

PetroRenova

REVISTA CIENTÍFICA DE LA ENERGÍA

INDEXED

ISSN-E: 3080-6666

D.L. ZU2025000146

VOLUMEN 1 - NÚMERO 2. JULIO-SEPTIEMBRE, 2025

PetroRenova Indexed

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.16745096>

Revista Científica de la Energía es un órgano de divulgación internacional de amplio alcance en las áreas de petróleo, gas y energías renovables, editada por **Petróleos & Renovables S. A.**, en alianza con el **Instituto Universitario Politécnico Santiago Mariño**. Es una revista venezolana, científica, especializada, en proceso de indexación y arbitrada bajo el sistema doble ciego. Sus publicaciones, de acceso abierto, están bajo licencia Creative Commons (BY-NC-SA) Attribution 4.0 Internacional.

Su publicación es trimestral, tiene como objetivo principal divulgar contenidos inéditos (en español e inglés), con la finalidad de ampliar el conocimiento en la industria de la energía, desde la innovación hasta la sostenibilidad, en la construcción, optimización y crecimiento científico del futuro, con perspectivas epistemológicas y metodológicas, en el sector de la industria a nivel nacional e internacional.

PetroRenova Indexed está dirigida a investigadores, profesionales, docentes, estudiantes y a todo el que esté interesado en profundizar sus conocimientos en las áreas de petróleo, gas y energías renovables, ya que, por su naturaleza interdisciplinaria, aporta saberes, constructos, teorías, métodos y otras aproximaciones, en sus publicaciones tipo artículos científicos, de reflexión, técnicos, de opinión, ensayos, reseñas, entrevistas, entre otras.

Equipo Editorial

Comité Editorial

Directora

Ing. Evelyn Quintero

Instituto Universitario Politécnico Santiago Mariño. Maracaibo, Venezuela.

Editor Jefe: Ing. Alexis Antonio Zavala. Universidad Privada Dr. Rafael Beloso Chacín. Maracaibo, Venezuela.

Editora Académico: Ing. Raiza Negrón. Petróleos & Renovables S. A. Maracaibo, Venezuela.

Asistente Editorial: Licda. Yulimar Jansen. Petróleos & Renovables S. A. Maracaibo, Venezuela.

Asesora Legal: Abog. Alcira Rodríguez. Petróleos & Renovables S. A. Maracaibo, Venezuela

Comité Científico

Esp. Elimar Anauro Rojas

Universidad del Valle. Tabasco, México.

<https://orcid.org/0009-0001-8616-3032>

Ing. Luis Edgardo Pérez

Universidad Venezolana de los Hidrocarburos. Ciudad Bolívar, Venezuela.

<https://orcid.org/0009-0001-8616-3032>

Ing. Carlos Jhesid Lazo

Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia.

<https://orcid.org/0009-0007-4552-6435>

Ing. Omar Arístides Flores

IMR & Asociados. Buenos Aires, Argentina.

<https://orcid.org/0009-0006-1970-4026>

Ing. Yoel Antonio Vivas

Petróleos de Venezuela S.A. Caracas, Venezuela.

<https://orcid.org/0000-0003-0873-3578>

Ing. Antonio Jiménez

CMA Energy Consulting Group. Bogotá, Colombia.

<https://orcid.org/0009-0003-2715-7868>

Equipo técnico

Diseño Gráfico

Licda. Yexi Castellano

Diagramadora OJS

Ing. Dorys L. Acosta C.

Soporte técnico

Ing. Carlos Montilla

Contacto

Correo electrónico: indexed.petrorenova@gmail.com



BY: se debe dar crédito al creador.

NC: Solo se permiten usos no comerciales de la obra.

SA: Las adaptaciones deben compartirse bajo los mismos términos.

Sumario

Presentación editorial

Una revista dedicada al futuro de la energía

A journal dedicated to the future of energy

Negrón, Raiza

03-04

Artículos

- 1 Perforación de pozos en Anaco. Un reto para la Ingeniería de Perforación.

Well drilling in Anaco. A challenge for drilling engineering.

García Díaz, Jorge Johan

05-28

- 2 Toma de decisiones en condiciones de incertidumbre

Decision-making under conditions of uncertainty

Zavala Goitia, Alexis Antonio

29-50

- 3 Procesos de inspección en espacios confinados para Operaciones de Perforación Petroleras

Inspection processes in confined spaces for oil drilling operations

Pereira Quintero, Aurimar; Barreto Sánchez, Emilio y Perozo Harvey, Elizabeth

51-67

- 4 Eficiencia y ahorro en la perforación inicial de pozos: hincado de tubería conductora con martillos Diésel

Efficiency and saving in initial well drilling: driven pipe with Diesel Hammers

Bustos Moreno, Mauricio Adrián

68-74

Instrucciones para los autores

75-87

Presentación editorial

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.16697975>

Una revista dedicada al futuro de la energía
A journal dedicated to the future of energy

Negrón, Raiza

Correo: raizacnb1611@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0009-0007-6101-0367>

Petróleos & Renovables, S.A.
Instituto Universitario Santiago Mariño
Zulia - Venezuela

En su volumen 1, número 2 (2025) **PetroRenova Indexed**, *Revista Científica de la Energía*, busca consolidarse en la investigación y el desarrollo sostenible. En un momento de transformación global sin precedentes, la energía no solo impulsa nuestro progreso, sino que también define nuestras sociedades y moldea nuestro futuro. Esta publicación abordará los desafíos y oportunidades en diversos segmentos del sector energético, desde la base proporcionada por los hidrocarburos hasta la perforación.

A pesar del creciente impulso hacia la descarbonización, el petróleo y el gas continúan desempeñando un papel crucial en la matriz energética mundial. La demanda de estos recursos persiste, junto con la necesidad de innovar en su extracción, procesamiento y transporte. La revista se enfocará en los avances tecnológicos que optimizan la eficiencia y minimizan el impacto ambiental.

PetroRenova Indexed es un espacio para la difusión de investigaciones de vanguardia, análisis rigurosos y opiniones expertas que impulsan el debate y promueven la colaboración entre academia, industria y gobiernos. Queremos ser un recurso valioso para quienes buscan entender las complejidades del mercado, anticipar tendencias y contribuir a un sistema energético más resiliente y sostenible.

Entre los artículos destacados, *Perforación de pozos en Anaco, Venezuela*, escrito por **Jorge Johan García Díaz**, examina desafíos significativos para la ingeniería de perforación en esta región. La adaptación a condiciones geológicas complejas, la implementación de soluciones avanzadas en fluidos y completación, y la gestión de retos logísticos y económicos son fundamentales. La clave radica en la integración de datos multidisciplinarios, la innovación constante y una gestión rigurosa de los riesgos operacionales para maximizar la eficiencia y productividad de los pozos.

Además, el ingeniero **Alexis Zavala** ofrece una perspectiva sobre la *Toma de decisiones en condiciones de incertidumbre*. Esta ha evolucionado de un ejercicio puramente analítico a una disciplina que combina racionalidad, intuición, adaptabilidad y resiliencia. En lugar de eliminar la

incertidumbre, es crucial gestionarla, abrazarla y, en ocasiones, explotarla. La toma de decisiones en este contexto es un arte y una ciencia que requiere de constante evolución.

La toma de decisiones en condiciones de incertidumbre es un arte y una ciencia que demanda una constante evolución. No es un signo de debilidad admitir la incertidumbre, sino de inteligencia y realismo. Las organizaciones y los individuos que dominen esta habilidad no solo sobrevivirán, sino que prosperarán, transformando los desafíos en oportunidades y navegando con destreza por las aguas turbulentas del futuro.

En otro orden de ideas, el grupo de expertos: **Pereira, Barreto y Perozo**, en los *Procesos de Inspección en Espacios Confinados para Operaciones de Perforación Petrolera*, desarrollan este interesante tema haciendo énfasis que es una tarea crítica y de alto riesgo que exige una planificación meticulosa, equipos especializados y personal altamente capacitado. Como especialistas en el área, afirman que su correcta ejecución es fundamental para garantizar la seguridad del personal, la integridad de los equipos y la continuidad operativa.

La tecnología está revolucionando la inspección de espacios confinados. El uso de drones con cámaras HD y sensores de gas, robots con capacidades de inspección remota y cámaras térmicas está reduciendo la necesidad de entrada humana en situaciones de alto riesgo. Esto mejora la seguridad y la eficiencia.

Por ende, la seguridad es la prioridad número uno, y solo a través de un cumplimiento estricto de los procedimientos, una capacitación constante y el uso de la tecnología adecuada se pueden mitigar eficazmente los peligros asociados y asegurar operaciones de perforación seguras y eficientes.

Por último, **Mauricio Bustos**, como experto en operaciones de perforación, hace referencia que la *implementación eficiente del hincado de tubería conductora con martillos diésel* representa una estrategia fundamental para optimizar la fase inicial de perforación, lo que se traduce en ahorros sustanciales de tiempo y dinero al reducir la complejidad operativa, el consumo de recursos y la generación de residuos en una etapa crucial de la construcción del pozo. Es una técnica que, cuando se aplica en las condiciones adecuadas, sienta las bases para una operación de perforación más económica y eficiente.

Invitamos a la comunidad académica e industrial a participar activamente en nuestro proceso de difusión del conocimiento.

“Juntos, podemos comprender mejor los retos que enfrenta el sector y trabajar hacia un futuro energético más sostenible”

*Ing. Raiza Negrón
Editora académica*

Perforación de pozos en Anaco. Un reto para la Ingeniería de Perforación

*Well drilling in Anaco.
A challenge for Drilling Engineering*

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.16698369>

Recibido: 2025-04-30 Aceptado: 2025-06-01

García Díaz, Jorge Johan¹

Correo: jorgejgarcia@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0009-0003-7268-7243>

3R Petroleum. Río de Janeiro, Brasil

Resumen

En Venezuela, la historia de la perforación de pozos petroleros se remonta a principios del siglo XX, con sus inicios formales, en 1914, con la perforación del pozo Zumaque I en la población de Mene Grande, estado Zulia, hito que marcó el comienzo de una era de intensa actividad exploratoria y productiva que transformaría al país en uno de los principales actores del mercado energético mundial. Los primeros años se caracterizaron por el uso de tecnologías incipientes, perforaciones poco profundas y una comprensión limitada de las complejidades geológicas del subsuelo venezolano. A medida que la industria crecía, también lo hacía la necesidad de métodos de perforación más avanzados y eficientes. La región oriental de Venezuela, particularmente, el área de Anaco, en el estado Anzoátegui, emergió como un centro neurálgico para la actividad petrolera a mediados del siglo XX. Anaco se destacó por la presencia de vastas reservas de gas y petróleo, lo que atrajo inversiones significativas y el desarrollo de infraestructura especializada para la perforación y producción. Sin embargo, a diferencia de otras cuencas más someras, la perforación en Anaco pronto reveló desafíos geológicos únicos, lo que llevó a la necesidad de una ingeniería de perforación más sofisticada. La complejidad de los pozos en Anaco se debe a varios factores, incluyendo: a) Altas presiones y temperaturas, b) Geología compleja, c) Yacimientos depletados y d) Perforación de alcance extendido (ERD). La ingeniería de perforación en Anaco ha evolucionado para enfrentar estos desafíos, implementando tecnologías de vanguardia como la perforación multilateral, la perforación bajo balance (UBD) y el uso de herramientas de perforación direccional de última generación. Los pozos en esta región son un testimonio de la innovación y la experticia necesaria para extraer hidrocarburos en algunas de las condiciones más exigentes de la industria, consolidando a Anaco como un laboratorio de aprendizaje y desarrollo para la ingeniería de perforación en Venezuela.

Palabras clave: Anaco, perforación, hidrocarburos, revestidor, arenas petroleras

¹ Ingeniero Industrial. Maestría en Dirección de Recursos Humanos. IADC Certification: Well Control Sharp. Rig Inspection. H2S and CO2. Rig Pass. Stuck Pipe Prevention. Drops Audit Rig. 3R Petroleum. Río de Janeiro, Brasil.

Abstract

In Venezuela, the history of oil well drilling dates back to the early 20th century, with its formal beginnings in 1914, with the drilling of the Zumaque I well in the town of Mene Grande, Zulia state. This milestone marked the beginning of an era of intense exploration and production activity that would transform the country into a major player in the global energy market. The early years were characterized by the use of nascent technologies, shallow drilling depths, and a limited understanding of the geological complexities of the Venezuelan subsoil. As the industry grew, so did the need for more advanced and efficient drilling methods. The eastern region of Venezuela, particularly the Anaco area in Anzoátegui state, emerged as a hub for oil activity in the mid-20th century. Anaco was notable for its vast oil and gas reserves, which attracted significant investment and the development of specialized drilling and production infrastructure. However, unlike other shallower basins, drilling in Anaco soon revealed unique geological challenges, leading to the need for more sophisticated drilling engineering. Drilling Engineering in Anaco and Its Truly Complex Wells. The complexity of Anaco's wells is due to several factors, including: a) High pressures and temperatures, b) Complex geology, c) Depleted reservoirs y d) Extended Reach Drilling (ERD). Drilling engineering at Anaco has evolved to meet these challenges, implementing cutting-edge technologies such as multilateral drilling, underbalanced drilling (UBD), and the use of state-of-the-art directional drilling tools. The wells in this region are a testament to the innovation and expertise required to extract hydrocarbons in some of the most demanding conditions in the industry, consolidating Anaco as a learning and development laboratory for drilling engineering in Venezuela.

Keywords: Anaco, drilling, hydrocarbons, casing, oil sands

Introducción

La actividad petrolera en Venezuela, históricamente, pilar fundamental de su economía, se ha sostenido sobre la explotación de vastas reservas de hidrocarburos. Dentro de este panorama, la región de Anaco, ubicada en el estado Anzoátegui, ha desempeñado y sigue desempeñando un papel crucial.

Sin embargo, la perforación de pozos en esta área no es una tarea sencilla, representa un desafío constante y multifacético para la ingeniería de perforación. Las particularidades geológicas de Anaco, sumadas a las complejidades operativas y las fluctuaciones del mercado global, exigen un nivel de pericia, innovación y adaptabilidad que pocas otras disciplinas pueden igualar.

Este artículo se adentrará en las particularidades que hacen de la perforación de pozos en Anaco, un campo de estudio tan exigente y fascinante. Analizaremos cómo las características del subsuelo, incluyendo formaciones rocosas heterogéneas, presiones anormales y temperaturas elevadas, demandan soluciones técnicas avanzadas y la implementación de tecnologías de vanguardia.

Asimismo, se explorarán los retos operacionales que van desde la logística y el mantenimiento de equipos en un entorno dinámico, hasta la gestión de riesgos inherentes a una actividad de alta complejidad. Más allá de los aspectos técnicos, consideraremos también el impacto de factores externos, como políticas energéticas y condiciones económicas que influyen, directamente, en la viabilidad y el éxito de cada proyecto de perforación.

En última instancia, esta investigación busca ofrecer una visión integral de cómo la ingeniería de perforación en Anaco, no solo supera obstáculos técnicos, sino que se reinventa continuamente para optimizar la extracción de recursos, garantizar la seguridad de las operaciones y contribuir al desarrollo sostenible del sector energético.

1. Breve reseña histórica de la perforación en Venezuela y Anaco

Según Arraiz (2017), Venezuela tiene 142 años navegando por el complejo, pero fascinante mundo de la extracción de petróleo y gas, productos que vinieron a sustituir al Café y Cacao como principal fuente de ingreso económico después de largas conflictos internos como las guerras de independencia y civil; el oro negro, como mejor se le conoce, llegó al país en un momento crucial: económicamente dependiente de la agricultura, pesca y área pecuaria, liderazgos militares y terratenientes, sin infraestructura vial, con un sistema de salud deficiente, más del 80% de analfabetismo, hambruna, epidemias, con esperanza de vida de no más de 53 años pero, pronto a descubrir el producto que moverá la energía mundial y que ha desencadenado, desde el punto de vista geopolítico, innumerables guerras; así que, podemos decir que el petróleo llegó en ese momento a cambiar interna y externamente, la economía del país.

De acuerdo con Travieso (2023), con la perforación del primer pozo petrolero en Venezuela, el Eureka, en marzo del año 1883, se dio el primer paso para avanzar en la extracción de petróleo crudo en el país. Este hallazgo se realizó en la hacienda La Alquitrana, en el estado Táchira. Para la época, un acontecimiento que no generó mucha publicidad en el sistema de radiodifusión, principal medio de comunicación del país. El hidrocarburo se localizó a una profundidad de 60 metros, aunque más tarde se encontraría a menos de 15 metros y en numerosos manantiales donde brotaba de forma espontánea, pero algo lenta, según registros el volumen de producción del Eureka correspondió a un poco más de 1,2 BPD (barriles de petróleo por día).

Cabe destacar que, para poder alcanzar la profundidad de 60 metros, para la época una innovación, el equipo utilizado para perforar fue un taladro de madera y su mudanza desde el sitio donde fue diseñada hasta el pozo fue registrada en tres (3) meses (Imagen 1).

Imagen 1. Taladro que perforó el pozo Eureka



Fuente: Arraiz (2017)

Para complementar este hecho en 1878, se registró la compañía minera Petrolia del Táchira con ingenieros venezolanos que se especializaron en el exterior para explotar los yacimientos cedidos en concesión; dicha empresa cinco años después logró completar su primer pozo e impulsó la producción de kerosene y gasolina en el estado Táchira.

Para el país, después de lo descrito en los primeros párrafos, definitivamente, el hecho ocurrido en la finca la Alquitrana fue un total avance por eso, y sin duda alguna, este impactante hecho ocurrido hace ya 142 años, marcó la historia de Venezuela y generó que más adelante se cambiara el motor económico del país al basarse entonces en la producción de petróleo y gas.

Según Straka (2015) Pasaron 31 años para darse el Zumaque -1 primer pozo de petróleo a nivel comercial en Venezuela, completado oficialmente en Julio de 1914, y con una producción aproximada de 250 BPD, que dio inicio en el país una aventura petrolera para algunos positiva mientras que para otros el inicio del fin.

Recordando a Juan Pablo Pérez Alfonso, uno de los impulsores y fundadores de la OPEP (Organización de Países Exportadores de Petróleo) con su icónica y célebre frase, se refirió al petróleo como "el excremento del Diablo", por los enormes intereses que giran en torno a este recurso, sobre todo por las potencias energéticas que lo demandan. Sin embargo, más allá de su valor comercial, el petróleo representa una fuente vital de desarrollo para Venezuela, de eso no debemos tener ninguna duda.

General Asphalt principal empresa petrolera en el país presente para ese entonces, se mantuvo actualizado sobre las perspectivas geológicas del país y no perdió tiempo en incorporar a su subsidiaria Caribbean Petroleum en el estado de Nueva Jersey (1911). General Asphalt ofreció a Royal Dutch/Shell Group una participación mayoritaria (51%) en Caribbean.

El 4 de enero de 1914, cuando vencía el período exploratorio de la segunda concesión, originalmente otorgada a Rafael Max Valladares -representante nacional de General Asphalt-, la empresa solicitó 1.028 lotes de exploración con un total de 512.000 hectáreas, alrededor de importantes derrames de petróleo.

Bajo la guía del Grupo Shell y apoyado en sus propias evaluaciones, Caribbean inicia su primera campaña de perforación en Mene Grande y la toda la costa oriental del lago de Maracaibo. La perforación del pozo Zumaque-1 se inició el 12 de enero de 1914, con un equipo de perforación de percusión tipo balancín, el Star Drilling Machine-23, bautizado por el pueblo criollo como “La Estrella”. El equipo estuvo integrado por los venezolanos Julio Ballesteros, Alcibíades Colina y Eusebio Sandrea, entre otros, oriundos del Zulia, bajo el liderazgo de Jack Stokes y RW Merritt, ingeniero y relacionista público de la compañía. Samuel Smith, nativo de Curazao, actuó como intérprete.

El pozo se completó mecánicamente en aproximadamente 135 metros (443 pies) de profundidad con una tasa de producción estabilizada de 250 BPD (petróleo de 19,2° API). Su finalización oficial fue certificada el viernes 31 de julio.

Imagen 2. Zumake-1, Rostros del Zumaque, muestras del reventón



Fuente: Arraiz (2017)

Igual que su antecesor 31 años más viejo, la mudanza del Zumaque-1 se hizo desde las serranías del estado Trujillo y duraron un poco más de dos (2) meses para llegar al lugar de la perforación. Desde su fundación, la ciudad de Anaco, fundada el 7 de mayo de 1944, ubicada en el centro del estado Anzoátegui, Venezuela, la misma siempre ha sido el epicentro de innumerables aventuras para extraer petróleo o gas, fundada por Margariteños que buscaban un mejor sustento que el que tenían en la isla, historia argumentada por Rodríguez (1992) y diversos

cronistas de la ciudad, entre ellos, el actual cronista Juven Blanco, y observando que la Standard Oil Company of New York, mejor conocida como la SOCONY, estaba dando empleo en un ramo laboral muy poco conocido en Venezuela, pero atractivo, se abalanzaron a esta aventura también, no solo por el salario, que era atractiva en comparación a los salarios en Venezuela, sino también porque la SOCONY construyó viviendas para sus trabajadores, escuelas, iglesias, infraestructura vial, centros de salud, centros de recreación donde no podía faltar estadios de Béisbol, deporte muy popular en los EEUU y que ya venía practicándose en el país por la influencia de ciudadanos Norteamericanos que vivían en Venezuela producto de diferentes actividades, en especial la Petrolera, hicieron que muchos venezolanos llegaran a Anaco y se abalanzaron a esta aventura.

Imagen 3. Ciudad de Anaco, antigua Estación Mobil, hoy Nappi



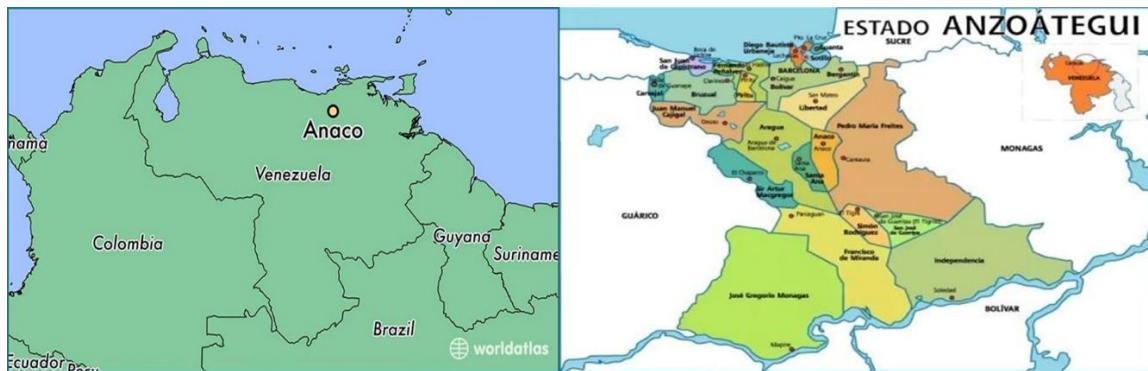
Fuente: Mata (2018)

Como dato curioso, la SOCONY, en la naciente ciudad de Anaco logro dar empleo en sus diferentes actividades a más personas que las que podía la empresa privada o el estado venezolano para aquel entonces, algo positivo para el ciudadano, sin embargo, la influencia política y económica de la empresa en la zona, la hicieron ver como la empresa más importante y famosa de ese momento donde en ocasiones podía tener más influencia que las propias autoridades gubernamentales.

La SOCONY comenzó a perforar pozos de petróleo y gas para satisfacer las demandas crecientes generadas por la segunda guerra mundial y los aliados, así como la demanda interna

de energía en EEUU, donde la administración del hidrocarburo al extraerlo del subsuelo anaqueño no se realizó de la manera más eficiente, pero sí abrió un abanico de oportunidades laborales a todo aquel que quisiera entrar en este mundo.

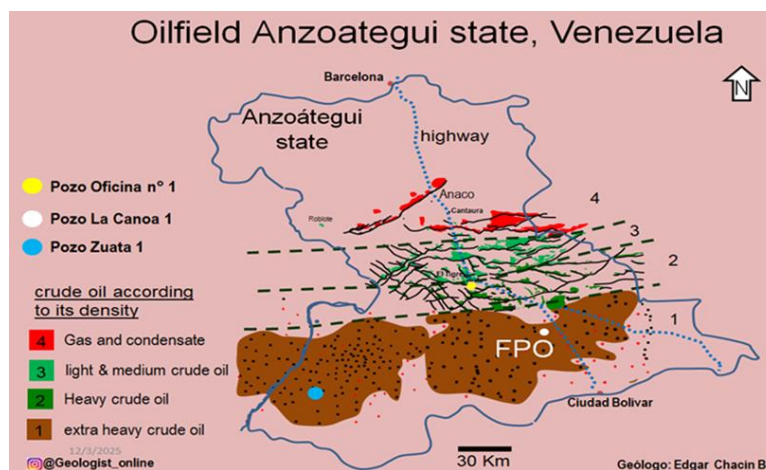
Figura 1. Mapa geográfico del estado Anzoátegui y ubicación de la Ciudad de Anaco



Fuente: Rodríguez (2013)

Opiniones como: “El que perfora en Anaco, perfora en cualquier parte del mundo” muy rápidamente, se comenzó a escuchar entre los extranjeros y locales que se aventuraban en la zona y veían como la construcción de los pozos no eran tan sencilla como los capataces de la compañía extranjera decían, de dónde vienes de trabajar, ¿de Anaco?, “Es verdad que ahí el petróleo lo protege el diablo”, se popularizó en la zona norte del estado Anzoátegui haciendo referencia a lo difícil que era perforar en Anaco y sus adyacencias.

Figura 2. Mapa de hidrocarburos del estado Anzoátegui, cortesía de Edgar Chacín



Fuente: Madrid (2009)

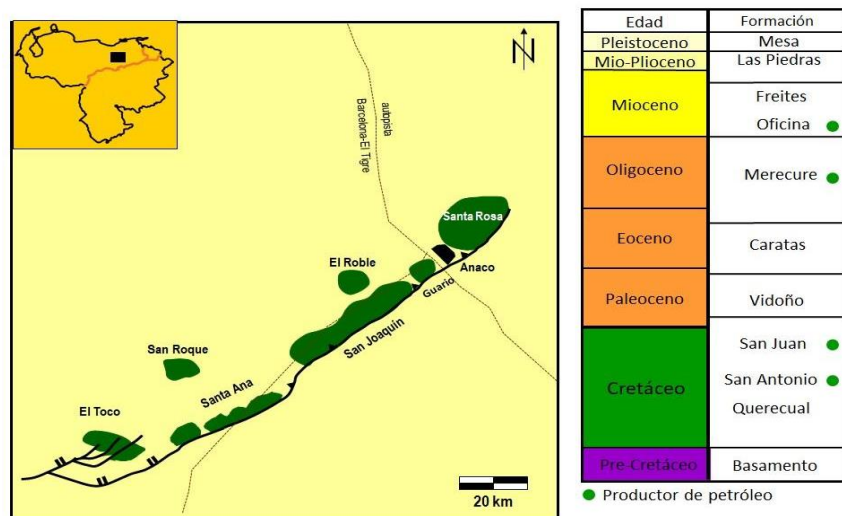
Con el paso del tiempo, a pesar que la tecnología avanzaba y los taladros de Perforación se perfeccionaron, otras opiniones se hicieron muy populares, tales como: “Si perforaste en Anaco, ya tienes todos los pecados perdonados” haciendo alusión a lo complejo y difícil que era construir un pozo en esa zona del país, aun, con tecnología y todo; pero, experiencias de trabajo permitieron detectar que Anaco es una de las áreas más complejas de perforar en Venezuela, con mucha humildad y no queriendo culparla de ser la más compleja y para ello, se indicará de forma general sobre su estructura geológica.

Anaco, también conocido como Distrito de Producción Gas Anaco, se encuentra ubicado en el centro del estado Anzoátegui, dentro de la cuenca Oriental de Venezuela, específicamente en la Sub-Cuenca de Maturín. Está situado en el bloque levantado al norte del corrimiento de Anaco, a lo largo del cual resalta la presencia de una serie de domos, que determinan las estructuras de entrapamiento de hidrocarburos de la región (información de cómo se dividió este Distrito).

El distrito de producción gas Anaco está conformada por dos áreas operacionales:

AMA: Área Mayor de Anaco (subdividida en AMA Este y AMA Oeste) y AMO: Área mayor de Oficina. El área Mayor de Anaco Comprende los Campos: Santa Rosa, San Joaquín, Guarió, El Roble, Santa Ana y El Toco, cuyas estructuras se caracterizan por levantamientos Dómicos alineados Noreste – Suroeste, Estos levantamientos Dómicos están separados por sillas estructurales bien diferenciadas que normalmente separan los entrapados hidrocarbúferos.

Figura 3. Mapa de Campos Petroleros del Área Mayor de Anaco (AMA)



Fuente: López (2013)

La columna estratigráfica productora de los campos Santa Rosa y San Joaquín, principales productores de Gas condensado, como asociado, posee un espesor aproximado de 11 mil pies, de los cuales las formaciones Oficina, Mereceré y San Juan representan unos 8500 pies, están representadas por intercalaciones de cuerpos lutíticos y areniscas. En este mismo orden de ideas los yacimientos de gas están entrampados en estructuras dómicas, las cuales son atravesadas por el corrimiento de Anaco, una falla inversa que generalmente conforma el límite estructural a definir y la delimitación de todos estos yacimientos.

Esta estructura geológica comienza a complicarse para el perforador, geólogo e ingeniero de yacimientos cuando en estas estructuras dómicas encuentras yacimientos de gas con alta presión a nivel superior de la estructura, ósea a nivel somero, arcillas altamente reactivas y sobre presionadas que se hidratan al contacto con el agua, arenas no consolidadas, así como también zonas de cavernas. Yacimientos depletados y de alta presión en su estructura media encontrando algunas de estas estructuras con presiones anormales lo que complica el diseño del peso del lodo, áreas micro fracturadas, carbón, secciones salinas, así como también formaciones anhidrita o yeso.

Ya en el área de producción, se encuentran arenas con diferenciales de presión, iniciando con arenas con bajo balance, seguido de arenas con sobre balance para culminar con áreas en balance, definitivamente esto va generar un dolor de cabeza a la hora de diseñar el esquema mecánico del pozo, la ventana operacional y la construcción del mismo.

Cuadro 1. Preevaluación general de la zona de producción de un pozo de AMA

ARENA	YACIMIENTO	TVD	PREVALUACION GENERAL		PRESION	COMENTARIOS
			ESPESOR	INTERPRETACION		
OFIC-CO-Q		7207		LUTITA		
OFIC-CO-R1	JM-32	7249	20	CONDENSADO		ALTA PERMEABILIDAD
OFIC-CO-R2		7275	15	HIDROCARBURO	12,30	PETROFISICA_JM-238
OFIC-CO-S		7361		LUTITA		
MEREC-A		7428	22	HIDROCARBURO	11,50	PETROFISICA_JM-238
MEREC-B		7506	20	HIDROCARBURO	12,70	PETROFISICA_JM-238_JM-239
MEREC-C	JM-19	7529	40	CONDENSADO		
MEREC-D		7653	25	HIDROCARBURO	8,70	PETROFISICA_JM-238
MEREC-E		7685	38	HIDROCARBURO	8,90	PETROFISICA_JM-238
MEREC-F		7725	22	HIDROCARBURO	9,10	PETROFISICA_JM-238
MEREC-G	G-3	7775	15	CONDENSADO		ALTA POROSIDAD
MEREC-H	G-3	7829	15	CONDENSADO		ALTA POROSIDAD
MEREC-I	JM-98	7869	5	CONDENSADO		ALTA POROSIDAD
MEREC-J1-SUP		7908	28	HIDROCARBURO	11,90	PETROFISICA_JM-238_JM-239
MEREC-J1 INF	JM-19	7979	60	CONDENSADO		ALTA POROSIDAD
MEREC-J2		8062		ARENA ARCILLOSA		BAJA POROSIDAD
MEREC-K	JM-98	8159	10	CONDENSADO		ALTA POROSIDAD
MEREC-L		8200	22	HIDROCARBURO	5,90	PETROFISICA_JM-238_JM-239
MEREC-M1		8261		LUTITA		Limite de Yac. JM-158_CONDENSADO
MEREC-M2	JM-104	8309	24	CONDENSADO		Limite de Yac. JM-158_CONDENSADO
MEREC-N	JM-158	8389	15	CONDENSADO		Limite de Yac. JM-158_CONDENSADO
MEREC-O		8423		LUTITA		
PROF FINAL		8503				

Fuente: García (2005)

La preevaluación general mostrada en el Cuadro 1 para el hoyo productor nos da una idea de lo complejo que puede ser perforar en el área mayor de anaco (AMA) sobre todo encontrar un peso del lodo ideal que te ayude atravesar estas formaciones con el mayor balance posible sin pérdidas de circulación o eventos de influjo, si analizamos la columna de presión que está expresada en libras por galón podemos observar las notables diferencias entre una arena y la otra dentro del mismo intervalo o sección.

Los campos de gas están ubicados a escasos 10 kilómetros del perímetro de la ciudad, lo que hace que cada ciudadano conozca y esté involucrado de alguna manera u otra con el proceso de extracción de gas y sus operaciones.

2. Ingeniería de perforación en Anaco, pozos realmente complejos

La ingeniería de perforación en Anaco se ha convertido en un campo de alta especialización y complejidad, impulsado por las desafiantes características geológicas de la región. Los pozos en esta área no son pozos comunes; son verdaderas proezas de ingeniería que demandan soluciones innovadoras y un profundo conocimiento del subsuelo.

Antes de entrar en materia sobre la complejidad de construir un pozo en Anaco y sus diferentes campos o áreas (AMA y AMO) es bueno dar un repaso sobre lo que es la ingeniería de perforación. La ingeniería de perforación se encarga de diseñar y ejecutar procedimientos convencionales y no convencionales para perforar pozos de manera segura, eficiente y económica. Sus funciones suelen ser diversas para poder alcanzar el éxito de obtener un pozo útil, productivo y que la tasa interna de retorno esté bastante cerca de lo planificado, eso sería lo ideal, sin embargo, no todo el tiempo suele ser así.

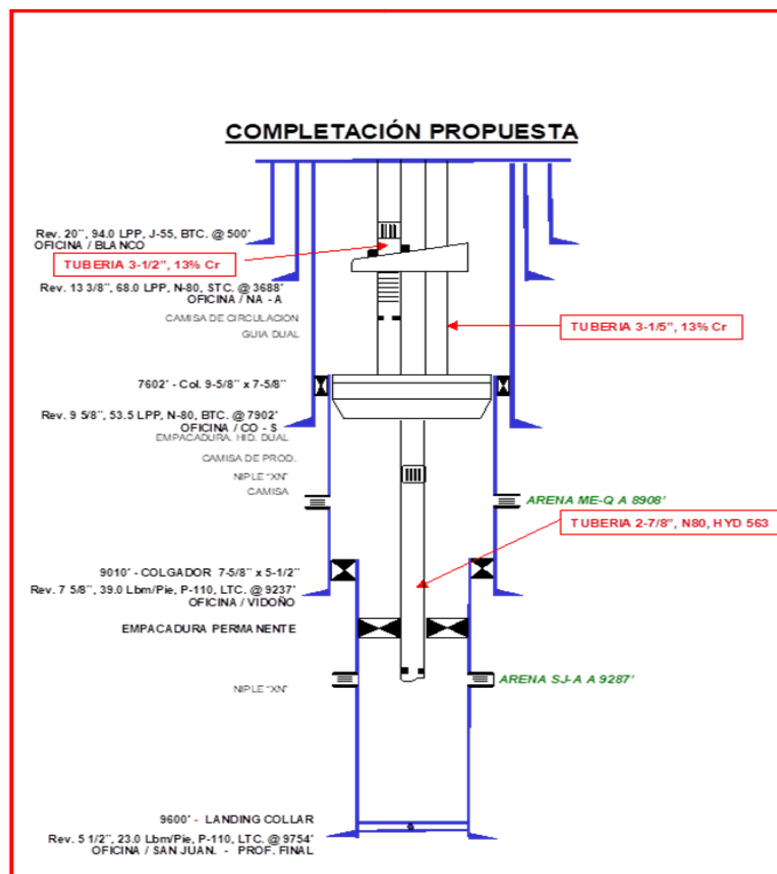
Algunas funciones de la ingeniería de perforación son: Diseñar pozos, definiendo diámetros, revestimientos, cementaciones, tipos de lodo, parámetros de perforación y requerimientos mecánicos. Para ello necesita engranarse con otras organizaciones tales como: Coordinar con geología y producción para obtener información geológica y de producción, ósea que se alimenta de información geológica y de yacimientos.

Según Aguilar y Díaz (2002), el producto de esta sinergia son los programas de perforación, completación y workover de pozos, adopta la filosofía "Front-end-Loading" mejor conocida como VCD (Visualización, Conceptualización y Definición de proyectos) para optimizar su producto. Supervisar el programa de actividades y trabajos necesarios para perforar el pozo y garantizar el éxito de la operación.

Si los campos o el área son exploratoria entonces el avance es mínimo, tomando precauciones y datos para conocer la zona y delimitar el área, sin embargo, si el área es de desarrollo definitivamente cambia el enfoque del proyecto. Analizar muestras y documentar los pozos, es una estrategia muy positiva ya que permite reducir los riesgos operacionales en el pozo a perforar.

El esquema mecánico de los pozos para Anaco, en especial en los campos San Joaquín y Santa Rosa, campos considerados de desarrollo, y los más complejos a la hora de su diseño y ejecución, tiende a ser de cinco (5) fases, ósea cinco (5) tipos de revestidores en cada pozo, el promedio de profundidad de estos pozos es de 10 mil pies.

Figura 4. Diseño mecánico propuesto para un pozo del Campo San Joaquín, Anaco



Fuente: García (2005)

La producción, en general, de Anaco es de gas, son yacimientos de gas condensado, de grandes dimensiones. El entrampamiento para el campo San Joaquín es de tipo Estratigráfico - Estructural. Se encuentra limitado al Norte por una falla normal de dirección Suroeste-Noreste y

un límite de roca con la misma dirección, al Sur por el Corrimiento de Anaco, los límites Este y Oeste vienen dados por límites de roca de dirección Sureste-Noroeste.

Uno de los aspectos importantes antes de construir el pozo es la construcción de la localización, también llamada PAD, por lo general para Anaco tiene una dimensión de 100 x 100 metros permitada por el Ministerio del Poder Popular para el Petróleo y Ambiente, no se puede desforestar más de lo permitada ya que sería una seria violación a la normativa, en esta área se debe hacer la adecuación del taladro de perforación o LAY OUT antes que el equipo entre al PAD para evitar retrasos, así como también pruebas de: Nivelación, Dimensión, Compactación y supervisar el acceso o vías al PAD.

Otro de los aspectos a considerar para perforar un pozo es la capacidad del taladro, que tipo de taladros voy a necesitar, la estandarización de criterios y las políticas internas de algunas empresas petroleras, operadoras del estado, privadas o de servicios a pozos, ha hecho que se puedan encontrar diversos criterios de clasificación de taladros, según las necesidades de cada proyecto.

Uno de esos aspectos críticos a analizar es el sistema de izamiento de cargas, donde se debe determinar la máxima carga axial, el taladro seleccionado debe tener la capacidad de izar el revestidor intermedio en la profundidad de asentamiento del mismo, donde se encuentra el punto de mayor esfuerzo. A partir de esta premisa y resumiendo el procedimiento de ingeniería en Anaco para perforar en los campos San Joaquín y Santa Rosa se usan generalmente taladros de 1500 hp de capacidad.

Figura 5. Resumen general de un pozo en el Campo San Joaquín, 2005

SUPERFICIE	FORMACION GEOLOGICA	FASE	REV.	FLUIDO	REGISTROS Especificados por Desarrollo de Yacimientos.	PLAN
			DIAM PESO TIPO ROSCA	TIPO DENS., LPG		TIEMPO (Días) COSTO (MM Bs Eq.)
20" a 500' 13-3/8" a 3680' TVD 3690' MD Colg. 7420' 7-5/8" x 9-5/8" MD 9-5/8" a 7902' TVD 7920' MD FORM. CO-S Colg. 8764' MD 5 1/2" x 7-5/8" 7-5/8" a 9231' TVD 9261' MD FORM. VIDONÓ 5-1/2" a 9254' TVD 9784' MD FORM. S1-C				MUDANZA		10
	MIEMBRO BLANCOAZUL	12-1/4" (Piloto) 26"	20" 94 lpp K-55 BG 3P	Base Agua Inhibitorio 13.5	INDUCCIÓN CONVENCIONAL / GAMMA RAY / SP	5
	MIEMBRO MORENO	17-1/2"	13 3/8" 68 lpp N80 BTC	Base Agua Inhibitorio 13 – 13.5	INDUCCIÓN CONVENCIONAL / GAMMA RAY / SP / CALIPER 4B / DENSIDAD NEUTRON	8
	MIEMBROS NARANJA VERDE AMARILLO COLORADO	12 1/4"	9 5/8" 53.5 lpp N-80 BTC	100% ACERITE 9 – 10.5	INDUCCIÓN ALTA RESOLUCIÓN / GAMMA ESPECTRAL / DENSIDAD NEUTRON / CALIPER 4B + PTOS. DE PRESIÓN	23
	FORMACION MEREURE	8 1/2"	7-5/8" 39 lpp P-110 SLX ó STL	Drill-N 7.9 – 8.5 (UNDER BALANCE)	INDUCCIÓN ALTA RESOLUCIÓN / GAMMA ESPECTRAL / DENSIDAD NEUTRON / CALIPER 4B / SONICO DIPOLAR + PTOS. DE PRESIÓN	14
	FORMACIÓN SAN JUAN	6 1/2"	5-1/2" 23 lpp P-110 SLX ó STL	Drill-N 6.5 – 7.5 (UNDER BALANCE)	INDUCCIÓN ALTA RESOLUCIÓN / GAMMA ESPECTRAL / DENSIDAD NEUTRON / CALIPER 4B / SONICO DIPOLAR + PTOS. DE PRESIÓN	11
TOTAL PERF.						71 DÍAS
COMPLETACIÓN						21 DÍAS

Fuente: García (2005)

Para el año 2002 cuando se reactivó, nuevamente, la actividad en Anaco, es necesario indicar que, debido a los bajos precios del petróleo durante el segundo gobierno del Doctor Rafael Caldera, algunas áreas de Venezuela pararon sus actividades, entre ellas, Anaco, al reactivar la perforación y workover y por ser Anaco un área de GAS CONDENSADO y este, tener la posibilidad de migrar en formaciones que no tienen sello se encontró gas superficial durante la perforación de los hoyos de superficie e intermedio que produjeron eventos de Blow Out.

Esto trajo como consecuencia afrontar los nuevos proyectos de perforación con mayor seguridad y viendo estos campos de diferente manera a campos de desarrollo convencionales. La mudanza del taladro, generalmente, se tiene planificada en hacerla en 10 días contractualmente, mucho va depender de la empresa de transporte y la pericia del personal. En la mayoría de las veces se realiza en menor tiempo a lo planificado. Mientras más rápido culmine la fase de mudanza más rápido comienzan a facturar los taladros contratados y más rápido comienza la perforación, es un indicador de gestión ganar-ganar.

La fase de mudanza culmina con el Rig-Up y la inspección detallada del equipo, revisión de las diferentes certificaciones y preparación del lodo para perforar el hoyo de superficie, si esa inspección supera los límites permisibles entonces estaremos dándole vuelta a la derecha a la mesa rotaria y a la sarta de perforación.

Perforar el hoyo de superficie para la protección de los mantos acuíferos y estabilidad en el pozo no requiere mayor pericia, pero sí mucho cuidado, como lo muestra la figura 5, esta fase se empieza perforando un hoyo piloto de diámetro 12.1/4" por seguridad hasta la profundidad de 500 pies, para luego ampliarlo a 26" con un peso del lodo de 13,5 libras por Galón, todo lo contrario, a otros campos de desarrollo, donde se empieza a perforar con peso del lodo cerca al peso del agua, 8,433 libras por galón, lo que te indica que podríamos encontrar durante la perforación alguna migración de gas y nuestra primera barrera de control de pozo que es el peso del lodo contener esa migración.

Por seguridad se instala el Mud Cross con línea de 6" y 8" con sus accesorios (válvulas) y un Desviador de Flujo de 21 1/4" diámetro de 2000 PSI. Son dos líneas de desahogo en el desviador de flujo debajo de la subestructura del taladro que van hacia el ambiente, ósea fuera de la locación o PAD, una de 6 pulgadas y una de 8 pulgadas en caso de no poder controlar el influjo. No se instala el Blow Out Preventer porque agravaría más el problema ya que podríamos estar generando en caso de un influjo un reventón externo.

El miembro azul, se caracteriza por ser una zona de arcillas reactivas lo que hace necesario un fluido base agua con algunas propiedades que eviten la expansión de las arcillas al contacto con el agua y minimicen los embolamientos a la sarta de perforación y a la mecha. El Ingeniero de Lodo y la empresa de servicios deben tener buenos materiales y buena química para la preparación del lodo, así como también experiencia en la zona, trabajar las 24 horas pendiente de cualquier variación en las actividades.

Después de la corrida del revestidor de 20 pulgadas en un hoyo de 26 pulgadas y la cementación primaria, es obligatorio realizar una cementación de tope, para minimizar la posibilidad que el gas migre entre los revestidores a la superficie, la densidad de la lechada generalmente oscila en 15,6 libras por galón y con alta resistencia a la compresión.

En resumen, en las secciones superficiales, la densidad del fluido es factor determinante para la estabilidad mecánica de la formación.

Perforar el hoyo intermedio se convierte en un verdadero reto de ingeniería, la segunda fase de estos pozos inicia perforando un hoyo de 17,5" de diámetro con un peso del lodo de 13,5 libras por galón, la misma que en el hoyo de superficie, la fase tiene una longitud aproximada de 3500 pies y al concluir se baja un revestidor de diámetro 13.5/8" de pulgadas.

En fin, la construcción de la fase va desde los 500 pies de profundidad hasta, aproximadamente, los 4000 pies, atravesando la formación Oficina miembro Moreno hasta asentar el revestidor en el tope de la formación Oficina miembro Naranja.

La formación oficina miembro moreno está caracterizada por arenas no consolidadas, arcillas, lutitas, arenas de agua con intercalaciones de lignito, intercalaciones de lutita y lignito, agua, condensado e hidrocarburos, también, por lo general atraviesa fallas con desplazamiento de 180 pies aproximadamente alrededor de 3500' TVD. Por lo general, las arenas de moreno con presencia de hidrocarburos son MO-D, MO-S y MO-T mientras que MO-I y MO-K por lo general tienden a tener presencia de gas condensado.

Monitorear, exhaustivamente, los parámetros de perforación en esta fase es parte del trabajo diario, ROP (Rate of Penetration o Tasa de Penetración) pueden alcanzar valores relativamente altos si se aplica mucho WOB (Weight on Bit o Peso sobre la Mecha), y si no se tiene control sobre las RPM (Revolution per Minute o Revoluciones por Minuto), caudal y torque and drag seguramente tendremos problemas en el hoyo como pérdida de circulación o

posiblemente pega de tubería mecánica si no alcanzamos una limpieza correcta. Sin duda alguna este ya sería un escenario complicado y se podría empeorar con la presencia de un influjo.

La cementación primaria se hace con dos tipos de lechadas, de tope y cola, la primera debe asegurar llegar a superficie para minimizar las posibilidades de migración del gas, la segunda lechada debe poseer una mayor resistencia a la compresión, se debe calcular muy bien que el desplazamiento del cemento en el anular (Revestidor paredes del hoyo) no influya hidráulicamente y pueda generar una pérdida de circulación durante el proceso, recordemos que son pozos de gas y este tiende a migrar por donde menos resistencia se le dé.

Es necesario recordar que acá si se va a instalar el Blow Out Preventer, ranes y anular de 5000 psi. Se puede concluir que en la sección de hoyo 17-1/2", se hace necesario monitorear los rips de perforación para verificar la estabilidad del hoyo (derrumbes posibles breackouts, cavernas u otros) evitar pérdidas de circulación, que la presión de fondo de la formación decaiga y que algunas de los miembros de moreno se manifiestan en superficie.

Imagen 4. Blow Out durante la perforación del hoyo intermedio en el campo San Joaquín



Fuente: García (2003)

Perforar el hoyo intermedio II es otro reto, esta tercera fase empieza por lo general perforando un hoyo de diámetro 12.1/4" para asentar un revestidor de diámetro 9.5/8" a una profundidad aproximada de 8000 pies, en la base de la formación oficina miembro colorado, con fluido base aceite y una densidad menor que oscila entre los 9,0 y 9,5 libras por galón, la longitud de esta fase es similar a la fase anterior, aproximadamente 3500 pies, sin embargo, el diseño del revestidor, el fluido, la sarta de perforación y las estrategias de construcción de este hoyo requieren especial atención ya que a pesar de tener similar longitud son totalmente diferentes.

En esta sección se perfora la formación oficina en los miembros: Naranja, Verde, Amarillo y Colorado, cada miembro con características geológicas y petrofísicas distintas.

En el miembro Naranja, por lo general, se tiene arenas de gas condensado (NA-D y NA-E1,2) y gas seco (NA-I) las dos primeras con baja presión, mientras que la última con una densidad equivalente alrededor de 9 libras por galón, lo que genera posibles complicaciones con la hidrostática generada por el peso del lodo, lo cual se debe cuidar mucho el ECD (Densidad Equivalente de Circulación)

Los miembros Verde, Amarillo y Colorado no dejan de ser diferentes, la arena VE-I posee gas condensado y una densidad equivalente alrededor de 7 libras por galón, mientras que CO-A2 hidrocarburo con una densidad equivalente de 9 libras por galón, CO-C, CO-G y CO-H son de gas condensado con densidades equivalentes por debajo de las 6 libras por galón, así como CO-K, CO-R1 y CO-R2 son hidrocarburos en objetivos secundarios en algunos casos poseen una densidad equivalente superior a las 9 libras por galón, si no se aplican las mejores prácticas operacionales, si no se tiene experiencia o experticia, si no se diseña un buen fluido de perforación, si el fluido no está con una reología óptima, con propiedades físico y químicas acordes a la zona, si los ingenieros de lodos no son realmente proactivos, si los aditivos del lodo no son de primera calidad, perforar la fase intermedia dejara varias horas de somnolencia.

Una de las prácticas más comunes para remediar las pérdidas de circulación que tienden a ser totales en el miembro colorado es el bombeo de tapones de cemento, balanceados, son muy raros los casos que estos tapones de cemento son forzados, han funcionado muy bien tapones de cemento con lechada TIXOTROPICAS, crean un puente bastante efectivo en la arena de pérdida, pero son lechadas mucho más costosas que las convencionales.

Figura 6. Cálculos volumétricos para Cementación del Casing de 9. 5/8"

CEMENTACION DEL REVESTIDOR DE 9.3/5"			
POZO : JMN-247		TALADRO : GW-68	
DATOS DEL POZO			
	D.ext.	D.int.	Peso
Casing	9.625	8.125	31.5
Hoyo	N/A	12.120	N/A
Ultimo Revestidor	11.575	12.415	68.0
Amulor Hoyo - Csg	12.120	9.625	N/A
Amulor Revest. @ Csg	12.415	9.625	N/A
PRELVIJOS			
Desde		Hasta	
Casing a cementar		79.15'	
Hoyo		372.8'	
Ultimo Revestidor		0'	
Zapata		Puesto @ 79.15'	
Cuello - Zapata		Longitud 4.3'	
CAPACIDADES			
Espacio		Capacidades	
Cob. Casing		= 0.07077	14.13
Cob. Hoyo		= 0.14578	6.56
Cob. Amulor Hoyo @ Csg		= 0.05578	17.93
Cob. Amulor Revest. @ Csg		= 0.05974	16.74
CALCULOS			
LLENADO:			PORCENT DE EXCESO
V = Volumen Lechada @ 12.5 lpg			10 %
V =		Elt./R =	
V =		Elt./R =	
V =		EXCESO 10 %	
V =		256	
COLA :			
V = Volumen Lechada @ 15.6 lpg			
V =		Elt./R =	
V =		Elt./R =	
V =		Elt./R =	
V =		EXCESO 10 %	
V =		66	
DESPLAZAMIENTO:			
V = Volumen Para Desplazar			
V =		Elt./R =	
V =		Elt./R =	
OBSERVACIONES			
1- Los centralizadores debe ser colocados por el especialista del fabricante			
2- Antes de iniciar la cementación es obligatorio hacer las pruebas de eficiencias de las bombas del taladro			
Preparado por: Jorge Garcia.-			

Fuente: García (2005)

Otro riesgo donde hay que prestar especial atención es la corrida del revestidor intermedio y la cementación, la reducción del espacio anular aumenta la posibilidad de pérdidas de circulación y una mala cementación.

En el mismo orden de ideas y teniendo una especial atención durante la cementación, en el desplazamiento, generalmente ocurre el efecto caída libre, es acá donde la experiencia hace la diferencia, se tiende a creer que hay pérdida de circulación en el desplazamiento por efecto de la diferencia de peso entre el lodo y la lechada.

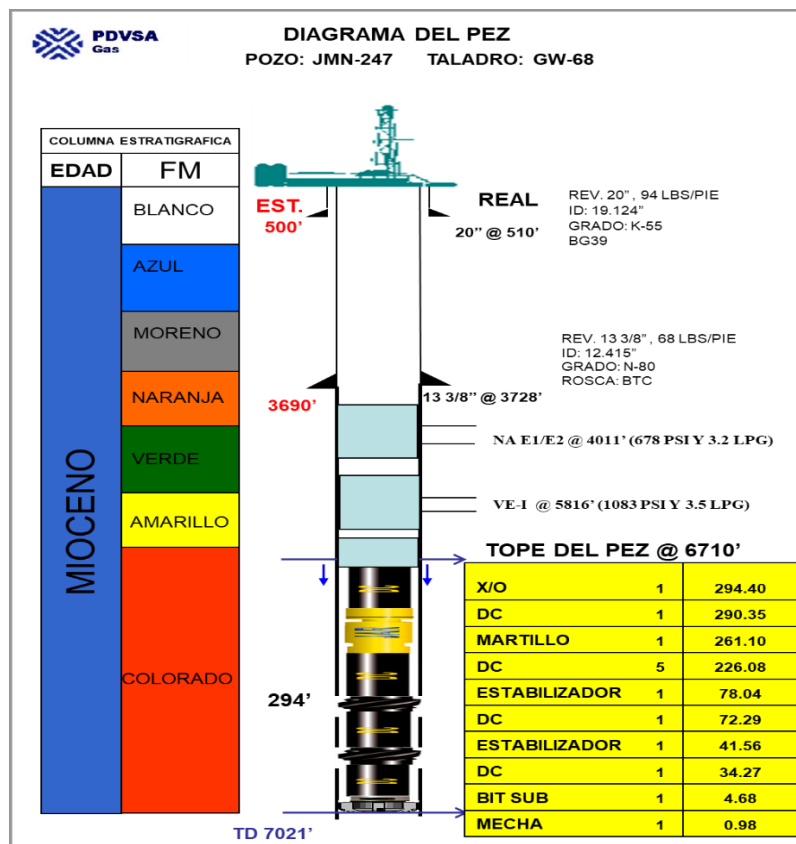
El hoyo de producción I es el más complejo de perforar de todos, se debe perforar la formación merecure en su totalidad con arenas productoras de hidrocarburos y gas, algunas de alta presión y otras muy depletadas, lo que coloca el panorama mucho más complejo que el hoyo anterior.

Esta fase se perfora un hoyo de diámetro de 8,5" y se corre un liner colgado de diámetro 7.5/8" x 9.5/8" (Ver figura 3) con una longitud de hoyo abierto alrededor de 1200 pies, el tope del liner generalmente estará ubicado 300 pies por encima de la zapata del revestidor de 9.5/8".

Durante la perforación de este intervalo, por lo general se esperan zonas de pérdidas de circulación parciales y/o severas en los miembros ME-C, ME-D, ME-F, ME-L, ME- M1, ME-M2, ME-O, ME-Q, ME-T3, ME-T4,5, zonas de muy alta presión en los miembros ME-H, Y ME-E.

Se hace muy cuesta arriba perforar en condiciones normales este intervalo por lo que se hizo una prueba de ensayo y error con la tecnología de bajo balance (UBD – Under Balance Drilling) y la densidad del lodo de ajuste entre 8,0 y 8,5 libras por galón, intentando reducir los problemas operacionales generados no solo por las constantes pérdidas de circulación sino también por los atascamientos de tubería por presión diferencial.

Figura 7. Pez en el hoyo de producción después de un atascamiento de tubería por diferencial



Fuente: González (2009)

Se hace necesario recordar que, si se usa lodo base aceite, por lo general, el costo por barril suele ser más elevado en comparación al fluido base agua, igual la pérdida de un motor de fondo o una herramienta MWD o LWD eleva los costos del pozo exponencialmente, y recordemos al fin de cuentas extraer hidrocarburos, gas o petróleo es un negocio, las empresas buscan optimizar sus procesos y sus costos, no aumentarlos.

La captura de data por lo general también es compleja, las empresas de servicio proponen nuevas tecnologías y ajustan su procedimiento operacional, también los costos lo que hace que esta actividad sea muy bien planificada, dejar una fuente radioactiva en el fondo del pozo nadie lo quiere, ni la operadora ni la empresa de servicio.

En el mismo orden de ideas, prestar general atención en la corrida del liner colgado y la cementación, la reducción del espacio anular aumenta la posibilidad de pérdidas de circulación y una mala cementación, recordemos que estamos en el hoyo productor, ósea como dicen los norteamericanos, estamos en la zona de pago.

Cuadro 2. Pre evaluación de la formación MERECURE en un pozo del campo San Joaquín

ARENA	YAC	TVD	TVDSS	ESP. ANP	INTERPRETACION	COMENTARIO	PRESION (PSI)	DENS EQUIV. (LPG)	DENS PROP (LPG)	PRES HIDRO (PSI)	DIFERENCIAL (PSI)
ME-A	JMN-11	7823	7250		Limite Roca Yac. JMN-11	MDT Pozo JMN-216 (15/05/04)	3628,0	8,9	8,00	3254,5	-373,5
ME-B	JMN-100	7853	7280		Limite de roca Yac. JMN-100	Yac sin drenar.	3730,0	9,1	8,00	3267,0	-463,0
ME-C	JMN-76C	7883	7310	40	Condensado	MDT Pozo JMN-216 (15/05/04)	1186,0	2,89	8,00	3279,5	2093,5
ME-D	JMN-123	7973	7400	7	Condensado	MDT Pozo JMN-214 (08/02/04)	1214,0	2,93	8,00	3316,9	2102,9
ME-F	JMN-124	8003	7430	15	Condensado	Declinación del yacimiento	2650,0	6,4	8,00	3329,4	679,4
ME-G	JMN-111	8043	7470	22	Condensado	Yac sin drenar.	3820,0	9,1	8,00	3346,0	-474,0
ME-H	JMN-76	8073	7500	12	Condensado	Yac sin drenar.	3840,0	9,1	8,00	3359,5	-481,5
ME-I	JMN-76	8093	7520		Condensado	MDT Pozo JMN-216 (15/05/04)	1275,0	3,03	8,00	3366,8	2091,8
ME-JU	JMN-100	8163	7590	30	Condensado	MDT Pozo JMN-216 (15/05/04)	1298,0	3,06	8,00	3395,9	2097,9
ME-J1L	JMN-76	8213	7640	70	Condensado	MDT Pozo JMN-216 (15/05/04)	1300,0	3,04	8,00	3418,7	2116,7
ME-K	JMN-100	8363	7790	15	Condensado	Yac sin drenar.	3980,0	9,2	8,00	3479,1	-500,9
ME-L	JMN-114	8393	7820	50	Condensado	MDT Pozo JMN-216 (15/05/04)	1331,0	3,05	8,00	3491,6	2160,6
ME-M1	JMN-118	8473	7900	8	Condensado	MDT Pozo JMN-216 (15/05/04)	1332,0	3,02	8,00	3524,9	2192,9
ME-M2	JMN-121	8523	7950	22	Condensado	MDT Pozo JMN-216 (15/05/04)	1443,0	3,26	8,00	3545,7	2102,7
ME-N	JMN-100	8563	7990	12	Condensado	MDT Pozo JMN-214 (08/02/04)	1530,0	3,44	8,00	3562,3	2032,3
ME-O	JMN-100	8583	8010	10	Condensado	MDT Pozo JMN-216 (15/05/04)	1358,0	3,04	8,00	3570,7	2212,7
ME-P	JMN-117	8623	8050	40	Condensado	MDT Pozo JMN-216 (15/05/04)	1442,0	3,22	8,00	3587,3	2145,3
ME-Q	JMN-100	8683	8110	22	Condensado	MDT Pozo JMN-216 (15/05/04)	1440,0	3,19	8,00	3612,3	2172,3
ME-S1	JMN-111	8753	8180	40	Condensado	MDT Pozo JMN-216 (15/05/04)	1353,0	2,97	8,00	3641,4	2288,4
ME-S2,3	JMN-128	8803	8230	8	Condensado	MDT Pozo JMN-216 (15/05/04)	1354,0	2,96	8,00	3662,2	2308,2
ME-S6	JMN-115	8873	8300	8	Condensado	Yac sin drenar.	4250,0	9,2	8,00	3691,3	-558,7
ME-T1,2	JMN-127	8893	8320	10	Condensado	MDT Pozo JMN-214 (29/02/04)	2267,0	4,9	8,00	3699,6	1432,6
ME-T3	JMN-100C	8913	8340	8	Condensado	Yac sin drenar.	4265,0	9,2	8,00	3707,9	-557,1
ME-T4,5		8933	8360		Cercano al Yac. JMN-115	MDT Pozo JMN-216 (29/04/04)	1340,0	2,9	8,00	3716,3	2376,3
VIDOÑO		8953	8380		Lutita según mapas						

Fuente: García (2005)

El hoyo de producción II después de perforar el I es menos complejo, se debe perforar la formación San Juan en su totalidad también con arenas productoras de gas, todas de baja presión.

Anaco, como se expresó anteriormente fue fundado por Margariteños, muchos de ellos con tendencia religiosa católica, por lo que comentarios como: “Hay que cambiarle el nombre a esa arena, ningún santo puede ser tan malo” refiriéndose a la formación San Juan.

Esta fase se perfora un hoyo de diámetro de 6,5” y se corre un liner colgado de diámetro 5,5” x 7.5/8” (Ver figura 3) en la formación San Juan C, con una longitud de hoyo abierto alrededor de 500 pies, el tope del liner generalmente estará ubicado 300 pies por encima de la zapata del revestidor de 7.5/8”. Durante la perforación de este intervalo se esperan zonas de pérdidas de circulación parciales y/o severas en los miembros SJ-A (3,6 ECD), SJ-B (3,6 ECD), SJ-C (6,6 ECD).

Igual que el hoyo anterior este hoyo se debe perforar con otra tecnología no convencional, tecnología de bajo balance (UBD – Under Balance Drilling) y la densidad del lodo de ajuste entre 6,0 y 6,5 libras por galón.

Se recuerda que el intervalo a perforar se caracteriza por la presencia de arenas depletadas que originan pérdidas de circulación. El uso de MAP (Material Anti Pérdida) y/o sistemas no convencionales para control de pérdidas severas es imperante durante la operación, una vez atravesada la zona se requiere de la integridad suficiente para terminar el intervalo.

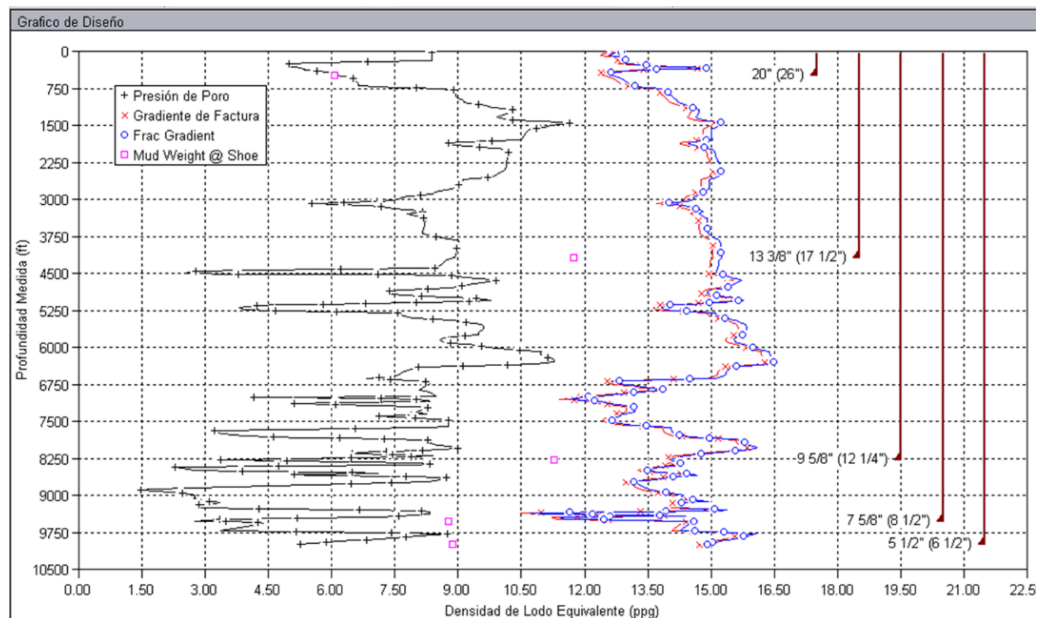
Es una buena práctica operacional mantener píldora de control de pérdida de circulación (para casos severos) durante la perforación de todo el intervalo. Se recomienda una píldora con MAP de naturaleza fibrosa y/o celulósica, CaCO₃ grueso y en escamas y que posea alta viscosidad, como primera opción, que dañe lo menos posible la formación y evite otros tipos de procedimientos de remediación.

Otra recomendación importante es mantener en reserva fluido de alta densidad para minimizar el tiempo de acondicionamiento del fluido (incremento del peso). En fin, el ingeniero de lodo acá en esta fase debe estar más despierto que nunca.

La captura de data se hace bajo las mismas premisas del hoyo anterior, sobre todo tomar puntos de presión para ir monitoreando el comportamiento de la formación. La corrida del liner y la cementación, también requieren especial atención que el hoyo anterior, mucho más debido que en este hoyo las presiones son menores.

El diseño de la ventana operacional por lo general no es tan complejo como la ejecución de la perforación siguiendo los datos, en ocasiones dicha ventana no muestra lo complejo que puede ser afrontar la perforación en Anaco.

Figura 8. Ventana operacional en un pozo del campo San Joaquín



Fuente: García (2005)

Conclusión

En conclusión, perforar en Anaco, en las áreas AMA (Área Mayor de Anaco) o en el área (Área Mayor de Oficina) representa un desafío especial, todo un reto para la ingeniería de perforación, sobre todo la planificación de actividades en superficie, como las inherentes al hoyo, definitivamente la planificación de construcción de un pozo debe hacerse de la mano de un grupo multidisciplinario que combine experiencia y experticia, resolución de problemas y sobretodo que sea un TEAMWORK, todas las organizaciones involucradas mantengan el norte en el mismo objetivo, construir un pozo UTIL, a menor tiempo, con seguridad y que produzca a los niveles planificados.

La comunicación y el trabajo en equipo es la clave del éxito, las organizaciones como: Perforación, Geología, Geociencias y Yacimientos deben ser un engranaje perfecto con sincronía, fundamental para la consecución de los objetivos.

La complejidad geológica de los campos San Joaquín y Santa Rosa, así como también los altos diferenciales de presión en la formación oficina miembro Moreno, Naranja, Verde, Amarillo y Colorado y la baja presión en las formaciones Merecure y San Juan proyectan que, afrontar la

explotación de estos campos, se deben considerar algunas tecnologías no convencionales para minimizar el riesgo operacional, por ejemplo perforar la formación Merecure y San Juan con la tecnología Under Balanced Drilling o Perforación bajo balance, podría ser una buena propuesta, ya aproximadamente hace 25 años se intentó, dio resultados positivos, hoy por hoy podría ser de gran ayuda, teniendo previamente un estudio de geomecánica que garantice la eficiencia operacional así como la inversión económica.

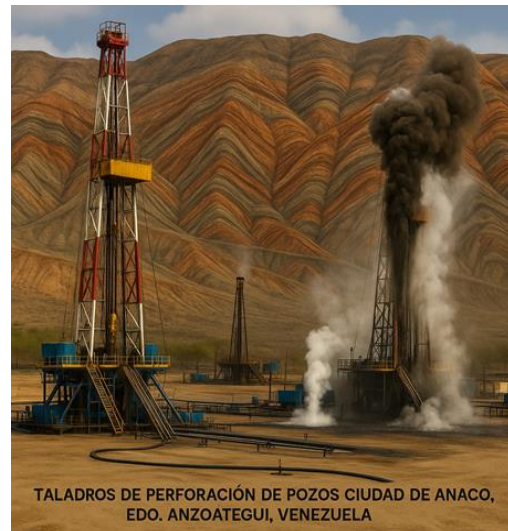
A nivel administrativo, es necesario contar con una eficiente comisión de contratación de servicios a pozos realizar contratos estratégicamente bien diseñados, que incentiven a las empresas de servicios como también a los contratistas de Perforación, definitivamente una relación ganar-ganar.

A nivel de mantenimiento de taladros, también es importante contar con una organización eficiente, que dé soporte al contratista de perforación y que garantice un excelente performance de cada equipo, sobre todo por lo complejo de cada proyecto.

A nivel de logística, es importante contar con almacenes bien equipados de herramientas, consumibles, repuestos y equipos que minimicen el tiempo horizontal en caso de alguna anomalía en las actividades.

A nivel tecnológico, definitivamente, la transmisión de datos en tiempo real, ayuda a apalancar mejores decisiones y que todos los involucrados estemos al tanto de cada detalle durante la construcción del hoyo.

Sin duda, aún queremos seguir escuchando, cuentos de camino, sobre lo complejo que es perforar en Anaco, escuchar: “Si perforaste en Anaco, ya tienes todos los pecados perdonados” no debe desaparecer, todo lo contrario, aún hay mucha energía en el subsuelo por extraer.



Fuente: García (2005)

Referencias bibliográficas

- Aguilar, V. y Díaz, P. (2002). *Aplicación de la metodología VCD (Visualización, Conceptualización y Definición) en la elaboración del programa de perforación del Proyecto SLE-2-01 del Distrito Lagunillas. División Occidente*. Unidad de Negocio de Producción PDVSA EP. <http://saber.ucv.ve/bitstream/10872/2228/1/Trabajo%20Especial%20de%20Grado%20VJA%20GDP.pdf>
- Arraiz, R. (2017). *El petróleo en Venezuela: Una historia global*. https://www.editorial-alfa.com/libro/el-petroleo-en-venezuela_141510/
- López, Y. (2013). *Mapa de Campos Petroleros del Área Mayor de Anaco (AMO). Caracterización de la Sub-Cuenca de Maturín*.
- Madrid, M. (2009) *Cuenca Oriental de Venezuela: Proceso Evolutivo Sedimentario*. <https://portaldelpetroleo.com/cuenca-oriental-de-venezuela-proceso-evolutivo-sedimentario>
- Mata, H. (2018). *Anaco 74 años, una ciudad anárquica y atípica*. <https://steemit.com/spanish/@hugo.exe/anaco-74-anos-una-ciudad-anarquica-y-atipica>
- Rodríguez, M. (2013). *Anaco, corazón del estado Anzoátegui*.
- Rodríguez, M. (1992). *La sabana se fue llenando de pueblo*.
- Saber UCV. *Mapa geológico y de recursos minerales del estado*. [http://saber.ucv.ve/handle/10872/12590?mode=fullriencias de trabajo](http://saber.ucv.ve/handle/10872/12590?mode=fullriencias%20de%20trabajo)
- Straka, T. (2015). Pensar, representar y administrar el petróleo. *Tiempo y Espacio*. Vol. 25, Núm. 63. https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-94962015000100001
- Travieso, F. (2023). *140 años de producción petrolera*. Artículo opinión.

Documentos internos de trabajo

- García, J. (2005). Pre- Evaluación General de la zona de Producción de un Pozo de AMA. Ingeniería de Detalle del Campo San Joaquín
- García, J. (2005). Diseño Mecánico propuesto para un Pozo. Ingeniería de Detalle del Campo San Joaquín.
- García, J. (2005). Resumen General de un Pozo. Ingeniería de Detalle del Campo San Joaquín.
- García, J. 2005. Cálculos volumétricos para Cementación del Casing de 9. 5/8". Ingeniería de Detalle del Campo San Joaquín
- García, J. (2005). Pre Evaluación de la Formación MERECURE en un pozo del campo San Joaquín. Ingeniería de Detalle del Campo San Joaquín
- García, J. (2005). Ventana operacional en un pozo del campo San Joaquín. Fuente: Ingeniería de Detalle del Campo San Joaquín.
- García, J. (2003). Blow Out durante la perforación del hoyo intermedio en el campo San Joaquín.
- González, H. (2009). Pez en el hoyo de producción después de un atascamiento de tubería por diferencial. Ingeniería de Pozo y Pesca.

Declaración de conflicto de interés y originalidad

Conforme a lo estipulado en el *Código de ética y buenas prácticas* publicado en **PetroRenova Indexed, Revista Científica de la Energía**, el autor **García Díaz, Jorge Johan**, declara al Comité Editorial que no tiene situaciones que representen conflicto de interés real, potencial o evidente, de carácter académico, financiero, intelectual o con derechos de propiedad intelectual relacionados con el contenido del artículo: **Perforación de pozos en Anaco. Un reto para la ingeniería de perforación**, en relación con su publicación. De igual manera, declara que el trabajo es original, no ha sido publicado parcial ni totalmente en otro medio de difusión, no se utilizaron ideas, formulaciones, citas o ilustraciones diversas, extraídas de distintas fuentes, sin mencionar de forma clara y estricta su origen y sin ser referenciadas debidamente en la bibliografía correspondiente. Consiente que el Comité Editorial aplique cualquier sistema de detección de plagio para verificar su originalidad.

Para citar este artículo:

García, J. (2025). Perforación de pozos en Anaco. Un reto para la ingeniería de perforación. *PetroRenova Indexed, Revista Científica de la Energía*. Vol. 1, núm. 2, julio-septiembre, 2025. <https://doi.org/10.5281/zenodo.16698369>

Toma de decisiones en condiciones de incertidumbre

Decision-making under conditions of uncertainty

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.16699329>

Recibido: 2025-05-01 Aceptado: 2025-06-05

Zavala Goitia, Alexis Antonio¹

Correo: azavala@petroerenova.com

Orcid: <https://orcid.org/0009-0009-2113-3834>

Petróleos & Renovables S.A. Maracaibo-Venezuela

Resumen

En el dinámico y a menudo impredecible panorama empresarial y técnico actual, la toma de decisiones se erige como una habilidad crítica y pilar fundamental para el éxito sostenido. Sin embargo, este proceso, rara vez, se desarrolla en un vacío de información perfecta y resultados garantizados. Al contrario, los tomadores de decisiones, a menudo, se enfrentan a un entorno caracterizado por la incertidumbre, donde la información es incompleta, con futuros inciertos y consecuencias de las acciones que pueden ser ambiguas. Para profesionales con un profundo entendimiento de los marcos analíticos y la gestión de riesgos, la familiaridad con los principios que rigen la toma de decisiones bajo incertidumbre es no solo beneficiosa, sino esencial. Este artículo explicará las complejidades de la toma de decisiones en estas condiciones desafiantes, indicando las opciones que poseen los expertos que abordan la ambigüedad inherente y transforman, la falta de certeza, en una oportunidad para la innovación y la resiliencia. Es importante indicar que no se trata de eliminar la incertidumbre, una quimera en muchos escenarios del mundo real, sino de reconocerla y desarrollar estrategias robustas que permitan operar, eficazmente, a pesar de ella. Este analizará las complejidades bajo el entorno de la incertidumbre y se presentarán algunas opciones para su reducción como una manera de mostrar metodologías que permitan, a los líderes y especialistas, navegar por este terreno complejo. Básicamente, la clave es que las empresas sean ágiles y piensen en lo que viene. Se desea que se pregunten cómo esta manera de ver las cosas puede pulir las decisiones, no solo en la parte tecnológica, sino en todas las áreas de la empresa.

Palabras clave: Decisiones, negocio, escenarios, datos, gerencia, alternativas, riesgo, incertidumbre, análisis.

Abstract

In today's dynamic and often unpredictable business and technical landscape, decision-making stands as a critical skill and a cornerstone of sustained success. However, this process rarely develops with perfect information and guaranteed results. On the contrary, decision-makers often face an environment characterized by uncertainty, where information is incomplete, futures are

¹ Ingeniero de Petróleo / MSC (Esp.) en Gerencia de Empresas / Diplomado en Formación Docente / Doctorante Ciencias Gerenciales. PetroRenova. Maracaibo-Venezuela.

uncertain, and the consequences of actions may be ambiguous. For professionals with a deep understanding of analytical frameworks and risk management, familiarity with the principles that govern decision-making under uncertainty is not only beneficial, but essential. This article will explain the complexities of decision-making under these challenging conditions, highlighting the options available to experts who address the inherent ambiguity and transform uncertainty into an opportunity for innovation and resilience. It is important to note that this is not about eliminating uncertainty—a pipe dream in many real-world scenarios—but rather about recognizing it and developing robust strategies that allow us to operate effectively despite it. This will analyze the complexities within an environment of uncertainty, and present some options for reducing them as a way to demonstrate methodologies that enable leaders and specialists to navigate this complex terrain. Basically, the key is for companies to be agile and think ahead. They want to ask themselves how this way of looking at things can refine decisions, not only in the technological field, but in all areas of the company.

Keywords: Decisions, business, scenarios, data, management, risk alternatives, uncertainty, analysis.

Introducción

Cuando se entra en el fascinante mundo de la toma de decisiones, a menudo, se consiguen escenarios donde la información relevante está al alcance de la mano, los resultados son predecibles y las elecciones, casi obvias. Sin embargo, en la realidad, en la vida personal y profesional, dista mucho de este ideal. Constantemente, se presentan situaciones donde el futuro es oscuro, datos incompletos o ambiguos y, posibles desenlaces, inciertos. En este terreno complejo y desafiante es donde se sitúa la toma de decisiones en condiciones de incertidumbre.

No es un ejercicio teórico, sino una habilidad crucial que define el éxito y la resiliencia de individuos, organizaciones y países. Desde el emprendedor que evalúa lanzar un nuevo producto en un mercado volátil, pasando por el médico que debe elegir el tratamiento adecuado para una enfermedad rara, hasta el gobierno que diseña políticas públicas frente a una crisis económica inesperada, todos comparten un denominador común: deben tomar decisiones con un conocimiento incompleto de las posibles consecuencias.

A lo largo de las siguientes páginas, se explorará lo qué significa tomar decisiones bajo incertidumbre, desentrañando características distintivas y desafíos, que se presentan. Se analizará que, a pesar de los avances tecnológicos y la proliferación de datos, la incertidumbre sigue siendo un factor presente, día a día. Más allá de la definición, se presentarán diversas metodologías, herramientas y enfoques que se han desarrollado para navegar en estas aguas turbulentas. Desde la aplicación de principios estadísticos hasta la consideración de sesgos cognitivos y la importancia de la intuición y la experiencia, se verá cómo se intenta estructurar lo que, por naturaleza, parece

problemático. El objetivo no es eliminar la incertidumbre sino aprender a gestionarla de manera efectiva, para poder tomar decisiones robustas que maximicen las probabilidades de éxito y minimicen los riesgos, incluso, cuando el camino a seguir no está del todo claro.

1. Toma de decisiones

Antes de entrar en lo que es la incertidumbre y como puede ayudar en la toma de decisiones, es necesario definirla ubicándose en el contexto de la misma. Las personas se exigen demasiado a sí mismas cuando quieren tomar una decisión y aspiran a acertar en su elección, cuando en realidad, en la vida, no importa el camino que tomes porque siempre vas a asumir riesgos. Es necesario recordar que la decisión se toma de acuerdo a la madurez de ese momento. En ella, la persona hace uso del razonamiento y pensamiento para elegir una solución a un problema que se le presenta en la vida, en la cual deben evaluarse alternativas de acción; si estas no están presentes, no existirá decisión.

Es necesario recordar que no existe un único camino correcto y que cuando se toma una decisión, se asume un riesgo, el cual es la posibilidad de que algo malo o no deseado ocurra, y las consecuencias negativas que ese evento podría traer. En otras palabras, es la combinación de:

- Probabilidad: ¿Qué tan probable es que pase?
- Consecuencias: ¿Qué tan grave sería si pasa?

Se debe pensar en el riesgo como una balanza: si algo tiene una alta probabilidad de suceder y sus consecuencias son muy graves, el riesgo es alto. Si es poco probable que suceda y las consecuencias serían leves, el riesgo es bajo. Cada día se toman decisiones, algunas trascendentales y otras rutinarias y cotidianas; sin embargo, todas ellas influyen, de manera directa, porque nos acercan o alejan de los objetivos.

Usando la anterior expresión, en una decisión, se debe valorar, si ese paso, acerca o aleja de lo que se quiere. Para tomar una decisión es necesario conocer, comprender y analizar un problema a fin de darle solución. En la toma de decisiones importa la elección del camino a seguir. Entonces, de acuerdo con Laoyan (2025), la toma de decisiones, es un proceso que permite que se realice una elección entre opciones o formas para resolver situaciones de la vida en diferentes esquemas: empresarial, laboral, familiar, sentimental e influye en el éxito o fracaso de diversas situaciones. Implica evaluar diferentes alternativas, considerar las posibles consecuencias y

seleccionar la opción más adecuada y es fundamental en la vida diaria y, lógicamente, influye en el éxito o fracaso de diversas situaciones.

Otra definición de toma de decisiones, de acuerdo Robbins & Coulter (2005), es elegir una opción entre varias disponibles, a los efectos de resolver un problema actual. Este proceso implica evaluar diferentes alternativas, considerar posibles consecuencias y seleccionar la opción más adecuada.

El proceso de toma de decisiones según Robbins & Coulter (2005), consta de las siguientes etapas:

- *Identificación del problema*: Reconocer la discrepancia entre una situación actual y una deseada, identificando el problema a resolver, identificando los criterios de decisión.
- *Asignación de ponderaciones a los criterios*: Priorizar los criterios de decisión según su importancia relativa.
- *Desarrollo de alternativas*: Generar posibles soluciones al problema.

Estas tres primeras etapas se agrupan en el primer paso *Definir Problema* de la figura 1.

- *Análisis de alternativas*: Priorizar los criterios de decisión según su importancia relativa y ponderarlas.
- *Evaluar alternativas*: Evaluar cada alternativa en función de los criterios de decisión y sus ponderaciones.
- *Elección de alternativa*: Elegir la mejor opción basándose en la evaluación.
- *Implementación de la alternativa*: Poner en marcha la solución elegida.
- *Evaluación de la eficacia de la decisión*: Analizar los resultados obtenidos para determinar si la decisión tomada fue efectiva y si se logró el resultado deseado.

Estas dos últimas se agrupan en el paso *Aplicar la Decisión* de la figura 1. Este proceso se considera fundamental en la administración y gestión de organizaciones.

Figura 1: Proceso de toma de decisiones



Fuente: Robbins y Coulter (2005)

Los factores que influyen en la toma de decisiones son numerosos y pueden clasificarse en:

- *Internos (personales)*: emociones, experiencia previa, personalidad y valores individuales.
- *Externos (ambientales)*: entorno social, cultural, económico y la información disponible (medios de comunicación y redes sociales).

Adicionalmente, factores como certidumbre o incertidumbre, riesgo, presión del tiempo y calidad de la información también juegan un papel crucial.

De acuerdo con Robbins y Coulter (2005), es importante indicar que existen diferentes formas de clasificar los tipos de decisiones según la jerarquía, alcance, importancia e impacto y por ello, se pueden indicar los siguientes:

1.1. Decisiones individuales y grupales

Se toman por un solo individuo en el contexto de decisiones rutinarias, para las que ya existen procedimientos y directrices definidas, previamente, por la empresa que permiten abordar ese problema.

Por otro lado, las decisiones tomadas con el consentimiento de más de una persona y, con un propósito específico, se denominan decisiones grupales. Requieren la reunión de un comité como, por ejemplo: junta directiva, accionistas o equipo de un departamento concreto, entre otros. Estas se consideran más efectivas que las individuales, dado que permite una mayor

diversidad de perspectivas y experiencias, así como una deliberación y análisis más profundos.

1.2. Decisiones organizacionales y personales

Las decisiones tomadas por los gerentes y ejecutivos en el desarrollo ordinario de sus funciones y en calidad del cargo que representan, son *decisiones organizacionales*. Este tipo de decisión refleja la política de la empresa y son delegadas, de acuerdo a niveles jerárquicos en la empresa, pudiendo ser transferidas a los empleados subordinados y pueden ser, a su vez:

- *Estratégicas*: Son las que orientan el rumbo de la organización, se refieren a los objetivos organizacionales y afectan a toda la organización. Por ejemplo, lanzamiento de nuevos productos, suspensión de otros o apertura de nuevos mercados.
- *Tácticas*: Son las que se toman sobre cómo instrumentar actividades para cumplir con los objetivos estratégicos.
- *Personales*: Son aquellas que gerentes o ejecutivos toman de forma individual y no como miembros de la empresa. Pueden o no interferir en la actividad regular del negocio. Por ejemplo, la decisión de un jefe de área de dejar su puesto de trabajo, puede impactar y generar problemas en la organización.

1.3. Decisiones programadas (o rutinarias) y no programadas

- *Decisiones programadas*: Son decisiones rutinarias y repetitivas que se toman con base en procedimientos establecidos. La persona no tiene necesidad de diseñar una solución, sigue lo establecido. Ejemplo: Manuales de operación de las empresas.
- *Decisiones no programadas*: Son decisiones complejas y únicas que requieren un análisis más profundo. Abordan problemas poco frecuentes o excepcionales. Requieren un trato especial. Ejemplo: Lanzamiento de un nuevo producto al mercado / Algún evento catastrófico no esperado, por ejemplo: Incendio en la Refinería de Amuay ocurrido en agosto de 2012.

La toma de decisiones es crucial para el éxito en cualquier ámbito de la vida, ya que permite resolver problemas, alcanzar metas y aprovechar oportunidades ayudando a minimizar riesgos y maximizar beneficios.

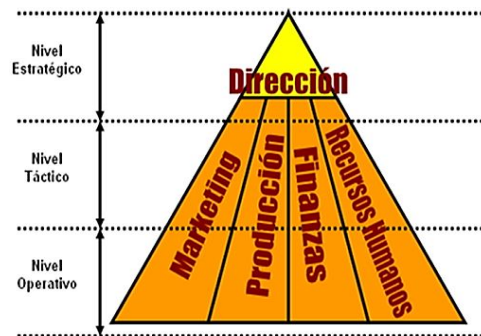
En resumen, la toma de decisiones es un proceso fundamental que requiere de análisis, evaluación y reflexión. Al comprender las etapas y factores que intervienen en este proceso, se puede mejorar la calidad de las decisiones y alcanzar mejores resultados.

En las organizaciones existe una jerarquía que determina el tipo de acciones que se realizan dentro de ella. La Ciencia Administrativa la define como una de tipo jerárquica y departamental de una empresa. Esta representa diferentes niveles de responsabilidad y toma de decisiones dentro de la organización y las divide en (Ver figura 2):

- *Estratégico*: Alta dirección; planificación global de toda la empresa.
- *Táctico*: Planificación de los subsistemas empresariales.
- *Operativo*: Desarrollo de operaciones cotidianas (diarias/rutinarias).

Conforme se sube en la jerarquía de una organización, la capacidad para tomar decisiones no programadas adquiere importancia, ya que les atañe directamente. Los programas de desarrollo gerencial buscan mejorar habilidades de la Gerencia para tomar este tipo de decisiones, enseñándoles a analizar problemas en forma sistemática y a tomar decisiones lógicas. A medida que se baja en esta jerarquía, las tareas que se desempeñan son rutinarias, por lo que, las decisiones en estos niveles serán estructuradas.

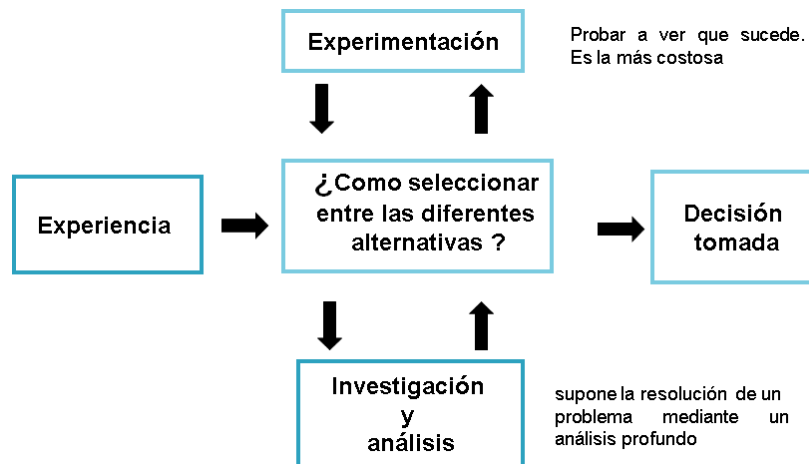
Figura 2: Organización jerárquica y departamental de una empresa



Fuente: Robbins & Coulter (2005)

La selección de alternativas es una fase crucial en el proceso de toma de decisiones, donde se evalúan las diferentes opciones disponibles para elegir la más adecuada. A continuación, se indica un flujograma que ayuda a tomar decisiones bajo algunas técnicas comunes y un enfoque estructurado (Figura 3).

Figura 3: Flujograma del proceso de toma de decisiones



Fuente: Simón (1947)

Es necesario examinar los pros y contras:

- Valorar los argumentos a favor y en contra.
- Colocar todas las alternativas juntas y asignar importancia y prioridad.

Se deben evaluar las distintas alternativas y seleccionar las mejores, indicando, para cada alternativa, costos y beneficios de cada una de ellas, a corto y largo plazo, y seleccionar la mejor. Tomar decisiones es uno de los procesos más importantes en la vida de un ser humano, ya que es a través de las elecciones realizadas, que el individuo va marcando su camino personal y profesional. Se recomienda delimitar objetivos sobre los que basar las decisiones diarias y reconocer cuál es la manera más efectiva para llevar adelante el proceso de toma de decisiones.

Al existir diferentes maneras de enfrentarse a este proceso se elaboraron técnicas y herramientas que ayudan a los individuos a desarrollar y potenciar la toma de decisiones. Se debe trabajar en el miedo al error, tolerancia a la frustración, a la incertidumbre y en el reconocimiento del deseo para lograr los objetivos personales o profesionales propuestos.

2. Definiendo la incertidumbre

Ahora bien, ¿qué pasa cuando se tiene que tomar una decisión y no se dispone de información o es muy escasa? Aquí entran en juego los conceptos y criterios que arroja la Gerencia de incertidumbre, entonces ¿qué es esta? ¿cómo ayuda?

En ambientes de incertidumbre se está en condiciones de:

- Se posee información deficiente para tomar la decisión.
- No se tiene ningún control sobre la situación.
- No se conoce como puede variar.
- La interacción de las variables del problema no está clara.

Por lo que, pueden plantearse diferentes opciones de solución, pero no se le puede asignar probabilidad a los resultados que arrojen. La incertidumbre se refiere a anomalías epistémicas que implican información imperfecta o desconocida y se aplica a las predicciones de eventos futuros, a mediciones físicas que se han realizado o a lo desconocido y surge en entornos parcialmente, observables y/o estocásticos, así como debido a la ignorancia, indolencia o ambas.

Incertidumbre se define como la falta de certeza, es un estado de conocimiento limitado, donde es imposible describir el estado existente, un resultado futuro o más de un resultado posible. El nivel de conocimiento acerca de un proceso específico, puede variar desde el extremo de no saber absolutamente nada acerca del mismo (*ignorancia total*) hasta un extremo de llegar a entender y modelar completamente su comportamiento (*certidumbre total*).

El grado de separación entre estos dos niveles se define como *Nivel de incertidumbre*. Es decir, se puede definir como una medida de la inseguridad o grado de desconocimiento acerca de una variable o fenómeno bajo estudio como lo indican Yáñez, Gómez de la Vega y Valbuena (2004). Esto se muestra en la figura 4.

Figura 4. Definición de Incertidumbre



Fuente: Yáñez, Gómez de la Vega y Valbuena (2004)

La gestión de la incertidumbre se convierte en un campo explotable y rico de oportunidades para quienes necesiten abrirse paso en medio de la complejidad. En este sentido, es deseable

desarrollar algunas habilidades particulares, incluyendo la construcción de imágenes que dibujen un mejor futuro a pesar de las adversidades del presente.

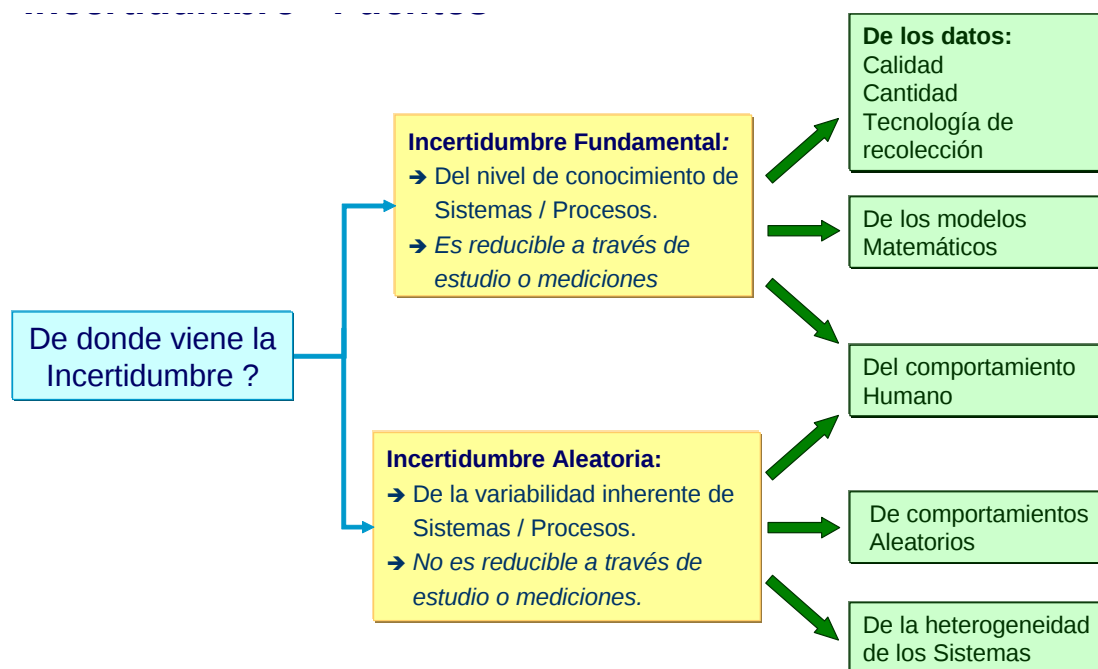
¿Qué se requiere para tomar decisiones en condiciones de incertidumbre?

Existen cuatro niveles de incertidumbre con los cuales deben convivir las empresas y la gerencia:

- *Futuro claro*: se pueden realizar pronósticos con pequeños márgenes de error y la incertidumbre no es determinante en la toma de decisiones.
- *Escenarios alternos*: presenta pocos futuros probables que se eliminan mutuamente y que, de presentarse, uno u otro, variarán la estrategia en su totalidad
- *Gama de futuros potenciales*: se identifican posibles futuros, no discretos, que pueden ser definidas por un número limitado de variables cuyo resultado puede estar en un amplio rango de posibilidades
- *Total confusión*: futuro virtualmente imposible de predecir, variables ilimitadas y rango de posibilidades ilimitado

A continuación, se muestran las fuentes de la incertidumbre:

Figura 5: Fuentes de la Incertidumbre



Fuente: NCT Energy Group, 2010

2.1. ¿Cómo tomar decisiones en presencia de Incertidumbre?

- *Ignorarla y decidir:* Ocasiona alto riesgo / alto impacto / dependencia del factor suerte / ambiente reactivo / sub o sobre dimensionamiento.
- *Tratar de eliminarla para decidir:* Ocasiona altos costos en sistemas de información / conflicto por calidad del dato / parálisis por análisis.
- *Considerarla en el análisis, cuantificarla y decidir:* Utilizar Gerencia de la Incertidumbre.

La *Gerencia de la Incertidumbre* se refiere a la capacidad de una organización y, especialmente, de sus líderes, para entender, navegar y adaptarse a escenarios donde el futuro no es predecible o la información es incompleta, de acuerdo con Martínez (2014). A diferencia del riesgo, donde se pueden asignar probabilidades a los eventos y sus consecuencias (saber qué puede pasar, aunque no con certeza), la incertidumbre implica que no se conocen los posibles resultados, variables relevantes o incluso causas y efectos con claridad.

En el contexto de la dirección de proyectos, la incertidumbre se manifiesta como la limitación del conocimiento sobre aspectos clave del proyecto (información, comprensión, y complejidad incierta, tiempos inciertos). La gestión de la incertidumbre en proyectos busca reducir estos niveles a un grado aceptable, ya que, su eliminación completa es inviable. A menudo se relaciona, estrechamente, con la gestión de riesgos, aunque la incertidumbre abarca un espectro más amplio que va más allá de los riesgos cuantificables.

En resumen, la gerencia de la incertidumbre es una competencia crucial en el liderazgo y la gestión organizacional, que permite a las empresas, no solo sobrevivir, sino prosperar en entornos volátiles, inciertos, complejos y ambiguos. De acuerdo con Taleb (2013), tomar decisiones en estas condiciones implica que no se conocen con certeza los resultados de las acciones. Esto puede deberse a falta de información completa, complejidad del entorno o imposibilidad de predecir eventos futuros. Para abordar esto de manera efectiva, se requieren varios elementos clave:

- *Información y datos / Recopilación de información:* Aunque la información perfecta es rara, es crucial reunir la mayor cantidad de datos relevantes posible. Esto incluye datos históricos, tendencias del mercado, opiniones de expertos, investigaciones y cualquier otra fuente que pueda arrojar luz sobre la situación.

- *Análisis de datos*: Una vez recopilada, la información debe ser analizada para identificar patrones, correlaciones y posibles escenarios. Esto puede implicar el uso de herramientas estadísticas, modelos predictivos y técnicas de visualización de datos.
- *Pensamiento crítico y analítico* (Identificación de supuestos): Reconocer y cuestionar los supuestos subyacentes a cualquier decisión es fundamental. A menudo, nuestras decisiones se basan en suposiciones implícitas que pueden no ser ciertas.
- *Evaluación de riesgos*: Es vital identificar los posibles riesgos asociados a cada opción, así como la probabilidad de que ocurran y su impacto potencial. Esto permite desarrollar planes de contingencia.
- *Pensamiento de escenarios*: Desarrollar diferentes escenarios (mejor caso, peor caso, caso más probable) ayuda a prepararse para diversas eventualidades y a comprender el rango de resultados posibles.

El autor, anteriormente mencionado, considera que los “tomadores de decisión” en condiciones de incertidumbre deben tener las siguientes condiciones:

- *Aceptación de la ambigüedad*: Se necesita la capacidad de sentirse cómodo con la falta de certeza y no paralizarse por ella.
- *Flexibilidad*: Estar dispuesto a ajustar el rumbo a medida que se disponga de nueva información o cambien las circunstancias. Las decisiones en entornos inciertos, rara vez, son definitivas y a menudo requieren iteraciones.
- *Aprendizaje continuo*: Reconocer que cada decisión, incluso las que no salen como se espera, ofrece una oportunidad para aprender y mejorar el proceso de toma de decisiones en el futuro.

De acuerdo con Stanton & Roelich (2021), existen algunas herramientas y enfoques que pueden ayudar a los “tomadores de decisiones” a ejercer sus funciones:

- *Análisis Costo-Beneficio*: Evalúa costos esperados frente a beneficios anticipados de cada alternativa, tangibles e intangibles, buscando la opción con la mayor relación beneficio-costos. Ideal para decisiones financieras o donde los resultados pueden cuantificarse monetariamente.
- *Análisis FODA*: Examina Fortalezas (Aspectos internos positivos), Oportunidades (Factores externos favorables), Debilidades (Aspectos internos negativos) y Amenazas (Factores externos desfavorables) de cada alternativa. Útil para comprender el panorama completo de cada opción

y desarrollar estrategias que capitalicen las fortalezas y oportunidades, mientras mitigan debilidades y amenazas.

- *Matriz de Decisión*: Una herramienta donde se enumeran las alternativas en filas y los criterios de evaluación en columnas. Se asigna una puntuación a cada alternativa para cada criterio (generalmente, en escalas, por ejemplo, del 1 al 5). Si los criterios están ponderados, se multiplica la puntuación por el peso del criterio. La alternativa con la puntuación total más alta es la preferida. Efectiva para decisiones complejas con múltiples alternativas y criterios, ya que, proporciona un método objetivo y fácil de visualizar.
- *Análisis de Pareto*: Identifica el 20% de las causas que generan el 80% de los efectos (o problemas/beneficios). En la selección de alternativas, ayuda a enfocar los esfuerzos en las opciones que, probablemente, generarán el mayor impacto positivo. Útil cuando se necesita priorizar alternativas o factores clave para maximizar la eficiencia y los resultados.
- *Método Delphi*: Implica obtener el consenso de un panel de expertos a través de rondas de cuestionarios anónimos. Las respuestas se resumen y se comparten con el grupo en cada ronda, permitiendo a los expertos ajustar sus opiniones hasta que se alcance una convergencia. Ideal para decisiones complejas o cuando se requiere la opinión de expertos y se quiere evitar el sesgo de la interacción directa.
- *Árbol de Decisiones*: Un diagrama en forma de árbol que visualiza las posibles decisiones, eventos aleatorios y sus consecuencias. Permite calcular el valor esperado de cada camino de decisión, especialmente, útil en situaciones de incertidumbre. Ideal para decisiones secuenciales o donde existen probabilidades asociadas a diferentes resultados.
- *Análisis de Sensibilidad*: Examina cómo cambia la mejor alternativa si varían los supuestos clave (ejemplo: costos, demanda, tasas de interés). Ayuda a comprender la robustez de una decisión frente a la incertidumbre. Útil para evaluar la solidez de una decisión y prepararse para diferentes escenarios.
- *Opinión de expertos*: Consultar a personas con experiencia o conocimientos relevantes puede proporcionar perspectivas valiosas y ayudar a mitigar la incertidumbre.
- *Experimentación y prototipo*: En algunos casos, realizar pequeños experimentos o desarrollar prototipos puede proporcionar datos reales y reducir la incertidumbre antes de una inversión a gran escala.

Algunas consideraciones adicionales

- *Racionalidad vs. Intuición*: Si bien muchas técnicas se basan en la racionalidad, la intuición y experiencia del tomador de decisiones juegan un papel importante, especialmente, en situaciones de alta incertidumbre o cuando los datos son limitados.
- *Sesgos cognitivos*: Es importante ser consciente de los sesgos cognitivos (sesgo de confirmación o anclaje) que pueden influir en la evaluación y selección de alternativas, y tratar de mitigarlos.

La elección de la técnica adecuada dependerá de la complejidad de la decisión, disponibilidad de información, tiempo, recursos y el nivel de riesgo aceptable. La previsión del futuro ayuda al Gerente a formular preguntas sobre lo que debe hacer para prepararse y poder enfrentar, de forma exitosa, su porvenir. Las respuestas a esas cuestiones son las acciones que la empresa debe ejecutar para lograr lo esperado.

Aunque se tenga un negocio de gran incertidumbre, siempre se podrá contar con información que, correctamente analizada, permita identificar las tendencias en el comportamiento del ambiente. Sin embargo, por más completo y profundo que sea el análisis, siempre existirá una incertidumbre residual.

3. Gerencia de la incertidumbre en la industria petrolera: ejemplos prácticos.

La gerencia de la incertidumbre es un pilar fundamental en la toma de decisiones dentro de la industria petrolera sector, intrínsecamente, ligado a la volatilidad de mercados, riesgos geológicos y complejidades geopolíticas.

De acuerdo con Aguilar (2004), a continuación, se mencionan algunos conceptos clave de la incertidumbre que se aplican con ejemplos concretos en este ámbito:

- *Incetidumbre Aleatoria (Estocástica)*: Se refiere a la variabilidad intrínseca de los procesos naturales o de mercado que no pueden predecirse con exactitud, pero cuya probabilidad puede estimarse. Ejemplo en Petróleo: La fluctuación del precio del barril de petróleo (Brent o WTI). Las empresas petroleras no pueden predecir con certeza el precio futuro, pero utilizan modelos estadísticos y análisis de datos históricos para estimar rangos de probabilidad y escenarios.
- *Incetidumbre Epistémica (Conocimiento)*: Surge de la falta de conocimiento o información completa sobre un sistema o fenómeno. Es reducible a través de la investigación, análisis y recolección de más datos. Ejemplo en Petróleo: La estimación de reservas de un nuevo

yacimiento es un caso paradigmático de incertidumbre epistémica. Al inicio de la exploración, la información es limitada (datos sísmicos, pozos exploratorios). A medida que se perforan más pozos, se realizan pruebas de producción y se recopila información geológica adicional, lo que ocasiona que la incertidumbre sobre el volumen y la calidad de las reservas disminuye.

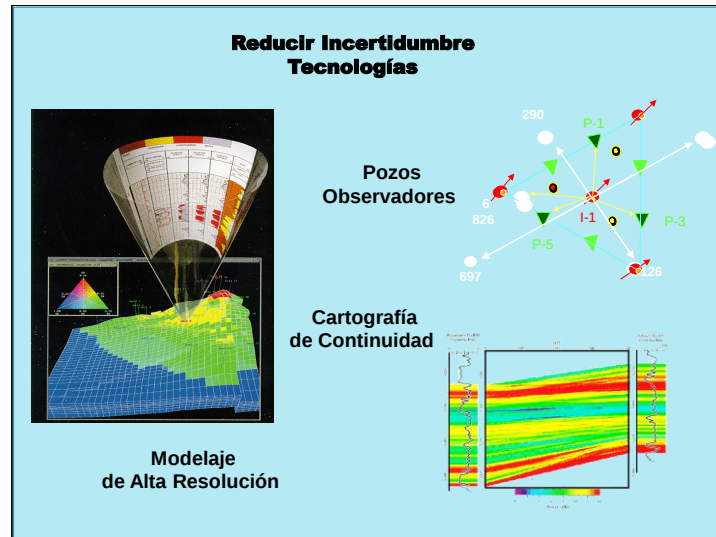
- *Incetidumbre Radical (Negra)*: Representa eventos inesperados o desconocidos, cuya existencia no se había contemplado previamente. Es la más difícil de gestionar, ya que, no puede cuantificarse ni siquiera probabilísticamente. Caso de la explosión de la Refinería de AMUY, indicada anteriormente. En este caso, hubo una explosión incontrolada en la misma, con alto impacto en las áreas circunvecinas con daños graves de pérdidas humanas e infraestructura. La pandemia de COVID-19 y su impacto, sin precedentes en la demanda de energía, también podría considerarse un evento de incertidumbre radical por la escala y rapidez de sus efectos.

- *Análisis de Escenarios y Toma de Decisiones*: La gerencia de la incertidumbre en la industria petrolera no busca eliminarla, sino comprenderla y gestionarla para tomar decisiones robustas. Ejemplo en Petróleo: ante la incertidumbre sobre el precio del petróleo y los costos de exploración, una empresa puede desarrollar múltiples escenarios de inversión para un proyecto de desarrollo de campo.

En resumen, la industria petrolera opera en un entorno de alta incertidumbre. La capacidad de identificar, clasificar y gestionar estos diferentes tipos de incertidumbre es crucial para la sostenibilidad, rentabilidad y éxito a largo plazo de las empresas en este dinámico sector.

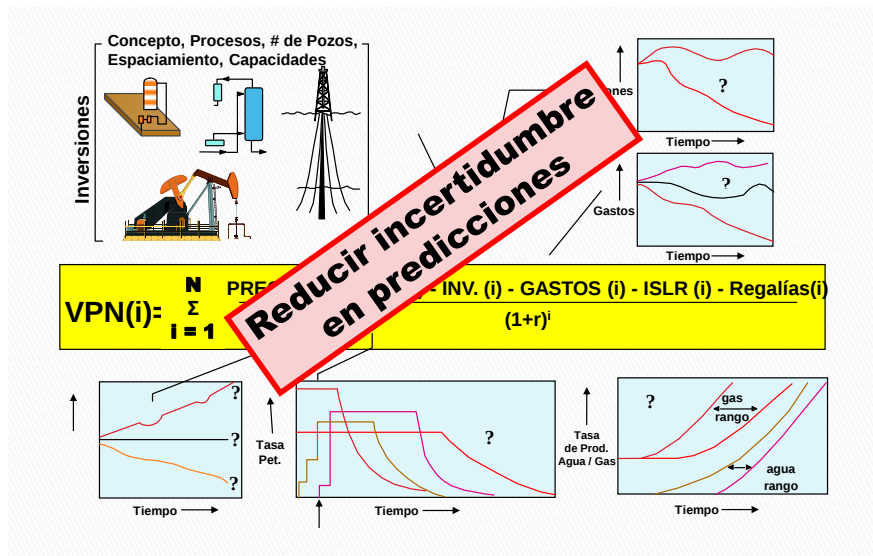
En resumen, tomar decisiones en condiciones de incertidumbre no se trata de eliminarla, sino de gestionarla de manera efectiva. Requiere una combinación de análisis riguroso, pensamiento estratégico, flexibilidad y una mentalidad abierta para aprender y adaptarse. Las siguientes figuras ilustran los beneficios de usar información para tomar decisiones en situaciones inciertas. La interpretación queda a criterio del lector.

Figura 6: Tecnologías para reducción de incertidumbre



Fuente: NCT Energy Group (2010)

Figura 7: Creación de valor



Fuente: NCT Energy Group (2010)

Figura 8: Tomadores de decisión



Fuente: Yáñez, Gómez de la Vega y Valbuena (2004)

“El Análisis de Riesgo (Análisis para la toma de decisiones) es la disciplina para ayudar a los tomadores de decisiones a seleccionar opciones óptimas en ambientes de incertidumbre”
John R. Schuyler

4. Futuras Líneas de Investigación en la toma de decisiones bajo incertidumbre

La toma de decisiones en condiciones de incertidumbre es un campo complejo y crucial, con vastas oportunidades para la investigación futura. A medida que el mundo se vuelve más volátil y los datos más abundantes, es imperativo desarrollar métodos más sofisticados y robustos para navegar la ambigüedad, por lo que se proponen varias líneas de investigación:

4.1. Integración de Inteligencia Artificial y Aprendizaje Automático

La Inteligencia Artificial (IA) y el Machine Learning (ML) ofrecen un potencial, sin precedentes, para mejorar la toma de decisiones bajo incertidumbre. De acuerdo con Morgan & Henrion (1990) se pueden utilizar:

- *Modelos híbridos para la incertidumbre cuantificada:* Investigar el desarrollo de modelos que combinen redes neuronales, lógica difusa y razonamiento probabilístico para no solo predecir resultados, sino también cuantificar la incertidumbre asociada con esas predicciones.
- *Aprendizaje por refuerzo en entornos inciertos:* Explorar cómo los agentes de aprendizaje por refuerzo pueden ser entrenados para tomar decisiones óptimas, en entornos donde las recompensas y las transiciones de estado son estocásticas o parcialmente observables. Esto

podría incluir la aplicación de aprendizaje por refuerzo probabilístico o el uso de modelos de mundo para simular y adaptarse a la incertidumbre.

- *Explicabilidad y transparencia en la toma de decisiones basada en IA:* A medida que la IA se vuelve más prominente, es crucial investigar cómo hacer que sus decisiones bajo incertidumbre sean más explicables y comprensibles para los humanos, lo que puede fomentar confianza y su adopción.

4.2. Neurociencia cognitiva y sesgo humanos

Comprender mejor cómo el cerebro humano procesa la incertidumbre puede llevar a mejores herramientas y estrategias como indican Bonjean M, Stanton & Roelich K. (2021)

- *Impacto de los sesgos cognitivos en la toma de decisiones algorítmicas:* Investigar cómo los sesgos inherentes en datos y algoritmos pueden amplificar o mitigar la incertidumbre, y cómo desarrollar sistemas que sean más resistentes a estos sesgos. Esto podría implicar el estudio de sesgos de anclaje, heurísticas de disponibilidad y falacia del jugador en la interpretación de la incertidumbre.
- *Entrenamiento y mejora de la resiliencia humana a la incertidumbre:* Desarrollar programas y técnicas de capacitación basados en la neurociencia para mejorar la capacidad de los individuos para tolerar y tomar decisiones efectivas en situaciones de alta incertidumbre.
- *Modelado de la aversión al riesgo y la ambigüedad:* Investigar los mecanismos neuronales subyacentes a la aversión al riesgo y a la ambigüedad, y cómo estos pueden ser incorporados en modelos computacionales de toma de decisiones para reflejar de manera más precisa el comportamiento humano.

4.3. Ética y responsabilidad en la incertidumbre

De acuerdo con Floridi (2019), la toma de decisiones en condiciones de incertidumbre, especialmente con el uso de IA, plantea importantes cuestiones éticas.

- *Marcos éticos para la toma de decisiones automatizada con incertidumbre:* Desarrollar principios y marcos éticos que guíen el diseño e implementación de sistemas de toma de decisiones automatizados en entornos inciertos, particularmente, en aplicaciones de alto riesgo como la medicina o la conducción autónoma. Esto incluye la consideración de la justicia distributiva y la rendición de cuentas.

- *Distribución de la responsabilidad en decisiones compartidas Humano-IA:* Investigar cómo asignar la responsabilidad cuando las decisiones críticas se toman en colaboración entre humanos y sistemas de IA, especialmente, cuando los resultados son inciertos o negativos.
- *Privacidad y seguridad de datos en entornos inciertos:* A medida que los modelos dependen de grandes cantidades de datos, es crucial investigar cómo proteger la privacidad y seguridad de los datos mientras se maneja la incertidumbre inherente en los mismos.

4.4. Robustez y resiliencia de sistemas

De acuerdo con Taleb (2007), en un mundo cada vez más interconectado y propenso a interrupciones, la resiliencia es clave:

- *Diseño de sistemas resilientes a la incertidumbre extrema:* Investigar cómo diseñar sistemas (tecnológicos, económicos, sociales) que puedan soportar y adaptarse a eventos de "cisne negro" o a niveles de incertidumbre sin precedentes. Esto podría implicar la aplicación de la teoría de redes complejas y el análisis de vulnerabilidad.
- *Toma de decisiones bajo escasez de datos e incertidumbre radical:* Explorar métodos para tomar decisiones efectivas cuando los datos son escasos, poco confiables o cuando la incertidumbre es de naturaleza radical (es decir, no cuantificable o predecible con base en datos históricos).
- *Optimización de cartera y asignación de recursos en mercados volátiles:* Desarrollar nuevos modelos y algoritmos para la optimización de carteras y la asignación de recursos que incorporen y gestionen de manera más efectiva la incertidumbre y la volatilidad en los mercados financieros y otros sistemas económicos.

4.5. Interdisciplinariedad y nuevas metodologías

Fomentar la colaboración entre diferentes disciplinas es fundamental para abordar la complejidad de la incertidumbre a través de:

- *Fusión de enfoques cuantitativos y cualitativos:* Investigar cómo integrar de manera efectiva los métodos cuantitativos (estadística, modelado) con enfoques cualitativos (expertos, narrativas) para una comprensión más holística de la incertidumbre. Esto podría incluir el desarrollo de modelos causales cualitativos y la simulación basada en agentes.

- *Aplicación de la teoría de juegos a la toma de decisiones en entornos inciertos:* Explorar cómo la teoría de juegos puede ofrecer nuevas perspectivas sobre las interacciones estratégicas entre agentes que operan bajo diferentes niveles de incertidumbre y asimetrías de información.
- *Desarrollo de métricas y marcas de referencia para la cuantificación de la incertidumbre:* Establecer estándares y métricas rigurosas para cuantificar diferentes tipos de incertidumbre, permitiendo una comparación y evaluación más consistente de los modelos y las estrategias de decisión.

Estas líneas de investigación buscan no solo avanzar en la teoría de la toma de decisiones bajo incertidumbre, sino también generar soluciones prácticas que puedan aplicarse en una amplia gama de campos, desde la gestión de riesgos y la planificación estratégica hasta la salud y la sostenibilidad ambiental ¿Hay alguna de estas áreas que te interese explorar más a fondo?

Conclusión

La toma de decisiones en condiciones de incertidumbre emerge no como un obstáculo insuperable, sino como una realidad intrínseca a la experiencia humana y organizacional. Lejos de pensar en la certidumbre total como realidad, se ha comentado y comprendido que la habilidad de navegar en moches oscuros, con información incompleta y futuros inciertos, es una de las competencias más valiosas en el panorama actual. Lo discutido ha permitido desentrañar la complejidad inherente a estas situaciones, evidenciando que no existe una fórmula mágica o una solución única para todos los escenarios.

En última instancia, la gestión efectiva de la incertidumbre en la toma de decisiones se basa en una combinación de elementos: *racionalidad limitada*, que impulsa a buscar la mejor solución dadas las restricciones de información y tiempo; *intuición y experiencia*, que actúan como brújulas cuando los datos son escasos o contradictorios y la *aplicación estratégica de herramientas y marcos conceptuales*, que permiten estructurar el problema, evaluar riesgos y anticipar posibles desenlaces. Es crucial reconocer que la perfección no es el objetivo; más bien, se trata de tomar decisiones robustas, aquellas que, aun no siendo óptimas en un mundo de información perfecta, son las más adecuadas y resilientes ante una gama de futuros posibles.

La Inteligencia Artificial (IA) se posiciona como un campo de investigación crucial y con un potencial transformador para la reducción de la incertidumbre en múltiples ámbitos. Lejos de ser una mera herramienta de automatización, la IA ofrece capacidades analíticas y predictivas sin

precedentes que pueden desentrañar patrones complejos, anticipar escenarios y optimizar la toma de decisiones en un mundo volátil.

La clave de su valor reside en su habilidad para procesar y analizar vastos volúmenes de datos (Big Data) a una velocidad y con una precisión inalcanzable para el intelecto humano. Esto permite identificar correlaciones ocultas, detectar anomalías y generar modelos predictivos robustos que minimizan la ambigüedad y mejoran la capacidad de respuesta ante eventos inesperados. Desde la predicción de desastres naturales y la optimización de cadenas de suministro, hasta la mejora del diagnóstico médico y la personalización de la educación, la IA promete un futuro donde la anticipación y la adaptabilidad sean la norma, y no la excepción. No obstante, para que la IA sea un soporte ideal en la reducción de la incertidumbre, es imperativo que las futuras investigaciones se centren en varios pilares.

Finalmente, la toma de decisiones bajo incertidumbre es un proceso dinámico y continuo, un ciclo de aprendizaje y adaptación que implica valentía de asumir riesgos calculados, humildad para reconocer los sesgos cognitivos propios y ajenos y flexibilidad para ajustar el rumbo cuando nueva información emerge o las condiciones cambian. En un mundo que evoluciona a un ritmo vertiginoso, donde la única constante es el cambio, la capacidad de decidir con convicción y eficacia en medio de la niebla no es solo una ventaja competitiva, sino una necesidad imperante para la supervivencia y el progreso. En definitiva, es el arte y la ciencia de avanzar, incluso cuando el destino final no es del todo visible, confiando en la preparación, adaptabilidad y resiliencia de nuestro propio juicio.

Referencias

- Aguilar, F. (2004). Teoría de la decisión e incertidumbre: modelos normativos y descriptivos. *EMPIRIA: Revista de Metodología de Ciencias Sociales*, 8139-160. <https://digital.csic.es/bitstream/10261/7734/1/eserv.pdf>
- Bonjean, M. & Roelich, K. (2021). Toma de decisiones bajo profundas incertidumbres: una revisión de la aplicabilidad de los métodos en la práctica. *ScienceDirect*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040162521003711>
- Floridi, L. (2019). *The Ethics of Artificial Intelligence*. Oxford University Press
- Laoyan, S. (2025). *Toma de decisiones: definición, pasos, tipos y características*. <https://asana.com/es/resources/decision-making-process>
- Martínez, J. (2014). *Gestión de la incertidumbre* (parte 1) <https://www.scalabble.com/2014/05/gestion-de-la-incertidumbre/index.html>
- Robbins, S. & Coulter, M. (2005). *Administración*. Pearson Educación, 8va Edición. México, 2005.
- Taleb, N. N. (2007). *The Black Swan: The Impact of the Highly Improbable*. Random House

Taleb, N. (2013). *El Cisne Negro: El Impacto De Lo Altamente Improbable*.
<https://www.amazon.com/-/es/El-Cisne-Negro-Altamente-Improbable/dp/6079202557>.
Editorial Booket Paidós

Yáñez, M., Gómez de la Vega, H, y Valbuena, G. (2004). *Ingeniería de Confiabilidad y Análisis probabilístico de riesgo*. www.realrisk.com. Editor Reliability and Risk Management, SA.

Nota del autor: este artículo es producto de experiencias de trabajo del autor en la parte técnica y gerencial de su carrera de Ingeniería de Petróleo y también su desempeño como Docente Universitario, en los periodos 1975-2002 y 2003 hasta la actualidad.

Declaración de conflicto de interés y originalidad

Conforme a lo estipulado en el *Código de ética y buenas prácticas* publicado en **PetroRenova Indexed, Revista Científica de la Energía**, el autor **Zavala Goitia, Alexis Antonio**, declara al Comité Editorial que no tiene situaciones que representen conflicto de interés real, potencial o evidente, de carácter académico, financiero, intelectual o con derechos de propiedad intelectual relacionados con el contenido del artículo: **Toma de decisiones en condiciones de incertidumbre**, en relación con su publicación. De igual manera, declara que el trabajo es original, no ha sido publicado parcial ni totalmente en otro medio de difusión, no se utilizaron ideas, formulaciones, citas o ilustraciones diversas, extraídas de distintas fuentes, sin mencionar de forma clara y estricta su origen y sin ser referenciadas debidamente en la bibliografía correspondiente. Consiente que el Comité Editorial aplique cualquier sistema de detección de plagio para verificar su originalidad.

Para citar este artículo:

Zavala, A. (2025). Toma de decisiones en condiciones de incertidumbre. *PetroRenova Indexed, Revista Científica de la Energía*. Vol. 1, núm. 2, julio-septiembre, 2025. <https://doi.org/10.5281/zenodo.16699329>

Procesos de inspección en espacios confinados para Operaciones de Perforación Petroleras

Inspection processes in confined spaces for oil drilling operations

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.16698765>

Recibido: 2025-05-01 Aceptado: 2025-06-05

Pereira Quintero, Aurimar Lorena¹

Correo: aurimar.9109@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-0595-1409>

Universidad del Zulia. Cabimas, Venezuela

Barreto Sánchez, Emilio Enrique²

Correo: emiliobarreto4@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0009-0004-7166-8259>

Universidad Alonso de Ojeda. Ciudad Ojeda, Venezuela

Perozo Harvey, Elizabeth Alexandra³

Correo: perozoelizabeth27@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0009-0004-5581-0884>

Universidad Alonso de Ojeda. Ciudad Ojeda, Venezuela

Resumen

La investigación estuvo centrada en desarrollar los procesos de inspección en espacios confinados para operaciones de perforación petroleras, con el objetivo de potenciar el proceso de inspección, adaptándolo a un modo en el que puedan realizar inspecciones de forma segura, minimizando los riesgos asociados. En el ámbito metodológico, el tipo de investigación es proyectiva, con un diseño no experimental, de campo y transversal. La población estuvo formada por individuos, pertenecientes a las empresas de servicio petrolero, expertos en el área de perforación. La técnica de investigación aplicada fue la entrevista y como instrumento, la guía de entrevista. La validación del instrumento la realizaron expertos en el área, mientras que las guías se les hizo la revisión metodológica y de contenido. Las fases de la técnica de procesamiento de datos fueron: la organización, clasificación, análisis e interpretación de los datos obtenidos. Esta técnica garantiza que la información sea manejada de manera eficiente y precisa, lo que facilita la extracción de conclusiones sólidas y confiables.

Palabras clave: Gases tóxicos, espacios confinados, capacitación, detector de gases tóxicos, evaluación de riesgos.

¹ Mg. en Gerencia de Operaciones. Mg. en Docencia para la Educación Superior. Universidad del Zulia, Cabimas, Venezuela.

² Dr. en Ciencias de la Educación. M.Sc. en Geología. Universidad Alonso de Ojeda, Ciudad Ojeda, Venezuela.

³ Investigadora novel. Universidad Alonso de Ojeda, Ciudad Ojeda, Venezuela.

Abstract

The research focused on developing confined space inspection processes for oil drilling operations, with the goal of enhancing the inspection process by adapting it to a mode that allows inspections to be performed safely, minimizing associated risks. Methodologically, the research was projective, with a non-experimental, field-based, and cross-sectional design. The sample consisted of individuals from oilfield service companies and experts in the drilling field. The research technique used was the interview, and the interview guide was used as the instrument. The instrument was validated by experts in the field, while the guides were subject to methodological and content review. The data processing phases included organization, classification, analysis, and interpretation of the data obtained. This technique ensures that the information is handled efficiently and accurately, facilitating the extraction of solid and reliable conclusions.

Keywords: Toxic gases, confined spaces, training, toxic gas detector, risk assessment.

Introducción

En los años 80 en Norteamérica revoluciono la reingeniería de procesos, la cual surgió efectivamente como una metodología innovadora desarrollada por Hammer y Champy (1994, citado por Morales de la Vega, 2021). Esta estrategia nació como una respuesta a los desafíos empresariales de la época, caracterizados por mercados cada vez más competitivos y rápidos cambios tecnológicos. La evolución de la reingeniería de procesos pasó por diferentes fases críticas después de su inicial desarrollo. En 1993, se inició una segunda fase caracterizada por la publicación de casos de éxito empresarial. Durante este período, se documentaron las experiencias de organizaciones que habían implementado exitosamente el rediseño de procesos, mostrando los métodos específicos que utilizaron para transformar sus estructuras organizacionales.

El desarrollo de Hammer y Champy entre 1993 y 1995, representa la reingeniería de procesos la cual es una metodología radical de transformación organizacional con características fundamentales, en sus principios centrales, como; Comenzar desde cero en el diseño de procesos. Replantear completamente la forma de realizar el trabajo. Redefinir la interacción entre tecnología y personas. Reestructurar integralmente las organizaciones. La reingeniería de tipo cero (0) es un enfoque radical que implica: Eliminar completamente los procesos existentes, comenzar desde cero y centrarse en las necesidades reales de los clientes. Para la consideración de clientes, el método distingue dos tipos de clientes: Clientes externos: Estos determinan el

valor agregado de productos y servicios, y guían la satisfacción final. Clientes internos: Participan en la transformación organizacional, y contribuyen al rediseño de procesos.

Los cambios abordados de manera prioritaria en los procesos críticos de una función, de un departamento, de una unidad productiva, sin esperar y aspirar al cambio total de la organización, a través de cinco etapas: Preparación, Identificación, Visión, Solución y Transformación (Gouillart y Kelly, 1995). Luego, Guerra et al. (2018), entienden la Reingeniería como la planeación fundamental y rediseño radical de los procesos de las empresas para alcanzar mejoras significativas en costos, calidad, servicio y velocidad. Lefcovich (2006), citado por Ospina (2006), retoma el desarrollo histórico de la reingeniería y define la Reingeniería de Procesos de Negocios (BPR, en su sigla en inglés) como:

el proceso destinado a remover los paradigmas existentes, generando de manera creativa nuevas y radicales formas de realizar las actividades con la participación plena de todos los estratos de la organización, logrando con ello una ventaja competitiva en los mercados (p. 95).

El método se puede aplicar a nivel de procesos individuales o a toda la organización, ya que la reingeniería constituye una recreación y reconfiguración de las actividades y procesos de la empresa, lo cual implica volver a crear y configurar de manera radical él o los sistemas de la compañía a efecto de lograr incrementos significativos y en un corto periodo de tiempo, en materia de rentabilidad, productividad, tiempo de respuesta y calidad, lo cual implica la obtención de ventajas competitivas. La BPR es una especie de reinención, más que un mejoramiento gradual. Se trata de una medicina fuerte que no siempre resulta necesaria o exitosa. No es suficiente el cambio para la mejora, pues mientras la mejora continua puede ser concebida como un proceso de cambios cuantitativos, la reingeniería es, al tratarse de una transformación radical, un cambio de carácter cualitativo.

Aspecto importante es la distinción que hace entre la Reingeniería de procesos, la cual implica cambios radicales en el "cómo se hacen las cosas", en contraposición a la Reingeniería de negocios, la cual tiende a un cambio radical y total en la estrategia, yendo mucho más allá del "como" para implicarse también en "que se produce" (u ofrece), y en "a quién se ofrece". Además, implica mayores riesgos y altos costos. Sin embargo, en la reingeniería de procesos (o sistemas) si bien hay riesgos, éstos pueden ser más fácilmente controlados y superados, como así también en cuanto a los costos no necesariamente deben insumir altas sumas monetarias. Una cuestión fundamental subraya Lefcovich (2006), citado por Ospina (2006), en la mira puesta en la

simplificación de los procesos, volviéndolos más eficaces y eficientes en la generación de valor agregado para los clientes y consumidores, definiendo las diversas actividades en función de si agregan o no valor para el cliente final o la empresa.

Asimismo, la reingeniería de procesos es una nueva visión administrativa que se enfoca en administrar de la mejor forma los procesos y no las funciones. Para llevarla a la práctica, la organización debe rediseñar todos los procesos, lo que implica un cambio radical en la forma de concebir las organizaciones, ya que éstas dejan de observarse como funciones, divisiones, tareas o productos, para ser visualizadas en términos de procesos. Para lograrlo, la reingeniería regresa a la esencia del proceso, cuestionando sus principios fundamentales y la forma en que éste opera.

En el panorama empresarial contemporáneo, las organizaciones se enfrentan a desafíos complejos que demandan una administración estratégica, innovadora y altamente adaptable. La gestión administrativa moderna se ha transformado en el eje central del éxito empresarial, trascendiendo el tamaño de la empresa y concentrándose en una planificación, organización, dirección y control verdaderamente efectivos. Las habilidades blandas y la capacidad de adaptación se han convertido en herramientas fundamentales para navegar en un mercado cada vez más competitivo y dinámico, donde la eficiencia y eficacia marcan la diferencia entre el crecimiento sostenible y el estancamiento organizacional. La comprensión profunda de estos elementos permite a las empresas desarrollar estrategias que les permitan no solo sobrevivir, sino prosperar en entornos empresariales cambiantes y altamente desafiantes.

La mejora continua se ha establecido como un imperativo estratégico para las organizaciones modernas, impulsando la capacitación permanente y el desarrollo profesional de los equipos de trabajo. Herramientas innovadoras como la reingeniería de procesos han emergido como soluciones transformadoras para rediseñar integralmente los sistemas administrativos, buscando optimizar el rendimiento, reducir costos operativos y aumentar significativamente la productividad. Esta metodología no representa simplemente cambios estructurales, sino que requiere un compromiso holístico de todas las áreas de la organización, promoviendo una transformación que permita responder ágilmente a los desafíos del entorno global. La implementación efectiva de estas estrategias implica una visión sistémica, donde la innovación, la flexibilidad y el aprendizaje continuo se convierten en los pilares fundamentales para mantener la competitividad empresarial en un mundo cada vez más complejo e interconectado.

Las inspecciones en espacios confinados por lo general suelen tratarse de labores peligrosas, por motivos como la altura, poco espacio de maniobra, derrumbes, ambiente toxico, temperaturas elevadas o bajas, entre otros; además de ser un riesgo a la integridad física, son labores que demandan tiempo, logística y equipos de seguridad, por esas razones ya se empiezan a utilizar equipos robóticos que tienen como ventaja principal la eliminación del riesgo físico en las personas que realizan la inspección y como ventajas secundarias el ahorro económico, ahorro de tiempo y simplificación generalizada de la labor (Barriga & Quishper, 2022).

Los Robots Móviles Autónomos (AMR, siglas en inglés) asistidos a distancia son idóneos para la realización de las inspecciones de alto riesgo, los cuales pueden ser de morfología terrestre, acuática, submarina o área, según sean las necesidades. Cualquier espacio confinado a inspeccionar donde existan variables de riesgo a la seguridad humana, valida la implementación de equipos robóticos, sin embargo, ya existen sectores acostumbrados a este tipo de inspecciones, los cuales son: petróleo y gas, generación de energía, industria química, minería y seguridad pública. Debido a que los espacios que poseen ventilación desfavorable y accesos reducidos ponen en riesgo la vida de los operarios que los ocupan, identificar la trazabilidad y estabilidad del trabajador en el interior de estos es un asunto pertinente en ingeniería en higiene y salud ocupacional (Salamanca, 2018).

Los sistemas de monitorización representan una tecnología avanzada para garantizar la seguridad laboral, midiendo variables críticas como temperatura, pulso cardíaco y aceleración mediante dispositivos digitales. Estos equipos filtran y transmiten datos en tiempo real a servidores web utilizando conexiones wifi, permitiendo una evaluación continua del estado de los trabajadores. La metodología innovadora facilita la prevención de anomalías y riesgos potenciales en diversos entornos laborales, especialmente en sectores de alta peligrosidad como la industria marítima. La capacidad de visualizar remotamente indicadores representa un avance significativo en la gestión de la seguridad ocupacional, posibilitando intervenciones preventivas antes de que se materialicen situaciones de riesgo. Estos sistemas tecnológicos han demostrado ser fundamentales para reducir accidentes que pueden generar consecuencias devastadoras como pérdida de vidas humanas, daños ambientales y económicos.

Los accidentes marítimos, que incluyen varadas, colisiones, incendios y naufragios, tienen en los espacios confinados su principal causa de muertes ocupacionales. La implementación de sistemas tecnológicos avanzados ha permitido reducir significativamente estos riesgos mediante supervisión preventiva. El modelo de negocios en industrias como hidrocarburos ha evolucionado

hacia un ecosistema complejo de servicios especializados, involucrando propietarios de yacimientos, empresas energéticas y proveedores de servicios. Las empresas operadoras buscan optimizar operaciones mediante contratación de servicios estratégicos, reduciendo costos y transfiriendo riesgos. Esta tendencia se expande hacia energías renovables, siguiendo las directrices del Acuerdo de París, lo que demuestra una transformación hacia modelos empresariales más sostenibles y tecnológicamente innovadores.

1. Fundamentos teóricos

1.1. Situación actual del procedimiento de inspección en espacios confinados

El manual de espacios confinados de Petróleos De Venezuela S.A. (PDVSA, 1997), establece directrices para la identificación, evaluación y control de riesgos asociados con el trabajo en estos entornos. Define un espacio confinado como un área no diseñada para la ocupación continua que puede presentar peligros como deficiencia de oxígeno, gases tóxicos, riesgo de atrapamiento y accidentes físicos. Se enfatiza la importancia de realizar evaluaciones previas, obtener permisos de trabajo, utilizar equipos de protección personal adecuados, proporcionar capacitación a los trabajadores, establecer procedimientos de rescate, y monitorear continuamente las condiciones atmosféricas. Además, se definen responsabilidades claras para el personal involucrado y se recomienda la revisión periódica de los procedimientos para asegurar su efectividad y cumplimiento normativo. En conjunto, estas medidas buscan garantizar la seguridad y salud de los trabajadores en entornos potencialmente peligrosos.

Autorización: El Permiso de Entrada proporciona autorización escrita para entrar y trabajar en los espacios confinados; estipula claramente los peligros conocidos o potenciales; identifica el equipo de seguridad requerido para garantizar la seguridad de los trabajadores; certifica que una Persona Competente entrenada ha evaluado todos los peligros existentes y se han tomado todas las medidas de protección necesarias para garantizar la seguridad de los trabajadores. El certificado del espacio confinado consta de dos partes: el Formulario de Planificación Preliminar que ha preparado el supervisor del trabajo y verificado por la Persona Competente y el Permiso de Entrada, preparado por la Persona Competente y firmado ambos, el supervisor y la Persona Competente del trabajo (EST-Causadias, 2020).

Evaluación del área: La evaluación de los riesgos específicos por atmósferas peligrosas requiere de mediciones ambientales con el empleo de instrumental adecuado, por lo general de lectura directa. Las mediciones se deben efectuar en forma previa a la realización de los trabajos,

y también mientras éstos se realicen, de forma de monitorear posibles variaciones de la atmósfera interior (Guillén, 2016).

Riesgos asociados: Los riesgos laborales como peligros en el entorno de trabajo que pueden causar accidentes o daños físicos y psicológicos a los trabajadores. Se clasifican en categorías como ergonómicos, físicos, psicosociales, químicos y biológicos. Aunque se ha prestado más atención a los riesgos físicos, actualmente hay un creciente interés en los riesgos psicosociales debido a la expansión del sector servicios y la globalización (Almada y Medina, 2022)

Explosimetría: La explosimetría estudia el rendimiento y los efectos de los explosivos en diversas aplicaciones. Los explosivos ANFO y de emulsión, ambos a base de nitrato de amonio, se utilizan comúnmente en la construcción civil y en la minería. Los parámetros clave para evaluar el rendimiento explosivo incluyen la velocidad y presión de detonación, el calor de la explosión y el volumen de gas producido (Vieira & Braga, 2023).

Capacitación del personal: Este factor es fundamental en lo que se refiere al manejo de los riesgos. Para potenciar el conocimiento de la seguridad en los espacios confinados, es recomendable que en aquellas empresas que trabajen ocasionalmente en esos espacios, se seleccione un grupo de personas que participe siempre en tales trabajos, de forma tal que vaya enriqueciendo su experiencia con cada actuación. En el caso de empresas que desarrollen habitualmente su trabajo en espacios confinados, esta capacitación es recomendable que se haga extensiva a todas las personas de la empresa (Guillén, 2016).

1.2. Tecnologías de inspección en espacios confinados

El trabajo en espacios confinados es una actividad de alto riesgo que supone un grave peligro para la vida de los trabajadores que la realizan. Los accidentes en espacios confinados suelen dar lugar a múltiples muertes. La causa de los accidentes y las muertes debidas al trabajo en espacios confinados está relacionada con la falta de concienciación sobre la presencia y los riesgos de estos lugares de trabajo peligrosos. Este artículo presenta una metodología para la identificación de espacios confinados en la industria. El objetivo es proporcionar una herramienta útil para ayudar a los investigadores y profesionales a reconocer los espacios confinados en la industria (Mora & Ferrari, 2017).

Sistemas de monitoreo remoto: Los sistemas de monitoreo remoto permiten la adquisición y digitalización de datos en tiempo real para el mantenimiento predictivo de máquinas, utilizando

tecnologías como el Internet de las Cosas (IoT) e Inteligencia Artificial (AI). Estos sistemas combinan sensores inalámbricos, como los de Identificación por Radio Frecuencia (RFID), para medir variables físicas como la temperatura en entornos de difícil acceso, permitiendo el análisis de grandes cantidades de datos y anticipando fallas antes de que se produzcan paradas imprevistas (Garrone, 2023).

Sensores de inteligencia: Destacan la importancia de los sensores inteligentes en la optimización de procesos industriales y sistemas autónomos. Estos sensores, aliviando la carga de control, mejoran el rendimiento en aplicaciones como vehículos no tripulados y robótica. La integración de algoritmos de aprendizaje automático permite un análisis avanzado de datos. Además, la fabricación de estos sensores, especialmente los basados en nano estructuras amorfas, requiere atención a factores como geometría, composición y condiciones ambientales, particularmente en entornos desafiantes como las montañas andinas (Zhang y Bin, 2020).

Robots: Los robots inteligentes son sistemas tecnológicos avanzados que tienen la capacidad de operar en múltiples disciplinas. Estos robots están diseñados para sustituir a las personas en diversas tareas, tanto industriales como domésticas, incluyendo funciones de vigilancia, inspecciones, seguridad, transporte y cuidado personal. Su versatilidad les permite mejorar la eficiencia y efectividad en estas áreas, contribuyendo así a la optimización de procesos (Alonso, 2019).

Drones: Los drones son plataformas de armas no tripuladas y dirigidas a distancia que se utilizan para realizar diferentes funciones, entre ellas reconocimiento, vigilancia y también para llevar a cabo ataques; cada vez se emplean más en conflictos armados y operaciones antiterroristas para llevar a cabo asesinatos selectivos (Fish, 2020).

1.3. Elementos del sistema de inspección en espacios confinados.

En el ámbito empresarial, en general se disponen de muchos protocolos de manejo en relación a las actividades propias del negocio y del entorno, junto con estándares generales en el mantenimiento industrial, sincrónicos completamente a la plataforma estratégica de la organización, los cuales deben estar alineados con el Sistema General de Seguridad y Salud en el Trabajo; es el caso del manejo adecuado de un área de calderas en relación a los procesos de mantenimiento preventivo y correctivo de los tanques de almacenamiento de agua de una IPS de alto nivel de complejidad en la Ciudad de Bogotá, actividad que se debe llevar a cabo para el abastecimiento de agua a toda la planta física (Acevedo y Caraballo, 2019).

Cumplimiento normativo: El cumplimiento normativo, también conocido como cumplimiento regulatorio o compliance, es una parte fundamental de la gestión empresarial en la actualidad. Se refiere al conjunto de prácticas y procedimientos adoptados por una empresa para asegurarse de que cumple con todas las leyes, regulaciones y normativas aplicables a su actividad (González, 2023).

Tecnologías: La innovación tecnológica como un proceso clave para que las organizaciones industriales se adapten a un entorno competitivo y cambiante. Permite responder a las nuevas necesidades del mercado mediante la introducción o mejora de productos y procesos, lo que contribuye a aumentar la competitividad de las empresas (Espinoza, 2020).

Frecuencia de inspección: La frecuencia de inspección de maquinaria pesada se define como el intervalo de tiempo o número de operaciones en el que se llevan a cabo revisiones y evaluaciones del estado de los equipos. Esta frecuencia debe establecerse con base en criterios matemáticos y estadísticos que consideren la tasa de fallas observadas y los costos asociados al mantenimiento y las inspecciones. Una planificación adecuada y sistemática de la frecuencia de inspección permite a las empresas optimizar sus recursos, reducir gastos operativos y mejorar la eficiencia del mantenimiento, equilibrando así el costo de las inspecciones con el riesgo de fallas. Esto facilita una gestión más efectiva de la maquinaria, asegurando su disponibilidad y prolongando su vida útil (Vásquez, 2019).

Inspecciones periódicas: “Las Inspecciones Periódicas, también conocidas como Inspecciones Ocupadas de Rutina, están diseñadas para documentar el estado de una unidad durante la ocupación y ayudar a garantizar que la unidad esté siendo mantenida por el residente” (Stallard, 2024, p. 1).

Mantenimiento preventivo: Característica común a todos los tipos de detectores es que debido al desgaste que se produce en ellos, tanto en los electrodos como en los electrolitos utilizados, es necesario calibrar los sensores periódicamente y hasta el final de su vida útil, cuando deberán ser sustituidos por unos nuevos. La calibración consiste en ajustar las lecturas de los sensores con la realidad (Altube, 2015).

Reingeniería de procesos: La reingeniería de procesos es una herramienta administrativa la cual consiste en estudiar los procesos productivos de organizaciones de cualquier sector, y a través del cual se pueden rediseñar procesos productivos realizando modificaciones en dichos procesos, los cuales van a repercutir en el rendimiento medio de costes, tiempo de ciclo, calidad del servicio y calidad del producto (Pérez, Soler y Bernabéu, 2017).

Costos de inversión: Costos de inversión, llamados también costos pre-operativos, corresponden a aquellos que se incurren en la adquisición de los activos necesarios para poner el proyecto en funcionamiento, ponerlo "en marcha" u operativo. Para decirlo de una forma sencilla son todos aquellos costos que se dan desde la concepción de la idea que da origen al proyecto hasta poco antes de la producción del primer producto o servicio (Instituto de estudios superiores de Tamaulipas, 2021).

Costos operativos: Los costos operativos son aquellos en los que se incurre por realizar la principal actividad productiva del negocio y que permiten mantenerlo en funcionamiento. En líneas generales existen 2 tipos de costos operativos: Los costos operativos fijos son aquellos que no cambian sin importar el nivel de producción de la empresa. Los costos operativos variables, como su nombre lo indica, cambian en función de la producción de la empresa (Richter y Mendoza, 2022).

Costos de tecnología: Los costos de tecnología como aquellos gastos que las organizaciones incurren para implementar y mantener servicios de TI que son fundamentales para sus operaciones (Sánchez, Villamizar y Rojas, 2016).

2. Metodología

El estudio es una investigación proyectiva, ya que consiste en precisar propuestas o planes procedimentales como posible solución a un problema o necesidades encontradas de forma empírica. De acuerdo con Arias (2021), este tipo de investigación está más allá de ser básica o pura porque ya se conocen las bases teóricas, aún no llega a ser una investigación aplicada debido a que no se sabrá efectivamente, si el plan propuesto funciona o no debido que no se ejecuta. Asimismo, Arispe et al. (2020), dicen que el tipo de investigación se refiere a la clase de estudio que se va a realizar. Orienta sobre la finalidad general del estudio y sobre la manera de recoger las informaciones o datos necesarios. Se enfoca en identificar a través del conocimiento científico, los medios (metodologías, tecnologías y protocolos) por los cuales se puede contribuir a solucionar una necesidad reconocida, práctica y específica.

En el mismo orden de ideas, el estudio se cataloga con un diseño no experimental, de campo y transversal, siguiendo los criterios de Hernández y Mendoza (2018), quienes establecen que en este tipo de investigaciones no existe manipulación deliberada de variables. La recolección de datos se realiza directamente desde las circunstancias que fundamentan la investigación, sin modificación alguna, capturando la información en un momento único y

específico del tiempo. Bajo esta premisa metodológica, la investigación se caracteriza por observar situaciones existentes sin control directo de variables, recopilando información directamente de la realidad donde se desarrolla el fenómeno estudiado. El proceso de recolección de datos presenta una única aplicación temporal, lo que permite obtener una fotografía precisa del objeto de investigación en su contexto natural, sin intervenir o alterar sus condiciones originales.

Para el estudio, se usó un censo poblacional, conformado por cuatro (4) trabajadores, que según Arias (2021) es el proceso total de recolectar, compilar, evaluar, analizar y publicar o disseminar en cualquier otra forma, los datos (o la información) demográficos, económicos y sociales que pertenecen en un momento determinado, a todas las personas de un país o de una parte bien delimitada del mismo.

En concordancia con los objetivos propuestos en la investigación, se empleó una guía de entrevista con el propósito de identificar los procesos de reingeniería para la inspección de espacios confinados en operaciones de perforación en empresas de servicio petrolero para el desarrollo del sistema. La guía de entrevista quedó estructurada por un total de veinte (20) preguntas abiertas, considerando la tecnologías y elementos de inspección en espacios confinados.

Respecto a la validación de los instrumentos de investigación se llevó a cabo mediante un proceso de revisión integral que consideró aspectos metodológicos y de contenido, realizado por expertos que evaluaron cuidadosamente la coherencia de cada elemento. Reconociendo la naturaleza inherentemente subjetiva de las técnicas de recolección de datos, donde intervienen emociones, percepciones e intereses personales, se implementó un análisis riguroso. Siguiendo la perspectiva, se garantizó que cada pregunta o ítem mantuviera una vinculación directa y significativa con los objetivos centrales de la investigación, asegurando así la validez y confiabilidad del instrumento mediante una alineación precisa entre los componentes de recolección de información y los propósitos investigativos.

En relación a las técnicas de recolección de datos, son las distintas formas o maneras de obtener la información mediante la observación directa, la encuesta oral o escrita, el cuestionario, la entrevista, el análisis documental y el análisis de contenido entre otros. Para esta investigación, se seleccionó como técnica la entrevista, que de acuerdo con Arias (2016), más que un simple interrogatorio, es una técnica basada en un diálogo o conversación “cara a cara”, entre el entrevistador y el entrevistado acerca de un tema previamente determinado, de tal manera que

el entrevistador pueda obtener la información requerida. Ésta se caracteriza por su profundidad, por tener un menor alcance en cuanto a la cantidad de personas que pueden ser entrevistadas en un período determinado y por ocupar un tiempo significativo en un solo entrevistado. Asimismo, dicho autor menciona tres tipos de entrevista: estructurada, no estructurada y semi-estructurada.

3. Resultados

La integración de sistemas de inspección en espacios confinados permite identificar riesgos como la acumulación de gases peligrosos o el deterioro estructural, lo que facilita la implementación de medidas preventivas antes de incidentes. Además, asegura el monitoreo continuo de las condiciones ambientales y físicas, mejorando la seguridad de los trabajadores y el cumplimiento de normativas. Este enfoque proactivo reduce la probabilidad de accidentes, optimiza la planificación de operaciones y fomenta una cultura de prevención en las organizaciones. La tecnología avanzada juega un papel clave en este proceso, ofreciendo soluciones eficientes y confiables.

El nuevo sistema implica una actualización tecnológica significativa, incorporando procesos automatizados a través de conexiones como *Bluetooth*, *WiFi* y *LTE-5G* (Ver figura 1). Esto permite gestionar registros, calibraciones y pruebas de *bump test* de manera eficiente, reduciendo errores y tiempo de inactividad. Los dispositivos permiten la sustitución rápida de sensores y calibración automatizada, mejorando la operatividad. La comunicación mejorada facilita el intercambio de alarmas y alertas en tiempo real, optimizando la respuesta en emergencias. La tecnología de sensores avanzada, como infrarrojos y electroquímicos, garantiza mayor precisión y adaptabilidad a diferentes gases y condiciones ambientales.

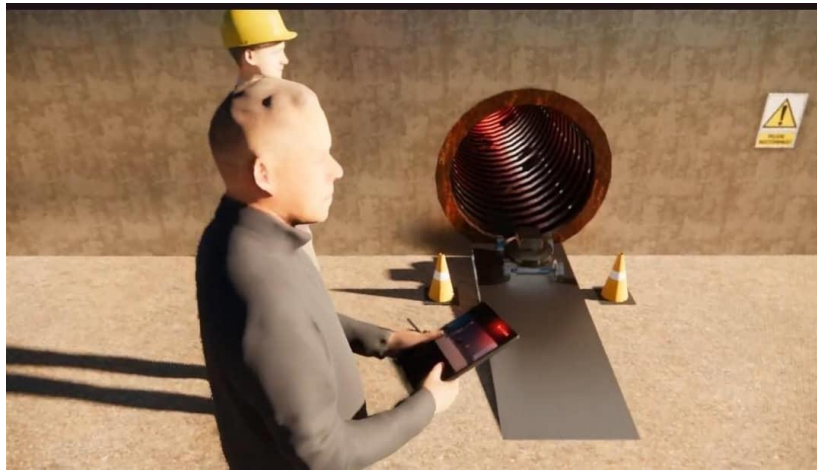
En el entorno operativo, se observa la interacción entre el supervisor y el operador, quien manipula el dispositivo de inspección mediante una interfaz tecnológica, como una Tablet, laptop o teléfono. Desde la interfaz del dispositivo, se pueden visualizar alertas, como un botón rojo que indica la presencia de peligro en el espacio confinado. Además, se observa la rampa utilizada para ingresar el dispositivo de inspección al área confinada, como una tubería, y la estructura interna de esta desde la perspectiva del dispositivo. Esta tecnología no solo mejora la eficiencia, sino que también proporciona una visión detallada del entorno.

El sistema de inspección en espacios confinados representa una solución integral que combina tecnología avanzada, monitoreo en tiempo real y operatividad eficiente.

Al facilitar la identificación temprana de riesgos y mejorar la comunicación entre

dispositivos y operadores, se optimiza la seguridad y se reduce el tiempo de respuesta en emergencias. Además, la versatilidad de los dispositivos tecnológicos utilizados permite adaptarse a diferentes necesidades y condiciones, asegurando un enfoque proactivo y sostenible para la gestión de espacios confinados. Este avance tecnológico no solo protege a los trabajadores, sino que también fortalece la cultura de prevención en las organizaciones.

Figura 1: Procesos de inspección en espacios confinados para operaciones de perforación petroleras.



Fuente: diseñado por los autores (2025).

3.1. Análisis y discusión de los resultados

La sustentación de los resultados del estudio sobre inspección en espacios confinados exige un enfoque riguroso y sistemático, regulado por normas como HO-H-06 e IR-S-04, que incluye identificación de peligros físicos, aislamiento del área, señalización, medición atmosférica, ventilación si es necesario, y uso de equipos de protección personal. Las pruebas de gas continuas y la autorización de entrada solo tras confirmar seguridad son críticas. La capacitación y certificación del personal, junto al control de fuentes de energía y planes de emergencia, son fundamentales. Los riesgos incluyen sofocación, caídas, inhalación de sustancias peligrosas, incendios y explosiones, lo que demanda seguimiento estricto de protocolos. La frecuencia de simulacros de rescate varía según tipo de edificio y riesgo de incendio, recomendándose al menos uno anual. La formación integral y certificación específica en atmósferas peligrosas son esenciales para garantizar seguridad en estos entornos.

Para las tecnologías de inspección en espacios confinados, los sistemas de monitoreo

remoto emplean explosímetros para detectar gases inflamables (hidrocarburos) en ppm y detectores de H₂S para sulfuro de hidrógeno, complementados con pruebas atmosféricas y protocolos de seguridad. Aunque no existen dispositivos electrónicos especializados, se utilizan sensores electroquímicos y semiconductores para medir oxígeno y gases combustibles. La industria integra drones y robots como el *RoboGasInspector*, que inspeccionan áreas confinadas y detectan fugas sin exponer al personal. Estas tecnologías proporcionan imágenes detalladas de zonas inaccesibles, mejorando seguridad y eficiencia operativa. Si bien su implementación es limitada en ciertos contextos, su potencial para reducir riesgos y optimizar procesos es ampliamente reconocido, destacándose como herramientas clave en entornos de alto riesgo.

Por otra parte, los elementos del sistema de inspección en espacios confinados, la normativa exige supervisión rigurosa de personal y equipos, con procedimientos de entrada segura, capacitación especializada en riesgos (gases tóxicos/inflamables), simulacros anuales y equipos certificados. Las inspecciones diarias y pruebas atmosféricas (oxígeno, combustibles) son obligatorias, especialmente en zonas de alto riesgo. La gestión incluye evaluaciones técnicas, auditorías y planes de emergencia actualizados. La legislación prioriza tecnologías innovadoras (sensores, drones) y formación adaptada a riesgos, equilibrando costos de inversión y ROI. Para trabajos en caliente, se verifica ausencia de inflamabilidad atmosférica. Factores económicos y legales influyen en protocolos, mientras la capacitación práctica en equipos e incidentes refuerza seguridad operativa. La supervisión continua y documentación de cumplimiento son clave para minimizar accidentes y alinearse con estándares internacionales.

Conclusión

El estudio realizado ha permitido explorar la problemática de la inspección de espacios confinados en operaciones de perforación, proponiendo un sistema de inspección que busca minimizar los riesgos y optimizar los procesos. Basado en los principios de reingeniería y apoyado por una sólida base teórica y metodológica, este estudio ofrece una perspectiva valiosa para las empresas de servicio petrolero que buscan mejorar sus prácticas de seguridad y eficiencia.

El estudio estableció que es crucial comprender a fondo los procedimientos de inspección actuales en espacios confinados dentro de las operaciones de perforación de empresas de servicio petrolero. Esto implica analizar las prácticas existentes, identificar sus deficiencias y áreas de mejora.

Además, se identificaron y se establecieron las tecnologías disponibles para la inspección de espacios confinados en operaciones de perforación. Esto incluye equipos robóticos, drones, sensores de gases y otras herramientas que puedan mejorar la seguridad y eficiencia de las inspecciones. Y es por ellos que a los operarios deben recibir formación especializada en la utilización y manejo de un dispositivo tecnológico, autónomo diseñado para llevar a cabo inspecciones en entornos confinados. Es esencial considerar diversos aspectos críticos que garanticen una capacitación eficaz y segura. Los elementos que deben integrarse en el programa de formación, además de las respectivas capacitaciones en el manejo del dispositivo tecnológico, sus sistemas de navegación y los sensores que incorpora.

Posteriormente, se determinaron los elementos que conforman un sistema de inspección integral para espacios confinados. Esto abarca desde los protocolos de seguridad y los procedimientos de entrada y salida hasta la capacitación del personal, el uso de equipos de protección personal y la gestión de riesgos.

Finalmente, para diseñar e implementar el sistema de inspección de espacios confinados que sea seguro, confiable y eficiente para las operaciones de perforación en empresas de servicio petrolero. Este sistema debe abordar las deficiencias identificadas en las prácticas actuales, incorporar las tecnologías adecuadas y garantizar la protección de los trabajadores.

Referencias

- Acevedo, C. y Caraballo, Y. (2019). Herramienta para el ingreso seguro en espacios confinados en tanques de almacenamiento de agua para una IPS de alto nivel de complejidad en la Ciudad de Bogotá. *Revistas Académicas. Corporación Universitaria Minuto de Dios – UNIMINUTO*. <https://repository.uniminuto.edu/items/c922dedb-6289-4dcb-8705-fe2db318ee56>
- Almada, M., Reyes, M. López, L., Medina, M. y Almada, A. (2022). Riesgos asociados con el trabajo y sus efectos en la salud, responsabilidad social empresarial. Ordenamiento jurídico mexicano. *Revista de Investigación Académica Sin Fronteras*. Núm. 38 (15). <https://doi.org/10.46589/rdiasf.vi38.481>
- Alonso, M. (2019). Robots, inteligencia artificial y realidad virtual: una aproximación en el sector del turismo. *Cuadernos de turismo*, núm. 44. <http://dx.doi.org/10.6018/turismo.44.404711>
- Altube, I. (2015). *Trabajos en recintos confinados*. Aitor Goikoetxea Urtaran- Instituto de Formación Práctica de Riesgos Laborales. Edición Aitor Goikoetxea Urtaran. <https://www.ifprl.com/wp-content/uploads/2021/04/GUI%CC%81A-ESPACIOS-CONFINADOS.pdf>
- Arias, F. (2016). *El Proyecto de Investigación. Introducción a la Metodología Científica*. Caracas, Venezuela: Editorial Episteme.

- Arias, J. (2021). *Diseño y metodología de la investigación*. Primera edición. https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w26022w/Arias_S2.pdf
- Arispe, C., Yangali, J., Guerrero, M., Lozada, O., Acuña, L. y Arellano, C. (2020). *La investigación científica. Una aproximación a los estudios de posgrado*. Universidad Internacional del Ecuador. Guayaquil. <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/4310/1/LA%20INVESTIGACI%c3%93N%20CIENT%c3%8dFICA.pdf>
- Barriga, L. & Quishpe, L. (2022). La utilización de robótica en la inspección de espacios confinados. *E- IDEA Journal of Engineering Science*, 4 (10). <https://doi.org/10.53734/esci.vol4.id236>
- Espinoza, J. (2020). La innovación tecnológica como fuente de competitividad industrial. *Revista Gestión en el Tercer Milenio*, vol. 24 núm. 48. <https://doi.org/10.15381/gtm.v24i48.21821>
- EST-Causadias, (2020), Manual de prácticas seguras en espacio confinados. *Revista Canal de Panamá*. <https://pancanal.com/wp-content/uploads/2020/07/1410SAL290.pdf>
- Fish, A. (2020). Manual internacional de cine y video etnográfico de Routledge. *Revista Routledge Taylor & Francis Group*. <https://doi.org/10.4324/9780429196997>
- Garrone, P. (2023). Monitoreo remoto de condición de elementos de máquinas parte I: sistema de monitoreo de temperatura en cojinetes de biela. *Revista Mecánica Computacional*. Asociación Argentina de Mecánica Computacional. <https://amcaonline.org.ar/caim-caife/index.php/caim-caife2023/caim-caife2023/paper/viewFile/186/165>
- González, R. (2023) *¿Qué es el cumplimiento normativo de una empresa y cómo se implanta?* Territorio Pyme. Bloc cincodías. Ediciones el País. Artículo 67.3 del Real Decreto - ley 24/2021, de 2 de noviembre. Madrid – España.
- Guerra, G., López, A., Rodríguez, N., Subero, E. y Torres, S. *Reingeniería*. Universidad Central de Venezuela. <https://catedraalimentacioninstitucional2.wordpress.com/wp-content/uploads/2018/05/reingenieria-grupo-5.pdf>
- Guillén, O. (2016). *Guía para los trabajos en espacios confinados*. Instituto de Salud Pública de Chile. <https://multimedia.3m.com/mws/media/1571801O/guia-trabajos-espacios-confinados.pdf>
- Hammer, M. y Champy, J. (1994), citado por Morales de la Vega, (2021). *Procesos de reiConfemetal*. Universidad autónoma del noreste campus piedras negras – Coahuila.
- Hernández, R. y Mendoza, C. (2018). *Metodología de la Investigación: Las Rutas Cuantitativa, Cualitativa y Mixta*. Ciudad de México, México: Editorial McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V.
- Mora, C. & Ferrari, E. (2017). Automated entry technologies for confined space work activities: A survey. *Journal of occupational and environmental hygiene*, 14(4), 271–284. <https://doi.org/10.1080/15459624.2016.1250003>
- Ospina, R. (2006). *La reingeniería de procesos: una herramienta gerencial para la innovación y mejora de la calidad en las organizaciones*. Cuadernos Latinoamericanos de Administración, vol. II, núm. 2. Universidad El Bosque Bogotá, Colombia.
- Pérez, A., Soler, V. & Bernabéu, E. (2017). Reingeniería de procesos. *Revista 3c Empresa*. <https://3ciencias.com/articulos/articulo/reingenieria-de-procesos/>

- Petróleos de Venezuela S.A. (PDVSA, 1997). Manual de higiene y seguridad para trabajadores en espacios confinados. Caracas: PDVSA.
- Richter, A. y Mendoza, J. (2022). Análisis de los costos operativos y su impacto financiero en una empresa de la industria alimentaria, sector comida rápida de Perú. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/669943/Richter_GA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Salamanca, T. (2018). Prototipo para monitorización de signos vitales en espacios confinados. *Visión electrónica*, 12(1), 83-88. <https://doi.org/10.14483/22484728.13401>
- Sánchez, M., Villamizar, A. y Rojas, W. (2016). *Modelo de Costos de Servicios de Tecnologías de información en Instituciones de Educación Superior*. Universidad de Pamplona, Facultad de Ingenierías y Arquitectura. <https://goo.su/WS2lQ1v>
- Stallard, J. (2024) *Inspecciones Periódicas*. <https://help.getrentcheck.com/es/articles/6446317-inspecciones-periodicas>
- Vásquez, Y. (2019). *Reducción de los costos de mantenimiento mediante la modificación de la frecuencia de inspección, en el componente y equipo crítico de la empresa C&M Vizcarra*, Moquegua, 2018. <https://hdl.handle.net/20.500.12819/773>
- Vieira, F. & Braga, J. (2023). *Caracterización de parámetros de desarrollo explosivos: ANFO e emulsión explosiva*. International Seven Multidisciplinary Journal (ISMJ). <https://doi.org/10.56238/isevmjv1n2-008>
- Zhang, D. y Wei, B. (2020). Sensores y dispositivos inteligentes en inteligencia artificial. *Revista MDPI*, vol. 20, núm. 20. <https://doi.org/10.3390/s20205945>

Declaración de conflicto de interés y originalidad

Conforme a lo estipulado en el *Código de ética y buenas prácticas* publicado en **PetroRenova Indexed, Revista Científica de la Energía**, los autores **Pereira Quintero, Aurimar Lorena; Barreto Sánchez, Emilio Enrique y Perozo Harvey, Elizabeth Alexandra**, declaran al Comité Editorial que no tienen situaciones que representen conflicto de interés real, potencial o evidente, de carácter académico, financiero, intelectual o con derechos de propiedad intelectual relacionados con el contenido del artículo: **Procesos de inspección en espacios confinados para Operaciones de Perforación Petroleras**, en relación con su publicación. De igual manera, declaran que el trabajo es original, no ha sido publicado parcial ni totalmente en otro medio de difusión, no se utilizaron ideas, formulaciones, citas o ilustraciones diversas, extraídas de distintas fuentes, sin mencionar de forma clara y estricta su origen y sin ser referenciadas debidamente en la bibliografía correspondiente. Consienten que el Comité Editorial aplique cualquier sistema de detección de plagio para verificar su originalidad.

Para citar este artículo:

Pereira, A., Barreto, E. y Perozo, E. (2025). Procesos de inspección en espacios confinados para Operaciones de Perforación Petroleras. *PetroRenova Indexed, Revista Científica de la Energía*. Vol. 1, núm. 2, julio-septiembre, 2025. <https://doi.org/10.5281/zenodo.16698765>

Eficiencia y ahorro en la perforación inicial de pozos: hincado de tubería conductora con martillos Diésel

*Efficiency and savings in initial well drilling:
driven pipe with Diesel Hammers*

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.16699817>

Recibido: 2025-05-10 Aceptado: 2025-06-10

Bustos Moreno, Mauricio Adrián¹

Correo: mauricio.abm@hotmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-5163-7165>

PETRO CONSULTING EC. Quito, Ecuador

Resumen

En la industria petrolera, cada mejora en eficiencia operativa representa no solo un avance técnico, sino también un importante ahorro económico. La instalación de la tubería conductora en la sección inicial de pozos, ha sido tradicionalmente realizada mediante taladros de perforación en países como Ecuador y Colombia. Sin embargo, en los últimos años se ha evidenciado una tendencia creciente hacia el uso de martillos diésel como método alternativo para realizar la sección inicial de pozos mediante el hincado de la tubería conductora, debido a su eficacia en la reducción de costos y en la simplificación de los requerimientos logísticos operacionales.

Palabras clave: Martillo diésel, tubería conductora, ENR, punto de rechazo, hincado de conductores.

Abstract

In the oil industry, every improvement in operational efficiency represents not only a technical advance but also a significant economic saving. The installation of conductor pipe in the initial section of wells has traditionally been performed using drilling rigs in countries such as Ecuador and Colombia. However, in recent years, there has been a growing trend toward the use of diesel hammers as an alternative method for performing the initial section of wells by driving conductor pipe, due to their effectiveness in reducing costs and simplifying operational logistics requirements.

Keywords: Diesel hammer, conductive pipe, ENR, rejection point, conductor driving.

1. Ing. en Petróleo. Mg. en Petróleo, mención Procesos de Producción e Industrialización de Hidrocarburos. Mg. en Administración y Dirección de empresas. CEO en PETRO CONSULTING EC. Quito, Ecuador.

Introducción

La operación de hincado de la tubería conductora busca garantizar el aislamiento adecuado de las zonas penetradas en la fase inicial de perforación, además de proporcionar estabilidad estructural para las siguientes etapas del pozo de acuerdo con Bustos & Ziritt (2022). Este objetivo se logra cuando la tubería es hincada hasta el llamado punto de rechazo, que representa la resistencia máxima del terreno al avance del conductor sin deformación estructural del mismo.

Figura 1. Hincado de tubería conductora con martillo diésel



Fuente: TO B SERVICES (2024)

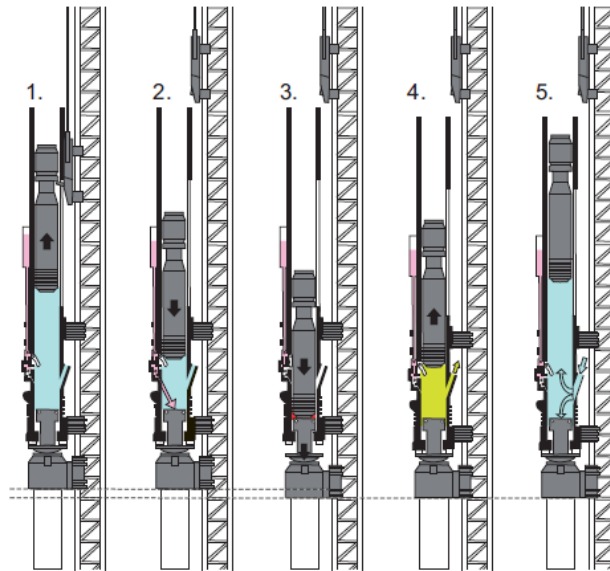
El método tradicional con taladros de perforación implica mayores requerimientos logísticos, personales y tiempos de operación. En contraste, el hincado de tubería conductora mediante el uso de martillos diésel permite una reducción significativa de los costos operativos, alcanzando ahorros de hasta un 50 % en comparación con el uso de taladros de perforación, según estudios realizados en Ecuador y Colombia.

1. Funcionamiento operativo del martillo Diésel

El martillo diésel opera según el principio de un motor de combustión interna de dos tiempos BAUER-PILECO, INC. (2012), cuyo ciclo operativo se compone de cinco fases:

1. Elevación del pistón, mediante disparo mecánico/hidráulico.
2. Inyección y compresión del combustible, provocando acumulación de energía.
3. Impacto y combustión, en el que la energía se transfiere al conductor.
4. Escape de gases, normalizando la presión interna.
5. Barrido de gases, preparando el cilindro para el siguiente golpe.

Figura 2. Funcionamiento Operativo del Matillo Diésel.



Fuente: DELMAG (2022)

Entre los factores que afectan la eficiencia del martillo se incluyen:

- El nivel de compresión previo al impacto.
- La calidad de la mezcla aire-combustible.
- La posibilidad de preignición, que puede alterar la transferencia de energía.

2. Fórmula ENR para la selección del martillo Diésel

Uno de los aspectos técnicos fundamentales en el proceso del hincado es la correcta selección del martillo diésel, la cual se basa en la aplicación de la fórmula ENR (Engineering News Record) desarrollada en 1888 por Arthur Mellen Wellington. Su objetivo es estimar la capacidad de carga permitida del pilote (o conductor, en este caso) a partir de parámetros fundamentales como el modelo del martillo, la energía del impacto y la penetración alcanzada por cada golpe (Bustos, 2024).

La expresión general de la fórmula ENR es la siguiente:

$$R = \frac{2 \times E}{S + 0,1}$$

R = Capacidad de carga permitida (lbs).

E = Energía por golpe del martillo diésel ($lbs.ft$).

S = La penetración del pilote hincado por cada golpe aplicado ($\frac{in}{blow}$).

La simplicidad de esta fórmula permite su aplicabilidad en campo con facilidad, siempre y cuando se cuente con las especificaciones técnicas del martillo diésel y de la tubería conductora a hincar.

3. Consideraciones geotécnicas

El comportamiento del suelo es un factor determinante en el proceso de hincado, ya que influye directamente en la resistencia que este opone al avance de la tubería. La mecánica de suelos clasifica estos en dos grandes grupos:

- Suelos no cohesivos (granulares): como gravas y arenas, que ofrecen alta capacidad de carga y buena permeabilidad.
- Suelos cohesivos: como arcillas y limos, que requieren análisis más complejos por sus características plásticas y menor capacidad de carga

El peso unitario del suelo, su cohesión y su resistencia a la penetración se deben integrar en los cálculos de carga para garantizar que la tubería conductora mantenga su integridad estructural tanto durante como después del proceso de hincado.

4. Beneficios del hincado con martillos Diésel

En comparación con los equipos de perforación convencionales, el uso de martillos diésel ofrece múltiples ventajas operativas y económicas:

- Reducción de costos: hasta un 50% menos en gastos operativos.
- Menor logística: la sección superficial no requiere ser perforada y no es necesario instalar el equipo de flotación o realizar la corrida de la tubería de revestimiento para su posterior cementación, lo que elimina la necesidad de utilizar fluidos de perforación y lechada de cemento.

- Mayor rapidez: el proceso del hincado puede completarse en un periodo de 1 a 2 días, dependiendo de la cantidad de tubos a hincar y de las condiciones climáticas presentes.
- Reducción de riesgos operacionales: la ejecución del trabajo está a cargo de un equipo conformado por aproximadamente 10 a 12 personas.
- Menor impacto ambiental: se evita la contaminación de acuíferos superficiales.

5. Riesgos asociados al procedimiento operativo del hincado

Uno de los mayores riesgos en el hincado es exceder el punto de rechazo, es decir, aplicar una cantidad excesiva de energía cuando ya no hay desplazamiento significativo del conductor. Esto puede ocasionar:

- Deformación estructural del tubo.
- Colapso de la zapata o el extremo inferior.
- Pérdida de verticalidad del pozo.

Por ello, el uso de la fórmula ENR ayuda a predecir cuántos golpes se requieren por pie de penetración, permitiendo detener el proceso justo a tiempo. Además, se recomienda disponer de registros históricos de hincado en la zona, a fin de anticipar las características geotécnicas y las resistencias típicas del subsuelo.

6. Aplicación práctica en Ecuador y Colombia

Según datos recopilados entre 2017 y 2024 por PETRO CONSULTING EC (2024) se han realizado, aproximadamente, 200 trabajos de hincado de tubería conductora con martillos diésel entre la cuenca oriente del Ecuador y Colombia. Las profundidades alcanzadas oscilaron entre los 21 y 172 pies, dependiendo de las condiciones geológicas de cada locación.

Los trabajos mostraron que es posible alcanzar el punto de rechazo con eficiencia, siempre que se mantenga la verticalidad y se evite la deformación del conductor. Esta precisión operativa requiere experiencia técnica y control detallado durante cada etapa del hincado de tubería conductora.

Conclusiones

El hincado de tubería conductora mediante martillos diésel representa una técnica segura y altamente eficiente, especialmente en contextos donde la optimización de recursos es

fundamental. Su implementación se ve fortalecida por herramientas de cálculo como la fórmula ENR, un método simple y ampliamente usado para estimar la capacidad de carga y la resistencia de la tubería hincada por cada golpe, para aplicarla solo requiere de las especificaciones de la tubería y el modelo del martillo, considerando que no todos los martillos diésel son adecuados para esta tarea y sobrepasar el punto de rechazo en el último pie hincado podría dañar la tubería. Asimismo, se encuentra reforzada y por un enfoque técnico integral que incluye la geotecnia, el diseño estructural y la experiencia de campo.

A medida que las empresas buscan formas de hacer más eficiente la exploración y explotación petrolera, este tipo de innovaciones, aunque no nuevas, ofrecen soluciones sostenibles tanto económica como operativamente. Su éxito en Ecuador y Colombia puede servir de modelo para otros contextos en América Latina.

Por ende, el atractivo principal de los martillos diésel radica en su potencial de ahorro, que puede alcanzar hasta el 50% en comparación con los costos de los taladros de perforación. Esto los convierte en una opción muy eficiente y rentable para la sección inicial del pozo.

Referencias

- Bauer-pileco, inc. (2012). *Hammer Operations Manual: Follow Our Lead To A Solid Foundation*. Houston: BAUER-PILECO.
- Bustos, M. (2024). Selección de martillos diésel para el hincado de tubería conductora mediante el uso de la fórmula ENR. *Revista Fuentes, El Reventón Energético*, 7-18.
- Bustos, M. & Ziritt, J. (2022). Hincado de tubería conductora de 20". *PGE Petróleo & Gas*, 29–33.
- Delmag. (2022). *Diesel Pile Hammers*. Niedernberg: DELMAG GmbH & Co. KG.
- Petro consulting EC. (2024). *Recopilación de Hincados de Tubería Conductora en Ecuador y Colombia*. Quito.
- TO B SERVICES (2024). <https://tobservices.com>

Declaración de conflicto de interés y originalidad

Conforme a lo estipulado en el *Código de ética y buenas prácticas* publicado en **PetroRenova Indexed, Revista Científica de la Energía**, el autor **Bustos Moreno, Mauricio Adrián** declara al Comité Editorial, que no tiene situaciones que representen conflicto de interés real, potencial o evidente, de carácter académico, financiero, intelectual o con derechos de propiedad intelectual relacionados con el contenido del artículo: ***Eficiencia y Ahorro en la Perforación Inicial de Pozos: Hincado de Tubería Conductora con Martillos Diésel***, en relación con su publicación. De igual manera, declara que el trabajo es original, no ha sido publicado parcial ni totalmente en otro medio de difusión, no se utilizaron ideas, formulaciones, citas o ilustraciones diversas,

extraídas de distintas fuentes, sin mencionar de forma clara y estricta su origen y sin ser referenciadas debidamente en la bibliografía correspondiente. El autor consiente que el Comité Editorial aplique cualquier sistema de detección de plagio para verificar su originalidad.

Para citar este artículo:

Bustos, M. (2025). Eficiencia y ahorro en la perforación inicial de pozos: hincado de tubería conductora con Martillos Diésel. *PetroRenova, Revista Científica de la Energía*. Vol. 1, núm. 2, julio-diciembre 2025. <https://doi.org/10.5281/zenodo.16699817>

Instrucciones para los autores

Consideraciones generales sobre la presentación y envío de los manuscritos

Los investigadores y público en general interesados en publicar sus trabajos en *PetroRenova Indexed*, pueden acceder al sitio web de la revista (https://indexed.petrorenova.com/index.php/petrorenova_indexed/index) registrarse, consultar las políticas y normativas, así como los formatos respectivos. Por medio de la opción **enviar un artículo**, se procede a llenar los campos requeridos y cargar el manuscrito. También podrán enviarlo a través del correo electrónico puesto a disposición (indexed.petrorenova@gmail.com). De utilizar este medio, deberá enviar el manuscrito en el formato destinado al tipo de publicación.

PetroRenova Indexed proporciona acceso abierto a sus publicaciones, bajo licencia Creative Commons (BY-NC-SA) Attribution 4.0 Internacional. En este sentido, todas las publicaciones que están disponibles en el portal, pueden descargarse en formato pdf gratuitamente.

Con el manuscrito de la propuesta del trabajo, se enviará al correo mencionado, una comunicación escrita, firmada por el autor o los autores, dirigida al Consejo Editorial de la revista en la que se autoriza a someter el trabajo a evaluación y publicación. En dicha comunicación se debe señalar que el trabajo propuesto es original, inédito y no está sometido simultáneamente a proceso de evaluación y arbitraje en otra revista.

Desde el momento que el trabajo es aceptado y publicado, el autor o los autores, acepta(n) la cesión de derechos patrimoniales de autor a *PetroRenova Indexed*, a través de un formato que les hará llegar el equipo editorial. Este se reserva el derecho de aplicar cambios de estilo y forma al manuscrito para garantizar la calidad científica del mismo. *PetroRenova Indexed* puede publicar el artículo en formatos físicos o electrónicos, incluido Internet, bases de datos y otros sistemas de información vinculados a la revista. Los autores podrán usar la versión final de su artículo en cualquier repositorio, sitio web o impresos.

Es de importancia aclarar que los datos del autor o los autores deben ser enviados en un documento adjunto, tanto en español como en inglés, que incluya apellidos, nombres, dirección, teléfono, correo electrónico, Orcid, títulos académicos, afiliación institucional con mención del país, cargos actuales, sociedades a las que pertenece, estudios realizados o en curso y publicaciones recientes.

Presentación de los trabajos

Los trabajos deben presentar un resumen de 150 palabras como máximo y cuatro (4) palabras clave. Tanto el resumen como las palabras clave estarán en español e inglés. Igualmente, el título y el subtítulo del trabajo serán presentados también en los idiomas anteriormente mencionados. La extensión será entre quince (15) y treinta y cinco (35) cuartillas. Todos los trabajos serán presentados en hoja tipo carta, a una sola cara, con numeración continua y con márgenes de dos (2,5) centímetros en todos los lados. Se recomienda utilizar el formato para presentación de trabajos disponible en el portal de la revista.

El texto se presentará con interlineado de 1,5, en fuente Arial, tamaño 11, con espaciado posterior entre párrafos de 6 pts. Para las notas a pie de página y los contenidos de las tablas, el tamaño será en fuente Arial tamaño 9, con interlineado sencillo.

Evaluación de los trabajos

Todos los trabajos serán evaluados bajo la modalidad doble ciego por parte de un Comité de Árbitros, conformado por tres (3) de los miembros del Comité Científico y dos (2) especialistas de reconocido prestigio, seleccionados por el Comité Editorial de la revista, quienes no conocerán sus identidades. Los criterios de evaluación son los siguientes:

a. Criterios formales o de presentación: 1) originalidad, pertinencia y adecuada extensión del título, 2) claridad y coherencia del discurso, 3) adecuada elaboración del resumen, 4) organización interna del texto y 5) todos los demás criterios establecidos en la presente normativa.

b. Criterios de contenido: 1) dominio de conocimiento evidenciado, 2) rigurosidad científica, 3) fundamentación teórica y metodológica, 4) actualidad y relevancia de las fuentes consultadas y 5) aportes al conocimiento existente.

Una vez recibidos, los trabajos siguen el siguiente proceso, en un tiempo promedio de 60 días: a) inicialmente, se acusa recibo del manuscrito vía correo electrónico; b) seguidamente, el Consejo Editorial realiza una **revisión preliminar** (tiempo estimado 10 días) para determinar si cumple con las Normas para la presentación de trabajos; c) si las cumple, pasa al **arbitraje** (revisión de manuscritos, tiempo estimado 20 días), proceso en el cual especialistas calificados evalúan los trabajos atendiendo criterios de pertinencia, originalidad, aportes y rigurosidad científica y académica. El Comité de árbitros

Instrucciones para los autores

Instructions for authors

emitirán un veredicto sobre el trabajo presentado, el cual consistirá en: c-1) **Publicable**; c-2) **Publicable con ligeras modificaciones**, que implican aquellas de forma y estilo, en miras de adaptarse a los criterios formales o de presentación de la revista; c-3) **Publicable con modificaciones sustanciales**, que implican aquellas de fondo y construcción del manuscrito, en miras de adaptarse a los criterios de contenido de la revista; c-4) **No publicable**; d) si el trabajo no cumple con los criterios mínimos presente en estas normas; el Consejo Editorial propondrá que no sea enviado al proceso de arbitraje; e) en cualquier caso, la directora de la revista notificará al autor o autores, por escrito, la decisión. En el caso que el veredicto de los árbitros difiera uno de otro (publicable/no publicable), el artículo será sometido a un nuevo arbitraje, hasta obtener una decisión unánime.

En caso de decisión **publicable con modificaciones ligeras o sustanciales**, el o los autores tendrán un máximo de diez (10) días para el envío de las modificaciones al Comité Editorial al siguiente correo electrónico: indexed.petrorenova@gmail.com En caso de no enviar las correcciones en el lapso establecido, se asume **desinterés por parte del o los autores de no publicar su trabajo**. Si el o los autores deciden no publicar su trabajo, deberán presentar una comunicación en la cual dejen claro la no publicación del material enviado en la revista.

Los evaluadores no utilizan IA generativa o tecnologías asistidas por IA para realizar la evaluación o el proceso de toma de decisiones de un manuscrito, ya que el pensamiento crítico y la evaluación original, necesarios para este trabajo, están fuera del alcance de esa tecnología y se pudiesen generar conclusiones incorrectas, incompletas o sesgadas sobre el manuscrito.

La responsabilidad del proceso de arbitraje y la decisión final de publicación de los artículos recae en el Comité Editorial, en la figura de su directora.

Proceso editorial

El Comité Editorial de *PetroRenova Indexed* se reserva la última palabra sobre la publicación de los artículos y el número en el cual se publicarán. El orden de la publicación y la orientación temática de cada número lo determinará el Comité Editorial, sin importar el orden en que los manuscritos hayan sido recibidos y arbitrados. Con base en ello, se les informará a los autores el número y las fechas aproximadas de su publicación. Durante este proceso, el Comité Editorial se reserva el derecho de hacer los ajustes y cambios que aseguren la calidad de la publicación.

El autor deberá estar presto a las comunicaciones de la revista por medio de correo electrónico. También deberá proporcionar información de la investigación que soporta el artículo, certificar que el escrito es de su autoría y que en este se respetan los derechos de propiedad intelectual de terceros, mediante el envío de las comunicaciones mencionadas.

Cuerpo del artículo

Idioma: Los artículos deben ser presentados y redactados en idioma nativo; si es español, el artículo completo se redacta en idioma español y, tanto el resumen como las palabras clave se traducen al inglés. Si es inglés, el artículo completo se redacta en idioma inglés y, tanto el resumen como las palabras clave se traducen al español. Los autores que deseen ampliar el ámbito de lectores internacionales, pueden enviar sus trabajos en español, inglés y en su idioma nativo diferente a los dos mencionados, esto garantiza un mayor número de lectores.

Título: Debe ser corto, explicativo y contener la esencia del trabajo. Este título debe proporcionarse tanto en el idioma español como inglés. Se establecen los siguientes criterios para la redacción del título: a) claridad, b) brevedad (se sugiere entre 10 y 15 palabras), c) especificidad y d) originalidad.

Autor(es): Indicar los nombres y apellidos completos, títulos profesionales, el nombre de la institución donde se realizó el trabajo o de la institución a la cual pertenece el autor, ORCID actualizado con información como investigador, ciudad y país. El número máximo de autores es de cuatro (4).

Resumen: No mayor de ciento cincuenta (150) palabras, en español y en inglés, en un solo párrafo con interlineado sencillo y sin sangría. En caso que el trabajo se presente en otro idioma, el resumen debe redactarse en ese mismo idioma, en español e inglés. En la redacción del resumen se reseña el objetivo del trabajo, los métodos utilizados, resultados y conclusiones. Se establecen los siguientes criterios para la redacción del resumen: a) preciso, b) completo, c) conciso y d) específico.

Palabras clave: Deberán incluirse cuatro (4) palabras clave en español y en inglés. Estas palabras descriptivas facilitan la inclusión del artículo en las bases de datos internacionales. Se sugiere hacer uso del thesaurus de la UNESCO disponible en: <https://vocabularies.unesco.org/browser/thesaurus/es/>

Apartados y sub-apartados: Los trabajos, en forma general, deberán dividirse en introducción, fundamentos teóricos, metodología, resultados: análisis y discusión, conclusión o consideraciones finales y referencias bibliográficas. En el desarrollo, los sub-apartados deberán tener numeración arábiga, siendo de libre titulación y división por parte del autor, procurando el mantenimiento de coherencia interna tanto de discurso como de temática.

Instrucciones para los autores

Instructions for authors

Normas de citas y referencias

Citas: El citado se realizará tomando en cuenta las **normas de la American Psychological Association (APA) en su 7ma. edición actualizada** y aplicando las pautas establecidas en este apartado.

Citas textuales: en el texto se utiliza la modalidad autor-fecha y número de página, se reproduce exactamente las palabras del autor. Si la cita es hasta 40 palabras, se incorpora en el texto entre comillas dobles, sin cursiva. *Ejemplos:*

1. Apellido autor (año) afirma que "texto de la cita" (página).
Según los resultados, Almarza (2020) afirma que "texto de la cita" (p. 5).
2. "texto de la cita" (Apellido autor, año, página).
"las clases sociales se distinguen..." (Almarza, 2020, p. 3).

Si la cita tiene más de 40 palabras, se escribe aparte del texto, en bloque, con sangría en 1 cm en márgenes izquierdo y derecho, sin comillas, sin cursiva y con interlineado sencillo. Al final de la cita se coloca el punto, seguido del Apellido del autor, año y número de página, entre paréntesis. *Ejemplos:*

En consecuencia,

Texto de la cita. (González, 2012, p. 4)

En el caso de la cita textual narrativa,

Por su parte, Alfonso (2012) afirma que

Texto de la cita. (p. 6)

Citas tipo paráfrasis: cuando se cuenta, resume o reorganice con palabras propias las ideas del autor. *Ejemplos:*

Interpretando los resultados, podría afirmarse, según García (2021), que....

Interpretando los resultados, podría afirmarse que la tasa de crecimiento.... (García, 2021).

Cantidad de autores en las citas: para el caso del mismo autor con obras publicadas en el mismo año, se sigue el siguiente formato (García, 2008a, p. 12) o García (2008b, p. 24). Si son dos o tres autores, se colocarán solamente el primer apellido de cada uno, por ejemplo: Según Reyes y Díaz (2008, p. 90) o (Reyes, García y Díaz, 2008, p. 90). Si son más de tres autores (García et al., 2022). Siguiendo el mismo criterio explicado anteriormente para las citas textuales y las paráfrasis.

Las **citas secundarias** se utilizan cuando una fuente principal es referida en el texto. Puede citarse de dos formas:

Entre paréntesis: (Apellido del autor original, fecha, como se citó en Apellido del autor secundario, fecha)

Ejemplo: (Abreu, 2002, como se citó en Romero, 2012)

En forma narrativa: Apellido del autor original (fecha, como se citó en Apellido del autor secundario, fecha)

Ejemplo: Abreu (2002, como se citó en Romero, 2012) afirma que no todos los documentos narrativos son de fácil acceso.

Deben evitarse, en lo posible, citas de trabajos no publicados o en imprenta, también referencias a comunicaciones y documentos privados de difusión limitada, a no ser que sea estrictamente necesario. En caso de fuentes documentales, electrónicas u otras que por su naturaleza resulten inviables o complejas para la adopción del citado autor – fecha, puede recurrir al citado al pie de página. En casos más específicos, consulte las normas **APA en su 7ta edición**.

En el caso de documentos en archivos, los autores pueden recurrir al uso de notas al pie de página o a las normas **APA** para la referencia del contenido de los mismos, siempre y cuando mantengan coherencia en el estilo de citado a lo largo del trabajo, independientemente del método de citado para los documentos en archivos.

Referencias: Las fuentes citadas en el documento deben aparecer en la lista de referencias y cada entrada en la lista de referencia debe haber sido citada en el texto. Las referencias deberán ir al final del artículo, se realizarán tomando en cuenta las **normas de la American Psychological Association (APA) en su 7ma. edición actualizada** y aplicando las pautas establecidas en este apartado. Estas podrán ser bibliográficas, hemerográficas, documentales, electrónicas, orales y otras que se hayan utilizado. Tienen cuatro elementos básicos: autor, fecha de publicación, título del trabajo y fuente de recuperación. Deberán ir a interlineado sencillo y con sangría francesa de 1cm, con separación entre obras referenciadas de 6 ptos. El orden de las referencias es alfabético por apellido.

Las diferentes obras de un mismo autor se organizarán cronológicamente, en orden ascendente y, si son dos obras o más de un mismo autor y año, se mantendrá el estricto orden alfabético por título. Los autores son responsables de la fidelidad de las referencias. Si un autor es citado más de una vez no se coloca la tradicional raya que sustituía los apellidos y nombres del

Instrucciones para los autores

Instructions for authors

autor o autores. Ello se explica porque los buscadores electrónicos de los repositorios institucionales leen palabras y la raya no posee ningún significado alfabético.

Las **normas APA versión 7 actualizadas** permiten referenciar hasta 20 y más de 20 autores. En el caso de hasta 20 autores, se separa el penúltimo del último con la letra “y”. En el caso de más de 20 autores, se escriben los primeros 19, luego puntos suspensivos, seguidos del último autor de la obra. Ejemplos:

Libros

Apellido, inicial del Nombre del autor (año). *Título de la obra*. Casa o ente editorial [no debe llevar la palabra “editorial” a menos que forme parte del nombre de la institución editora].

Ejemplo de libro con un autor:

Vera, M. (2013). *Proyecto educativo republicano e instrucción pública en Maracaibo (1830-1850)*. Fondo Editorial UNERMB.

Briceño-Iragorry, M. (1997). *Mensaje sin destino*. Monte Ávila Editores.

Ejemplo de libro con dos autores:

Acosta, N. y Arenas, O. (1999). *América Latina en el Mundo*. Ediluz.

Ejemplo de libro con más de tres autores:

González, P. et al. (1999). *La innovación es un tema para discutir en países no desarrollados*. Kopena.

Ejemplo de libro obtenido de la web:

Real Academia Española (2011). *Nueva gramática de la lengua española. Manual*. Espasa.
<http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/psicologia/article/view/27899/43273>

Capítulos de libros o parte de una compilación

Apellido, inicial del Nombre del autor (año). Título del capítulo o sección. *Título del libro* (páginas). Casa o ente editorial.

Ejemplo de capítulo de libro:

Abric, J. (2001). Las representaciones sociales: aspectos teóricos. *Prácticas sociales y representaciones* (25-41). Ediciones Coyoacán.

Artículo en revista arbitrada

Apellido, inicial del Nombre del autor (año). Título del artículo. *Nombre de la revista*, volumen o año, número.

Ejemplo de artículos en revista arbitrada impresa:

García J. y Colina, A. (2013). Mapas cognitivos: estrategia de enseñanza-aprendizaje en las ciencias sociales. *Perspectivas: Revista de Historia, Geografía, Arte y Cultura*, Año 1 N° 1.

Ejemplo de artículo en revista arbitrada con DOI (Digital Object Identifier):

Ramírez, L. (2015). El cultivo del cacao venezolano a partir de Maruma. *Historia Caribe*. Vol. 10, N° 27.
<https://doi.org/10.15648/hc.27.2015.3>

Ejemplo de artículo en revista arbitrada en línea sin DOI:

Castillo, L. y Borregales, Y. (2015). Más allá del pergamino: la pintura histórica y la caricatura política en el estudio historiográfico venezolano. *Procesos Históricos*. N° 027, Año XIV.
<http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/39640/1/articulo6.pdf>

Trabajos de grado/tesis inédita

Apellido, inicial del Nombre del autor (año). *Título del trabajo*. (Trabajo de grado/tesis de maestría/Tesis doctoral). Institución, Lugar.

Ejemplo de trabajo de grado/tesis inédita:

Lozano, E. (1999). *Casos de mercadeo en empresas colombianas*. (Trabajo de Grado). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.

Ejemplo de trabajo de grado/tesis inédita en línea:

Loaiza, M. (2015). *Casos de mercadeo y publicidad en empresas ecuatorianas*. (Tesis de Maestría). URL

Trabajos presentados en eventos científicos y/o conferencias

Apellido, inicial del Nombre del autor (mes, año). *Título del trabajo*. Trabajo presentado en <nombre de la conferencia> de <Institución organizadora>, lugar.

Instrucciones para los autores

Instructions for authors

Ejemplo de trabajos presentados en eventos científicos y/o conferencias:

García, J. y Durán, W. (mayo, 2013). *Empoderamiento comunal y gestión de riesgos en espacios comunales de la Costa Oriental del Lago de Maracaibo. Retos y propuestas*. Trabajo presentado en las Jornadas Riesgos Naturales y Educación de la Facultad de Humanidades y Educación de la Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela.

Artículo de periódico

Apellido, inicial del Nombre del autor (año, mes y día). Título del artículo. *Título del periódico*, página.

Ejemplo de artículo de periódico:

Soto, A. (2015, septiembre, 23). PNL logra cambios de conducta en 20 minutos. *Versión Final*, p. 14.

Ejemplo de artículo de periódico en línea:

Chirinos, P. (2015, septiembre, 22). Caminata por un corazón sano. *La Verdad*. <http://www.laverdad.com/zulia/105830-caminata-por-un-corazon-sano.html>

Constituciones

Título de la constitución [Const.]. (fecha de promulgación). número de ed. Editorial.

Ejemplo de constitución:

Constitución de la República Bolivariana de Venezuela [Const.]. (1999). 3^{ra} edición. Ex Libris.

Leyes

Organismo que la decreta. (día, mes y año). *Título de la ley*. DO o GO: [Diario o Gaceta oficial donde se encuentra]

Ejemplo de leyes:

Asamblea Nacional de la República Bolivariana de Venezuela. (15 de agosto de 2009). *Ley Orgánica de Educación*. Gaceta Oficial N° 5.929 Extraordinaria.

Documentos en archivo

Nombre del archivo. *Sección en donde se ubica*. Libro o tomo. Legajo, Título o asunto del documento. Folio (s).

Ejemplo de documentos en archivo:

Archivo General de Indias. *Audiencia de Caracas*. Ayudas de costa. Legajo 943. N° 267. Informe de la contaduría general favorable a una petición de las Clarisas del Convento de Mérida de Maracaibo en el sentido de que se les diese de expolios del obispo Ramos de Lora lo necesario para hacer reparaciones. Madrid, 31 de marzo de 1796. ff.1r-2v.

Entrevistas

Nombre del entrevistado, realizada el día, mes año en Lugar (Lugar).

Ejemplo de entrevistas:

Humberto Chirinos, entrevista realizada el 07 de febrero de 2016 en el barrio Punto Fijo (Cabimas, Venezuela).

Páginas de internet

Apellido, inicial del Nombre del autor (año). Título de la entrada.

Ejemplo de página de Internet:

Ministerio del Poder Popular para la Educación (2014). Colección Bicentenario. http://www.me.gob.ve/sistemas/coleccion_bicentenario/index.php

Entrada de blog

Apellido, inicial del Nombre del autor (año). Título del post. [Entrada de blog].

Ejemplo de entrada de blog:

Moreno, D. (2014). Libro de trucos "Distribuciones basadas en Debian GNU/Linux". [La web del profesor Duglas Moreno]. <http://blogs.unellez.edu.ve/duglasmoreno/archives/85>

Podcast

Apellido, inicial del Nombre del productor. (día, mes y año). *Título del post* [Audio en podcast].

Ejemplo de Podcast:

Leto, J. (18 de enero de 2015). "Las Moscas" de Horacio Quiroga en *Noviembre Nocturno* [Audio en podcast]. http://www.ivoox.com/las-moscashoracio-quiroya-audiosmp3_rf_3967422_1.html

Instrucciones para los autores

Instructions for authors

Película

Apellido, inicial del Nombre del productor y Apellido, inicial del Nombre (director) (año). *Título de la película* [Película]. País de origen: Estudio.

Ejemplo de película:

Jácome, M. (Productora) y Arvelo, C. (director) (2007). *Cyrano Fernández* [Película]. Venezuela: Índigo Media.

Canción

Apellido, inicial del Nombre del escritor (año de copyright). *Título de la canción*. [Canción]. Lugar: Sello discográfico.

Ejemplo de audio:

Juanes. (2013). *La camisa negra* [Canción]. Universal Music Latino

Imagen (fotografía, pintura)

Apellido, inicial del Nombre del artista (Lugar, año). Título de la obra [Formato]. Lugar: Lugar donde está expuesta.

Ejemplo de imagen:

Kahlo, F. (1944). *La columna rota* [Pintura]. México: Museo Dolores Olmedo Patiño.

Imagen o video en línea

Apellido, inicial del Nombre (año). *Título o nombre de la imagen o video* [Archivo de video/imagen].

Ejemplo de video en línea:

Santos, D. (2012). *Apocalipsis ecológico* [Archivo de video]. <https://www.youtube.com/watch?v=JzAektg101M>

Twitter

Apellido, inicial de Nombre [@Usuario twitter] (Año, mes, día). Contenido del Tuit [Tuit].

Ejemplo de Twitter:

Santo-Domingo, J. [@teatromayor] (2015, enero, 19). Vangelis, compositor de las partituras originales de Blade Runner y Carros de fuego es autor de la música de Paisajes <http://bit.ly/luzcasalenvivo> [Tuit]. <https://twitter.com/teatromayor/status/557272037258186752>

Facebook

Apellido, inicial del Nombre [usuario en Facebook] (año, mes, día). *Contenido del post* [Estado de facebook] de (url)

Ejemplo de Facebook:

Hawking, S. [Stephenhawking] (2014, diciembre, 19). *Errol Morris' A Brief History of Time is a very respectful documentary, but upon a viewing last night, I discovered something profound and warming. The real star of the film is my own mother.* [Estado de Facebook] de <https://www.facebook.com/stephenhawking/posts/749460128474420>

Anexos: los anexos constituyen elementos complementarios del texto que refiera el lector a una parte del trabajo o fuera de él, con el propósito de ilustrar las ideas expuestas en el texto, ampliar o aclarar o complementar lo allí expresado. Los anexos son contabilizados como parte del número de páginas del escrito.

En el caso de figuras y cuadros, el autor podrá acompañar el original con las ilustraciones que estime necesarias. Las fotografías e ilustraciones deben ser enviadas en formato .jpg con un mínimo de 300 dpi de resolución. Las leyendas o pie de foto no deben hacer parte de las imágenes, por tanto, deben indicarse separadamente. Los anexos deberán estar numerados (Imagen 1, Ilustración 2, entre otros) y reseñados dentro del texto (Ver ilustración x). El fondo de los gráficos, tablas y cuadros deberán ser en blanco. Es responsabilidad del autor conseguir y entregar a la revista el permiso para la publicación de las imágenes que así lo requieran. Si bien se permiten los anexos a color, debe tomarse en cuenta que la revista en físico se imprime a escala de grises; en tanto que la versión electrónica aparece a color.

Observaciones en cuanto a redacción y estilo

- Las subdivisiones en el cuerpo del texto (capítulos, subcapítulos, entre otras) deben tener numeración arábiga, excepto la introducción, la conclusión y las referencias que no se numeran. Los subcapítulos se reseñarán en decimales (1.1, 1.2, 5.6,) en tanto que las subdivisiones de estos últimos deberán presentarse en letras consecutivas (a, b, c, d, sucesivamente).
- Los términos en latín, extranjerismos, así como títulos de obras científicas, artísticas y literarias deberán figurar en letra itálica o cursiva.
- La primera vez que se use una abreviatura, ésta deberá ir entre paréntesis después de la fórmula completa; sucesivamente se recurrirá únicamente a la abreviatura.
- El inicio de cada párrafo lleva sangría de 1 cm. La separación entre párrafos será de espaciado posterior en 6 puntos.
- Las notas de pie de página deberán aparecer en números arábigos.

Instrucciones para los autores

Instructions for authors

- f. Si bien se permite el uso de las notas al pie de página, éstas tendrán un carácter explicativo y ampliatorio (si amerita el caso) de las ideas planteadas en el trabajo. No se aceptará el uso de pie de página para los datos de citas ni referencias, a excepción de referencias de documentos en archivos.
- g. Los cuadros, gráficos, ilustraciones, fotografías, mapas y similares deben aparecer referenciados y explicados en el texto. Deben estar, asimismo, titulados, numerados e identificados secuencialmente y acompañados por sus respectivos pies de imagen y fuente(s), de la siguiente manera: Fuente: Apellido (s), año. Ej.: Fuente: Márquez, 2012.
- h. Los cuadros, tablas, gráficos, ilustraciones y similares deben ser, preferentemente, de elaboración propia (salvo que el trabajo presentado implique el análisis de anexos de autoría externa). La inserción de los mismos debe estar plenamente justificada y guardar estricta relación con la temática y/o aspectos tratados en el trabajo presentado.

Para más detalles en cuanto a la aplicación de las normas APA, consulte: <https://normas-apa.org/>

Instructions for authors

General considerations regarding the presentation and sending of manuscripts

Researchers and the general public interested in publishing their work in *PetroRenova Indexed*, can access the journal's website (https://indexed.petrorenova.com/index.php/petrorenova_indexed/index) to register, consult the policies and regulations, as well as the respective formats. By means of the option submit an article, fill in the required fields and upload the manuscript. You may also send it through the e-mail address provided at (indexed.petrorenova@gmail.com). If you use this method, you must send the manuscript in the format intended for the type of publication.

PetroRenova Indexed provides open access to its publications, under Creative Commons (BY-NC-SA) Attribution 4.0 International License. In this sense, all publications that are available on the portal can be downloaded in pdf format free of charge.

With the manuscript of the proposed paper, a written communication, signed by the author or authors, addressed to the Editorial Board of the journal, authorizing the submission of the paper for evaluation and publication, should be sent to the above-mentioned e-mail address. This communication must state that the proposed work is original, unpublished and is not simultaneously undergoing evaluation and arbitration process in another journal.

From the moment the work is accepted and published, the author(s) accept(s) the assignment of copyright to *PetroRenova Indexed*, through a form that will be sent to them by the editorial team. The editorial team reserves the right to apply changes in style and form to the manuscript. *PetroRenova Indexed* may publish the article in physical or electronic formats, including the Internet, databases and other information systems linked to the journal. Authors may use the final version of their article in any repository, website or print.

It is important to clarify that the data of the author(s) should be sent in an attached document, both in Spanish and English, including surname, first name, address, telephone, e-mail, Orcid, academic titles, institutional affiliation with mention of the country, current positions, societies to which they belong, studies completed or in progress, and recent publications.

Presentation of the works

Papers must present an abstract of 150 words maximum and four (4) keywords. Both the abstract and the keywords must be in Spanish and English. Likewise, the title and subtitle of the paper should also be presented in the aforementioned languages. The length of the paper should be between fifteen (15) and thirty-five (35) pages. All papers should be submitted on a single-sided, single-sided, letter-type paper, with continuous numbering and margins of two (2.5) centimeters on all sides. It is recommended to use the format for submission of papers available in the journal's website.

The text should be presented with 1.5-line spacing, in Arial font, size 11, with 6 pts. spacing between paragraphs. For footnotes and table contents, the size will be Arial font size 9, single spaced.

Work evaluation

All papers will be evaluated under the double-blind mode by a Referee Committee, made up of three (3) members of the Scientific Committee and two (2) specialists of recognized prestige, selected by the Editorial Committee of the journal, whose identities will not be known. The evaluation criteria are as follows:

- a. Formal or presentation criteria: 1) originality, pertinence and adequate length of the title, 2) clarity and coherence of the discourse, 3) adequate preparation of the abstract, 4) internal organization of the text, 5) all other criteria established in these rules.

Instrucciones para los autores

Instructions for authors

b. Content criteria: 1) evidenced knowledge domain, 2) scientific rigor, 3) theoretical and methodological basis, 4) actuality and relevance of the sources consulted and 5) contributions to existing knowledge.

Once received, the papers follow the following process, in an average time of 60 days: a) initially, receipt of the manuscript is acknowledged via e-mail; b) then, the Editorial Board performs a preliminary review (estimated time 10 days) to determine whether it complies with the Guidelines for the submission of papers; c) if it complies, it goes to arbitration (review of manuscripts, estimated time 20 days), a process in which qualified specialists evaluate the papers according to criteria of relevance, originality, contributions and scientific and academic rigor. The committee of referees will issue a verdict on the submitted work, which will consist of: (c-1) **Publishable**; (c-2) *Publishable with slight modifications*, involving those of form and style, with a view to adapting to the formal or presentation criteria of the journal; (c-3) **Publishable with substantial modifications**, involving those of substance and construction of the manuscript, with a view to adapting to the content criteria of the journal; c-4) **Not publishable**; d) if the work does not meet the minimum criteria present in these rules, the Editorial Committee will propose that it not be sent to the refereeing process; e) in any case, the editor of the journal will notify the author or authors, in writing, of the decision. In the event that the verdict of the referees differs one from the other (publishable/unpublishable), the article will be submitted to a new arbitration, until a unanimous decision is reached.

In case of a publishable decision with slight or substantial modifications, the author(s) will have a maximum of ten (10) days to send the modifications to the Editorial Committee at the following address: indexed.petrorenova@gmail.com. If the author(s) do not send the corrections within the established period, it is assumed that the author(s) are not interested in not publishing their work. If the author or authors decide not to publish their work, they must submit a communication in which they make clear the non-publication of the material sent in the journal.

The reviewers do not use generative AI or AI-assisted technologies to perform the evaluation or decision-making process of a manuscript, since the critical thinking and original evaluation necessary for this work are beyond the scope of such technology and there is a risk that the technology may generate incorrect, incomplete or biased conclusions about the manuscript.

The responsibility for the refereeing process and the final decision to publish the articles lies with the Editorial Committee, in the person of its director.

Editorial process

The Editorial Board of *PetroRenova Indexed* reserves the final word on the publication of articles and the issue in which they will be published. The order of publication and the thematic orientation of each issue will be determined by the Editorial Committee, regardless of the order in which manuscripts have been received and refereed. Based on this, authors will be informed of the issue and the approximate dates of publication. During this process, the Editorial Committee reserves the right to make adjustments and changes to ensure the quality of the publication. Originals will not be returned.

The author should be ready to receive communications from the journal by e-mail. He/she must also provide information on the research that supports the article, certify that the article is his/her own work and that it respects the intellectual property rights of third parties, by sending the aforementioned communications.

Article body

Language: Articles must be presented and written in native language; If it is Spanish, the complete article is written in Spanish and both the summary and the keywords are translated into English. If it is English, the complete article is written in English and both the summary and the keywords are translated into Spanish. Authors who wish to expand the scope of international readers can send their works in Spanish, English and in their native language other than the two mentioned, this guarantees a greater number of readers.

Title: It should be short, explanatory and contain the essence of the work. This title must be provided in both Spanish and English. The following criteria are established for writing the title: a) clarity; b) brevity (between 10 and 15 words are suggested); c) specificity and d) originality.

Author(s): Indicate the full names and surnames, professional titles, the name of the institution where the work was carried out or the institution to which the author belongs, ORCID with information such as researcher, city and country. The maximum number of authors is four (4).

Summary: No more than one hundred and fifty (150) words, in Spanish and English, in a single paragraph with single spacing. If the work is presented in another language, the summary must be written in that same language, in Spanish and English. When writing the summary, the objective of the work, the methods used, results and conclusions are outlined. The following criteria are established for writing the summary: a) precise; b) complete; c) concise and d) specific.

Keywords: Four (4) keywords must be included in Spanish and English. These descriptor words facilitate the inclusion of the article in international databases. It is suggested to use the UNESCO thesaurus available at: <https://vocabularies.unesco.org/browser/thesaurus/es/>

Instrucciones para los autores

Instructions for authors

Sections and sub-sections: The works must be divided into introduction, theoretical foundations, methodology, results, analysis and discussion of the results, conclusion or final considerations and bibliographic references. In the development, the sub-sections must have Arabic numerals, being freely titled and divided by the author, seeking to maintain internal coherence of both discourse and theme.

Citation and reference standards

Appointments: The appointment will be made taking into account the standards of the **American Psychological Association (APA) in its 7th. updated edition** and applying the guidelines established in this section. In the text, the author-date and page number modality are used in the case of textual citations.

Textual citation: the author's words are reproduced exactly. If the citation is up to 40 words, it is incorporated into the text between double quotes, without italics. *Examples:*

1. Author last name (year) states that "text of citation" (page).

According to the results, Almarza (2020) states that "text of the citation" (p. 5).

2. "text of the citation" (author's last name, year, page).

"social classes are distinguished..." (Almarza, 2020, p. 3).

If the citation has more than 40 words, it is written separately from the text, in a block, indented 1 cm from the left margin, without quotation marks, without italics and with single spacing. At the end of the citation, the period is placed, followed by the author's last name, year and page number, in parentheses. *Examples:*

Consequently,

Citation text. (González, 2012, p. 4)

In the case of the narrative textual citation,

For his part, Alfonso (2012) states that

Citation text. (p.6)

Paraphrase-type citation: when the author's ideas are told, summarized or reorganized in their own words. *Examples:*

Interpreting the results, it could be stated, according to García (2021), that....

Interpreting the results, it could be stated that the growth rate.... (García, 2021).

Number of authors in the citations: in the case of the same author with works published in the same year, the following format is followed (García, 2008a, p. 12) or García (2008b, p. 24). If there are two or three authors, only the first surname of each one will be included, for example: According to Reyes and Díaz (2008, p. 90) or (Reyes, García and Díaz, 2008, p. 90). If there are more than three authors (García et al., 2022). Following the same criteria explained above for textual citations and paraphrases.

The *secondary appointments* They are used when a main source is referred to in the text. It can be cited in two ways:

In parentheses: (Original author's last name, date, as cited in Secondary author's last name, date)

Example: (Abreu, 2002, as cited in Romero, 2012)

In narrative form: Original author's last name (date, as cited in Secondary author's last name, date)

Example: Abreu (2002, as cited in Romero, 2012) states that not all narrative documents are easily accessible.

Citations of unpublished or printed works, as well as references to private communications and documents of limited dissemination, should be avoided, as far as possible, unless strictly necessary. In the case of documentary, electronic or other sources that, due to their nature, are unfeasible or complex for the adoption of the aforementioned author - date, you can resort to the one cited in the footer. In more specific cases, consult **APA standards in its 7th edition**.

In the case of documents in archives, authors can resort to the use of footnotes or **APA standards** to reference their content, as long as they maintain consistency in the citing style throughout the work. Regardless of the citing method for documents in archives.

References: Sources cited in the document must appear in the reference list and each entry in the reference list must have been cited in the text. References should go at the end of the article; they will be made taking into account the standards of the **American Psychological Association (APA) in its 7th. updated edition** and applying the guidelines established in this section. These may be bibliographic, newspaper, documentary, electronic, oral and others that have been used. They have four basic elements: author, publication date, title of the work and recovery source. They must be single-spaced with a French

Instrucciones para los autores

Instructions for authors

indentation of 1cm, with a spacing of 6 pts spaces between referenced works. The order of references is alphabetical by last name.

The different works by the same author will be organized chronologically, in ascending order and, if there are two or more works by the same author and year, the strict alphabetical order by title will be maintained. The authors are responsible for the fidelity of the references. If an author is cited more than once, the traditional line that replaced the surnames and names of the author or authors is not placed. This is explained because the electronic search engines of institutional repositories read words and the line does not have any alphabetical meaning.

The **APA version 7 standards** allow referencing up to 20 and more than 20 authors. In the case of up to 20 authors, the penultimate is separated from the last with the letter "y". In the case of more than 20 authors, the first 19 are written, then ellipses, followed by the last author of the work. The examples presented below correspond to the **APA-2023 standards**.

Books

Last name, initial of the author's name (year). *Title of the work*. Publishing house or entity [should not have the word "publishing" unless it is part of the name of the publishing institution].

Example of a book with an author:

Vera, M. (2013). *Republican educational project and public instruction in Maracaibo (1830-1850)*. UNERMB Editorial Fund.

Briceño-Iragorry, M. (1997). *Message without destination*. Monte Ávila Editores.

Example of a book with two authors:

Acosta, N. and Arenas, O. (1999). *Latin America in the World*. Ediluz.

Example of a book with more than three authors:

González, P. et al. (1999). *Innovation is a topic to discuss in undeveloped countries*. Kopena.

Example of a book obtained from the web:

Royal Spanish Academy (2011). *New grammar of the Spanish language. Manual*. Espasa.
<http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/psicologia/article/view/27899/43273>

Book chapters or part of a compilation

Last name, initial of the author's name (year). Chapter or section title. *Book title* (pages). House or publishing entity.

Book chapter example:

Abric, J. (2001). Social representations: theoretical aspects. *Social practices and representations* (25-41). Coyoacán Editions.

Article in refereed journal

Last name, initial of the author's name (year). Article title. *Name of the Journal*, volume or year, number.

Example of articles in a printed refereed Journal:

García J. and Colina, A. (2013). Cognitive maps: teaching-learning strategy in the social sciences. *Perspectives: Journal of History, Geography, Art and Culture*, Year 1 No. 1.

Example of an article in a peer-reviewed journal with DOI (Digital Object Identifier):

Ramírez, L. (2015). The cultivation of Venezuelan cocoa from Maruma. *Caribbean History*. Vol. 10, No. 27.
<https://doi.org/10.15648/hc.27.2015.3>

Example of an article in a peer-reviewed online journal without DOI:

Castillo, L. and Borregales, Y. (2015). Beyond the parchment: historical painting and political caricature in the Venezuelan historiographic study. *Historical Processes*. No. 027, Year XIV.
<http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/39640/1/articulo6.pdf>

Unpublished degree works/thesis

Last name, initial of the author's name (year). *Job title*. (Degree work/master's thesis/doctoral thesis). Institution, Place.

Example of degree work/unpublished thesis:

Lozano, E. (1999). *Marketing cases in Colombian companies*. (Degree Work). Pontifical Javeriana University, Bogotá, Colombia.

Example of unpublished degree work/thesis online:

Loaiza, M. (2015). *Marketing and advertising cases in Ecuadorian companies*. (Master's Thesis).

Instrucciones para los autores

Instructions for authors

Works presented at scientific events and/or conferences

Last name, initial of the author's name (month, year). *Job title*. Paper presented at <conference name> of <organizing institution>, location.

Example of works presented at scientific events and/or conferences:

García, J. and Durán, W. (May, 2013). *Communal empowerment and risk management in communal spaces on the Eastern Coast of Lake Maracaibo. Challenges and proposals*. Work presented at the Natural Risks and Education Conference of the Faculty of Humanities and Education of the University of Zulia, Maracaibo, Venezuela.

Newspaper article

Last name, initial of the author's name (year, month and day). Article title. *Newspaper title*, page.

Example of a newspaper article:

Soto, A. (2015, September, 23). NLP achieves behavioral changes in 20 minutes. *Final Version*, p. 14.

Online newspaper article example:

Chirinos, P. (2015, September, 22). Walk for a healthy heart. *The truth*. <http://www.laVerdad.com/zulia/105830-caminata-por-un-corazon-sano.html>

Constitutions

Title of the constitution [Const.]. (date of promulgation). ed number Editorial.

Constitution example:

Constitution of the Bolivarian Republic of Venezuela [Const.]. (1999). 3rd Edition. Bookplate.

Laws

Body that decrees it. (day, month and year). *Title of the law*. DO or GO: [Official newspaper or Gazette where it is found]

Example of laws:

National Assembly of the Bolivarian Republic of Venezuela. (August 15, 2009). *Organic Law of Education*. Official Gazette No. 5,929 Extraordinary.

Documents on file

File name. *Section where it is located*. Book or volume. File, Title or subject of the document. Folio(s).

Example of documents on file:

General Archive of the Indies. *Caracas Hearing*. Coastal aid. File 943. No. 267. Report from the general accounting office favorable to a request from the Poor Clares of the Convent of Mérida in Maracaibo in the sense that they be given what was necessary to make repairs from the plunderings of Bishop Ramos de Lora. Madrid, March 31, 1796. ff. 1r-2v.

Interviews

Name of the interviewee, carried out on the day, month, year in (Place).

Example of interviews:

Humberto Chirinos, held on February 7, 2016 in the Punto Fijo neighborhood (Cabimas, Venezuela).

Internet pages

Last name, initial of the author's name (year). Entry title.

Example of Internet page:

Ministry of Popular Power for Education (2014). Bicentennial Collection. http://www.me.gob.ve/sistemas/coleccion_bicentenario/index.php

Blog post

Last name, initial of the author's name (year). Post title. [Blog entry].

Blog post example:

Moreno, D. (2014). "Distributions based on Debian GNU/Linux" cheat book. [Professor Duglas Moreno 's website]. <http://blogs.unellez.edu.ve/duglasmoreno/archives/85>

Podcast

Last name, initial of the producer's name. (day, month and year). *Post title* [Audio in podcast].

Instrucciones para los autores

Instructions for authors

Podcast Example:

Leto, J. (2015, January 18). "Las Moscas" by Horacio Quiroga in *Noviembre Nocturno* [Audio in podcast]. http://www.ivoox.com/las-moscashoracio-quiroya-audiosmp3_rf_3967422_1.html

Movie

Last name, initial of the producer's first name and last name, initial of the first name (director) (year). *Movie title* [Film]. Country of origin: Studio.

Movie example:

Jácome, M. (Producer) and Arvelo, C. (Director) (2007). *Cyrano Fernandez* [Film]. Venezuela: Indigo Media.

Song

Last name, first initial of the writer (copyright year). *Song title*. [Song]. Place: Record label.

Audio example:

Juanes. (2013). *The black shirt* [Song]. Universal Music Latino

Image (photography, painting)

Last name, initial of the artist's name (Place, year). Title of the work [Format]. Place: Place where it is exposed.

Image example:

Kahlo, F. (1944). *The Broken Column* [Painting]. Mexico: Dolores Olmedo Patiño Museum.

Image or video online

Last name, first initial (year). *Title or name of the image or video* [Video/Image File].

Online video example:

Santos, D. (2012). *Ecological apocalypse* [Video file]. <https://www.youtube.com/watch?v=JzAektg101M>

Twitter

Last name, first initial [@Twitter User] (Year, month, day). Content of the Tweet [Tweet].

Twitter example:

Santo-Domingo, J. [@Teatromayor] (2015, January, 19). Vangelis, composer of the original scores for Blade Runner and Chariots of Fire, is the author of the music for Paisajes <http://bit.ly/luzcasalenvivo> [Tweet]. <https://twitter.com/teatromayor/status/557272037258186752>

Facebook

Last name, first initial [Facebook user] (year, month, day). *Content of the post* [Facebook status] from Url.

Facebook example:

Hawking, S. [Stephenhawking] (2014, December, 19). *Errol Morris' A Brief History of Time is a very respectful documentary, but upon a viewing last night, I discovered something profound and warming. The real star of the film is my personal mother* [Facebook Status] from <https://www.facebook.com/stephenhawking/posts/749460128474420>

Annexes: Annexes constitute complementary elements of the text that the reader refers to a part of the work or outside of it, with the purpose of illustrating the ideas presented in the text, expanding or clarifying or complementing what is expressed therein. The annexes are counted as part of the number of pages of the document.

In the case of figures and tables, the author may accompany the original with the illustrations he deems necessary. Photographs and illustrations must be sent in .jpg with a minimum of 300 dpi resolution. Captions or captions should not be part of the images therefore; they should be indicated separately. The annexes must be numbered (Image 1, Illustration 2, among others) and outlined within the text (See illustration x). The background of graphs, tables and charts must be white. It is the author's responsibility to obtain and deliver to the Journal permission for the publication of images that require it. Although color annexes are allowed, it should be taken into account that the physical Journal is printed in gray scale; while the electronic version appears in color.

Observations regarding writing and style

- Subdivisions in the body of the text (chapters, subchapters, among others) must have Arabic numbering, except for the introduction and conclusion, which are not numbered. The subchapters will be outlined in decimals (1.1, 1.2, 5.6,) while the subdivisions of the latter must be presented in consecutive letters (a, b, c, d, successively).
- Latin terms, foreign words, as well as titles of scientific, artistic and literary works must appear in italics or italics.

Instrucciones para los autores

Instructions for authors

- c. The first time an abbreviation is used, it must be placed in parentheses after the complete formula; successively, only the abbreviation will be used.
- d. The beginning of each paragraph is indented 1 cm. The separation between paragraphs will be subsequently spaced at 6 points.
- e. Footnotes must appear in arabic numerals.
- f. Although the use of footnotes is permitted, they will have an explanatory and expanding nature (if warranted) of the ideas raised in the work. The use of footers for citation or reference data will not be accepted, except for references to documents in files.
- g. Charts, graphs, illustrations, photographs, maps and similar must be referenced and explained in the text. They must also be titled, numbered and identified sequentially and accompanied by their respective image captions and source(s), as follows: Source: Last name(s), year. Ex.: Source: Márquez, 2012.
- h. Charts, tables, graphs, illustrations and the like must preferably be of your own creation (unless the work presented involves the analysis of annexes of external authorship). Their insertion must be fully justified and strictly related to the theme and/or aspects discussed in the work presented.

For more details regarding the application of APA norms, see: <https://normas-apa.org/>



PetroRenova



Instituto Universitario Politécnico
"SANTIAGO MARIÑO"

PetroRenova

REVISTA CIENTÍFICA DE LA ENERGÍA

INDEXED

Esta revista electrónica es publicada en formato digital.
Editada por Petróleos & Renovables S.A., en alianza con
el Instituto Universitario Politécnico Santiago Mariño

