

# REVISTA AICHE - PERÚ

Acompáñanos a ver nuestras actividades a lo largo del primer semestre del año





# CONTENIDO

■ 01	<b>Bienvenida</b> ..... 03 Presentación AIChE Sección Perú
■ 02	<b>Resumen de actividades</b> ..... 04 Ponencias Enero-Junio
■ 03	<b>Espacio Publicitario</b> ..... 10 PROCESA 2024, 6th AIChE Latin America Student Regional Conference Talleres Exclusivos del Procesa 2024
■ 04	<b>Entrevistas</b> ..... 12 "Liderazgo en la Ingeniería Química: Entrevista Exclusiva con Víctor Fernández" "Empleabilidad en la Ingeniería Química: Entrevista con Rodrigo Higinio de Michael Page"
■ 05	<b>Actividades de los Students Chapters</b> ..... 16 Conociendo AIChE UNSA Conociendo AIChE UNI
■ 06	<b>Noticias Nacionales e Internacionales</b> ..... 17 Conoce los beneficios de ser parte de AIChE PERÚ
■ 07	<b>Artículos académicos</b> ..... 18 Misión tecnológica Alemania 2024 – AIChE Sección Perú. Integridad de Activos y la Determinación de las Tareas ITPM Importancia de las Limpiezas Químicas en Membranas Biometano Licuado para Motores Diesel La importancia de la Optimización Bajo Incertidumbre en la ingeniería de Procesos un Enfoque Integral
■ 08	<b>Agradecimientos</b> ..... 33 Editores revista "AIChE Sección Perú"

# Bienvenida

## AIChE Sección Perú

AIChE Sección Perú, es una organización sin fines de lucro creada en julio del 2020, parte del Instituto Americano de Ingenieros Químicos Global, que te brinda recursos y la experiencia que necesitas para crecer profesional y personalmente, para ampliar tus oportunidades de desarrollo profesional y liderazgo.

La junta directiva actual tiene el propósito de consolidar una comunidad conformada por profesionales de la industria, la academia, y el gobierno para empoderarnos unos a otros colectivamente hacia la excelencia en ingeniería química encontrando las soluciones globales a los desafíos de la ingeniería en el Perú y educando a la siguiente generación de ingenieros líderes que utilizando tecnologías transformacionales conviertan los recursos naturales del país haciendo un mundo de bien.

Estamos enmarcados en las prioridades estratégicas de la organización buscando expandir la asociación y colaboración en capacitación y desarrollo profesional, y mejorando el compromiso bajo el principio de que todos aquellos que deseen formar parte de la comunidad de ingeniería química deben tener las mismas oportunidades de alcanzar el éxito y el progreso, en un entorno caracterizado por la inclusión, la diversidad, la equidad, el antirracismo y el aprendizaje. Como resultado tenemos en trámite un convenio con el Colegio de Ingenieros del Perú y un primer contacto con el sector empresarial del país para fortalecer su competitividad.

Creemos rotundamente que los ingenieros químicos son vitales para el futuro de la sociedad para enfrentar los desafíos del desarrollo sostenible y adaptar la sociedad humana hacia la sostenibilidad. Los invitamos cordialmente a ser parte de nuestra comunidad.

La Junta Directiva  
AIChE Sección Perú

# RESUMEN DE ACTIVIDADES

## ENERO

### 1. CICLO DE PONENCIAS: SEMANA DE LA INGENIERÍA QUÍMICA

La importancia de la Ingeniería Química radica en su capacidad para innovar y mejorar la calidad de vida mediante soluciones sostenibles y eficientes en una amplia gama de industrias. En ese sentido, AIChE Perú desarrollo: "SEMANA DE LA INGENIERÍA QUÍMICA 2024 - AIChE" del 22 al 27 de Enero abordando ejes temáticos de Seguridad de Procesos, Transición Energética, Sostenibilidad, Innovación tecnológica, Modelamiento y simulación. El evento tuvo alcance a profesionales Senior, Junior, jóvenes profesionales, egresados y estudiantes (Student Chapter) a nivel nacional.

La ingeniería química es una amalgama única de química, física, matemáticas y biología, aplicada a la solución de problemas reales. Nuestra especialidad es la transformación de materias primas en productos útiles, desde medicamentos que salvan vidas hasta materiales innovadores y soluciones sostenibles.

Durante la Semana de la Ingeniería Química, celebramos no solo los logros individuales y colectivos de nuestros profesionales, sino también el papel fundamental que desempeñamos en resolver algunos de los desafíos más urgentes del planeta. Este es un espacio para compartir investigaciones innovadoras, discutir avances tecnológicos y fomentar el desarrollo profesional continuo. La dedicación a la excelencia en nuestra disciplina se refleja en cada conferencia, taller y actividad que realizamos.

Es particularmente emocionante ver cómo la próxima generación de ingenieros químicos está emergiendo con una visión fresca y audaz. Estos jóvenes profesionales aportan nuevas perspectivas y habilidades que impulsan aún más la capacidad de nuestra disciplina para abordar cuestiones globales como el cambio climático, la eficiencia energética y la gestión de recursos. Su entusiasmo y compromiso son testimonio de la vitalidad y el dinamismo de nuestra profesión.



**SEMANA DE LA INGENIERÍA QUÍMICA 2024**

- ENE 22** Modelación de simulación y aplicación de procesos de Flujos & E<sub>P</sub> P.M. Ing. Santiago Torres 18:00h - 19:00h
- ENE 22** Desafíos en los procesos de implementación de PSM Ing. Diana González Torres 18:00h - 19:00h
- ENE 22** Avances y perspectivas para aumentar la eficiencia energética en el sector de la energía P. Juan Carlos Rodríguez Rojas 18:00h - 19:00h
- ENE 22** Estrategias de optimización para procesos industriales: mejores prácticas industriales que generan valor Ing. Ing. Pablo Iván Salazar López 18:00h - 19:00h
- ENE 22** Análisis de la integración del valor agregado en operaciones de planta Ing. Rodolfo Roque Pérez Alvarado 18:00h - 19:00h

AICHe #SemanaIQ2024

**SEMANA DE LA INGENIERÍA QUÍMICA 2024**

- ENE 23** Uso de células fotovoltaicas para la producción de hidrógeno P.M. Ing. Iván Huérfano 18:00h - 19:00h
- ENE 23** Emprender las líneas más verdes en la planta Ing. Diana González Torres 18:00h - 19:00h
- ENE 23** Operación de procesos en plantas de procesamiento de agua Ing. Luis Torres Albaladejo 18:00h - 19:00h
- ENE 23** Proyectos de Ingeniería en procesos de minería Ing. Jack Zambrano Ortiz 18:00h - 19:00h

AICHe #SemanaIQ2024

**SEMANA DE LA INGENIERÍA QUÍMICA 2024**

- ENE 24** El modelo SAFT y los equilibrios de fases Ing. Wilson Edgar Torres Huayra 18:00h - 19:00h
- ENE 24** Simulación del proceso de deshidratación del gas natural con FGD utilizando herramientas de simulación P. Pedro Wilson Carrero Delgado 18:00h - 19:00h
- ENE 24** Implementación de sistemas digitales: Case Ing. Frank Quiroz 18:00h - 19:00h
- ENE 24** El papel del algoritmo en la optimización de procesos de separación por destilación en un proceso de producción de productos químicos P.M. Ing. Daniel Contreras Yanez 18:00h - 19:00h

AICHe #SemanaIQ2024

**SEMANA DE LA INGENIERÍA QUÍMICA 2024**

- ENE 25** Nuevos procesos en la refinación de azúcar Ing. María Solís Cruz 18:00h - 19:00h
- ENE 25** Evento interactivo en la Ingeniería Química Ing. Boris Colón Barrios 18:00h - 19:00h
- ENE 25** Implementación de los estándares Industriales para Living y CSR Ing. Rely Contreras 18:00h - 19:00h
- ENE 25** Tecnología de empaques sostenibles y reciclados Ing. Alan Carlos Palma 18:00h - 19:00h

AICHe #SemanaIQ2024

**SEMANA DE LA INGENIERÍA QUÍMICA 2024**

- ENE 26** AICHE K12 18:00h - 19:00h
- ENE 26** Chem-E Amparty AICHE Perú Local Section 18:00h - 19:00h
- ENE 26** Identificación y clasificación de riesgos de seguridad y salud ocupacional en procesos de producción Ing. Ing. Rodrigo Torres 18:00h - 19:00h
- ENE 26** Gestión de seguridad de procesos para una planta de procesamiento de azúcar Ing. Verónica Torres 18:00h - 19:00h

AICHe #SemanaIQ2024

**SEMANA DE LA INGENIERÍA QUÍMICA 2024**

- ENE 27** Simulación AICHE Perú Local Section 18:00h - 19:00h
- ENE 27** Transporte de carbono neutral con BtDFE Ing. Alan Contreras Paredes 18:00h - 19:00h
- ENE 27** Industria 4.0: El rol del ingeniero químico en la nueva era Ing. Alexander Hincapié 18:00h - 19:00h
- ENE 27** Estudios cinéticos de reacciones en plantas de procesamiento Ing. Miguel Torres 18:00h - 19:00h
- ENE 27** Programa de un curso modular para entender los procesos Ing. Daniel Huérfano 18:00h - 19:00h

AICHe #SemanaIQ2024



# RESUMEN DE ACTIVIDADES

## ENERO



22 ENERO

**PONENCIA**

*Modelamiento, simulación y optimización de procesos en Promax 6.0. Caso de un tren de compresores*

**Ph.D. Ing. Francisco Tarazona**

Ph.D. en Ingeniería Química por Texas A&M University (EEUU), Ingeniero Químico por la UNI y colegiado en el CIP. Director del Departamento de Ingeniería Química, profesor a tiempo completo, investigador en el área de ingeniería de procesos y materiales, coordinador de la cátedra Químico-UTEQ, asesor de la rama estudiantil AICHe-UTEQ, egresado de la promoción 2014-II de Ingeniería Química de la UNI y recipiente al premio a mejor docente UTEQ 2019.

15:00 H

**SEMANA DE LA INGENIERÍA QUÍMICA**

### MODELAMIENTO, SIMULACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS EN PROMAX 6.0 CASO DE UN TREN DE COMPRESORES

La simulación en PROMAX 6.0 proporciona insights detallados sobre el rendimiento y la eficiencia de los sistemas de compresión, optimizando así el consumo de energía, los costos operativos y la capacidad de producción. Además, capacita al ingeniero para identificar y mitigar riesgos operativos, mejorar la seguridad y cumplir con los estándares ambientales, asegurando un diseño robusto y económico del proceso. En resumen, el dominio de estas herramientas es esencial para garantizar la eficiencia, sostenibilidad y competitividad en la industria química moderna.

### DESAFIOS EN LOS PROCESOS DE IMPLEMENTACIÓN DE PSM

La implementación de Sistemas de Gestión de Seguridad de Procesos (PSM) presenta desafíos complejos para los ingenieros químicos. Entre ellos se destacan la integración cultural en la organización, la gestión de cambios tecnológicos, el cumplimiento normativo global y local, y la gestión efectiva de riesgos. Estos aspectos son fundamentales para garantizar la seguridad operativa, prevenir incidentes y promover prácticas sostenibles en la industria química, enfocándose en la protección del personal, del medio ambiente y de los activos de la empresa.



22 ENERO

**PONENCIA**

*Desafíos en los procesos de implementación de PSM*

**Ing. Diana Granados Teran**

Ingeniera Química especializada en Medio Ambiente y Seguridad, certificada como Persona Competente por Capital Safety y Auditor Líder en Sistemas de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional. Líder de QHSE, una empresa dedicada a proporcionar soluciones integrales y efectivas en seguridad de procesos, salud, seguridad laboral, ambiente y calidad (QHSE) para organizaciones comprometidas con la excelencia.

16:00 H

**SEMANA DE LA INGENIERÍA QUÍMICA**

### PROCESOS HIDROMETALÚRGICOS PARA AUMENTAR LA SOSTENIBILIDAD EN LA MINERÍA ARTESANAL DE ORO ALUVIAL

Los procesos hidrometalúrgicos ofrecen una vía crucial para mejorar la sostenibilidad en la minería artesanal de oro aluvial. Estos métodos permiten el tratamiento del mineral con soluciones acuosas que reducen el uso de productos químicos nocivos y minimizan la contaminación ambiental. Además, facilitan la recuperación eficiente del oro y otros metales preciosos, maximizando así el rendimiento económico de los mineros artesanales. La implementación de tecnologías como la lixiviación en pilas o en tanques y la extracción con resinas, adaptadas a pequeña escala, promueve prácticas más seguras y responsables, asegurando un impacto ambiental reducido y un beneficio socioeconómico sostenible para las comunidades mineras.



22 ENERO

**PONENCIA**

*Procesos hidrometalúrgicos para aumentar la sostenibilidad en la minería artesanal de oro aluvial*

**Dr. Juan Carlos Rodríguez Reyes**

Director del Centro de Investigación y Conservación del Patrimonio y Profesor del Departamento de Ingeniería Química, ambos cargos de la Universidad de Ingeniería y Tecnología - UTEQ (Perú). Químico que utiliza su formación en ciencia de materiales y superficies para resolver problemas de hidrometalurgia, nanomateriales y neutralización de residuos. Ha recibido diversas distinciones y premios tanto en el Perú como en el extranjero.

17:00 H

**SEMANA DE LA INGENIERÍA QUÍMICA**

# RESUMEN DE ACTIVIDADES

## ENERO

### ESTRATEGIAS BIO - ELECTROQUÍMICAS PARA EMPLAZAMIENTOS MINEROS METÁLICOS ABANDONADOS

Las estrategias bio-electroquímicas combinan procesos biológicos y electroquímicos para tratar eficazmente la contaminación generada por estos sitios, caracterizada por metales pesados y otras sustancias tóxicas. Mediante el uso de bacterias y microorganismos que pueden metabolizar y precipitar los metales, junto con técnicas electroquímicas como la electrocoagulación y la electrooxidación, se logra estabilizar y reducir la movilidad de contaminantes en suelos y aguas subterráneas. Estas estrategias no solo ayudan a mitigar el impacto ambiental y los riesgos para la salud pública, sino que también pueden recuperar metales valiosos de manera sostenible, promoviendo la revitalización de áreas afectadas y la restauración de ecosistemas dañados por actividades mineras pasadas.

**22 ENERO**

**PONENCIA**

*Estrategias Bio-electroquímicas para Emplazamientos Mineros Metálicos Abandonados*

**Mg. Ing. Pedro Bohorquez Allaga**

Ingeniero Sanitario por la UNSA, Ingeniero Civil por la UCSM, Magister en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos por la Universidad de Castilla La Mancha - España, MBA en Gerencia de Proyectos de Inversión por la UNSA. Con más de 9 años de experiencia en el campo del diseño de instalaciones sanitarias, tratamiento de aguas y saneamiento humano.

18:00 H

**SEMANA DE LA INGENIERÍA QUÍMICA**

### ANÁLISIS DE COMPRESIÓN DE LA IMPORTANCIA DE CALOR APROVECHADO EN OPERACIÓN DE SECADO SOLAR

El análisis de la importancia del calor aprovechado en la operación de secado solar revela beneficios significativos para diversos sectores industriales y agrícolas. Aprovechar eficientemente la energía solar para el secado no solo reduce los costos operativos y la dependencia de combustibles fósiles, sino que también minimiza las emisiones de carbono. Este enfoque sostenible no solo mejora la calidad y la conservación de productos agrícolas, sino que también potencia el desarrollo económico local al promover tecnologías accesibles y eficaces para comunidades rurales.

**22 ENERO**

**PONENCIA**

*Análisis de comprensión de la importancia de calor aprovechado en operación de secado solar*

**Mg. Ing. Rodolfo Perez Mendez**

Ingeniero Químico con Maestría en Docencia Universitaria e investigación pedagógica. Gerente General de FAGSOL S.A.C. empresa consultora en proyectos industriales y mineros. Experiencia en asesoría e implementación de líneas productivas en la industria minera, galvánica, industria de extracción de aceites esenciales, e implementación de secadores solares. Docente investigador en la escuela profesional de Ingeniería química en la UNSA.

19:30 H

**SEMANA DE LA INGENIERÍA QUÍMICA**

### PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO VÍAS CICLOS TERMOQUÍMICOS: GANANCIA ENERGÉTICA Y EFICIENCIA TÉRMICA

La producción de hidrógeno a través de ciclos termoquímicos ofrece una ganancia energética significativa y una alta eficiencia térmica. Estos procesos utilizan reacciones químicas con calor como fuente principal de energía, permitiendo la conversión eficiente de energía solar concentrada, nuclear o de otras fuentes renovables. Al optimizar la eficiencia térmica y minimizar las pérdidas de energía durante la producción y el almacenamiento, estos métodos pueden ofrecer una alternativa robusta y sostenible para la generación de hidrógeno, clave para la transición hacia una economía baja en carbono y la integración de energías renovables en el sector energético.

**23 ENERO**

**CONFERENCIA**

*Producción de hidrógeno vía ciclos termoquímicos: Ganancia energética y eficiencia térmica*

**Ing. Ivan Machin**

Especialista en Termodinámica, Cinética Química y Química Computacional. Con experiencia en optimización de procesos siderúrgicos y en la industria petrolera. Actualmente es asesor de la empresa D2D para el desarrollo de procesos para la optimización de la extracción minera de litio.

15:00 H

**SEMANA DE LA INGENIERÍA QUÍMICA**



# RESUMEN DE ACTIVIDADES

## ENERO

### EMPRENDER: LOS LÍMITES SOLO ESTÁN EN TU MENTE



**AICHe**  
PERU LOCAL SECTION

23 ENERO

**PONENCIA**

**Emprender: Los límites sólo están en tu mente**

Ing. Diana Granados Teran

Ingeniera Química especializada en Medio Ambiente y Seguridad, certificada como Persona Competente por Capital Safety y Auditor Líder en Sistemas de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional. Líder de QHSE, una empresa dedicada a proporcionar soluciones integrales y efectivas en seguridad de procesos, salud, seguridad laboral, ambiente y calidad (QHSE) para organizaciones comprometidas con la excelencia.

16:30 H

SEMANA DE LA INGENIERÍA QUÍMICA

Emprender: "Los límites solo están en tu mente" es más que una frase inspiradora; encapsula la mentalidad crucial para aquellos que se aventuran en el mundo empresarial. Al abrazar esta filosofía, los emprendedores pueden superar obstáculos con creatividad y determinación, transformando desafíos en oportunidades. Este enfoque empodera a los individuos a explorar nuevas ideas, innovar sin miedo al fracaso y persistir frente a la adversidad. Es un recordatorio poderoso de que el éxito empresarial no solo se basa en habilidades técnicas, sino también en una mentalidad resiliente y visionaria que trasciende las barreras autoimpuestas.

### INGENIERÍA DE PROCESOS EN PLANTAS DE PROCESAMIENTO DE GAS NATURAL

La ingeniería de procesos en plantas de procesamiento de gas natural desempeña un papel crucial en la optimización de la producción y el cumplimiento de estándares ambientales. Este campo implica diseñar y gestionar sistemas complejos para la separación y purificación de gases, maximizando la eficiencia energética y minimizando las emisiones. Con tecnologías avanzadas como la destilación criogénica y los procesos de adsorción, los ingenieros químicos pueden asegurar operaciones seguras y rentables, garantizando la calidad del producto final y la protección del medio ambiente.



**AICHe**  
PERU LOCAL SECTION

23 ENERO

**CONFERENCIA**

**Ingeniería de Procesos en Plantas de Procesamiento de Gas Natural**

MSc. Ing. Luis Torres Melchor

Ingeniero senior de procesos, experto en Aspen HYSYS, con experiencia en todo el ciclo de vida de los activos de gas, petróleo crudo y energía, durante el desarrollo conceptual, diseño, construcción, eliminación de cuellos de botella y operaciones.

18:00 H

SEMANA DE LA INGENIERÍA QUÍMICA

### EL MODELO SAFT Y LOS EQUILIBRIOS DE FASES

El modelo SAFT (Statistical Associating Fluid Theory) y los equilibrios de fases juegan un papel fundamental en la ingeniería química y de procesos. Este modelo teórico avanzado permite predecir con precisión el comportamiento de mezclas complejas, considerando interacciones moleculares y estructurales a nivel molecular. Es particularmente útil en el diseño y la optimización de procesos donde es crucial entender cómo las diferentes fases (líquido, vapor, sólido) interactúan y se comportan bajo condiciones específicas de temperatura, presión y composición. La aplicación del modelo SAFT facilita la simulación y el diseño de procesos industriales como la separación de mezclas, la síntesis de productos químicos y el diseño de equipos, asegurando eficiencia y precisión en la ingeniería de procesos.



**AICHe**  
PERU LOCAL SECTION

24 ENERO

**CONFERENCIA**

**"El modelo SAFT y los equilibrios de fases"**

Ing. William Edgar Torres Huayta

Ingeniero Químico y docente universitario del Departamento Académico de Química e Ingeniería Química de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, dedicado al estudio del modelamiento y simulación de procesos químicos.

15:00 H

SEMANA DE LA INGENIERÍA QUÍMICA

# RESUMEN DE ACTIVIDADES

## ENERO

### SIMULACIÓN DEL PROCESO DE DESHIDRATACIÓN DEL GAS NATURAL CON TRIETILENGLICOL (TEG), UTILIZANDO NUEVOS PARÁMETROS DE INTERACCIÓN PRIMARIA

**AICHE**  
PERÚ LOCAL SECTION

24 ENERO

**CONFERENCIA**  
"Simulación del proceso de deshidratación del gas natural con trietilenglicol (TEG) utilizando nuevos parámetros de interacción binaria"

Ing. Pedro Nolazco Cornejo Del Carpio

Doctor en Ingeniería de Procesos graduado de la UNSA y Doctor en Ingeniería Química de la UNMSM con más de 6 años de experiencia profesional en el área de la minería y 41 años de experiencia como docente principal de la UNBG entre otras universidades del Perú.

16:30 H

SEMANA DE LA INGENIERÍA QUÍMICA

La simulación del proceso de deshidratación del gas natural con trietilenglicol (TEG), utilizando nuevos parámetros de interacción primaria, es crucial para optimizar la eficiencia y la economía del proceso. Estos parámetros de interacción primaria, derivados de estudios experimentales y modelos teóricos avanzados, permiten una descripción más precisa de cómo el TEG interactúa con el agua y otros componentes del gas natural. Esto facilita la simulación de condiciones operativas variadas y la predicción de propiedades termodinámicas clave como la capacidad de absorción de agua y la estabilidad del proceso de deshidratación. La implementación de estos nuevos parámetros en herramientas de simulación proporciona a los ingenieros químicos herramientas más robustas para diseñar y operar sistemas de deshidratación de gas natural de manera eficiente y confiable.

### EMPRENDIMIENTO EN REVISTAS DIGITALES: CASO REVISTA ENERGÍA ANDINA

El emprendimiento en revistas digitales, como el caso de la Revista Energía Andina, representa una oportunidad dinámica en el ámbito editorial. Estas plataformas no solo ofrecen un canal versátil para la difusión de conocimientos especializados en energía y recursos naturales, sino que también permiten la colaboración global y la interacción directa con audiencias diversas. El modelo digital facilita la adaptación ágil a las tendencias del mercado y a las necesidades de información actualizadas, promoviendo así la innovación en la cobertura editorial y en la experiencia del usuario. El emprendimiento en este campo requiere visión estratégica, capacidad de adaptación tecnológica y un compromiso constante con la calidad y la relevancia del contenido, elementos esenciales para alcanzar el éxito sostenido en la era digital.

**AICHE**  
PERÚ LOCAL SECTION

24 ENERO

**CONFERENCIA**  
Emprendimiento en revistas digitales: Caso Revista Energía Andina

Ing. Frank Oscanoa Curillo

Ingeniero Petroquímico egresado de la Universidad Nacional de Ingeniería, con experiencia en el sector energético y de combustibles, siendo el actual director de Energía Andina, medio especializado en el sector energético minero, teniendo presencia local y regional.

18:00 H

SEMANA DE LA INGENIERÍA QUÍMICA

### EL PAPEL DEL DISOLVENTE EN LA NUCLEACIÓN DE CRISTALES

**AICHE**  
PERÚ LOCAL SECTION

24 ENERO

**CONFERENCIA**  
"El papel del disolvente en la nucleación de cristales a partir de una solución en el proceso de fabricación farmacéutica"

Ing. Ernesto Daniel Cárdenas Vásquez

Ingeniero Químico egresado de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo con Ph.D. en Ingeniería Química y Biomolecular. Investigador postdoctoral e instructor en la Escuela de Ingeniería de la Universidad de Chapman, en Orange-California EEUU.

19:30 H

SEMANA DE LA INGENIERÍA QUÍMICA

La simulación del proceso de deshidratación del gas natural con trietilenglicol (TEG), utilizando nuevos parámetros de interacción primaria, es crucial para optimizar la eficiencia y la economía del proceso. Estos parámetros de interacción primaria, derivados de estudios experimentales y modelos teóricos avanzados, permiten una descripción más precisa de cómo el TEG interactúa con el agua y otros componentes del gas natural. Esto facilita la simulación de condiciones operativas variadas y la predicción de propiedades termodinámicas clave como la capacidad de absorción de agua y la estabilidad del proceso de deshidratación. La implementación de estos nuevos parámetros en herramientas de simulación proporciona a los ingenieros químicos herramientas más robustas para diseñar y operar sistemas de deshidratación de gas natural de manera eficiente y confiable.



# RESUMEN DE ACTIVIDADES

## MAYO

### 1. CONVERSATORIO: MODELAMIENTO Y MACHINE LEARNING APLICADO A LA INDUSTRIA DE HIDROCARBUROS

El Machine Learning (ML) se ha convertido en una herramienta fundamental en diversas industrias, y la de hidrocarburos no es la excepción. Gracias a esto, se pueden analizar grandes volúmenes de datos para optimizar la exploración, producción y gestión de recursos. Esto no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también permite predecir y prevenir fallos, reducir costos y minimizar el impacto ambiental. En este conversatorio, los ingenieros compartieron sus experiencias con ML en el sector, ofreciendo una visión integral de cómo estas tecnologías están revolucionando la industria.

**CONVERSATORIO**  
Modelamiento y Machine Learning aplicado a la Industria de Hidrocarburos

**Carlos Ruiz**  
Ing. Petroquímico con experiencia en Refinación de Petróleo. Especialista en Informática. Consultor y Profesor de Cursos de Redes y Programación. Parte del proyecto Tecnología Educativa para la Docencia Universitaria en la UNL.

**Enrique Meza**  
Ing. de Petróleo y Gas Natural. Con más de 4 años de experiencia en el sector energético y conocimientos en software para yacimientos petrolíferos, así como programación aplicada a ciencias e industria energética.

**Josmell Córdova**  
Ing. Petroquímico con más de 9 años de experiencia en hidrocarburos. Apasionado por el modelado, simulación y control de procesos, por la seguridad funcional, y por tecnologías como el Machine Learning.

19 MAYO 6:00 PM | ZOOM

AICHE Sección Perú | @aicheperu

### 1. WEBINAR: PRINCIPIO ALARP EN LA TOMA DE DECISIONES BASADA EN RIESGOS

El principio ALARP (As Low As Reasonably Practicable, o "Tan Bajo Como Razonablemente Practicable") es un enfoque de gestión de riesgos utilizado para garantizar que los riesgos se reduzcan a un nivel que sea lo más bajo posible. En este webinar se destacó que ALARP es fundamental en la industria porque se deben tomar todas las medidas posibles para minimizar los riesgos, siempre que el costo y los recursos sean razonables en comparación con el beneficio de la reducción del riesgo.

**PRINCIPIO ALARP EN LA TOMA DE DECISIONES BASADA EN RIESGOS**

**PONENTE**  
**OSWALDO L. MATA MORENO**  
Ing. Mecánico del IUPFAN (Venezuela). Especialista HSE por la U. de Los Andes. Más de 28 años de experiencia en petroquímica y minería, en operaciones, seguridad, higiene ocupacional, gestión de riesgos, mantenimiento y planificación. Miembro en la NFPA. Gerente Técnico en APZA.

25 MAYO 7:00 PM | ZOOM

AICHE Sección Perú | @aicheperu  
Visítanos en: <https://www.aiche.org.pe/>

# RESUMEN DE ACTIVIDADES

## JUNIO

### WEBINAR: INGENIERÍA DE PROCESOS ENFOCADO EN LAS VÁLVULAS DE CONTROL Y SUS APLICACIONES EN LA AUTOMATIZACIÓN DE PROCESOS

La ingeniería de procesos es crucial para diseñar, optimizar y gestionar sistemas industriales eficientes y seguros. Dentro de esta disciplina, las válvulas de control juegan un papel fundamental en la automatización de procesos. En el webinar de desarrollo la importancia se puede entender a través de los siguientes puntos: (i)Regulación y control de flujos, (ii)automatización y precisión, (iii)optimización de procesos, (iv)seguridad de procesos, (v)adaptabilidad y (vi)el mantenimiento predictivo.

**INGENIERÍA DE PROCESOS ENFOCADA EN LAS VÁLVULAS DE CONTROL Y SUS APLICACIONES EN LA AUTOMATIZACIÓN**

**PONENTE**  
**OSCAR TORRES HUAMÁN**  
Ingeniero de procesos para aplicaciones críticas en la industria Oil & Gas y Power & Mining. Especialista en selección y dimensionamiento de elementos de control automatizados, de medición de campo, de sistemas de bombas para diferentes fluidos y diferentes tecnologías de bombas.

22 JUNIO 6:00 PM | ZOOM

AICHE Sección Perú | @aicheperu  
Visítanos en: <https://www.aiche.org.pe/>

ORGANIZADO POR:

# PROCESA <sup>2024</sup>

6th AICHE Latin America  
Student Regional Conference

Un evento imperdible que promueve la Ingeniería Química y carreras afines, reuniendo a líderes del **AICHE**, estudiantes, investigadores y **profesionales de la industria de Latinoamérica**

**26 AL 29 DE AGOSTO!**

- Competencias
- Ponencias Internacionales
- Visitas Técnicas
- Ejes temáticos
- Networking
- Talleres
- Actividades culturales
- Sorpresas y **mucho Más...**



INSCRÍBETE AQUÍ:



SE PARTE DE ESTE  
EMOCIONANTE  
EVENTO EN LA CIUDAD  
DEL CUSCO!



@procesa.aiche



@procesa\_aiche



# DESCUBRE Y APRENDE TALLERES EXCLUSIVOS!

# PROCESA 2024

6th AIChE Latin America  
Student Regional Conference

## 26 AL 29 AGOSTO

### "Técnicas Avanzadas de Caracterización de Polímeros"

**Docente:** MSc. Mary Judith Arias Tapia

**Software:** Origin (gratuito)

Este taller te enseñará a utilizar Origin, el software líder en análisis de datos y gráficos. ¡Lleva tus habilidades al siguiente nivel y obtén una ventaja competitiva!

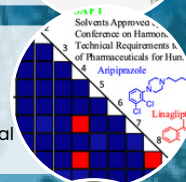


### "Modelación Termodinámica con PC-SAFT"

**Docente:** Dr. Roberto Iván Canales Muñoz

**Software:** PC-SAFT (gratuito)

Aprende a modelar sistemas complejos con la ecuación de estado PC-SAFT. Desde teoría básica hasta aplicaciones en equilibrio de fases, este taller es ideal para quienes buscan profundizar en la termodinámica.



### "Lixiviación Dinámica de Minerales Oxidados de Zinc"

**Docente:** Mgt. Eduardo Quispe Nina

**En laboratorio**

Explora técnicas avanzadas en la lixiviación dinámica de minerales oxidados de zinc. Ideal para quienes buscan optimizar procesos metalúrgicos en un entorno práctico.



### "Pirólisis de Llantas"

**Docente:** Mgt. Julio Lechuga Canal

**En laboratorio**

Participa en un taller práctico sobre pirólisis de llantas, donde explorarás este proceso clave para el tratamiento de residuos sólidos.



### "Monitoreo de la Calidad del Agua para Consumo Humano"

**Docente:** Ing. Andy Salazar Sanchez

**En laboratorio**

Aprende a monitorear la calidad del agua para consumo humano, con énfasis en técnicas prácticas y normativas clave para asegurar agua segura.

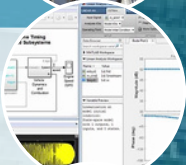


### "Control de Procesos"

**Docente:** Mgt. Franklin Andree Salas Camacho

**Software:** Matlab (gratuito)

Aprende a controlar procesos industriales utilizando Matlab, el software esencial para ingenieros de control.



### "Procesos Químicos Analizados Mediante Herramientas Computacionales"

**Docente:** Ph.D. Leynard Natividad

**Software:** Engineering Equation Solver (EES) (portable)

Este taller te enseñará a utilizar EES para la simulación de reactores y análisis de sistemas complejos. Se enviará el software para que puedas ejecutarlo en casa.

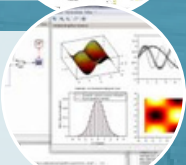


### "Control de Proceso Dinámico usando SciLab/Xcos"

**Docente:** MSc. Óscar Vladimir Ortiz Hernández

**Software:** SciLab/Xcos (gratuito)

Domina el control dinámico de procesos utilizando SciLab/Xcos en este taller que combina teoría y práctica.



### "Fotocatálisis en el Tratamiento de Aguas Residuales Industriales y Mineras"

**Docente:** Ing. Andy Salazar Sanchez

**En laboratorio**

Adéntrate en la fotocatálisis y su aplicación en el tratamiento de aguas residuales. Este taller práctico te permitirá explorar soluciones innovadoras para la descontaminación del agua.



Cupos limitados, ¡no te quedes sin tu inscripción!, Solo podrás registrarte en un taller de simulación y otro de laboratorio. Recuerda que los talleres de Software no tienen costo de licencia

 @procesa\_aiche

 @procesa.aiche

# ENTREVISTA

## “LIDERAZGO EN LA INGENIERÍA QUÍMICA: ENTREVISTA EXCLUSIVA CON VÍCTOR FERNÁNDEZ”

Nos complace presentar una conversación exclusiva con Víctor Fernández, un referente en la ingeniería química que ha dejado una huella significativa en la industria, con años de experiencia y un enfoque innovador en su campo, Víctor comparte con nosotros sus ideas sobre el liderazgo, la ingeniería y su visión para el futuro.

Víctor Fernández, ingeniero químico graduado de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, con un PhD en Management Sciences por ESADE Business School, con 30 años de experiencia en hidrocarburos y gas natural, ha ocupado puestos directivos en las principales refinerías del Perú y en organismos fiscalizadores. Además, es profesor de maestría en ESADE, donde combina su pasión por la enseñanza con su amplia experiencia en el sector.

**AICHE Peru: Bienvenido, Víctor, y gracias por acompañarnos, queremos que nos cuentes sobre ¿por qué decidiste estudiar ingeniería química?**

La química me fascinó desde los años 70, aunque al principio no sabía distinguir entre química e ingeniería química. Afortunadamente, mi hermana mayor, que estudiaba ingeniería química, fue una gran influencia para mí. Al ayudarla a ella y a sus amigos con sus estudios, comencé a entender mejor la carrera.

Esto me permitió ingresar a la universidad con una idea clara y optimista de lo que la ingeniería química realmente implicaba.

**AICHE Peru: ¿Qué es lo que más te llamó la atención? ¿La parte científica, industrial, o el abanico de posibilidades en el campo laboral?**

Desde joven, siempre me atrajo la química, especialmente por los experimentos en el laboratorio que hacía en el colegio, como las reacciones coloridas. Sin embargo, fue cuando descubrí la química orgánica que encontré mi verdadera pasión. Recuerdo claramente un experimento en el que producimos una cetona a partir de aserrín; ese momento me marcó profundamente.

En relación a los hidrocarburos, ¿cómo fueron tus primeros pasos en la industria?

Desde el inicio de mi carrera, tenía un objetivo claro: trabajar en Petroperú. En esa época, era la única empresa de hidrocarburos, y la influencia de mis profesores, muchos de los cuales trabajaban allí, solo aumentó mi pasión.



A medida que avanzaba en mis estudios, me sumergí en los procesos y tuve la oportunidad de hacer mis prácticas en Petroperú, donde pude ver de cerca intercambiadores y otros equipos. Fue una experiencia increíblemente emocionante que me confirmó que estaba en el camino correcto.

**AICHE Peru: ¿En qué posición estuviste en tus primeras experiencias y qué desarrollaste en ese rol?**

Como practicante, vi muchas cosas nuevas y decidí hacer algo diferente. Creé los primeros manuales en español de todas las plantas de la refinería.



**AICHE Peru: ¿Qué herramientas crees que nos da la ingeniería química para desenvolvernos en el rubro de hidrocarburos?**

La ingeniería química es el corazón de una industria. Nos da una base común y nos hace versátiles para entender y complementar otras áreas como la mecánica, electrónica e industrial. Nos permite ser ingenieros completos y participar en cualquier organización.

**AICHE Peru: Alejándonos un poco de la parte técnica, queremos que nos comentes sobre tus responsabilidades como gerente de fiscalización en OSINARM y ¿cómo es el día a día en ese rol?**

Para llegar a una gerencia en el sector público, es fundamental conocer mucho el lado privado. Un gerente de fiscalización debe crear normas que generen valor en el mercado y balancear las necesidades del estado, los inversionistas y los consumidores. Esto requiere un entendimiento profundo del sector y la capacidad de enfrentar presiones de diversas partes.

**AICHE Peru: ¿Cuál ha sido la mayor complejidad que has enfrentado en el sector público?**

La mayor complejidad es manejar las presiones de diferentes entes y la presión pública, manteniendo siempre en mente el escenario completo del sector y el impacto de las decisiones a largo plazo.

*“La innovación es el corazón del progreso en la ingeniería química.”*

**AICHE Peru: ¿Qué características debe tener un ingeniero químico del futuro?**

Un ingeniero químico del futuro debe tener un conocimiento completo y excelencia en su campo. Debe ser capaz de liderar, tener ambición, ser un ciudadano global y estar al día con la ciencia y la tecnología. Además, debe desarrollar un pensamiento crítico para poder cuestionar y mejorar continuamente.

**AICHE Peru: Víctor Fernández, muchas gracias por compartir tu experiencia con AICHE Perú. Ahora, para relajarnos un poco, vamos a hacer una sección de reacción espontánea.**

**AICHE Peru: ¿Teletrabajo o presencial?**

Teletrabajo.

**AICHE Peru: ¿Cuál es tu serie o película favorita?**

No tengo una en particular.

**AICHE Peru: Menciona dos cosas que te hagan reír.**

La risa contagiosa de alguien y la ingenuidad de los niños.

**AICHE Peru: ¿Qué es lo que más amas en la vida?**

Mi familia.

**AICHE Peru: Muchas gracias, Víctor Fernández, por esta entrevista. Ha sido un placer tenerte en "AICHE Perú Podcast".**

Gracias a ustedes.

# ENTREVISTA

## “EMPLEABILIDAD EN LA INGENIERÍA QUÍMICA: ENTREVISTA CON RODRIGO HIGINIO DE MICHAEL PAGE”

La Ingeniería Química ofrece diversas oportunidades laborales en sectores como la minería y la industria de procesos. Michael Page, una firma líder en reclutamiento, destaca la adaptabilidad, las habilidades técnicas y el dominio del inglés como claves para los ingenieros en este campo.

**AICHe Peru:** ¡Hola Rodrigo! Es un placer tenerte con nosotros. Cuéntanos, ¿qué es Page Group y qué rol desempeñas en la empresa?

**Rodrigo Higinio:** Page Group es la firma de reclutamiento más grande del mundo, presente en más de 35 países. En Perú, operamos desde hace siete años. Page Group se divide en varias marcas, como Michael Page, que se enfoca en posiciones de mediana y alta gerencia, y Page Personnel, que cubre desde entry level hasta middle management. Yo trabajo en Page Interin, que se especializa en el reclutamiento temporal.

**AICHe Peru:** En el contexto actual, ¿qué habilidades y cualidades son más demandadas en los ingenieros químicos?

**Rodrigo Higinio:** Las habilidades más buscadas incluyen certificaciones como PMP, PMO, un buen nivel de inglés, y conocimientos en Lean management. Además, la adaptabilidad, el trabajo en equipo y el liderazgo son clave.



Fuente Imagen LinKedin

**AICHe Peru:** ¿Cómo evaluas la adaptabilidad en los candidatos?

**Rodrigo Higinio:** Aunque hay exámenes que las empresas utilizan, los jóvenes suelen ser más adaptables debido a su capacidad de aprender rápidamente.

**AIChE Peru: ¿Qué tan importante es el conocimiento de inglés y otras habilidades técnicas en el sector?**

Rodrigo Higinio: El inglés es fundamental, especialmente en sectores como el minero. Otras habilidades como el análisis de datos y metodologías como Six Sigma también son valiosas, aunque su relevancia puede depender del puesto.

**AIChE Peru: ¿Las empresas están apostando más por jóvenes o por profesionales con experiencia?**

Rodrigo Higinio: Hoy en día, las empresas valoran a los jóvenes por sus ideas innovadoras y su adaptabilidad, lo que los convierte en líderes potenciales dentro de las organizaciones.

**AIChE Peru: ¿Cómo ha afectado la pandemia los procesos de selección?**

Rodrigo Higinio: No ha habido cambios significativos en la selección de personal. La ventaja del formato virtual es la flexibilidad geográfica y horaria. Sin embargo, la falta de contacto directo puede ser una desventaja, ya que limita la evaluación de ciertas habilidades interpersonales.

**AIChE Peru: ¿Qué sectores demandan más ingenieros químicos?**

Rodrigo Higinio: El sector minero es el que más demanda ingenieros químicos, especialmente para roles relacionados con procesos y análisis de muestras.

**AIChE Peru: ¿Qué rango salarial pueden esperar los ingenieros químicos junior y senior?**

Rodrigo Higinio: Un ingeniero químico junior puede esperar un salario entre 2500 y 4500 soles, dependiendo del sector. Un ingeniero químico senior con 10 a 12 años de experiencia puede ganar entre 10,000 y 15,000 soles.

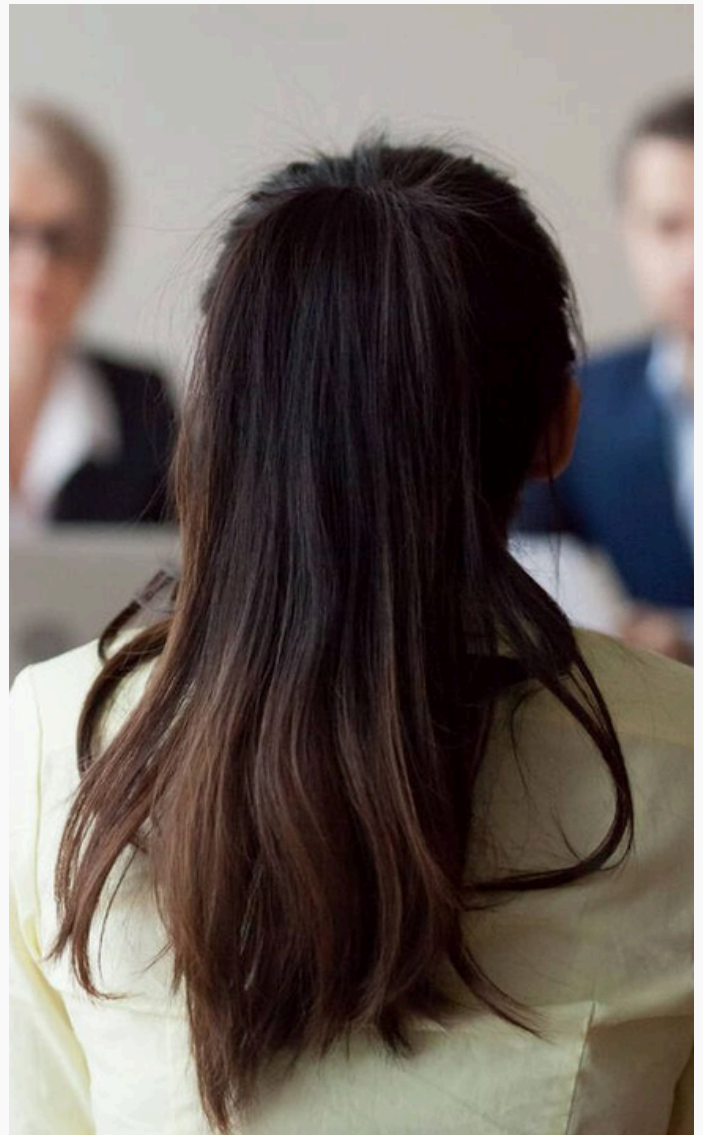
**AIChE Peru: Finalmente, ¿qué consejo darías para manejar LinkedIn de manera efectiva?**

Rodrigo Higinio: Es importante tener un perfil bien estructurado, con una buena foto y detalles claros sobre la experiencia y certificaciones. Mantenerse activo en la red también es clave para encontrar nuevas oportunidades.

**AIChE Peru: ¡Gracias, Rodrigo! Esta información será muy valiosa para nuestros oyentes.**

Rodrigo Higinio: Gracias a ustedes por la invitación. ¡Hasta la próxima!

Entrevista recopilada de PodCast de AIChE Perú.





# ACTIVIDADES DE LOS STUDENTS CHAPTERS



## AICHE UNSA STUDENTS CHAPTER

El pasado jueves, 25 de julio, se realizó la "Feria de Reunión de Voluntarios y de Organizaciones" donde AIChE UNSA fue participante.



Un evento donde voluntariados y organizaciones entusiastas compartían sus motivaciones, ofreciendo información sobre proyectos enriquecedores.

La feria no solo fue una plataforma para dar a conocer las iniciativas, sino que también fue un espacio de encuentro y colaboración.

Te invitamos a estar atentos de nuestras próximas actividades



## AICHE UNI STUDENTS CHAPTER

Organizaciones" donde AIChE UNSA fue participante.

Organizaciones" donde AIChE UNSA fue participante.

Un evento donde voluntariados y organizaciones entusiastas compartían sus motivaciones, ofreciendo información sobre proyectos enriquecedores.

La feria no solo fue una plataforma para dar a conocer las iniciativas, sino que también fue un espacio de encuentro y colaboración.

Te invitamos a estar atentos de nuestras próximas actividades



# NOTICIAS

## INGENIEROS QUÍMICOS DE EE. UU. Y REINO UNIDO DESARROLLAN UN PROCESO DE RECICLAJE DE POLIESTIRENO

El equipo de ingenieros dice que su técnica, que implica pirólisis, podría hacer que el reciclaje de poliestireno sea económicamente viable y energéticamente eficiente.

Un equipo de ingenieros químicos de la Universidad de Bath en el Reino Unido y el Instituto Politécnico de Worcester en Massachusetts están revolucionando el reciclaje del poliestireno (PS) con una innovadora técnica que promete transformar este material en un recurso reutilizable.

El proceso, detallado en el Chemical Engineering Journal, emplea pirólisis para descomponer el PS en sus componentes básicos, permitiendo su reconstrucción en nuevos productos. Lo más notable es que este método podría ser el primero en hacer del reciclaje de PS una opción tanto económica como energéticamente eficiente.

Bernardo Castro-Domínguez, profesor titular en la Universidad de Bath y codirector del Centro de Diseño, Fabricación y Digitalización, subraya la urgencia de encontrar formas rentables y sostenibles de descomponer plásticos como el poliestireno, del cual menos del 5% se recicla actualmente.

"Nuestro estudio demuestra que hasta un 60% del poliestireno utilizado hoy podría ser reemplazado por estireno reciclado químicamente", comenta.

El proceso de pirólisis expone el PS a temperaturas superiores a los 450 grados Celsius en una cámara sin oxígeno, descomponiéndolo en monómeros que pueden purificarse y transformarse en nuevo PS. Este método requiere menos de 10 megajulios de energía por kilogramo, lo que equivale a alimentar un microondas durante unos 30 minutos.

Michael Timko, profesor en el Instituto Politécnico de Worcester, destaca que este proceso no solo es energéticamente eficiente, sino que también tiene un potencial económico competitivo.

Además, la reducción de emisiones asociada a este reciclaje químico podría ser comparable a otras medidas de conservación de energía.

El sistema consiste en un reactor de pirólisis, un intercambiador de calor y columnas de destilación que separan el PS en estireno de alta pureza y subproductos similares al petróleo. Con un rendimiento del 60%, esta técnica podría reducir significativamente el uso de combustibles fósiles y hacer del reciclaje del PS una práctica más extendida y ecológica. Incentivar a los consumidores a reciclar o desviar el PS de los vertederos podría, además, hacer este proceso aún más viable económicamente.

Fuente:

[www.recyclingtoday.com/news](http://www.recyclingtoday.com/news)

Fuente Imagen LinkedIn

# ARTÍCULOS

## MISIÓN TECNOLÓGICA ALEMANIA 2024 – AICHE SECCIÓN PERÚ.

Por Gian Percy Lozano Flores

Director de AIChE Sección Perú

Estimados lectores, tuve la maravillosa oportunidad, como director de AIChE Sección Perú, de ser invitado a la "Misión Tecnológica en Alemania" del 01 al 07 de julio del presente año, donde pudimos compartir con los directores de múltiples empresas de los sectores de energía, minería, Promperú, el Ministerio de Relaciones Exteriores, y con el embajador de Perú en Alemania.

La semana inició con la reunión de la Consultora Energiewaechter GmbH, donde abordamos temas como alianzas multilaterales entre Perú y Alemania, desarrollo de inteligencia artificial en organizaciones, eficiencia energética y energías renovables en empresas generadoras, e industrias de procesos sostenibles. Además, incluyó una visita grandiosa a Siemens Energy.

Desde innovadores proyectos de hidrógeno y tecnologías de almacenamiento de energía de vanguardia, hasta la producción sostenible de pasta en Riesa Nudeln, todo fue parte de la misión de investigación de cinco días de la delegación peruana en Alemania.

Experimentamos de primera mano cómo Alemania sobresale en eficiencia energética y energía renovable en el sector industrial.

En esta misión estuvimos por Berlín y algunas ciudades de Sajonia y Sajonia-Anhalt, enfocándonos en eficiencia energética y energía renovable para la industria, especialmente para el sector minero e industrial. Esta iniciativa forma parte de la Exportinitiative Energie, apoyada por el Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz y organizada en cooperación con AHK Perú.

Asimismo, durante el conversatorio organizado por la consultora, tuvimos el honor de recibir a representantes de la Embajada de Perú en Alemania, entre ellos Augusto Azubiaga Scheuch y Patricia Gallardo. Los principales participantes de Promperú y panelistas de varias empresas y organizaciones de prestigio, entre ellas Fichtner (Tobias Gehrke), [h2core.net/org/.de](https://h2core.net/org/.de) (buy one, get all) (Ulf Behrens), Elektrohiguera

(Juan Pablo Higuera Gómez) y Technische Universität Berlin (Marco Schmidt), compartieron presentaciones sobre la mejora de la eficiencia energética tanto en el sector público como en el privado.

En representación de las PYME alemanas estuvieron HEGO, 2G Energy AG (Carlos Pabón), ib vogt GmbH (María Rosado), wpd GmbH (Marlon Luis Castro Alfonso), focusEnergie GmbH & Co. KG (Daniela Matthes-Rosero), One Company, Maschinenfabrik Reinhausen (Kim Urbanke) y Fraunhofer IWU (Esther Ascheri).

Nuestras visitas técnicas proporcionaron diversas perspectivas sobre la integración de la tecnología y la academia para impulsar la eficiencia energética limpia y reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Las innovaciones discutidas incluyeron H<sub>2</sub>, sistemas estacionarios de almacenamiento de energía, combustibles sintéticos como KyKero, Syngas-to-Fuel, el uso de fuentes de energía renovables como la eólica y la solar, e intercambiadores de calor.



La visita a la TU Bergakademie Freiberg mostró su investigación avanzada en el sector minero, incluidos laboratorios virtuales, laboratorios experimentales y el uso de maquinarias virtuales interactivas. Realmente se evidenció un beneficio mutuo tanto para la producción como para la sociedad.

Un agradecimiento especial a Siemens Energy (Carsten Hasbach), TESVOLT AG (Christian Went), EDL Anlagenbau Gesellschaft mbH, Teigwaren Riesa GmbH, WÄTAS Wärmetauscher Sachsen GmbH, LEAG (Ellen Dymke), CAC ENGINEERING GMBH (Constanza Berckemeyer Au, Mario Kuschel), TU Bergakademie Freiberg (Martin Graebner), y Andreia Da Silva.

Esperamos continuar participando en estas misiones como AIChE Sección Perú, para fomentar la transferencia tecnológica-educativa y contribuir con nuestra sociedad.



*Ingeniero Químico con entrenamiento en PMP®-IG3. Experto en innovación (TOB), desarrollo de negocios, gestión y operación comercial B2B y B2C / proyectos de energía, con 9 años de experiencia en desarrollo, planeamiento, rentabilidad de proyectos orientados al sector industriales de alta complejidad, minero, transportes, soluciones energéticas, pesquero entre otros.*

## INTEGRIDAD DE ACTIVOS Y LA DETERMINACIÓN DE LAS TAREAS ITPM

Por Manuel A. Vergara.

MSc. Safety, Risk and Reliability Engineering, CMRP, ASQ-CRE

En el desarrollo e implementación de un Sistema de Gestión de Seguridad de Procesos, el elemento Integridad y Confiabilidad de Activos es el que aborda directamente los aspectos concernientes a la pérdida de contención primaria de los activos que podría resultar en la liberación de productos tóxicos o inflamables resultando, a su vez, en incendios o explosiones. Un aspecto clave de la gestión de integridad de activos es desarrollar e implementar el programa de inspecciones, pruebas y mantenimiento preventivo (ITPM, por sus siglas en inglés) cuyo objetivo es identificar e implementar las tareas de mantenimiento necesarias para asegurar la integridad de los activos en forma sostenida, a fin de prevenir y controlar los riesgos de los procesos operativos.

Dos elementos importantes en el desarrollo del programa ITPM son:

- Identificar y especificar las tareas ITPM.
- Establecer su frecuencia

Una de las prácticas de ingeniería reconocidas y generalmente aceptadas en la industria para desarrollar estos dos elementos del programa ITPM es el Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM, por sus siglas en inglés). La metodología RCM surgió para el sector industrial, luego de muchos años de ser aplicada con éxito en el sector aeroespacial. Sus principios y proceso de trabajo incluyen:

- La preservación de las funciones de los activos como un objetivo principal.
- La identificación y priorización de los modos de falla que pueden impactar estas funciones.
- Encontrar soluciones que gestionen la probabilidad de ocurrencia y/o las consecuencias de los modos de falla mediante la evaluación del riesgo inherente asociado con la operación de los activos.

Las tareas ITPM son actividades de mantenimiento proactivo cuyo objetivo es:

- Evaluar la condición actual de los activos (incluyendo la tasa de degradación y/o susceptibilidad),
- Probar la operación y funcionalidad de los activos.
- Prevenir su falla por medio de restablecer su condición; ver Fig. 1.

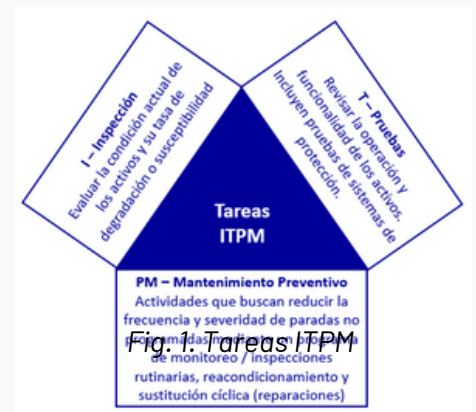


Tabla. 1. Criterios de efectividad.

Uno de los factores críticos para el éxito de un programa de mantenimiento preventivo es conocer las expectativas de los usuarios de los activos, antes de desarrollar las tácticas y el plan de mantenimiento, en términos de la relación entre el desempeño deseado por los

usuarios y la capacidad inherente o envolvente de diseño de los activos, aspectos que se abordan en forma detallada en el elemento Conducción de Operaciones. En necesario considerar que:

- La capacidad inicial de cualquier activo está determinada por su diseño y la calidad de conformidad lograda durante su manufactura e instalación.
- El mantenimiento, como actividad de preservación, solamente puede restablecer la capacidad inherente del activo; pero no llega a superarla.

Es decir, si el desempeño deseado excede la capacidad inicial, no existirá actividad de mantenimiento preventivo capaz de lograr que se cumplan las expectativas del usuario, por más que el diseño de los activos, su fabricación e instalación sean correctos. La efectividad del mantenimiento requiere conocer:

- El desempeño deseado de los activos el cual debe ser inferior a su capacidad inicial.
- El nivel de desempeño mínimo que el usuario está dispuesto a aceptar en el contexto en el que se utilizan los activos.

Otro factor crítico para el éxito en la aplicación del RCM está relacionado al proceso de selección de las tareas proactivas el cual se refleja en un árbol o algoritmo de decisión. Se deben cumplir simultáneamente:

(1) El criterio de factibilidad técnica es determinado por las características técnicas de la tarea y de los modos de fallas por evitar. Incluye criterios específicos para determinar la frecuencia de ejecución de las tareas y depende del tipo de tarea ITPM; por ejemplo:

- Para tareas de sustitución o reacondicionamiento cíclicos: la frecuencia depende de la existencia de una edad identificable a la cual el componente muestra un rápido incremento de la probabilidad condicional de falla para cuyo efecto es necesario disponer de data en cantidad y calidad suficiente. Para el caso de modos de falla con consecuencias a la seguridad o medioambiente, todos los componentes deben sobrevivir a esta edad.
- Para tareas a condición: la frecuencia se establece como una fracción del intervalo P-F (tiempo que transcurre entre el inicio de

la falla potencial hasta que ocurre la falla funcional); usualmente se adopta el 50%.

- Para tareas de búsqueda de fallas: la frecuencia se establece en función a la tasa de fallas del dispositivo de protección y de su disponibilidad deseada, la cual a su vez, está asociada al riesgo que estemos dispuestos a tolerar.

(2) El criterio de efectividad (también denominado criterio de "valer la pena") es determinado por cuan bien la tarea maneja las consecuencias de los modos de falla. Los distintos criterios de efectividad se muestran en Tabla 1.

Consecuencias de los modos de fallas	Criterios de efectividad ("valer la pena") que deben cumplir las tareas
Fallas ocultas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducen el riesgo de falla múltiple a un nivel tolerable.</li> <li>• Si no se identifica una tarea proactiva, entonces se debe identificar una tarea de búsqueda de fallas.</li> <li>• Si ésta no se logra identificar, entonces es probable que se necesite rediseñar.</li> </ul>
Seguridad o medioambiente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducen el riesgo de la falla a un nivel tolerable.</li> <li>• Si no se logra identificar una tarea proactiva, entonces el ítem debe ser rediseñado o se debe cambiar el proceso.</li> </ul>
Operacionales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El costo total de realizar la tarea en un período de tiempo es menor que la suma del costo de las consecuencias operacionales más el costo de reparación.</li> <li>• Si no se logra identificar una tarea proactiva, dos tareas alternativas serían no programar ningún mantenimiento o rediseñar.</li> </ul>
No operacionales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El costo total de realizar la tarea en un período de tiempo es menor que el costo de reparación.</li> <li>• Si no se logra identificar una tarea proactiva, dos tareas alternativas serían no programar ningún mantenimiento o rediseñar.</li> </ul>



07

Es necesario reconocer que la calidad y nivel de rigor en la determinación de las tareas ITPM mediante la aplicación del RCM –es decir, si las tareas y sus frecuencias de ejecución cumplen los dos criterios de factibilidad técnica y de efectividad expuestos para su selección– son factores que determinan la presencia de:

- Fallos recurrentes y sus impactos económicos.
- Altos riesgos operacionales, de seguridad de procesos y/o medioambientales asociados al portafolio de activos.

La identificación correcta de las tareas ITPM mediante el RCM contribuye significativamente en la creación de valor para las organizaciones y la sociedad, en especial, mediante la reducción de los riesgos de seguridad de procesos.



*Ingeniero Mecánico con experiencia en Gestión de Activos y Gestión de Seguridad de Procesos. Experiencia en la evaluación/auditorías del estado actual y el desarrollo de procesos y planes para implementar sistemas de gestión que incluyen entrega del ciclo de vida de los activos, actividades de revisión y riesgo y elementos de los sistemas de gestión de seguridad de activos y procesos para mejorar la creación de valor empresarial y la sostenibilidad.*

# ARTÍCULOS

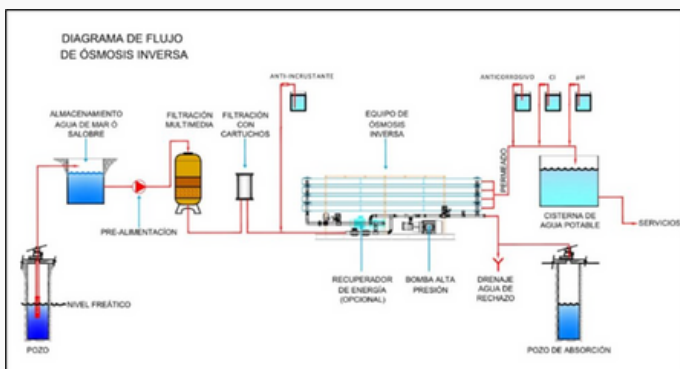
## IMPORTANCIA DE LAS LIMPIEZAS QUÍMICAS EN MEMBRANAS

Por Daniel Arcondo Crisanto  
Ingeniería Químico, Especialista en Tratamiento de Aguas

El agua de mar contiene una serie de componentes orgánicos e inorgánicos cuando se someten a un proceso de desalación mediante ósmosis inversa y provoca ensuciamiento de las membranas. Este ensuciamiento se traduce, a lo largo del tiempo, en un descenso gradual del flujo de permeado y del rechazo salino. El proceso de ensuciamiento termina originando una notable pérdida de productividad, que tiene una influencia negativa en la economía de la operación con membranas.

Entre los problemas más comunes que afectan a la microfiltración (MF) y a la ultrafiltración (UF) o a la nanofiltración (NF) y a la ósmosis inversa (RO) está la cuestión del ensuciamiento de las membranas. La solución de las dificultades que plantea el ensuciamiento empieza por responder a la pregunta "¿cuáles son los distintos tipos de ensuciamiento de las membranas y qué los provoca?"

Diagrama N°01. Diagrama de proceso de flujo de Ósmosis Inversa



Causas de ensuciamiento:

### Ensuciamiento coloidal

Materia coloidal que está presente en casi todos tipos de aguas, y estas pueden ser: sílica coloidal, arcilla, partícula de óxido y bacteria.

Causas de ensuciamiento:

### Ensuciamiento coloidal

Materia coloidal que está presente en casi todos tipos de aguas, y estas pueden ser: sílica coloidal, arcilla, partícula de óxido y bacteria.

Como diagnóstico ante este evento debemos:

- Tomar muestras de SDI (Índice de Sedimentos y turbidez), evaluar el funcionamiento de los filtros media u otro equipo de prefiltrado.
- Una posible autopsia de membrana sea necesaria.

Figura N°01. Ensuciamiento coloidal (particulado)



### Formación de incrustación

La incrustación ocurre cuando minerales solubles se concentran en las membranas de la ósmosis inversa y exceden los límites de saturación. Como diagnóstico ante este evento debemos: Obtener análisis físico-químico completo, evaluar potencial de incrustación.

Figura N°02. Potencial de incrustación





## Ensuciamiento Químico

Puede ser causado por el uso de productos químicos que no son compatibles entre sí, en el agua de alimentación a la osmosis.

Como diagnóstico ante este evento debemos:

- Identificar todos los productos químicos utilizados previo al tratamiento con Osmosis Inversa.
- Verificar su compatibilidad.
- Tomar acciones correctivas.

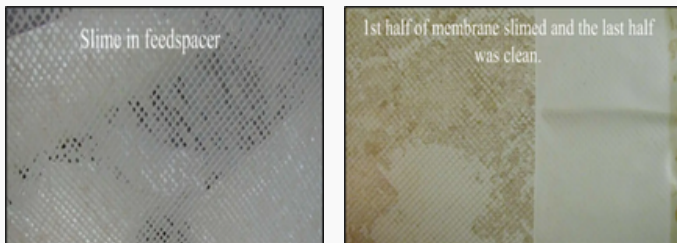
## Ensuciamiento Biológico

El ensuciamiento biológico puede ser el más difícil de remover.

Las principales causas son:

- Sobredosisificación de Bisulfito de Sodio (Bioscida)
- Incremento de Temperatura, Métodos de Clorinación / Dechlorinación.

Figura N°03. Ensuciamiento biológico con mayor cantidad bioscida



## Limpiezas Inadecuadas

Las limpiezas inadecuadas se refieren a la acumulación de ensuciamiento no removido por una limpieza química deficiente.

Causas principales:

- Mal Análisis de datos operativos (Normalizado)
- Mala inspección visual de los detalles del equipo R.O
- No seguir secuencia de recirculación de los químicos.
- No respetar condiciones de una limpieza química eficaz.

Figura N°04. Desmontaje de membranas

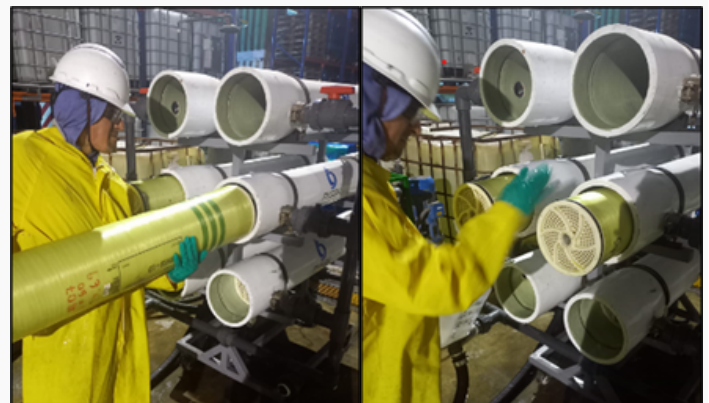


## Limpieza de Membranas:

Usualmente se realizan las siguientes limpiezas:

- Limpieza Ácida: Para remover hidróxidos metálicos, carbonatos, fosfatos de calcio y otros incrustadores similares. Sirve como medio para remoción de sílice y otros ensuciamientos.
- Limpieza Alcalina: Para remover materia biológica, biofilm, lodo y otros ensuciamientos. Sirve de medio para remoción de sulfatos.
- Sanitización: Para retirar el crecimiento biológico.

Figura N°05. Montaje de membranas después de la limpieza



## ¿Cuándo se limpia una membrana?

La complejidad de eliminación de los depósitos de materia orgánica (microalgas), coloides e incrustaciones salinas sobre la superficie de la membrana obliga a contemplar protocolos periódicos de limpieza de las membranas, con el fin de mantener las mejores condiciones de funcionamiento.

### Por ello, en limpieza de membrana es necesario:

- Inspeccionar el interior de los housing. (Sondeo)
- Realizar el seguimiento oportuno de los siguientes parámetros para considerar una necesaria limpieza del sistema cuando:
  - Caída de flujo de permeado de 10-15%
  - Incremento de diferencial de presión de 10-15%
  - Incremento de paso de sales de 10-25%

### Normalización de datos

Frente a los cambios de temperatura del agua de los pozos y de su salinidad, así como cambios de flujos y presiones por factores externos y ajenos al ensuciamiento se dejan diagnosticar por medio de tendencias que aíslan estos efectos externos. Se requieren los siguientes parámetros para un control de la osmosis inversa:

- Flujo de Permeado y concentrado en GPM o m<sup>3</sup>/h.
- Presión de alimentación, permeado y concentrado en PSI o bar
- Conductividad de alimentación y permeado en us/cm
- Temperatura de alimentación en °C o °F

Gráfico N°01. Aumento de caída de presión.

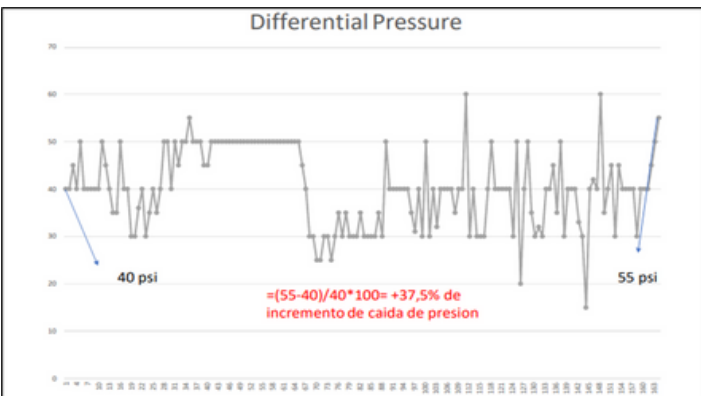


Gráfico N°02. Incremento de paso de sales

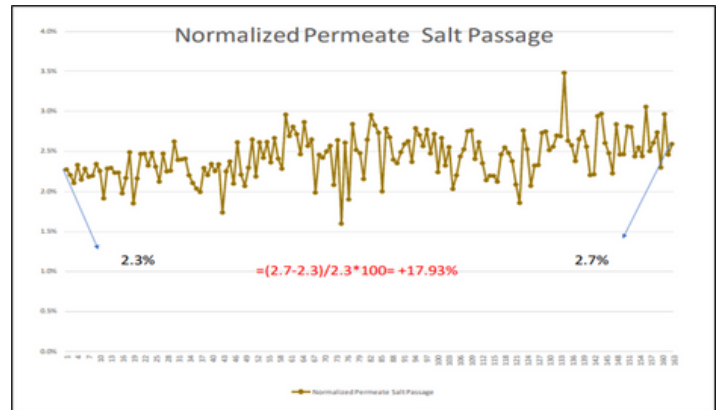
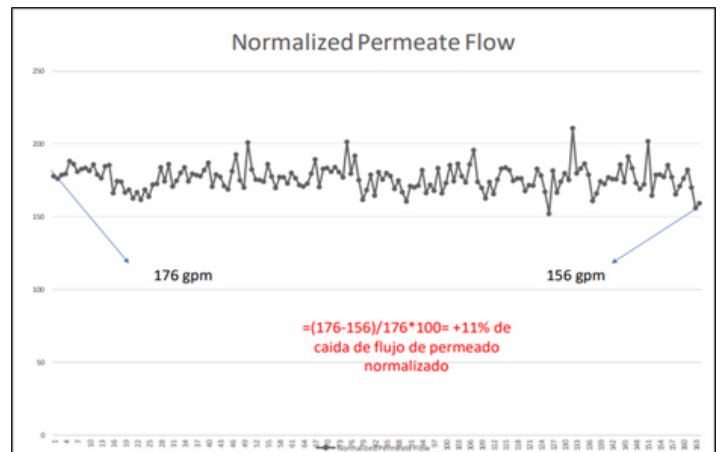


Gráfico N°03. Caída de flujo de permeado normalizado



Daniel Arredondo es un ingeniero químico egresado de la Universidad Nacional del Callao. Ha adquirido una sólida experiencia en la gestión y optimización de procesos relacionados con la purificación y manejo de recursos hídricos. Su trayectoria profesional refleja un compromiso constante con la sostenibilidad y el desarrollo de soluciones técnicas que contribuyan al mejoramiento de la calidad del agua en diversos entornos industriales y ambientales.

# ARTÍCULOS

## BIOMETANO LICUADO PARA MOTORES DIESEL

Por Edward Félix Estrada Huamani & Álex Contreras Paredes  
Senior Project Manager & Director of All Energy Perú S.A.C

### Introducción

Antes de explicar el uso potencial del biometano licuado, discutiremos conceptos básicos relacionados con el biometano y el biogás.

En todo el mundo, el biogás y el biometano son muy conocidos en el último siglo XVII, aunque su industrialización no se ha desarrollado al mismo nivel en todos los países.

El término biogás se atribuye a Jan Baptist Van Helmont, quien descubrió que la materia orgánica en descomposición producía gases inflamables en 1630.

El biogás tiene dos componentes principales: metano y dióxido de carbono. Hay otros componentes, incluidos sulfuro de hidrógeno, nitrógeno y oxígeno. La composición general del biogás se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Composición general del biogás.

Biogas composition	Concentration levels
Methane (CH <sub>4</sub> )	50 - 80% by Vol.
Carbon dioxide (CO <sub>2</sub> )	20-50% by Vol.
Ammonia (NH <sub>3</sub> )	0 - 300 ppm
Hydrogen sulfide (H <sub>2</sub> S)	50-5000 ppm
Nitrogen (N <sub>2</sub> )	1 - 4% by Vol.
Oxygen (O <sub>2</sub> )	<1% by Vol.
Moisture (H <sub>2</sub> O)	Saturated 2-5% by mass

Para obtener biometano, es necesario mejorar el biogás para aumentar la composición del metano hasta un 85% a 90% como mínimo y reducir los niveles de dióxido de carbono, sulfuro de hidrógeno, humedad y otros gases. La Tabla 2 muestra la composición típica del biometano.

Tabla 2. Composición típica de biometano

Biomethane composition	Concentration
Methane (CH <sub>4</sub> )	85 - 90% by Vol.
Carbon dioxide (CO <sub>2</sub> )	7-14% by Vol.
Ammonia (NH <sub>3</sub> )	0
Hydrogen sulfide (H <sub>2</sub> S)	0-10 ppm
Nitrogen (N <sub>2</sub> )	0
Oxygen (O <sub>2</sub> )	<1% by Vol.

### ¿Por qué es importante el biometano?

El biometano representa un alto potencial para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y reducir los costos de transporte, más allá de otras ventajas, como:

1. El biometano se considera un recurso energético renovable
2. La combustión de biometano produce menos contaminación en comparación con el diésel o la gasolina.
3. Es posible utilizar subproductos de la producción de biogás, por ejemplo, fertilizantes orgánicos.
4. El biometano podría considerarse un suministro de combustible alternativo para países sin fuentes de petróleo y gas.
5. El biometano puede ayudar a reducir la dependencia de los precios internacionales de los combustibles.
6. La industria del biometano, junto con su cadena de valor, puede impactar positivamente la economía de las poblaciones locales.

Figura N°02. Potencial de incrustación



## Producción de biogás

Según la Agencia Internacional de Energía, el nivel de producción de biogás alcanzó los 59,3 millones de m<sup>3</sup> en 2018 y el sector del biogás experimentó un crecimiento del 9% anual entre 2000 y 2018.

Al comparar continentes, el principal productor de biogás es Europa, y al comparar países, Alemania es uno de los productores más importantes y es el que tiene mayor número de plantas de biogás. Según la AIE, en 2008 había en Alemania 4.000 unidades de biogás y el 3% de su producción se utilizó en el sector del transporte como combustible en forma de biometano.

## Mejora del biogás

Para aumentar la concentración de metano en el biogás, es necesario seguir un proceso de extracción del dióxido de carbono del biogás. Existe una variedad de procesos para extraer dióxido de carbono, tales como:

- .Absorción de agua o lavado de agua con o sin generación.
- .Adsorción por cambio de presión (PSA)
- .Lavado químico con disolvente de amina
- .Absorción con disolvente químico.
- .Separación de membranas
- .Absorción de cambios de temperatura
- .Otros.

## Aplicaciones de biometano

Existen varias aplicaciones para el biometano, por ejemplo en las redes locales y en el transporte.

### Biometano para redes locales

Es posible inyectar biometano en una red local de gas natural existente. Esto podría ayudar a reducir los costes del consumo de gas natural en los hogares.

Hay situaciones en las que no es posible inyectar biometano directamente a la red de gas local por falta de normativa.

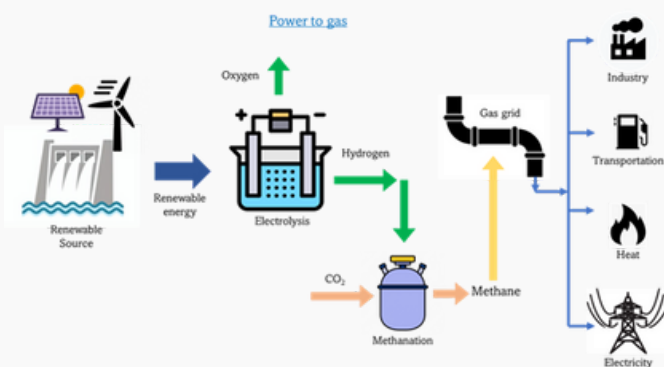
## Power to gas

El concepto de power to gas proviene de los proyectos de hidrógeno que consideran el almacenamiento de energía en forma de gas un factor importante para la expansión de más proyectos relacionados con la generación de hidrógeno.

“Power to gas” significa convertir energía en gas con fines de almacenamiento. Significa que es posible almacenar la energía producida en forma de metano. Este proceso es posible mediante metanación, que es una reacción entre hidrógeno y CO<sub>2</sub> utilizando catalizadores para formar metano, por lo que el metano se almacenará o inyectará en la red local para suministrar energía a los usuarios finales.

La conexión del biometano con el hidrógeno radica en el hecho de que el proceso de valorización del biogás produce biometano y CO<sub>2</sub> como subproducto. El CO<sub>2</sub> podría considerarse como materia prima para el siguiente proceso de metanación.

Figura 1. Esquema de energía a gas



## Biometano licuado o Bio-GNL

El biometano se puede licuar como otros hidrocarburos gaseosos. Las condiciones típicas del proceso para la licuación de biometano son una temperatura de  $-160\text{ }^{\circ}\text{C}$  y una presión de 1 bar.

### Proceso para licuar biometano

La licuefacción del biometano sigue los mismos principios que la licuefacción de otros hidrocarburos gaseosos.

Los principales métodos de licuefacción son:

- .Procesos de licuefacción en cascada.
- .Procesos con refrigerantes mixtos
- .Proceso criogénico

Nota: Esta división es según la clasificación de Bassioni (2023). Los métodos conocidos se describen a continuación:

### A1. Procesos de licuefacción en cascada.

Es un proceso flexible, donde cada ciclo de refrigeración se puede controlar por separado. Hay 3 tipos de procesos en cascada:

1. Proceso de cascada de refrigerante puro; 2. Proceso de mezcla de refrigerante en cascada.

1. Proceso de cascada de refrigerante puro: el proceso de refrigerante utiliza metano, etileno y propano como fluido de intercambio de calor.

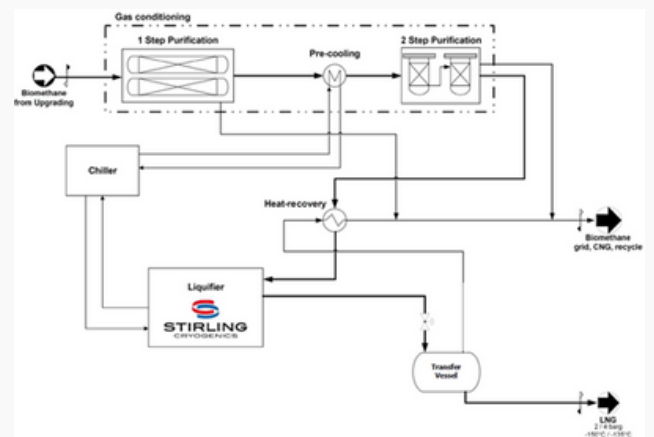
2. Proceso en cascada de mezcla de refrigerantes: El proceso utiliza una mezcla de refrigerantes en 3 zonas de enfriamiento.

### A2. Procesos con refrigerantes mixtos.

El proceso utiliza una mezcla de refrigerantes juntos, en uno o más ciclos de refrigeración, para transformar el Gas Natural en Gas Natural Licuado (GNL). Los fluidos refrigerantes son los mismos que los utilizados en el proceso tipo cascada.

### A3. Proceso Stirling Cryogenics

Existen otras técnicas para la licuefacción del biometano, por ejemplo, el proceso de Stirling Cryogenics permite alcanzar temperaturas más bajas y baja presión. Algunas empresas incorporan la mejora del biogás y la licuefacción en un sistema integrado. El licuador trabaja a presiones 2 / 4 barg y  $-150^{\circ}\text{C} / -135^{\circ}\text{C}$



### Demanda de combustibles fósiles líquidos y diésel en el mundo

Según el informe anual de la Agencia Internacional de Energía (AIE) de 2023; la demanda de combustibles fósiles en 2021 fue de 97,5 millones de barriles por día (mbd) y las proyecciones muestran que habrá un aumento en la demanda de combustibles fósiles entre 2022 y 2028 a un ritmo del 1% anual. Esto significa que a pesar de la mayor proliferación de iniciativas de proyectos de energías renovables, la demanda de combustibles fósiles seguirá teniendo un peso importante en la economía global.

La siguiente tabla muestra la demanda histórica de diésel (2019-2021) y la demanda proyectada (2022-2028).

Tabla 3. Informe de la AIE; Petróleo 2023.

Global oil demand by product (mb/d), 2019-2028											
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2022-28 Growth Rate
LPG/Ethane	13.2	13.2	13.8	14.2	14.4	14.6	14.8	15.1	15.5	15.9	1.9%
Naphtha	6.6	6.4	6.9	6.8	7.0	7.4	7.8	8.0	8.2	8.3	3.4%
Gasoline	26.7	23.7	25.6	26.0	26.6	26.6	26.6	26.4	26.1	25.8	-0.2%
Jet/Kerosene	8.0	4.7	5.2	6.2	7.3	7.5	7.6	7.9	8.0	8.2	4.7%
Gasoil/Diesel	28.3	26.1	27.5	28.3	28.4	28.5	28.7	28.7	28.8	28.9	0.4%
Residual fuel oil	6.2	5.6	6.2	6.5	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	0.4%
Other products	11.8	11.9	12.2	11.8	11.8	11.9	11.9	12.0	12.0	12.0	0.3%
<b>Total products</b>	<b>100.7</b>	<b>91.7</b>	<b>97.5</b>	<b>99.8</b>	<b>102.3</b>	<b>103.1</b>	<b>104.1</b>	<b>104.8</b>	<b>105.3</b>	<b>105.7</b>	<b>1.0%</b>
Annual change	0.6	-9.0	5.8	2.3	2.4	0.9	1.0	0.7	0.5	0.4	

BEI diésel es uno de los combustibles fósiles que aumentará su demanda, a un ritmo del 0,4% anual. El diésel se utiliza en motores de encendido por compresión debido a que la potencia que se obtiene de él es superior a la obtenida con los motores de encendido por chispa. El diésel se utiliza en el sector del transporte de mercancías en la mayoría de los países. La composición química del diésel es de hidrocarburos parafínicos en su mayoría.

### Uso de biometano en motores dual-fuel

Los motores de combustible dual son aquellos que pueden utilizar una mezcla de dos combustibles diferentes, por ejemplo, los motores de combustible dual que utilizan diésel y gas natural. Por lo general, los motores de combustible dual que funcionan con diésel y gas natural también pueden funcionar solo con diésel si no hay gas natural disponible.

### Uso de biometano como potencial aditivo para gas natural en motores dual fuels en el Perú.

Es muy importante el uso potencial del biogás y biometano en el Perú. Algunas de las razones de esta afirmación son que en el Perú actualmente existe una red de gas natural, hay muchas empresas agrícolas y hay residuos municipales que no se aprovechan como fuente de biogás.

La alta pureza del biometano permite su uso como combustible para vehículos. Para aprovechar este beneficio, es importante considerar el número de metano. El número de metano es un número que indica la capacidad antidetonante del combustible, en este caso metano, lo que le permite soportar altas temperaturas y altas presiones dentro de la cámara de combustión del motor, evitando que se produzcan efectos de detonación que puedan dañar el motor.

Hay algunos proyectos para utilizar el biometano en diferentes sectores. Un ejemplo es un proyecto minero ubicado en el sur del Perú, en la región de Ica, donde una empresa minera posee 25 camiones mineros para transportar el mineral desde el sitio de extracción hasta la planta de refinación. Esos camiones son del fabricante Caterpillar. Dichos camiones han sido diseñados para que sus motores consuman simultáneamente Diésel y GNL, mediante la instalación de los sistemas Dynamic Gas Blending desarrollados por Caterpillar. La implementación del sistema de uso aún está en evaluación.

La implementación del sistema aún está en evaluación porque el gas natural disponible localmente tiene un número de metano de 78, el cual es inferior al número de metano solicitado por el fabricante Caterpillar, que al menos indica que debería ser 80.

Una posible solución a este problema es mezclar biometano natural con biometano en una determinada proporción, aumentando por tanto el número de metano.

Según los cálculos iniciales, se puede obtener un número de metano de 83, considerando una proporción del 25% de biometano. Este nuevo uso del biometano, que se ha denominado aditivo, permitirá aprovechar el biogás disponible en una región cercana.

*Figura 2. Camión minero. Caterpillar 793D analizado para la investigación.*





En México existe una Unidad minera, denominada "La Herradura", que ha obtenido resultados positivos para el uso de motores duales con diésel y gas natural en operaciones mineras con camiones mineros.

### **Impacto del uso de motores diésel dual fuel con biometano y gas natural:**

#### **Reducción de costos de operación.**

El coste del gas natural en muchos países es menor que el del diésel. En el Perú el costo del gas natural ronda los 12,5 US\$/MMBTU, y al compararlo con el diésel, es menos del 50% del costo del diésel, que es de 28 US\$/MMBTU.

Cuando se utilizan motores de combustible dual en camiones mineros, es posible reducir el uso de diésel en las faenas mineras en aproximadamente un 65% (según la empresa Caterpillar). La reducción del consumo de diésel ayudará a reducir los costos de transporte del mineral. Según los cálculos iniciales, el costo de utilizar 100% diésel se reducirá de 42,8 US\$/MMBTU a 23,10 US\$/MMBTU. Esto significa que es probable que se reduzcan los costos de transporte en un 46%.

#### **Reducción de la emisión de gases de efecto invernadero**

Según algunas otras investigaciones, el uso de gas natural en motores dual-fuel podría reducir la emisión de gases de efecto invernadero. Las investigaciones sobre el impacto ambiental mencionan que 1 camión minero puede generar 2.137 Ton CO<sub>2</sub> en un año de trabajo, y es posible reducir el nivel de emisiones a un nivel máximo del 30%.



*Edward Félix Estrada es un ingeniero químico con 10 años de experiencia, actualmente desempeñándose como Jefe de Proyectos Industriales en Reactivos Nacionales S.A. Su enfoque en la gestión de proyectos de alto impacto combina herramientas de gestión y conocimientos técnicos, con un énfasis en la eficiencia energética y la mejora de procesos industriales para promover la sostenibilidad y el cuidado del medio ambiente. Edward se destaca por su capacidad de liderazgo y resiliencia, como lo demuestra en situaciones críticas donde ha liderado la puesta en marcha de equipos esenciales. Su misión es desarrollar proyectos eficientes y generar conciencia sobre la importancia de la eficiencia energética.*



*Alex Contreras Paredes es Director en All Energy Perú y representante de Hysytech & Stirling Cryogenics, con una destacada especialización en Sistemas Dual Fuel de Prins Westport. Su trayectoria como investigador en el Centro de Energías Renovables de la UNI le ha permitido desarrollar un profundo enfoque en la innovación dentro de proyectos energéticos, centrándose especialmente en sistemas de combustión que utilizan gas natural y combustibles alternativos.*

# ARTÍCULOS

## LA IMPORTANCIA DE LA OPTIMIZACIÓN BAJO INCERTIDUMBRE EN LA INGENIERÍA DE PROCESOS: UN ENFOQUE INTEGRAL

Por M.I.Q. Giussepi Mamani-Paco.

Estudiante de Doctorado en Ciencias en Ingeniería Química, Universidad de Guanajuato, México.

En la ingeniería de procesos, la optimización bajo incertidumbre se ha vuelto un aspecto crucial para el diseño y operación de sistemas industriales. Este enfoque permite tomar decisiones más seguras y efectivas al considerar la variabilidad inherente a los procesos, mejorando tanto la eficiencia operativa como la seguridad del sistema. La relevancia de este campo radica en su capacidad para abordar las incertidumbres, como las variaciones en los parámetros del modelo y las perturbaciones externas, que pueden afectar el desempeño del proceso y la viabilidad del diseño.

A diferencia de la optimización típica, que se centra en encontrar el mejor resultado bajo un conjunto de condiciones determinadas y asumidas como fijas, la optimización bajo incertidumbre reconoce y maneja las variaciones y la falta de certeza inherente en los modelos y parámetros del proceso.

Mientras que la optimización clásica busca un punto óptimo basándose en datos precisos y condiciones controladas, la optimización bajo incertidumbre busca soluciones que sean resistentes y adaptables a cambios imprevistos. Esta diferencia es crucial en la ingeniería de procesos, donde las variaciones en los parámetros y las condiciones operativas pueden llevar a resultados ineficaces o incluso fallos en el sistema si no se consideran adecuadamente. Así, al integrar modelos probabilísticos y técnicas avanzadas, como la transformación insesgada, la optimización bajo incertidumbre no solo mejora la fiabilidad de las soluciones, sino que también optimiza el desempeño global del proceso, incluso en presencia de incertidumbre y perturbaciones.

Una de las metodologías que ha ganado popularidad es el uso de aproximaciones

matemáticas que ayudan a considerar estas incertidumbres al diseñar y operar procesos. Estas aproximaciones permiten evaluar cómo las variaciones en los parámetros del proceso pueden impactar el resultado, ayudando a los ingenieros a desarrollar soluciones más robustas y confiables. Sin embargo, es importante tener en cuenta que, aunque estas herramientas ofrecen una manera de lidiar con la incertidumbre, la precisión de los resultados puede variar dependiendo de cómo se apliquen. Por tanto, esto hace que sea crucial evaluar cuidadosamente las herramientas y métodos utilizados para asegurar que proporcionen resultados confiables. Por otro lado, otra alternativa para abordar la incertidumbre en la ingeniería de procesos son las técnicas de integración numérica, que permiten una mayor precisión al estimar cómo las variaciones pueden afectar el proceso.

Estas técnicas son particularmente útiles en situaciones donde se deben considerar múltiples variables al mismo tiempo, ofreciendo un buen equilibrio entre precisión y esfuerzo computacional. Sin embargo, es importante reconocer que, en procesos muy complejos, algunas de estas técnicas pueden volverse menos efectivas, lo que ha llevado al desarrollo de métodos más avanzados para manejarlas. Asimismo, la optimización bajo incertidumbre también juega un papel fundamental en el ámbito del diseño y control integrado de procesos. Métodos que consideran probabilidades han sido utilizados para manejar las variaciones en el proceso de manera más eficiente, permitiendo a los ingenieros diseñar y operar sistemas que sean tanto económicos como seguros. Estos enfoques ayudan a asegurar que los diseños propuestos puedan manejar las variaciones que se presenten durante la operación, lo que resulta en procesos más confiables y efectivos.



*Bachiller en Ingeniería Química por la Universidad de Ingeniería y Tecnología, Perú, y Maestro en Ingeniería Química (Integración de Procesos) por la Universidad de Guanajuato, México. Experiencia en simulación y optimización de procesos industriales, así como en tecnologías avanzadas de captura de dióxido de carbono, desarrollo de bioprocesos utilizando biomasa lignocelulósica, el manejo de métodos de optimización multiobjetivo y técnicas metaheurísticas. Capacitado en el manejo de herramientas computacionales especializadas, incluyendo Matlab (certificado), Python, Fortran, Aspen Plus y Promax.*



# 08

---

## AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a todos los profesionales de la ingeniería química, quienes, con su dedicación y pasión, nos han inspirado para la creación de esta revista. Esta publicación nace con el objetivo de ser un referente para los ingenieros químicos ofreciendo contenido relevante y de alta calidad.

Agradecemos profundamente a los expertos y colaboradores que han contribuido con sus artículos y estudios. Su generosidad al compartir sus conocimientos y experiencias enriquece el contenido de nuestra revista y proporciona a nuestros lectores una perspectiva valiosa sobre los últimos avances y tendencias en el campo de la ingeniería química.

Nuestro agradecimiento también va para los miembros del equipo editorial y AIChE PERÚ, cuya ardua labor en la revisión, edición y organización del contenido asegura que cada número cumpla con los más altos estándares de calidad. Su esfuerzo incansable y su atención al detalle son la columna vertebral de esta revista.

Finalmente, a nuestros lectores, les damos las gracias. Su entusiasmo y retroalimentación son cruciales para nuestra evolución y para mantenernos en sintonía con las necesidades y expectativas de la comunidad de ingenieros químicos.

A todos ustedes, gracias por hacer posible este proyecto y por su contribución al avance de la ingeniería química.