidad absoluta < 1 mD) y alta heterogeneidad, se considera un yacimiento de arena compacta.

Normalmente, verificaríamos la velocidad de compresión sónica, la lectura de rayos gamma y el registro de resistividad a la misma profundidad en el yacimiento para confirmar la interpretación. La IA se utiliza de manera similar para descubrir las relaciones entre todos los registros eléctricos, de modo que se puedan identificar anomalías y prever el registro correcto.

En la Fig. 2, podemos ver todos los ejemplos de aplicaciones de las redes neuronales a la petrofísica, lo cual incluye:

Los datos de registros sísmicos y de densidad son vitales para estudios petrofísicos sísmicos y geofísicos de yacimientos. Sin embargo, en muchos casos, algunas partes de las curvas del pozo son deficientes o faltan debido a efectos ambientales como saltos de ciclo sísmico o efectos de rugosidad y pérdida de lavado de densidad. Por lo tanto, a menudo se requiere la edición.

En la fig.3 podemos observar la información de registros geofísicos de 21 pozos con la que se llevó a cabo el estudio, siendo esta las velocidades P,S, Rho y GR, principalmente.



Figura 2: Todas las aplicaciones posibles de inteligencia artificial en petrofísica.

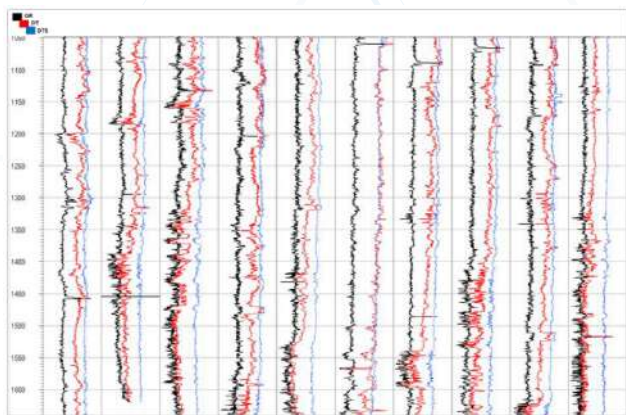


Fig. 3: Pozos con información de núcleos y registros especiales.

En la subsuperficie, la energía acústica se transmite a través de las rocas en varias formas, dos de las cuales son ondas de compresión (V_p) y ondas de corte (V_s). La onda de compresión viaja tanto a través de sólidos como de fluidos, como el lodo del pozo, pero se desplaza más rápido en el sólido que en el líquido. Por lo tanto, una formación con alta porosidad y espacio de poro lleno de fluido tiene un tiempo de viaje de onda de compresión más alto que una onda de compresión que viaja a través de roca no porosa.

En consecuencia, la onda de compresión siempre llega a un punto a una distancia antes que la onda de corte, y es la onda utilizada en el registro sísmico convencional como una medida del tiempo de viaje acústico, ΔT , desde la fuente hasta el receptor.

Cuando usamos el registro sísmico para generar nuestra traza sintética, lo más fácil que podemos hacer para verificar el registro es observar un registro de calibre. Esto nos dará una indicación del potencial de lecturas deficientes y dónde podrían sospecharse las amplitudes sintéticas. Además, esta información se puede utilizar con registros y/o pozos adicionales para reconstruir los valores deficientes del registro en ese intervalo, proporcionando un medio para crear una traza sintética más confiable. Sin embargo, tales técnicas de reemplazo deben usarse con precaución.

Smith (2011) enfatiza el papel de la petrofísica en el tema integrado de petrofísica sísmica. Específicamente destaca que la petrofísica debería apuntar a (1) la edición y acondicionamiento de registros, (2) la predicción de la velocidad de onda de corte, (3) la sustitución de fluidos y (4) la modelización de la porosidad. Es lógico combinar las definiciones de Pennington y Smith y complementarlas con la modelización sísmica directa, que también es una parte integral de la petrofísica sísmica. La razón principal para esa combinación es que un practicante debe poder comprender las trampas petrofísicas y aplicar correctamente modelos y diagramas de física de rocas para verificar la calidad y acondicionar los datos del registro. Hasta ahora, se han presentado numerosas relaciones empíricas para calcular la velocidad de onda de corte, pero en la mayoría de los casos, los resultados de estas relaciones no son deseables en diferentes áreas debido a las siguientes razones:

1) Varios parámetros afectan la velocidad de onda de corte, y no todos están incluidos en las relaciones empíricas.

2) Las relaciones mencionadas pertenecen a una área o roca de yacimiento específica (con litología y fluido específicos), y utilizar estas relaciones en otras áreas no presenta una buena respuesta debido a que las propiedades de la roca y el fluido cambian.

3) La mayoría de los estudios realizados para medir la velocidad de onda de corte han sido sobre areniscas y pocos estudios han examinado las arenas apretadas.

Debido a la complejidad de la relación entre los valores de (V_s) con todas las propiedades de la roca y el fluido, solo se seleccionaron los parámetros importantes y medibles de las propiedades de la roca y el fluido (que podrían obtenerse a través de datos de registros de pozos) como los principales parámetros de entrada del modelo. Por lo tanto, los parámetros seleccionados deberían tener un efecto significativo en (V_s).

La física de rocas se integra en estas técnicas y algoritmos al observar propiedades elásticas de la roca, como la impedancia acústica, la impedancia de corte, la relación V_p/V_s , etc., derivadas de datos de pozos y sísmicos.

Validando el registro eléctrico, los parámetros litológicos y de fluidos, se generó el modelo petrofísico, que se calibró con datos de núcleos, registros especiales y muestras de difracción de rayos X (XRD), prestando especial atención a los componentes minerales, las porosidades y los fluidos, Fig. 4.

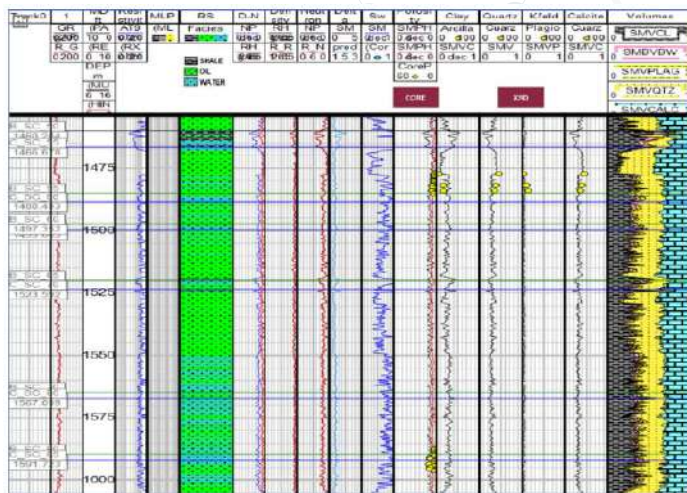


Fig. 4: Ejemplo de evaluación de formación de un pozo, podemos ver las calibraciones de propiedades minerales y petrofísicas (puntos amarillos).

Los principales datos de entrada para la generación de un modelo de física de rocas son:

1. Velocidades P y S.
2. Volúmenes mineralógicos.
3. Porosidad total.

Modelado de Física de Rocas

La porosidad es un dato clave para todos los modelos de rocas de yacimiento (incluido el modelo de Gassmann), y requiere especial cuidado y atención al trabajar con datos petrofísicos derivados de pozos. La calibración de núcleos y registros es un

elemento esencial de la evaluación petrofísica básica y es una entrada crítica, junto con las saturaciones de fluidos, para los cálculos de Gassmann.

La velocidad es una función de los módulos elásticos y la densidad; el componente más difícil de caracterizar es la geometría del espacio poroso, sin embargo, esto controla casi todo lo que nos interesa. Una medición realizada en un punto dará las propiedades de uno de los componentes de la roca. Esto puede ser radicalmente diferente de una medición realizada en la muestra de roca, por lo que la teoría del medio equivalente intenta relacionar las propiedades promedio con esos constituyentes.

Para modelar propiedades elásticas a través de la física de rocas (cuyos principios se explicarán brevemente), contamos con lo siguiente:

- Leyes empíricas (son útiles cuando hay una cantidad limitada de información disponible sobre la formación rocosa, se pueden utilizar para estimar registros faltantes como densidad, onda P y onda S, también se pueden utilizar para corregir valores atípicos).
- Límites (las propiedades elásticas efectivas de las rocas dependen de los diferentes componentes, fracción de volumen, detalles geométricos de la microestructura, pero si los detalles geométricos de la microestructura son desconocidos, lo mejor que podemos hacer es prever límites superiores e inferiores para los módulos elásticos efectivos, estos límites de física de rocas se utilizan rutinariamente para promediar minerales y fluidos).
- Modelos de medio efectivo (son útiles cuando hay información limitada sobre la estructura de la roca, la predicción de las propiedades elásticas puede mejorarse, estos modelos requieren algunas suposiciones sobre la microestructura de la roca).

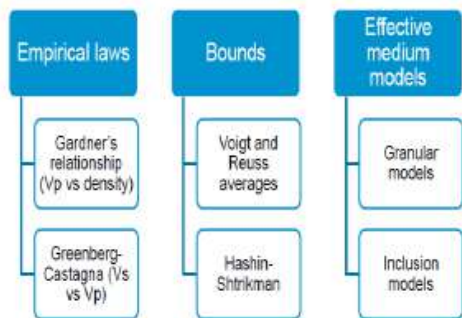


Fig. 5: Modelos de física de rocas, modificado de CGG, 2020).

Para obtener una mejor comprensión física de las relaciones entre propiedades elásticas, porosidad y permeabilidad en sistemas heterogéneos tan complejos como las rocas sedimentarias, primero se deben clasificar las rocas de acuerdo con principios que tiendan a considerar simultáneamente parámetros petrofísicos, composicionales y de textura, como se muestra en la Fig. 6.

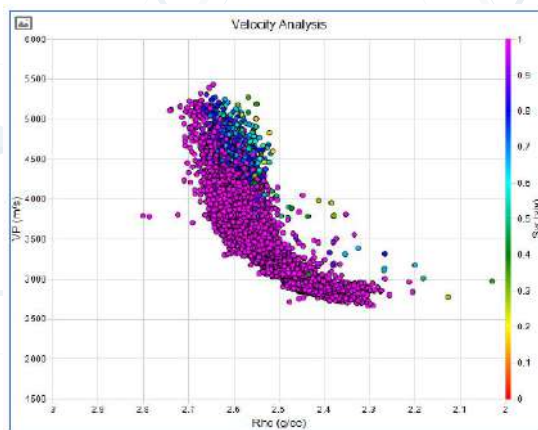


Fig. 6: Análisis de la velocidad de onda P en el yacimiento.

Uno de los problemas más importantes en el análisis de física de rocas de registros, núcleos y datos sísmicos es utilizar velocidades sísmicas en rocas saturadas con un fluido para predecir aquellas de rocas saturadas con un segundo fluido, o equivalentemente, predecir velocidades de roca saturada a partir de velocidades de roca seca, y viceversa.

En otras palabras, las relaciones de aspecto y, por lo tanto, la "porosidad de fracturas", son irrelevantes en el contexto de las propiedades elásticas efectivas drenadas. Vernik y Kachanov (2012) abordan el problema de las relaciones de aspecto en detalle. Un punto de vista frecuentemente avanzado es que las relaciones de aspecto de poros estrechos, tipo grieta, y, por lo tanto, la porosidad de fracturas Φ , son parámetros importantes para las rigideces generales (por ejemplo, Sayers, 2008; Mavko et al., 2009; Smith et al., 2009; Ruiz y Cheng, 2010). Esto a menudo lleva a dos conclusiones de naturaleza práctica: (1) la porosidad de fracturas es un parámetro importante para las rocas con poros de relación de aspecto baja y (2) se deben conocer dichas relaciones.

La ecuación 1 y 2, que establecen que el modelo efectivo de un sólido seco con poros y grietas esféricas (la inversa de K_d y G_d) son funciones lineales de la densidad de fracturas y la porosidad, suponiendo que no hay interacciones entre fracturas y poros.

$$K_d = K_m \left(1 + \frac{3(1-\nu_m)}{2(1-2\nu_m)} \phi + \frac{16(1-\nu_m^2)}{9(1-2\nu_m)} \eta \right)^{-1} \dots \text{Ec. 1}$$

$$G_d = G_m \left(1 + \frac{15(1-\nu_m)}{7-5\nu_m} \phi + \frac{32(1-\nu_m^2)(5-\nu_m)}{45(2-\nu_m)} \eta \right)^{-1} \dots \text{Ec. 2}$$

Donde:

- K_d = Módulo de Volumen de la Roca Seca (GPa)
- K_m = Módulo de Volumen de la Matriz (GPa)
- G_d = Módulo de Cizalla de la Roca Seca (GPa)
- G_m = Módulo de Cizalla de la Matriz (GPa)
- ν_m = Velocidad de la Matriz (m/s)
- Φ = Porosidad Total (v/v)
- η = Viscosidad del fluido (Pa.s)

Es importante enfatizar que estas expresiones implican que la inversa de K_d y G_d , y no la rigidez, son funciones lineales de Φ y η .

Consecuentemente, estimar los factores de forma de los poros para rocas de yacimiento es claramente uno de los desafíos más difíciles en la física de rocas y en la geofísica en general.

Las inclusiones se colocan en la tensión promedio (sobre la fase sólida) $\langle \sigma_{ij} \rangle_s$. Debido a que esta tensión promedio está relacionada con la tensión aplicada de forma remota σ_{ij}^∞ mediante la fórmula $\langle \sigma_{ij} \rangle_s = (1-\Phi)^{-1} \sigma_{ij}^\infty$, los resultados para las constantes efectivas se obtienen dividiendo Φ y η sobre $(1-\Phi)$:

$$K_d = K_m \left(1 + \frac{\rho \phi_{pore}}{1-\phi} + A(V_m) \frac{\eta}{1-\phi} \right)^{-1} \dots \text{Ec.3}$$

$$G_d = G_m \left(1 + \frac{\rho \phi_{pore}}{1-\phi} + B(V_m) \frac{\eta}{1-\phi} \right)^{-1} \dots \text{Ec.4}$$

Donde:

$$A(V_m) = 2.46$$

$$B(V_m) = 1.59$$

El modelo puede ejecutarse utilizando cualquier mezcla isotrópica de poros esféricos y concentraciones de microgrietas (por ejemplo, Smith et al., 2009), en cuyo caso el producto $\rho^* \Phi$ es:

$$\rho^* \Phi = \rho_{pore} (\phi - \phi_{crack}) + \rho_{crack} \phi_{crack} \dots \text{Ec.5}$$

Para las microgrietas, así como las fracturas macroscópicas de relación de aspecto bajo que resisten la carga de esfuerzo efectivo in situ, la porosidad de la grieta se puede despreciar, por lo que $\phi_{pore} \approx \Phi$ y la ecuación se simplifica aún más. Nótese que el producto $\rho^* \Phi$ se aproxima a la densidad de grietas si los poros se reducen a grietas, y, por lo tanto, se absorbe por el término η en este límite (Kachanov et al., 1994). Los factores de forma de poro para poros esféricos en una matriz de arena son $\rho_{pore} = 1.81$ y $\rho_{crack} = 2.04$, y para grietas los factores hipotéticos son $\rho_{crack} = 586$ y $\rho_{crack} = 381$.

En resumen, en aplicaciones prácticas de física de rocas para rocas cuasi-isotrópicas, como areniscas, podría ser suficiente modelar sus módulos efectivos drenados utilizando la forma funcional de la ecuación 2. En consecuencia, estimar factores de forma de poros para rocas de yacimiento es claramente uno de los desafíos más difíciles en la física de rocas y en la geofísica en general. El modelo dado por la ecuación 2 se puede evaluar explícitamente para formas elipsoidales. Sin embargo, las formas de los poros generalmente ni siquiera se parecen aproximadamente a elipsoides. Es importante destacar que una gran proporción de poros son cóncavos.

Inteligencia Artificial y Ciencia de Datos

En este punto, ya tenemos la generación de las curvas modeladas a partir del modelo de física de rocas. El siguiente paso es seleccionar la información con la que entrenaremos nuestro modelo artificial. Para esto, nos centraremos en la ciencia de datos, utilizando los principios aplicados por la empresa IBM.

El flujo de la metodología ilustra la naturaleza iterativa del proceso de resolución de problemas. Los científicos de datos a menudo regresan a etapas anteriores para ajustar a medida que aprenden más sobre los datos y el modelado. Los modelos no se crean una vez, se implementan y se dejan en su lugar tal como están; en cambio, mejoran y se adaptan constantemente a las condiciones cambiantes a través de comentarios, ajustes y reimplementaciones.

La Figura 7 representa el flujo de trabajo de IBM para la ciencia de datos.

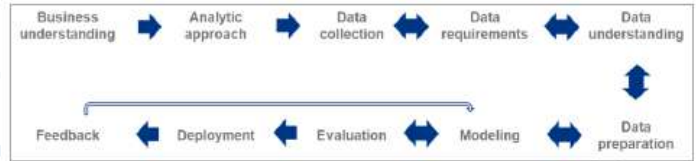


Fig. 7: "Los modelos no se crean una vez, se implementan y se dejan en su lugar tal como están; en cambio, mejoran y se adaptan constantemente a las condiciones cambiantes a través de comentarios, ajustes y reimplementaciones". John Rollins-IBM.

En cuanto al esquema de "IBM" para modelos de inteligencia artificial, nos encontramos en la fase de preparación de datos. Aquí utilizamos las velocidades modeladas de V_p y V_s para reconstruir estas velocidades en un pozo ciego, que tiene lecturas medidas, para ver el coeficiente de correlación entre la reconstrucción, usando un modelo de física de rocas y un modelo de inteligencia artificial. La información de entrada para la reconstrucción de la curva de V_s es la siguiente: Por (v/v), V_{cl} (v/v), ρ (original), V_p (m/s) y Facies (aceite, agua, lutita). Figura 8.

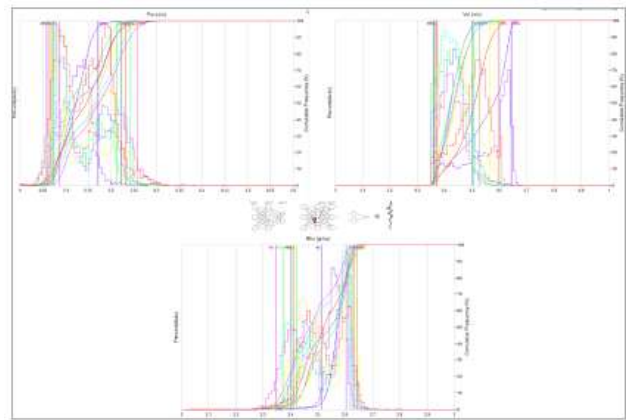


Fig. 8: Análisis estadístico de las facies de las curvas de entrada para la generación de las velocidades P y S.

Una red neuronal multicapa casi siempre se representa como un diagrama con una red de neuronas, y uno puede olvidar que es solo una función matemática. Las técnicas matemáticas utilizadas por la inteligencia artificial incluyen redes neuronales, algoritmos genéticos, bosques aleatorios y lógica difusa. Entonces, la representación de una red de neuronas puede mejorar la legibilidad.

- La capa de entrada de neuronas o nodos representa la entrada "x" y el n° de neuronas es la dimensión de la entrada "x".
- La capa de salida representa la salida "y" y el número de neuronas depende de la naturaleza de la variable objetivo. Para la regresión y la clasificación binaria, es solo 1. Para la clasificación multiclase, el número de neuronas es el número de clases.
- Una capa oculta representa el resultado de las funciones intermedias f_i .
- Los enlaces o sinapsis representan los valores de los pesos w_{ij} . Entonces, todos los enlaces juntos entre dos capas representan una matriz. El número de enlaces es $n_i \times n_{i+1}$, como la dimensión de la matriz w_{ij} .

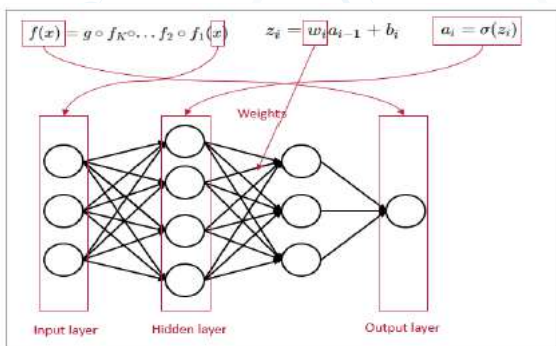


Fig. 9: Figura tomada de medium.com, que describe el comportamiento de una red neuronal.

Regresión Polinómica

Podemos considerar la regresión polinómica como un caso generalizado de la regresión lineal. Suponemos una dependencia polinómica entre la salida y las entradas y, consecuentemente, la función de regresión estimada es polinómica.

En otras palabras, además de términos lineales como b_1x_1 , tu función de regresión F puede incluir términos no lineales como $b_2x_1^2$, $b_3x_1^3$, o incluso $b_4x_1x_2$, $b_5x_1^2x_2$.

El ejemplo más simple de regresión polinómica tiene una sola variable independiente, y la función de regresión estimada es un polinomio de grado dos: $f(x) = b_0 + b_1x + b_2x^2$.

Resultados

Para analizar el pozo, es crucial que tus datos de entrenamiento sean representativos de los nuevos casos a los que deseas generalizar. Esto es válido ya sea que utilices aprendizaje basado en instancias o aprendizaje basado en modelos. Esto a menudo es más difícil de lo que parece: si la muestra es demasiado pequeña, tendrás ruido de muestreo (es decir, datos no representativos debido al azar), pero incluso muestras muy grandes pueden no ser representativas si el método de muestreo es defectuoso. Obviamente, si tus datos de entrenamiento están llenos de errores, valores atípicos y ruido (por ejemplo, debido a mediciones de baja calidad), será más difícil para el sistema detectar los patrones subyacentes, por lo que es menos probable que tu sistema funcione bien. A menudo vale la pena dedicar tiempo a limpiar tus datos de entrenamiento. La verdad es que la mayoría de los científicos de datos pasan una parte significativa de su tiempo haciendo precisamente eso.

La única forma de saber con certeza qué modelo es mejor para evaluar es usarlos todos. Dado que esto no es posible, en la práctica, haces algunas suposiciones razonables sobre los datos y evalúas solo algunos modelos razonables. Por ejemplo, para tareas simples, puedes evaluar modelos lineales con varios niveles de regularización, y para un problema complejo, puedes evaluar varias redes neuronales.

El sobreajuste ocurre cuando el modelo es demasiado complejo en relación con la cantidad y la variabilidad de los datos de entrenamiento. El resultado de incluir la velocidad de corte generada por la física de rocas y la inteligencia artificial en un análisis de propiedades elásticas se muestra en las Figuras 10 y 11.

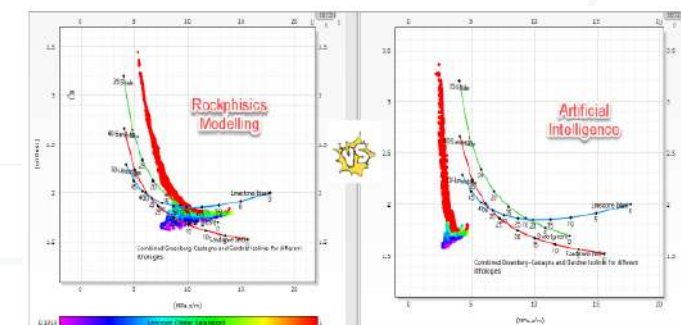


Fig. 10: Respuesta generada a partir del modelo de física de rocas que incluye una curva reconstruida por el modelo de inclusión y la inteligencia artificial (IA).

Necesitas una neurona de salida por dimensión de salida. En general, al construir un MLP para regresión, no quieres usar ninguna función de activación para las neuronas de salida, para que puedan emitir cualquier rango de valores. Finalmente, si deseas garantizar que las predicciones caigan dentro de un rango dado de valores, entonces puedes usar la función logística o la tangente hiperbólica y escalar las etiquetas al rango apropiado: de 0 a 1 para la función logística o de -1 a 1 para la tangente hiperbólica. La función de pérdida a utilizar durante el entrenamiento es típicamente el error cuadrático medio, pero si tienes muchos valores atípicos en el conjunto de entrenamiento, es posible que prefieras utilizar el error absoluto medio en su lugar.

El próximo paso es modelar la información, así que usaremos el aprendizaje supervisado; a partir de la clasificación, enseñamos cómo queremos predecirlo. La Tabla 1 muestra ejem. de diferentes tipos de predicción.

	Regression	Classification
Outcome	Continuous	Class
Examples	Linear regression	Logistic regression, SVM, Naive Bayes

Tabla 1: Tipo de predicción

Los modelos utilizados se pueden resumir en la siguiente tabla:

	Discriminative model	Generative model
Goal	Directly estimate $V_p V_s$	Estimate $V_p V_s$ to then deduce $V_p V_s$
What's learned	Decision boundary	Probability distributions of the data
Illustration		
Examples	Regressions, SVMs	GDA, Naive Bayes

Tabla 2: Modelos usados para la reconstrucción de velocidad S usando AI.

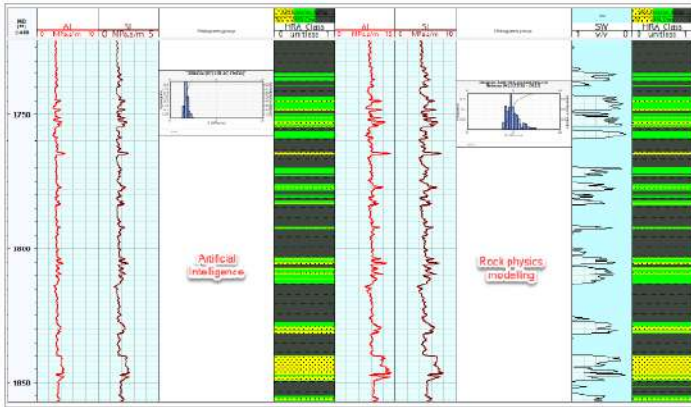


Fig. 11: Diferencia entre la inteligencia artificial (IA) y el modelo de física de rocas (RPM) con los histogramas de la sección de impedancias, mostrando valores de alto contraste asociados a la arena petrolífera.

En las velocidades, podemos encontrar una cierta relación en el yacimiento de interés; sin embargo, las impedancias contrastan demasiado con respecto a los valores promedio obtenidos por los pozos de correlación. Es decir, la V_s generada por la IA solo permite identificar el yacimiento principal, mientras que el modelo de velocidad reconstruido por el RPM muestra la mayoría de los yacimientos observados.

Las propiedades elásticas modeladas por los dos ejemplos (IA-RPM) se cargaron para mostrar el comportamiento de las amplitudes dentro de las facies establecidas: arena con un alto contenido de hidrocarburos >50%, arena con un bajo contenido de hidrocarburos <50% y lutita.

La regla más importante para recordar es que el conjunto de validación y el conjunto de prueba deben ser lo más representativos posible de los datos que esperas utilizar en la generación de registros, por lo que deben estar compuestos exclusivamente por pozos representativos. La Figura 11 muestra la clasificación del yacimiento utilizando las curvas del modelo de física de rocas (RPM).

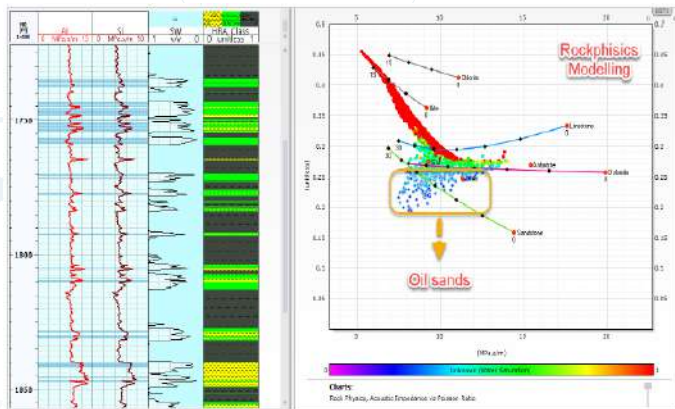


Fig. 12: Discretización de la zona de interés utilizando modelado de curvas elásticas (RPM).

Conclusiones

En los estudios siguientes, comenzaremos con el modelo geológico del subsuelo, que modificamos para reflejar la información contenida tanto en los registros de pozos como en los datos sísmicos. Los registros de pozos proporcionan datos de velocidad y densidad, así como el control vertical necesario para definir la profundidad de las formaciones. Los datos sísmicos, por otro lado, nos brindan control lateral.

En resumen, dado que la tarea principal es seleccionar un algoritmo de aprendizaje y entrenarlo con algunos datos, las dos cosas que pueden salir mal si existe un "mal algoritmo" y "malos datos". En general, el modelado de física de rocas se utiliza para determinar la respuesta sísmica debida a efectos estratigráficos, estructurales y de hidrocarburos en un yacimiento. Esto se logra con un registro de impedancia acústica, generado a partir de datos sísmicos y de densidad. A partir de esto, generamos un sismograma sintético, que se vincula a los datos sísmicos originales. Si los dos conjuntos de datos son similares, entonces tenemos nuestra solución. La solución propuesta para un mejor entrenamiento de la IA es dividir los datos en dos conjuntos: el conjunto de entrenamiento y el conjunto de prueba.

La tasa de error en nuevos casos se llama error de generalización (o error fuera de la muestra), y al evaluar el modelo en el conjunto de prueba, obtienes una estimación de este error. Si el error de entrenamiento es bajo (es decir, tu modelo comete pocos errores en el conjunto de entrenamiento), pero el error de generalización es alto, significa que tu modelo está sobreajustando los datos de entrenamiento. La ciencia de datos no se trata de tomar partido, sino de descubrir la mejor herramienta para el trabajo, y tener más técnicas en nuestro repertorio para ser más efectivos.

Bibliografía:

- Jain V., Wu P., Akkurt R., Hodenfield B., Jiang T., Maehara Y., Sharma V., Abubakar, A., CLASS-BASED MACHINE LEARNING FOR NEXT-GENERATION WELLBORE DATA PROCESSING AND INTERPRETATION, Society of Engineers, 116, 770-799.
- Cuddy S., 2021. The benefits and dangers of using artificial intelligence in petrophysics, Artificial Intelligence in Geosciences 2 (2021) 1–10.
- Cuddy, S., 2013. Litho-facies and permeability prediction from electrical logs using fuzzy logic. SPE Reservoir Eval. Eng. 3, 319–324. <https://doi.org/10.2118/65411-PA>.
- Cuddy, S., Daniels, G., Lindsay, C., Sands, P., 2004. The application of novel formation evaluation techniques to a complex tight gas reservoir. In: SPWLA 45th Annual Logging Symposium Noordwijk. The Netherlands, June 6–9, 2004.
- Hawking, S., 2014. 'AI Could Be the End of Humanity' Independent Newspaper, 2nd December 2014.

•Wang, Z. 2000, The Gassmann equation revisited: comparing laboratory data with Gassmann's predictions, in Seismic Acoustics Velocities in Reservoir Rocks Vol. 3, Recent Development (edt. Wang, Z., Nur, A.), SEG Geophysics reprint series No. 19, pp.11-12.

•Wang, Z., Wang, H., Cates, M.E., 2001. Effective elastic properties of solid clays. Geophysics 66, 428-440. Woeber, A.F., Katz, S., Ahrens, T.J., 1963. Elasticity of selected rocks and minerals, Geophysics 28 (4), 658-663.

•Han, D.H., Nur, A., Morgan, D., 1986. Effects of porosity and clay content on wave velocities in sandstone. Geophysics 51, 2093-2107.



Ing. Luis Ahindel Castellanos Bassoult

Ingeniero Petrolero por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), con maestría en ciencias y experiencia de 9 años en petrofísica. Ha trabajado en los activos de Bellota-Jujo y Samaria-Luna; actualmente se desempeña desarrollando y evaluando modelos petrofísicos y de física de rocas para PEMEX en la Gerencia de Planes de Explotación (GPET) de la Subdirección Técnica de Exploración y Producción (STEP). Autor de diversos modelos de aprendizaje automático para yacimientos naturalmente fracturados, tipo tight y arenas arcillosas.

Ha presentado artículos a nivel nacional (CMP-AIPM) e internacional (SPE-SPWLA) de los cuales destacan:

* Castellanos B 2023 Identificación de fracturas potencialmente abiertas en carbonatos mediante el análisis topológico de datos (TDA). CMP, Campeche, Camp.

* Static-Fractal Analysis in Petrophysical Model, Field M Case of Success in Cased Hole Completions, SPE Latin American and Caribbean Petroleum Engineering Conference, July 2020.

* Artificial Intelligence (AI) Inside of Rock Physics Modelling, Case of Study in Tight Sand Reservoir, SPE Latin American and Caribbean Petroleum Engineering Conference, June 2023.

¡COMPARTE TU CONOCIMIENTO!

EL COLEGIO DE INGENIEROS PETROLEROS DE MÉXICO

Les hace una extensa invitación para contribuir al progreso de la Industria Petrolera, por ello, se convoca a todos a participar en la publicación de artículos técnicos para nuestra revista:



Para más información:
Ing. Paola Santiago Serrano
Publicaciones técnicas y boletines informativos

Síguenos en nuestras

Redes Sociales:

- CIPMex
- CIPM_mx
- CIPM_mx
- cipm_ac
- CIPM AC





SOPA DE LETRAS

X Q A K H K Y H E O
 A Q U S A I J Y E V L A Y Q E U
 Q R J P S G H H O P S Q G G C V N N E A U
 O O L D T U B L C D P M A K W R G Q G M J M
 Z K D L J T D F X R P H O C O F N F L K N V C I Z K
 S B A P Y D Y X K I M T H U S R K Z S O Q L V E P D C E
 Q S V T D D X X C W S L X C U U C P O R D O T G O O F K R Y
 W P E U H Q B B G Z O I E S T A B I L I Z A D O R E L P T E V K
 D L Y Q P T G J J Z I X K T Y Q N A V W W I V N C T E F L Q O U
 U E I Y V T K K N L U P E W H Z H U J U J N Q K G G V A Q P Y W K F
 B K V R U V A L V U L A M A E S T R A F D W W I A R D A P M A R T N W B
 Z C H B C X A I W H M F Y M D V Y H X F W Q F E B F F O W S K L N V R A
 D T I N U G C J T U Q J R O V L D O R E M D J U A R O B J Y A A W W K K F U
 X C C T A A J B J W A J W T F V D O C S U J E J A Z I E D A M E T S I S U O
 F E D J B T K F U B R T B F N J N E Y M U K T M J P G X D H V T Q A Y X H Q
 K C U J E W O N G I D M M S X K L C L A H L Q D R I T E B M R V E Z M T X O I X
 H O B J Q P T R T B Q R T N K D B A O B Q H Y J Q K C G E H O V Z C W K R N L U
 F Y L L R E N A T D T R T S I N W B R K H Q L C G F Q S D E P C M U A N C A S K
 P X V M W C E K U B V D J O S F G E T D G C O N T R A P E S O A Q X W F I G S V
 H G K L C Y I V B V X E P Y D B Q Z E T T L K X Y R E Q A V L H F Y Z S F F A D
 C M I Q T I M O I W R D K U R C L A P N K E R I O T W E M A W A J Y V B A T F I
 G W D G B K I C N G D X P G G R J L J P H C I T P B F F C W D Y Q Y N D A N X B
 X Q T X P R N T G L F E J B E P O S T F O O A R U V D A N S C M S O V F T P K Q
 N L O E M C E P E X H V R V U R Z U N T Y R Y K B J T I O C C B O V I T S P S S
 Y O T S P Q T R O R Z E E X Y I C R V R I H F I G E B S Q L S A U J Q X A U O S
 U N T B S N D Z F P S B Y B N W J O A Q W M Q A T B W S C N V X N T F A P Q
 B J S F N A J X Q T O R P A D O P L Y N C V O A Q T Z Y D C G Y W Y Y D N Z
 L L W H Z M W E I N J O E E C P N P D F E V W K H W C Z D M B U W W C R I O
 O O X L Y I D M D Q S A N C I R U T O M W Q T D P Q H D B P H J U U W P
 B R B J E O Z I F M Z A Q U O M K P Z D D L J O F F K I A J E V K O N I
 S Z K R K A N L D L U Q D A M I O W F W O X A R H L S R X O Y R A T
 S K D E D X J M W X T U M K C L E P H J A O W D K J T M Q K P D A R
 N Z Q L H K K S T C U O M T R R N Z D D Y B M Q L X A S D M L X
 Q H U M N A F C U X T E K J O N T G P R M K N I N E H Y I Y
 E O Z S Y I Z Y I O E B G S S K O H S U J S U F M V I E
 W Z M O Q U S U R J F H X T Y V S W H D U X O S Z M
 P N D O G C F Y C N C F S E P A R A D O R E M M
 N D W J K O T C X Y J Q I P X Q I M W G
 M K G K Y F F C O E E G G V V S

POLEA

TRAMPA

CABEZAL

SEPARADOR

CONTRAPESO

ESTABILIZADOR

MOTOR

MESA ROTATORIA

MALACATE

VALVULA MAESTRA

YACIMIENTOS

PETROLEO

PRODUCCION

MANTENIMIENTO

SARTA

SSPA

TUBING

ELEVADOR

REVESTIDOR





Congreso Mexicano del Petróleo

19 - 22 de junio

**CENTRO DE
CONVENCIONES
Y EXPOSICIONES**
(Expo Tampico)

TAMPICO, TAMPS.

2024



Cuentas Económicas y Ecológicas de México



Autor: M.I. Benito Ortiz Sánchez

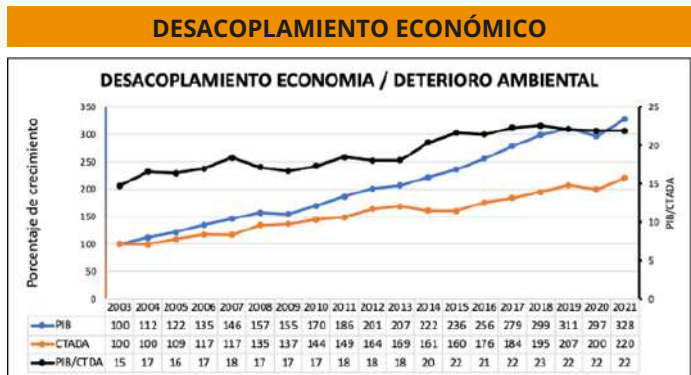
A veces, las personas afrontamos situaciones que nos hacen recordar la famosa frase atribuida a Mafalda “¡Paren al mundo, que me quiero bajar!”. Cabe indicar que esa frase nunca la escribió *Quino* creador de Mafalda (Cantó, P. 2018). A mi parecer, este no es un grito de desistimiento, de darse por vencida, lo que comunica la frase, con su vehemencia y el lenguaje corporal con que muestran a Mafalda, es en realidad un grito de inconformidad, un ¡Ya basta!. Esa inconformidad es parte del impulso que alimenta las conciencias de todo aquel que desde su trinchera o su posición, busca cambiar los procesos que están afectando al mundo en muchos aspectos, pero aquí, nos referiremos al daño ambiental y la acción económica que ante este fenómeno se da en México.

Para medir el impacto ambiental derivado de la actividad económica, misma que provoca tanto el agotamiento de recursos naturales como la degradación ambiental, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2023) cuenta en el Sistema de Cuentas Nacionales determinadas como las Cuentas Económicas y Ecológicas de México (CEEM). En éstas, se determinan entre otros indicadores, el Costo Total por Agotamiento y Degradación Ambiental (CTADA) y los Gastos en Protección Ambiental (GPA), que comparados con el PIB brindan una idea de cuál es el desempeño y el compromiso del país y los agentes económicos para con la protección al medio ambiente. El INEGI define que el CTADA es la suma de los costos ambientales derivados del agotamiento de los recursos naturales y la degradación del medio ambiente, y su valor refleja los gastos a los que tendría que incurrir la sociedad, para prevenir o remediar la disminución y la pérdida de los recursos naturales y el deterioro del medio ambiente.

En tanto que, los GPA son los gastos realizados por el sector público y por los hogares, los cuales cubren actividades administrativas, judiciales, académicas y profesionales relacionadas a la protección ambiental en diversos rubros como la protección al aire y el clima, las aguas residuales y la gestión de residuos entre otras.



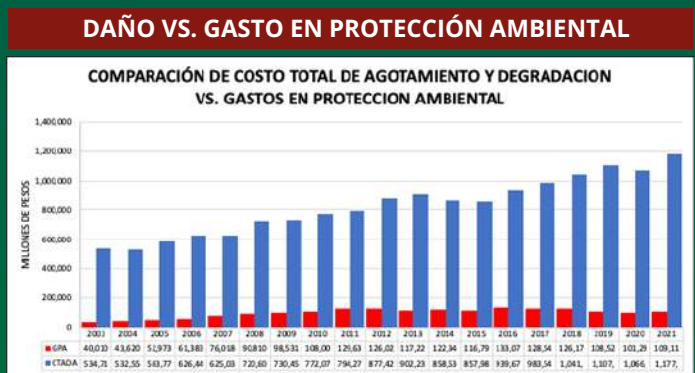
De esta manera, el desempeño de estos conceptos en México entre los años 2003 a 2021 (último dato disponible), transparenta el compromiso del país en su conjunto para con el medio ambiente. En la gráfica 1, se muestra el desacoplamiento entre la economía y el deterioro ambiental, en la misma se observa al índice del Producto Interno Bruto (PIB) y el CTADA, ambos referenciados a valores del año 2003, en esta gráfica se expresa un desacoplamiento en el sentido que mientras el PIB creció en ese periodo 328% (Línea azul, referida al eje izquierdo), el CTADA lo hacía en el mismo periodo en un 220% (Línea naranja, referido al mismo eje), lo que implica que los indicadores no crecen al mismo ritmo, situación que en términos relativos es deseable. Más explícitamente, el cociente PIB/CTADA (Línea negra, eje derecho), muestra una tendencia creciente, y en términos prácticos, dicho valor significa por ejemplo que para el año 2021, por cada 22 pesos que produjo la economía, se generó 1 peso de deterioro en el medio ambiente. Por lo que, la condición deseable sería que dicho indicador continuará creciendo y que preferentemente la pendiente fuera significativamente más pronunciada para lograr progresivamente generar valor económico con cada vez menos daño ambiental.



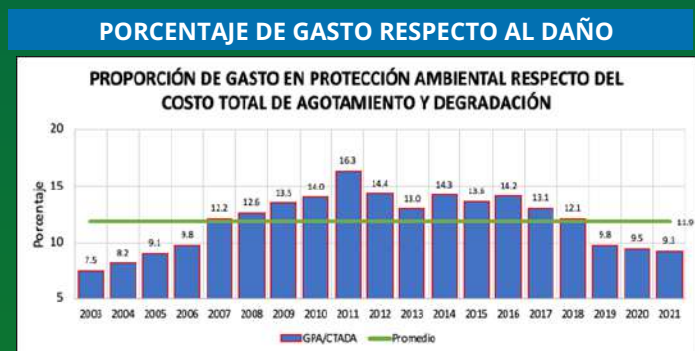
Gráfica 1 de elaboración propia con datos INEGI (2023) Cuentas Ecológicas.

No obstante, más significativo para contrastar, son los datos entre el Costo Total por Agotamiento y Degradación Ambiental (CTADA) y los Gastos en Protección Ambiental (GPA), es decir, el valor del daño que se genera y el gasto que se invierte para resarcir dicho impacto. Al respecto, en la gráfica 2 siguiente, se puede observar, que lo que el país gasta para la protección del medio ambiente, es significativamente menor al impacto que provoca toda la producción de riqueza generada cada año. Lo que debiera llevar a pensar en investigar hasta donde sería factible que se trasladaran dichos gasto a los sectores productivos y al gobierno, pero de forma tal, que no se genere una condición de pérdida de competitividad internacional.

Por otro lado, en la gráfica 3, se presenta la distribución a través del tiempo de la proporción del GPA, respecto del CTADA, donde el promedio del periodo de análisis representado en la línea verde es del 11.9 %. Es decir, prácticamente solo se invierten recursos para contrarrestar el impacto generado en una proporción muy inferior (alrededor del 12%), respecto del daño provocado cada año. Aunque los primeros años se observaba una tendencia de gasto insuficiente, esta era creciente, sin embargo, desde el año 2011, las cantidades asignadas vienen con una tendencia negativa, implicando una mayor desatención a los problemas ambientales por parte del país en general.



Gráfica 2 de elaboración propia con datos INEGI (2022) Cuentas Ecológicas.



Gráfica 3 de elaboración propia con datos INEGI (2022) Cuentas Ecológicas.

Valorando las cifras de forma acumulada, se puede apreciar en la gráfica 4, que la separación absoluta es cada vez más significativa, lo que implica que se están dejando cada vez más “pasivos ambientales” sin atender o se agotan recursos

sin ser compensados, es decir, hay una brecha creciente cada vez más amplia, entre lo que se necesitaría asignar para lograr afrontar y compensar las condiciones adversas provocadas por la producción nacional, contra lo que realmente se asignan anualmente.



Gráfica 4 de elaboración propia con datos INEGI (2022), Cuentas Ecológicas.

Entonces, de acuerdo con los datos que el INEGI reporta, en México se tiene mucho por lograr aún, los costos por degradación y agotamiento son altos, en un mundo ideal serían nulos, pero eso no es factible. Con datos del mismo INEGI, para 2021 el porcentaje de costo por agotamiento de hidrocarburos representa solo el 6.2%, que en conjunto con el agotamiento de los recursos forestales y el agua alcanza el 14.8%. El mayor costo ocurre por degradación y de este, el 56.1% se debe a emisiones a la atmosfera y de acuerdo con el INEGI el 54.7% se debe a fuentes móviles y solo el 1.2% a fuentes fijas, donde se considera a refinerías y plantas de generación de electricidad.

Estos datos parecieran contar otra historia diferente a la que tradicionalmente se percibe por el grueso de la población. En efecto, aún a nivel mundial la estadística establece que la industria petrolera no es la principal fuente de gases efecto invernadero, ya que ésta representa el 5.8% del total, según el (Banco Mundial, 2021), no por eso, se debe hacer a un lado los esfuerzos para minimizar las emisiones de gases efecto invernadero, ni las estrategias para lograr la eficiencia energética, ni tampoco las acciones para evitar la contaminación de agua y suelos. Los datos invitan a conocer la realidad para actuar en consecuencia.

Fuente:
Banco. Mundial. (16 diciembre 2021). 2021: The year in Climate in 5 numbers. Obtenido el 26 de julio de 2023 en: <https://www.world-bank.org/en/news/feature/2021/12/16/2021-the-year-in-climate-in-5-numbers>

Cantó. P. (03 de mayo de 2018). Las viñetas falsas de Mafalda con más de un millón de seguidores. Blog verne de El País. Recuperado de: https://verne.elpais.com/verne/2018/04/15/articulo/1523808627_131766.html

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2023). Cuentas económicas y ecológicas, Obtenido el 24 de julio de 2023 en https://www.inegi.org.mx/temas/ee/#Informacion_general

HAZAÑA EN EL ESPACIO:

LA CONQUISTA

"Hace 54 años, el 20 de Julio de 1969, la humanidad consiguió un importante logro: la llegada del hombre a la luna".



Autor:
Ing. Natividad Santos Díaz

Mayo, 1961

El Presidente de los E.U. John F. Kennedy anunció su intención de poder enviar astronautas a la Luna antes de que finalizase la década.

Febrero, 1966
Nace el proyecto espacial Apolo

Octubre, 1968

Apolo VII, fue la primera misión tripulada de Apolo en llegar al espacio y la primera transmisión televisiva en vivo desde el espacio.

Diciembre, 1968

Apolo VIII, esta misión significó el 1º vuelo tripulado que escapó de la gravedad terrestre y el primero en orbitar la Luna, donde estuvo 20 hrs. "*Alrededor de la Luna y de regreso...*", es la frase que describe esta misión.

20, de julio de 1969

Apolo 11 se convirtió en la primera misión en lograr un alunizaje con éxito. Neil Armstrong y Buzz Aldrin fueron los primeros seres humanos en pisar la Luna, inmortalizando la frase: "*Un pequeño paso para un hombre, un gran salto para la humanidad*". Michael Collins también integró la histórica tripulación, aunque se mantuvo en el módulo de comando y no tocó la superficie lunar.

TRIPULACIÓN APOLO 11



Neil A. Armstrong
Comandante



Michael Collins
Piloto módulo de comando



Edwin E. Aldrin Junior
"Buzz"
Piloto módulo lunar

Datos sobre la carrera espacial

La llegada a la Luna fue solo la meta final de una trepidante carrera tecnológica entre los Estados Unidos y la URSS, que duro aproximadamente desde el año 1957 a 1975.



Sputnik I

El 4 de octubre de 1957 la Unión Soviética lanzaba al espacio el Sputnik 1, el cual se convirtió en el primer satélite de fabricación humana en orbitar la Tierra.



Laika, la primera canino astronauta

El 3 de noviembre de 1957, la perra Laika se convirtió en el primer animal en viajar al espacio abordo del Sputnik 2. Una semana después del lanzamiento la perra murió debido a la falta de oxígeno.



El primer hombre en el espacio

El 12 de abril de 1961, a bordo de la Vostok 1, Yuri Alekséyevich Gagarin se convirtió en el primer ser humano en viajar al espacio exterior.



La primera mujer en el espacio

El 16 de junio de 1963, a bordo de la Vostok 6, Valentina Tereshkova se convertía en la primera mujer en viajar a espacio en una misión que se prologaría durante 3 días y durante los cuales completó 48 vueltas alrededor de la Tierra.

Algunas curiosidades sobre la llegada del hombre a la luna



Neil Armstron y Aldrin pasaron 2 horas y 36 minutos caminando sobre la luna.



400,000 científicos, ingenieros y técnicos contribuyeron en la misión.



La misión duró en total **195:18:35 hrs.**



El Apolo 11 recolectó 50 rocas lunares. equivalente a 21.55 Kg.



La cápsula «Eagle» fue el primer vehículo espacial diseñado específicamente para operar en otro mundo.



La travesía del Apolo 11 de la Tierra a la Luna tuvo una duración de:

76 horas.

Fuentes: www.lanasa.net | www.emol.com | www.ngenespanol.com

¿QUIÉN DIJO ANSIEDAD?



Autor: **Aida Hai-li Cantón Hernández**

La ansiedad es “una emoción caracterizada por sentimientos de tensión, pensamientos angustiantes y cambios físicos como el aumento de la presión arterial”, así lo define la Asociación Estadounidense de Psicología.

TRASTORNOS

- **Trastorno de ansiedad generalizada:** este trastorno es más común, y las personas que lo presentan por lo general no son capaces de saber la causa.
- **Trastorno de pánico:** estos pueden ocurrir después de alguna vivencia aterradora o estrés prolongado, siendo ataques breves o repentinos de terror, generan temblores, náuseas, dificultad para respirar, etc.
- **Trastorno de ansiedad social o fobia:** esta causa que eviten las situaciones públicas o bien, contacto humano. Involucra el miedo escénico, a la intimidad, la humillación y el rechazo.
- **Trastorno de ansiedad por separación:** después de una separación ya sea de una persona o lugar, pueden resultar en síntomas de pánico, sentimientos de seguridad o protección.

CONSECUENCIAS



Depresión del sistema inmunológico.



Riesgo de enfermedades cardíacas, cáncer o artritis.



Alteración del sueño.



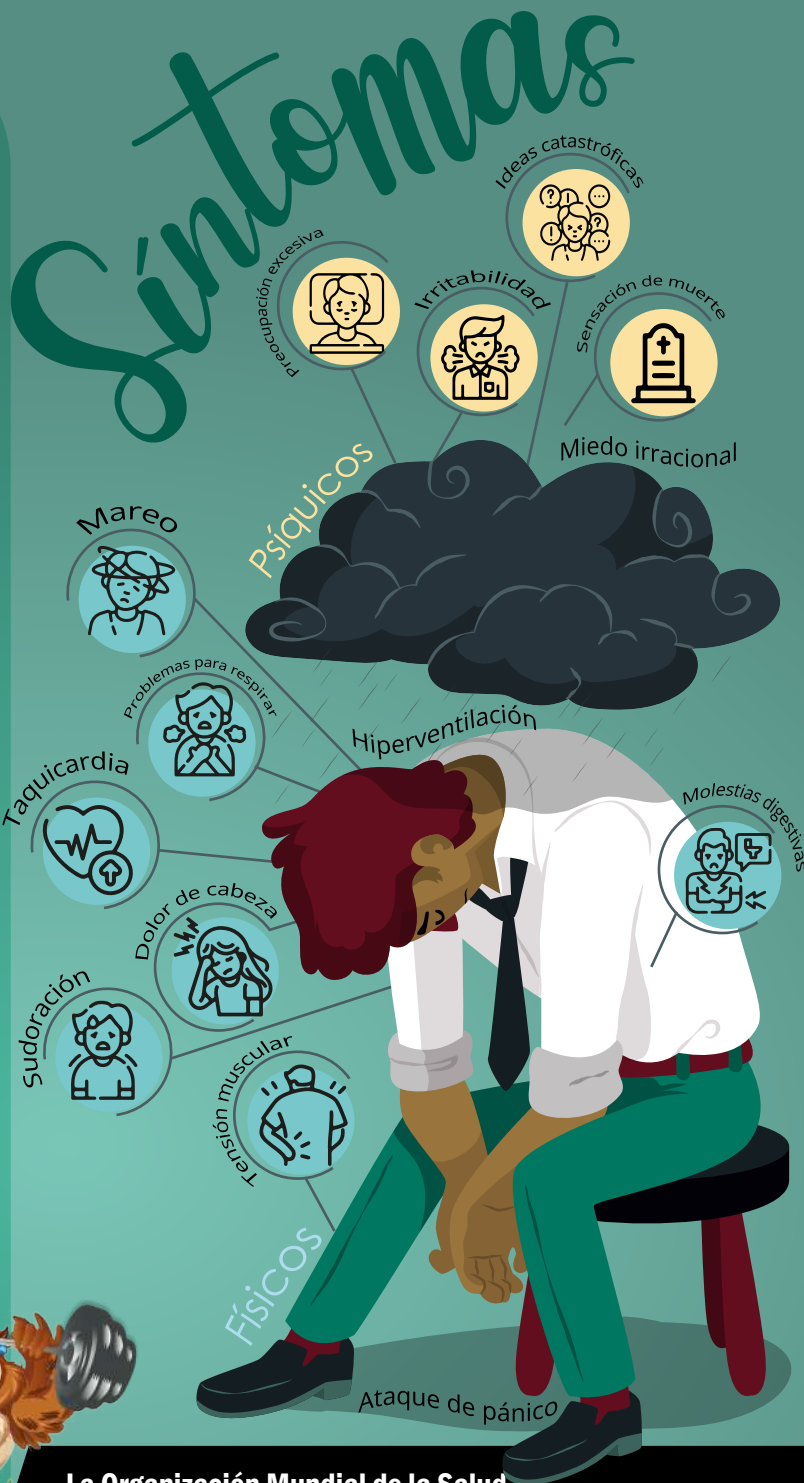
Deterioro de relaciones sociales, familiares y laborales.

RECOMENDACIONES

- ✓ Balancear actividades recreativas y responsabilidades.
- ✓ Dieta balanceada y saludable.
- ✓ Descansar por lo menos 8 horas al día.
- ✓ Practicar ejercicio físico moderado.



Fuente: www.medicalnewstoday.com/articles/es/ansiedad#conclusion



La Organización Mundial de la Salud realizó un estudio, en el cual destacó que durante el primer año de la pandemia la prevalencia mundial de la ansiedad y la depresión aumentó un 25%.

SER PRODUCTIVO:

“El camino hacia el éxito profesional y personal”



Autor:
Ing. Natividad Santos Díaz

Una persona productiva es aquella capaz de generar un producto o resultado a partir de la eficacia y eficiencia en el uso de sus recursos, el tiempo y el espacio disponibles.

Tips

1. Organiza tus tareas y establece prioridades

Tómate el tiempo de organizar tus actividades, hacer listas de todos los pendientes y darle un número de acuerdo a su importancia.

2. Planifica

Planifica cada día, establece objetivos claros y concretos, el cómo las cumplirás y qué tiempo les dedicarás. Trata de no planificar demasiado, y sé realista.

3. Elimina las distracciones mientras trabajas

Las distracciones hacen que nos cueste concentrarnos y como consecuencia desperdiciar nuestro tiempo. Ser consciente de ello te permitirá revertir el efecto y evitar las distracciones.

4. Haz una sola cosa a la vez

La multitarea no es una buena idea. No trates de hacer varias cosas a la vez, concéntrate en un solo cometido y cuando termines, ponte con lo siguiente.

5. Delegar y Automatizar

Para proceder según lo planeado, se suelen delegar tareas a otros, automatizar el proceso, tomar decisiones rápidas, pedir ayuda o contratarlo.

6. Los descansos son importantes

Para ser creativo, concentrarse, tener una buena memoria y mantenerse motivado se necesita también mantener un organismo saludable. Por ello es importante que cuides tu salud física y emocional.

7. Organiza tu Ambiente Laboral

Tener un espacio funcional apoya el rendimiento.

8. Celebra tus resultados

Un sistema de recompensas también es útil; cada vez que cumplas tus objetivos prémiate.

La productividad es la relación entre:



Recursos



Capacidad de producción



Calidad

A veces asociamos la idea de productividad con una persona con la agenda muy llena, pero

*Recuerda esto:
“Ocupado no es igual a productivo.”*



HIDROCARBUROS TOTALES DE PETRÓLEO



Autor: Aida Hai-li Cantón Hernández

Los TPH (*Total Petroleum Hydrocarbons*), son una mezcla de productos químicos compuestos principalmente de hidrógeno y carbono, llamados hidrocarburos. Los científicos han dividido a los TPH en grupos de hidrocarburos de petróleo que se comportan en forma similar en el suelo o el agua.

Todo el mundo tiene contacto, pueden ser provenientes de diversas fuentes, añadiendo como los vapores de gasolina (en las gasolineras), aceite de motor derramado en el pavimento, sustancias químicas usadas en el trabajo o en el hogar, incluso en algunos plaguicidas que contienen TPH como solventes.

En el aire que respiramos, existe una cantidad pequeña de componentes livianos de los TPH, también podemos ingerir en el agua, los alimentos o la tierra. Hay una variedad de ocupaciones que involucran extracción y refinación de petróleo crudo, manufactura de petróleo y de otros productos de hidrocarburos o el uso de estos productos.

La mayoría de los componentes de los TPH pasarán rápidamente a la corriente sanguínea cuando los respira en forma de vapor, aerosol o cuando los traga, algunos son distribuidos lentamente por la sangre a otras partes del cuerpo (hígado, riñones, pulmones, etc.), y no se degradan tan fácilmente. Existen diversas maneras en las que pueden afectar la salud, todo depende de la cantidad de exposición que se puede encontrar la persona. La ingestión de algunos productos de petróleo, como gasolina y kerosén.

Benceno, uno de los componentes de los TPH, que ha producido cáncer (leucemia) en seres humanos. La Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer ha determinado que el benceno es carcinogénico en seres humanos.

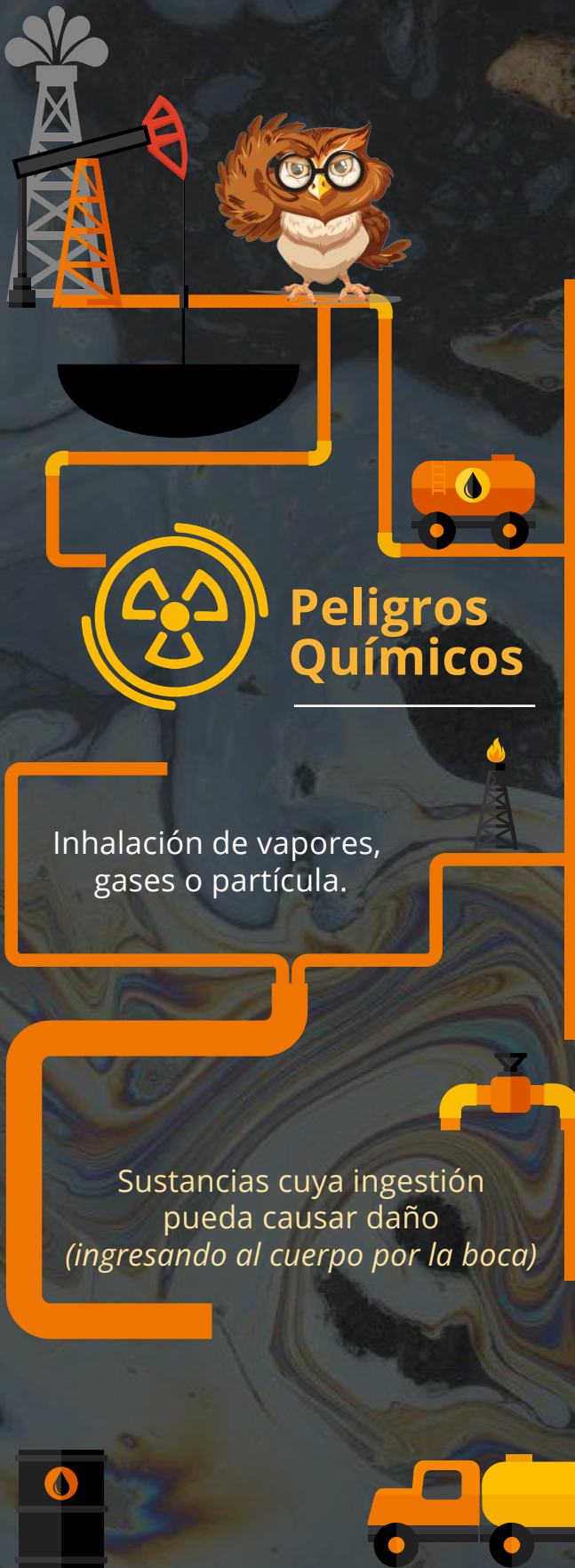
Actualmente no existe alguna prueba médica para determinar si alguien ha estado expuesto a los TPH; pero si existen métodos que nos pueden indicar si ha estado expuesto a algunos componentes o fracciones de los TPH.

Por lo que el gobierno federal desarrolla reglamentos y recomendaciones para la protección de la salud pública, y estos se están actualizando periódicamente a medida que se dispone de información adicional.

Como trabajador directo a estos productos de petróleo se encuentra expuesto a niveles más altos de TPH, ya sea a través de contacto con estos productos o inhalar aire contaminado.

A continuación, te mencionaremos algunos aspectos importantes que al no ser aplicados pueden crear efectos adversos.





Medidas de control

- ✓ Permiso de trabajo.
- ✓ EPP.
- ✓ Delimitación del área de trabajo.
- ✓ Capacitación.
- ✓ Mantenimiento predictivo de instalaciones.
- ✓ Detectores e instrumentos que indiquen la presencia de gases o vapores.
- ✓ Dar las debidas instrucciones a los trabajadores, capacitaciones, etc.
- ✓ Evitar y disminuir riesgo.
- ✓ Evaluar los riesgos que no se puedan evitar.
- ✓ Combatir los riesgos en su origen.
- ✓ Adaptar el trabajo a la persona, (equipos y los métodos de trabajo y de producción).
- ✓ Planificar la prevención, la técnica, la organización del trabajo.

- ✓ Permiso de trabajo.
- ✓ EPP.



Fuente:

*Prevención de riesgos en pozos petroleros. (2020, 4 agosto). Issuu.

*Resumen de Salud pública: Hidrocarburos totales de petróleo | PHS | ATSDR. (s. f.).

EL ORGULLO DE SER COLEGIADO

PRESENTA A

CARLOS MORALES GIL

“Yo creo que una capacidad que deben tener todos los seres humanos es la capacidad de adaptación”.



Autor:
Dr. Carlos Alberto Avendaño Salazar

¿Cómo surgió la inquietud por la ingeniería petrolera? Siendo Coahuila un estado que no es petrolero.

Hay dos situaciones que marcaron mi vida para que yo tomara esa decisión. La primera se dio en Ramos; había una casa donde siempre veía todos los fines de semana una camioneta con el logo de PEMEX, nunca supe quién era la persona de la camioneta, pero me llamó la atención. Como segundo acto, una familiar se casó con un ingeniero petrolero. Él trabajaba en Reynosa y tuve la oportunidad de acompañarlo a sus labores, en ese momento reafirmé mi deseo por pertenecer a la industria. Como anécdota, un amigo de mi padre me dijo: “¿Qué vas a hacer hasta allá? Vente aquí a la gasolinera y ahí vas a aprender todo lo que necesitas saber de petróleo”.

¿Cómo incursiona a la vida laboral?

Mi primera oportunidad en la industria se da en el Instituto Mexicano del Petróleo de la mano del ingeniero Garaicoechea, yo aún era estudiante y me dedicaba a realizar actividades de laboratorista por dos años; el ingeniero también fue mi sinodal de la tesis. Cuando concluí la carrera de ingeniería petrolera, el instituto y el ingeniero Garaicoechea me ayudaron a obtener una beca para estudiar en el extranjero.

Durante su proceso de adaptación en la universidad de Stanford, ¿cuáles fueron los retos que usted tuvo que enfrentar?

El idioma sobre todo, porque no tenía más allá del nivel 1, el primer reto fue entrar, la universidad tomaba mucho en cuenta las recomendaciones y afortunadamente yo contaba con tres de egresados recientes del doctorado por parte de Stanford y dos expedidas por el ingeniero Samaniego.

Después tuve que conseguir dónde quedarme, el doctor Juan Berlanga que ya tenía un tiempo allá estudiando me brindó su departamento por un par de días en lo que yo conseguía establecerme, a quien por cierto recuerdo con cariño.

Lo siguiente fue enfrentarme a las materias y al sistema educativo que se caracterizaba por generar un ambiente de competencia. Debido al idioma, tuve que cursar varias materias relacionadas con el inglés para que yo pudiera familiarizarme un poco más. Para mí fue una gran impresión poder tomar clases con personajes tan admirables por el mundo académico, el ingeniero Reynolds me dio matemáticas, con el doctor Standing tomamos la clase de yacimientos de gas, imagínate estar frente un exponente tan grande, todos ocupábamos sus correlaciones.

Los primeros meses vivía fuera de la universidad y me trasladaba en bicicleta de un lugar a otro. Los caminos son bonitos, el clima era perfecto, todo esto alimentaba mi motivación y entusiasmo por terminar la maestría. Cuando iba de regreso a casa en la noche en bicicleta analizaba todo lo que estaba pasando en mi vida en ese momento, cosas realmente buenas.

¿Cómo fue su regreso a México?

Regresé a finales de 1978 con la idea de incorporarme al instituto, regresaba en un momento importante en la industria petrolera en el país, ya se había descubierto Cantarell y Pemex estaba en un proceso de estructuración. Tenía compañeros en el instituto que estaban como comisionados por parte de Pemex y en consecuencia de los movimientos, regresaron a la empresa; ellos me invitaron a laborar en Pemex, con el tiempo logramos incorporarnos. Entré a laborar en mayo de 1979 y para junio del mismo año fue el primer aceite de Cantarell. Recién a mi ingreso tuve la fortuna de tomar unos cursos de simulación de yacimientos, fue algo nuevo y grato para mí. En esa época se contrató un simulador que se llamaba Black Way Simulation System y con esta herramienta empezamos a simular Cantarell.

Los primeros pozos se estaban terminando en la cima del yacimiento y nos percatamos de que pronto iba a ocurrir liberación de gas y que los pozos en vez de ser productores de petróleo pronto iban a ser productores de gas y que además no convenía extraerlo, entonces se generaron una serie de propuestas por parte del departamento de yacimientos a los demás departamentos, entre ellas se propuso profundizar los pozos y administrar la presión.

Comenzaron a surgir nuevas tecnologías como las ondas de alta de resolución para las tomas de presión. Además de las actividades que realizaba en Pemex, el profesor Samaniego me invitó a dar clases de posgrado en la universidad, impartí la

¿Qué nos puede comentar sobre su experiencia como Director general de PEMEX?

A principios de 1995 con la entrada del nuevo gobierno, designan al ingeniero Héctor Leiva como Subdirector de la Región Sur, a mí me promueven a gerente de producción. En ese puesto aprendí muchísimo, como el tema de las afectaciones a la población con las actividades que se realizan en la industria, que al final repercuten en la vida de las comunidades aledañas. Entonces al ocupar la gerencia me tocó atender esa parte. Como gerente tenía que entregar producción, pero siempre tratando de salvaguardar las condiciones de trabajo de los operarios y el bienestar social de las comunidades.

Una vez que Pemex exploración y producción ya estaba consolidado, a fines de los años 90, se identifica que la toma de decisiones no tenía un marco sólido, por lo tanto, deciden formar un grupo de planeación donde fui requerido para formar parte. Para ese entonces yo ya era gerente de planeación. Uno de los objetivos que se plantearon en el grupo de planeación fue abrir una cartera de proyectos donde se pudiera incluir elementos de capital planing con el fin de tomar decisiones de dónde invertir y en qué cantidades. El nacimiento de este grupo nos permitía reunirnos con el director general de Pemex y el director de exploración y producción, las sesiones que teníamos eran fundamentales para todo el desarrollo del sector. Como acto seguido, el ingeniero Ricardo Palacios decide jubilarse y me llamaron para suplirlo en el puesto de Subdirector de la Región Sur y me regresé a Villahermosa para ocuparme de la administración de una manera más integral pero siempre acompañado de la producción, extrayendo los barriles que al final del día son los que hacen que el negocio funcione. Yo siempre decía que los resultados financieros son consecuencia de una multiplicación simplemente.

Laborando en PEMEX como director, ¿Cuál fue su motivo para volver a dar clases?

Yo quería transmitir a los jóvenes una visión más integral de la ingeniería petrolera y de las diferentes facetas que tiene el negocio petrolero a los estudiantes. Además de generarles la convicción y motivarlos a que se podía competir, debido a todo lo que se decía respecto a la reforma.

¿Cómo descubrió el Colegio de Ingenieros Petroleros de México?

Cuando yo estaba en el Instituto Mexicano de Petróleo, alrededor del año 1975 el colegio empezaba a tener presencia. Se constituyó en 1973 y figuras como el ingeniero Orozco, el ingeniero Domínguez por mencionar algunos, tenían muchas inquietudes de lo que debía ser un colegio y su papel en las actividades gremiales. Recuerdo que fue un recinto en el cual se discutía la posición que debía ocupar México en el sector de los hidrocarburos. Pero fue gracias al IMP y su participación con el Colegio lo que me acercó a pertenecer.

Desde que terminé la carrera, me incorporé como colegiado, participaba en las conferencias, en las actividades. Después formé parte de la dirección local en Villahermosa para después incorporarme a nivel nacional. Además, tuve la fortuna de poder participar en la construcción de la sede del Colegio y después ser presidente.

¿Cuál fue su experiencia como miembro del comité de construcción?

Cuando estaba en Villahermosa el presidente nacional del Colegio me convocó a una reunión donde se iba a formalizar la sesión del terreno. Como siguiente tema, fue diseñar las instalaciones y nos encontramos con que por el terreno pasaba una falla geológica que había que atender desde el punto de vista estructural. Se concluyó que no se iba a poder construir edificios altos. Posterior a eso se constituyó un comité para buscar los fondos y construir la sede e incluir asociaciones. El Colegio afortunadamente ha sido muy exitoso y cuenta con buenas administraciones.

¿Qué consejo puede darles a las nuevas generaciones de ingenieros petroleros?

Yo quisiera resumir en tres puntos importantes:
primero que nada,

“El éxito de un buen profesionalista es una buena preparación,

como segundo punto,

nunca hay que ponerse límites

y, por último,

siempre crean en sí mismos”.

Las 4 disciplinas de la ejecución



Autor:
L.D.G. Laura Pérez Acosta

En esta siguiente entrega de la revista Petroinnova, hablaremos del libro: "Las 4 disciplinas de la ejecución" de Sean Covey, donde el autor propone una fórmula simple y práctica para ejecutar las prioridades estratégicas más importantes de una empresa.

Las 4 disciplinas son simples de entender y aplicar, a continuación de manera puntual cada una de ellas:

1.- Enfocarse en lo crucialmente importante:

Toda ejecución inicia con el enfoque, tenemos que focalizar los esfuerzos en un máximo de 2 metas, que se denominarán "meta crucialmente importante".

Existen 4 reglas para producir el enfoque en una empresa:

1. Ningún equipo se debe enfocar en más de dos metas importantes al mismo tiempo. La clave es no sobrecargar a ningún líder, equipo o persona.
2. Las batallas que elijas (metas) deben asegurar ganar la guerra.
3. Los líderes superiores pueden vetar, pero no imponer.
4. Todas las metas crucialmente importantes deben contar con un objetivo formulado en tal plazo.

Fuente: McChesney, Chris Covey, Sean Huling, Jim (2017) *Las 4 Disciplinas de la Ejecución*, Barcelona, España; Edit. Conecta .

2.- Actuar sobre las medidas de predicción.

Las medidas de predicción son la forma de medir las actividades que tienen mayor influencia sobre el resultado que queremos lograr, estas nos permiten saber que tan probable es que se alcance la meta.

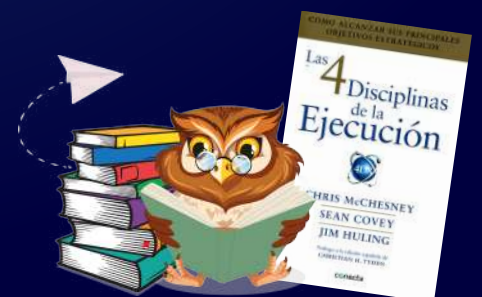
3.- Crear un tablero de resultados convincente.

Esta tercera disciplina sirve para asegurar que todos los integrantes del equipo estén enterados de los resultados en todo momento, digamos que es la disciplina del compromiso.

4.- Crear una cadena de rendición de cuentas.

Es decir, un ciclo recurrente de supervisión del desempeño anterior y la planeación. La disciplina 4 es aquella en la que la ejecución se hace realidad. Se debe establecer un ritmo semanal de rendición de cuentas para generar el progreso que conduce a la meta crucialmente importante, y esta marca la diferencia entre una ejecución exitosa y el fracaso.

Es un libro imprescindible para todo aquel que se enfrente al reto de desarrollar estrategias y liderar el cambio, así como ofrecer una nueva forma de pensar indispensable para despuntar en un mundo tan competitivo como el actual.



DISFRUTA LOS BENEFICIOS DE SER SOCIO CIPM



**ESTRATEGIAS
PATRIMONIALES**

10% de descuento
Al adquirir
cualquier
financiamiento

PLAN PERSONAL DE RETIRO
100% DEDUCIBLE DE IMPUESTOS

Allianz

ITPE INSTITUTO
TECNOLÓGICO
DEL PETRÓLEO
Y ENERGÍA

[f](#) [@](#) [t](#) [v](#) [itpe.mx](#)

Diplomado
en línea

50%
descuento en
inscripción

10%
descuento en
colegiaturas

*Aplican para los programas de Educación Continua

GAYOSSO®

[f](#) [@](#) [t](#) [v](#) [gayosso.com](#)

45% Paquetes Integrales
de previsión funeraria
de descuento en: *Catálogo de Beneficios

bkids

10%
descuento

Al elegir cualquiera
de sus programas

[f](#) [@](#) [t](#) [v](#) [InstitutoBkids](#)

Programas
presenciales

Terapia y
Rehabilitación

Programas Online
(0 a 7 años)



10%
descuento



CONSULTA ONLINE O PRESENCIAL PARA COLEGIADOS Y CONYUGUES.

[f](#) Planeta Nutri [@](#) @planeta.nutri



**COLEGIO DE INGENIEROS
PETROLEROS DE MÉXICO, A.C.**

VISITA NUESTRA PÁGINA OFICIAL:
www.cipm.org.mx



CIPMex



CIPM_mx



cipm_ac



CIPM AC

INTEGRANDO *nuevos colegas*



EMPLEOS DISPONIBLES EN LA INDUSTRIA PETROLERA

HALLIBURTON

VISITA

[HTTPS://JOBS.HALLIBURTON.COM/SEARCH/](https://jobs.halliburton.com/search/)

Asistente de operador de nivel básico I - Tubería flexible	Reforma, CHP, MX 29500
Asistente de Operador II - Registro y Rendimiento	Reforma, CHP, MX 29500
Supervisor de perforación	Reforma, CHP, MX 29500
Universidad: Ingeniero de Campo II - Perforación Direccional	Cunduacán, TAB, MX 86693
Asistente de operador de nivel inicial I - Tubería/Proceso	Cd. del Carmen, CAM, MX 24140
Supervisor de Servicio I - SS	Cd. del Carmen, CAM, MX 29500
Técnico Mecánico I	Cd. del Carmen, CAM, MX 24140
Operador de servicio II - SS	Cd. del Carmen, CAM, MX 29500



VISITA

[HTTPS://CAREERS.SLB.COM/JOB-LISTING](https://careers.slb.com/job-listing)

VILLAHERMOSA, MX

Especialistas de campo (varias especialidades)
Well engineer
Ingeniero de producción

REGIÉN EGRESADOS

Ingeniero de campo trainee
Ingeniero de operaciones remotas trainee
Especialista de campo trainee

MÁS INFORMACIÓN:
mca-recruiting@slb.com

PASANTÍAS

[HTTPS://CAREERS.SLB.COM/EARLY-CAREERS](https://careers.slb.com/early-careers)

Operaciones
Desarrollo tecnológico
Geociencia y petrotécnica
Tecnologías de la información
Cadena de suministro
Contabilidad y finanzas
Recursos humanos

Requerimiento para reclutamiento:

C1
(INGLÉS)

CONTACTO

+52 (55) 5260 6537
+52 (55) 5260 6848
cipm_sede@cipm.org.mx

DIRECCIÓN

Poniente 134, No. 411. Col. San Bartolo
Atepehuacan. Delegación Gustavo A. Madero.
México, D.F. C.P. 07730

Visita nuestro sitio web desde tu smartphone usando este código QR

