



ASOCIO EN ACCIÓN

BOLETÍN

**ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE
INVESTIGACIÓN OPERATIVA**

Consejo Directivo

Elena Valentina Gutierrez
Presidenta
Universidad del Valle

David Barrera Ferro
Vicepresidente
Pontificia Universidad Javeriana

Carlos Franco
Tesorero
Universidad del Rosario

Eduyn Ramiro López
Vocal
Universidad Distrital

Javier Orlando Neira
Vocal
Universidad Politecnica de Valencia

Leonardo Rivera Cadavid
Vocal
Universidad del Valle

Carolina Castañeda Pérez
Vocal
Universidad Pompeu Fabra

William Javier Guerrero
Vocal
Universidad de la Sabana

Nicolas Clavijo Buriticá
Vocal
Rappi

Juan G. Villegas
Vocal
Universidad de Antioquia

En esta nueva entrega del Boletín **ASOCIO en Acción** tenemos varias novedades y contribuciones desde la comunidad. El boletín inicia con el reporte de la profesora Elena Valentina Gutiérrez como presidenta de la Asociación, donde nos presenta el detalle de la **gestión realizada desde la última asamblea en 2022**, los resultados de los grupos de trabajo, y la participación de la comunidad colombiana en diferentes eventos y actividades a nivel latinoamericano y mundial.



Desde el consejo directivo **se impulsó la creación de un nuevo Observatorio de Investigación Operativa en Colombia** para fomentar el desarrollo empresarial mediante la aplicación la disciplina en diferentes sectores. Invitamos a los lectores a conocer un poco más de esta iniciativa desde la óptica de sus autores y a contribuir a la misma.

Por otro lado, el grupo de trabajo de Investigación de Operaciones en Salud nos presenta las actividades realizadas y como crece la participación de la comunidad colombiana en este ámbito. También, se destaca la **participación en IFORS 2023** llevado a cabo en Santiago, Chile en Julio de este año, con una nutrida participación colombiana.

Recibimos un total de cinco contribuciones a la sección de mi tesis en 500 palabras, lo cual nos alegra y motiva por el interés en divulgar sus trabajos ante la comunidad. Contamos con trabajos a nivel de doctorado, maestría y pregrado en programas relacionados con la Investigación Operativa, en áreas diversas como Transporte, Salud, Deportes, Productividad y explotación de hidrocarburos. Estamos seguros, que disfrutaran conocer las reseñas de estos trabajos y poder inspirar nuevas contribuciones.

Queremos aprovechar la ocasión para invitar a todos los miembros de ASOCIO y lectores del boletín a presentar contenido para las próximas ediciones. Desde la asociación queremos conocer y mostrar la constante actividad relaciona con la Investigación Operativa en Colombia, de la cual todos nos podemos inspirar, y así mismo contribuir al mejoramiento de la sociedad desde la Investigación Operativa.

Eduyn Ramiro López Santana - Universidad Distrital - Bogotá

Juan G. Villegas - Universidad de Antioquia - Medellín

Equipo Editorial

Eduyn Ramiro López Santana - Universidad Distrital - Bogotá

Juan G. Villegas - Universidad de Antioquia - Medellín

Ana Milena Valdés - Escuela de Ingeniería Industrial - Universidad del Valle

Laura Lucia González - Escuela de Ingeniería Industrial - Universidad del Valle



Informe de la Presidenta



Elena Valentina Gutiérrez
Presidenta de ASOCIO

Nuestra Asociación Colombiana de Investigación Operativa (ASOCIO) ha estado en acción durante el periodo 2022-2023. Con base en los resultados de la última Asamblea Anual Ordinaria, celebrada en septiembre de 2022, los miembros del Consejo Directivo realizamos el proceso de planeación para definir los proyectos y actividades a desarrollar con la comunidad de investigación de operaciones (IO). La planeación identificó actividades clave como la continuación del Boletín ASOCIO, la estandarización de las comunicaciones en nuestros correos de contacto y redes sociales, y el mejoramiento de los registros y procesos de pago. Durante el periodo, mantuvimos también las conferencias y tutoriales virtuales, y emprendimos nuevos proyectos como el diseño e implementación de un Observatorio de IO, la participación de los Grupos de Trabajo con las comunidades de IO Latino Iberoamericana (ALIO) e internacional (IFORS), y la apertura de un espacio de difusión de Mujeres Colombianas en IO.

De este modo, presentamos a continuación un resumen de las actividades principales realizadas durante el último año y hacemos una reseña breve de la participación de nuestra comunidad en las conferencias recientes en IO. Todos los detalles los daremos en el Informe del Consejo Directivo en nuestra Asamblea Anual Ordinaria de 2023. Así mismo, el registro y vínculo a nuestros canales de comunicación se encuentran en nuestra página web www.asociocolombia.org

Conferencias y Tutoriales Virtuales

Continuando con las conferencias virtuales trimestrales, durante el 2023 hemos realizado dos conferencias. La primera, realizada a finales de marzo, estuvo orientada a las perspectivas de consumo y riesgo en cadenas agroalimentarias. En la segunda, realizada en junio, tuvimos un conversatorio sobre las mujeres colombianas en IO con una investigadora colombiana, y se presentaron los resultados de un proyecto de planeación de zonas tarifarias para la maximización de ingresos en transporte público. Para la tercera conferencia, estamos planteando orientarla hacia el estudio de la sostenibilidad en sistemas de salud, especialmente en cadenas de abastecimiento hospitalarias. Para nuestros tutoriales virtuales semestrales, tuvimos como invitados a los colegas de *FlexSim* en mayo. El tutorial nos brindó una introducción al software de simulación y desarrollamos ejemplos del uso de la herramienta aplicados en diferentes sectores. El registro y acceso a los videos de las conferencias y tutoriales se encuentra disponible en nuestro canal de YouTube, cuyo vínculo está en nuestra página web.

Observatorio de Investigación de Operaciones

En un trabajo conjunto con colegas de la Universidad de La Sabana, miembros del Consejo Directivo han liderado el diseño e implementación de un Observatorio de Investigación de Operaciones. El Observatorio tiene por objetivo hacer un seguimiento permanente a la evolución que tiene la aplicación de la investigación operativa en Colombia desde las empresas privadas de consultoría dedicadas a la IO. El plan de trabajo del Observatorio ha incluido la definición de los protocolos y aspectos éticos de su implementación, la creación del directorio de las empresas encuestadas, y el diseño y aplicación de los instrumentos. El equipo que lidera el Observatorio ha trabajado durante el 2023 en la aplicación y análisis de las encuestas, y una vez se tengan los resultados serán publicados en nuestros diferentes canales de comunicación. Como lo indica también el equipo líder, esta es una iniciativa que busca conectar las necesidades del sector de consultoría con el desarrollo de la misión de ASOCIO.

Grupos de Trabajo

El Grupo de Trabajo en Salud realizó la primera Escuela de Investigación de Operaciones en Salud, *Healthcare Operational Research Graduate School (HOpeR)*. HOpeR fue organizada en conjunto por la Pontificia Universidad Javeriana y la Université du Québec à Montréal, y con el apoyo de la Universidad del Valle y la Universidad ICESI. HOpeR tuvo lugar del 28 de noviembre al 2 de diciembre de 2022 en la Universidad Javeriana, Bogotá. De igual forma, el Grupo de Trabajo lideró la propuesta de creación del ALIO *Working Group on Healthcare* en la Asamblea Anual de ALIO, en diciembre de 2022.

Miembros del Grupo de Trabajo en Sostenibilidad organizaron una sesión especial en la Conferencia de IFORS 2023 realizada en Santiago de Chile el pasado mes de julio. La sesión especial, denominada "OR and Food Sourcing and Distribution" estuvo dedicada al estudio de la seguridad alimentaria y del futuro de la IO en la logística de cadenas de suministro alimentarias.

Participación en Conferencias de la Comunidad IO

La comunidad colombiana ha tenido una participación importante en las dos conferencias más recientes de las comunidades de IO de Latino Iberoamérica (ALIO) y de la Federación Internacional (IFORS). En la versión 23 de la Conferencia de la *International Federation of Operational Research Societies* (IFORS, 2023), realizada entre el 10 y 14 de julio de 2023 en Santiago de Chile, Colombia aportó 21 trabajos presentados en sesiones paralelas, y se registraron alrededor de 55 autores colombianos. En la *XXI Latin Ibero-American Conference on Operations Research* (CLAIO, 2022), realizada del 12 al 15 de diciembre en Buenos Aires Argentina, se presentaron 46 trabajos de autores colombianos y participamos también con una conferencia plenaria.

El próximo lunes 25 de septiembre de 2023 realizaremos la Asamblea Anual Ordinaria de nuestra Asociación, a la cual están cordialmente invitados. La asamblea se realizará en modalidad virtual y el vínculo para conectarse se enviará individualmente a todos los miembros activos de ASOCIO. Para este año, tenemos en la Asamblea elección para los cargos de Presidente, Tesorero y cuatro Vocales del Consejo Directivo. Los invitamos también a que presenten sus postulaciones para estos cargos y que hagan parte activa de la Asociación.

En septiembre terminaré el periodo que me corresponde como Presidenta, y quiero agradecer especialmente a los colegas miembros del Consejo Directivo quienes nos han acompañado en los proyectos y actividades que hemos desarrollado. Muchas gracias también a toda la comunidad colombiana de IO por el apoyo, pertenencia y participación en nuestra Asociación. Espero que la continuidad de nuestras actividades y los nuevos proyectos que hemos emprendido fortalezcan la comunidad colombiana de investigación de operaciones.

¡Muchas gracias a todos!

Elena Valentina Gutiérrez



Conferencia Plenaria en la que se presentó la formalización del ALIO Working Group (AWG) on Healthcare



Mi Tesis en 500 Palabras



Rafael D. Tordecilla

Investigador postdoctoral, Facultad de Ingeniería, Universidad de La Sabana.

rafael.tordecilla@unisabana.edu.co

Doctorado en Logística y Gestión de Cadenas de Suministro Universidad de La Sabana y Doctorado en Tecnologías de la Información y Redes - Universitat Oberta de Catalunya

Directores:

- Prof. D. Javier Panadero
- Prof. Dr. Angel A. Juan
- Prof. Dr. Carlos L. Quintero-Araujo
- Prof. Dr. Jairo R. Montoya-Torres

Optimizing Transportation Systems and Logistics Network Configurations: from Biased-Randomized Algorithms to Fuzzy Simheuristics

El transporte y la logística (T&L) son actualmente funciones de gran relevancia en cualquier industria competitiva. La localización de instalaciones o la distribución de mercancías a cientos o miles de clientes son actividades con un alto grado de complejidad, independientemente de si las instalaciones y los clientes se encuentran en todo el mundo o en la misma ciudad. En los sistemas de T&L se pueden tomar un sinnúmero de decisiones alternativas estratégicas, tácticas y operativas; por lo tanto, llegar a una solución óptima –por ejemplo, una solución con el mínimo costo o la máxima utilidad– es un desafío realmente difícil, incluso para las computadoras

más potentes que existen hoy en día. Así pues, métodos aproximados, tales como heurísticas, metaheurísticas y simheurísticas, son propuestos para resolver problemas de T&L. Estos métodos no garantizan resultados óptimos, pero ofrecen buenas soluciones en tiempos computacionales cortos. Estas características se vuelven aún más importantes cuando se consideran condiciones de incertidumbre, ya que estas aumentan la complejidad de los problemas de T&L. Modelar la incertidumbre implica introducir fórmulas y procedimientos matemáticos complejos, sin embargo, el realismo del modelo aumenta y, por lo tanto, también su confiabilidad para representar situaciones del mundo real. Los enfoques estocásticos, que requieren el uso de distribuciones de probabilidad, son uno de los enfoques más empleados para modelar parámetros inciertos. Alternativamente, si el mundo real no proporciona suficiente información para estimar de manera confiable una distribución de probabilidad, los enfoques que hacen uso de lógica difusa se convierten en una alternativa para modelar la incertidumbre. Así pues, el objetivo principal de esta tesis es diseñar algoritmos híbridos que combinen simulación difusa y estocástica con métodos aproximados y exactos para resolver problemas de T&L considerando niveles de decisión operativos, tácticos y estratégicos. Esta tesis se organiza siguiendo una estructura por capas, en la que cada capa introducida enriquece a la anterior. Por lo tanto, en primer lugar se exponen heurísticas y metaheurísticas sesgadas-aleatorizadas para resolver problemas de T&L que solo incluyen parámetros determinísticos. Posteriormente, la simulación Montecarlo se agrega a estos enfoques para modelar parámetros estocásticos. Por último, se emplean simheurísticas difusas para abordar simultáneamente la incertidumbre difusa y estocástica. Una serie de experimentos numéricos es diseñada para probar los algoritmos propuestos, utilizando instancias de referencia, instancias nuevas e instancias del mundo real. Los resultados obtenidos demuestran la eficiencia de los algoritmos diseñados, tanto en costo como en tiempo, así como su confiabilidad para resolver problemas realistas que incluyen incertidumbre y múltiples restricciones y condiciones que enriquecen todos los problemas abordados.



Daisy J. Puin Gaitán

Universidad de La Sabana
daisypuga@unisabana.edu.co

William J. Guerrero Rueda, Ph.D.

Universidad de La Sabana
william.guerrero1@unisabana.edu.co

Elena V. Gutiérrez, Ph.D.

Universidad del Valle
valentina.gutierrez@correounivalle.edu.co

Un enfoque fundamentado en datos para clasificar inventarios de medicamentos críticos: un caso clínico colombiano

Actualmente, el Sistema de Salud Colombiano presenta un notable incremento en el gasto en salud, donde para el año 2021 ha alcanzado un 9 % del Producto Interno Bruto. Como consecuencia, tanto el sector privado, como público afrontan fuertes presiones para mejorar la gestión de los inventarios farmacéuticos, garantizando un servicio efectivo, seguro, oportuno y equitativo. De esa manera, la disponibilidad de medicamentos desempeña un papel importante en asegurar el adecuado tratamiento de los pacientes, teniendo en cuenta un entorno hospitalario complejo y volátil. Esta investigación propone un modelo matemático basado en datos para la categorización de los medicamentos en base a sus similitudes logísticas,

permitiendo proponer políticas de inventario específicas para cada grupo de medicamentos. El caso de estudio es en una clínica universitaria en Colombia, que cuenta con las especialidades de: urgencias, consulta externa, imagenología, cuidados especiales, hospitalización, rehabilitación, cirugía y salud mental. Durante la etapa de la recolección de información se evidencia una gestión empírica y subjetiva a decisiones tomadas por el personal con mayor experiencia en el cargo. Adicional, se identifica limitaciones en las negociaciones con los proveedores como: tiempo de entrega, condiciones de pago y el tamaño de los pedidos. Considerando las dificultades mencionadas, se lleva a cabo tanto un análisis de la cadena de suministro como una revisión bibliográfica con el fin de identificar los factores logísticos. La demanda, el precio unitario, el número de proveedores, el tiempo de entrega y el tamaño del pedido constituyen los factores del modelo matemático. Posterior al análisis descriptivo de estos factores, se implementan dos algoritmos de segmentación (K-Means frente al agrupamiento espacial basado en la densidad de aplicaciones - DBScan). El algoritmo K-Means es eficiente y se adapta bien a diferentes tipos de datos, mientras que el algoritmo DBScan es robusto y no requiere una selección previa del número de grupos. Este último algoritmo generó resultados favorables al presentar una segmentación menos sesgada. De esa manera los medicamentos se segmentan en tres grupos, donde el precio, la demanda y el tamaño de pedido son los factores que predominan. A través de la realización de una encuesta experimental entre profesionales del campo logístico, se identificó el grupo crítico desde una perspectiva logística. Si bien es cierto que en esta investigación la identificación de medicamentos críticos estuvo principalmente influenciada por factores logísticos, es fundamental destacar que esta problemática sigue enmarcada dentro del ámbito médico. En consecuencia, se tomó en cuenta la inclusión de factores farmacológicos en cada grupo. De esa manera, la aplicación de la clasificación VED (Vital, Esencial y Deseable) generó la muestra que prioriza los medicamentos del grupo crítico, según las necesidades terapéuticas de los pacientes. En resumen, este estudio proporciona una clasificación completa que considera una amplia gama de factores logísticos, lo que brinda una perspectiva completa sobre la gestión de medicamentos. Donde su metodología puede ser aplicada en otras instituciones de salud, pero los resultados dependerán del contexto específico de cada clínica.



Graduado: Juan Manuel Ramos Valderruten

Ingeniería Industrial- Unidad Central del Valle del Cauca.

Graduado: Juan Esteban Agudelo Cano

Ingeniería Industrial- Unidad Central del Valle del Cauca.

Director: Fabio Trochez Herrera

Ingeniero Industrial Unidad Central del Valle Del Cauca.

La Investigación de operaciones aplicada en un equipo de baloncesto de la Ciudad de Tuluá Valle.

Existe una escasez de modelos matemáticos en el campo del baloncesto para generar estrategias tácticas por lo cual se ha propuesto desarrollar uno para la selección Sub 17 de un club de baloncesto en la ciudad de Tuluá, Valle del Cauca. La utilidad del modelo permite tomar decisiones que aporten al mejoramiento y rendimiento del equipo; al analizar datos históricos y estadísticas de partidos anteriores se identificaron patrones y tendencias que son utilizados para las estrategias efectivas. Además, es innovador y se proyecta como herramientas para cambiar la forma en que se planifican y ejecutan las tácticas en el baloncesto, permitiendo a los entrenadores y jugadores tomar decisiones más precisas y objetivas en el campo de juego, además es valiosa la contribución de la literatura científica sobre baloncesto y modelos matemáticos. El modelo se validó a través de experimentos con datos de la NBA. Los resultados mostraron que el modelo propuesto

puede mejorar significativamente la eficacia del equipo en la cancha, y que puede ser útil para entrenadores y analistas de baloncesto en la toma de decisiones sobre la composición de las alineaciones. El estudio demostró que los jugadores con biotipo mesomorfo presentan una combinación óptima de masa muscular y agilidad, lo que les permite desarrollar una fuerza, velocidad y coordinación ideales para el juego de baloncesto. Estas cualidades físicas les otorgan una ventaja competitiva, ya que pueden adaptarse rápidamente a las diversas situaciones del juego, realizar movimientos precisos y tener un rendimiento destacado en la cancha.

Por último, se logra evidenciar que dentro de la ejecución del modelo en situaciones reales los resultados del equipo mejoran, permitiendo tener una mayor estabilidad y ubicación en las posiciones de cada deportista, asignando una correcta responsabilidad de su puesto en la cancha y generando una idea más clara al entrenador al momento de requerir un relevo en el juego, los resultados se demuestran en un torneo que se obtiene el primer lugar y otro de subcampeones, pero más allá del resultado, permite generar estrategias técnicas en con las estadísticas recolectadas durante el proceso de estudio. Durante el partido cada segundo es crucial, en cuestión de milésimas de tiempo se puede cambiar el resultado representado en encestadas, es por esto que estudiar cada una de las situaciones y lograr reducir la posibilidad de error, va a permitir ir un paso adelante en el marcador, de esta manera se logra dar cumplimiento al cerrar dicho proceso con un resultado real, positivo e impactando una población de jóvenes deportistas que les permitirá alimentar su proceso formativo durante su práctica del baloncesto y así mismo concebir al equipo en general estrategias novedosas y soportadas en cada una de sus justas deportivas. La validación del modelo matemático se ejecuta en dos torneos de los cuales se hace partícipe, el primero en la ciudad de Cali, en el cual se lleva el equipo mediante la nómina que asigna el modelo húngaro, y una segunda validación en el torneo del municipio de Bugalagrande Valle aplicando la titularidad entregada por el software QM FOR WINDOWS.



Graduada: Gisela Patricia Monsalve Fonnegra
Doctora en Pensamiento Complejo
Universidad Multiversidad Edgar Morin, México
Director Doctor Edgar Serna Montoya
Instituto Antioqueño de Investigación

Modelo transdisciplinar de productividad a partir de las ciencias exactas y la complejidad

Nuestra supervivencia en la Tierra está determinada por infinidad de factores que la condicionan, uno de ellos es la capacidad con la cual se producen bienes y servicios para suplir las necesidades de un Universo explosionado demográficamente, lleno de exigentes retos y en permanente cambio; esa capacidad es la productividad con la cual damos respuesta a las demandas de la población.

Medir la productividad implica determinar las variables exactas que realmente afectan el rendimiento de las unidades productivas sobre las cuales se realiza el análisis; asimismo, es necesario validar los posibles efectos de la integración de variables emanadas desde la complejidad y las ciencias humanas, en los modelos tradicionales, e incluir factores cualitativos que inciden en los procesos y actualmente no son tenidos en cuenta.

El nuevo modelo de medición de la productividad incluye un conjunto de variables determinadas con fundamento

en la visión transdisciplinar del mundo; la selección requirió un análisis cuantitativo y bibliométrico riguroso, principalmente entorno a tópicos de ingeniería industrial, educación, economía y sociedad. Empresarios del sector industrial, investigadores y profesionales en Ingeniería industrial y afines, calificaron cada una de las variables del conglomerado en cuanto a impacto, pertinencia e importancia dentro de cada proceso evaluado.

Variables exactas de alto impacto relacionadas con la mano de obra y la maquinaria fueron utilizadas para medir la productividad durante ocho meses en una gran empresa industrial aplicando el análisis envolvente de datos DEA; simultáneamente se midió la productividad con un modelo categórico compuesto por 15 variables transdisciplinarias. Los resultados demostraron que DEA presenta grandes diferencias de mes a mes, incluso permaneciendo constante la mano de obra y la capacidad de las máquinas en operación, DEA se perturba fuertemente con la inclusión de variables blandas en el estudio, lo cual demuestra que es necesario integrar variables exactas y blandas para una mejor y más adecuada medición de la productividad. Lo anterior, sugiere que no es suficiente un modelo cien por ciento exacto para concluir acerca de la productividad organizacional.

La modelación matemática se realiza a partir de ecuaciones estructurales. En el modelo están presentes categorías de variables agrupadas por clústeres de acuerdo a su procedencia técnica o temática; todas las variables pueden ser contempladas en el modelo en la medida en que ocurran y suman o restan al valor del indicador sintético final dependiendo su incidencia favorable o no en los procesos.

El modelo debe soportarse en un software que permita que el universo de variables sea parametrizable de acuerdo con las características que se tengan o simulen en una empresa en un momento determinado. El modelo es una innovación a la forma como se mide la productividad en organizaciones con ánimo de lucro; el objetivo de ayudar a mejorar la competitividad de las empresas y el desempeño de los colaboradores.

Las publicaciones derivadas de la tesis se encuentran reseñadas en https://scholar.google.com/citations?view_op=list_works&hl=es&user=1RXZg3kAAAAJ https://www.researchgate.net/profile/Gisela_Monsalve_Fonnegra



Astrid Xiomara Rodriguez Castelblanco

Doctorado en Ingeniería

Departamento de Ingeniería Industrial

Universidad de los Andes

Directores de tesis:

Andres L. Medaglia

Sergio A. Cabrales

Becaria Fulbright: Estudiante Doctoral Colombiano

Decision-Making Framework to Optimize the Waterflooding Process in an Oilfield Using Reduced-Order Models and Machine Learning

La industria petrolera abarca una amplia gama de actividades, incluyendo exploración, extracción, refinación, transporte y comercialización de petróleo y productos derivados. Esta es una industria multifacética y en constante evolución con implicaciones de gran alcance para las economías nacionales y el mercado energético global. En 2018, la energía derivada del petróleo representó el 40% del consumo mundial de energía y constituye el 30% de la energía primaria global.

Las reservas de petróleo desempeñan un papel crucial para garantizar un suministro de energía confiable y con ellas suplir la demanda energética. Sin embargo, a medida que la demanda de energía continúa aumentando, las reservas se están agotando, generando la necesidad de incrementarlas, ya sea por el descubrimiento de nuevos campos petroleros, o aumentando el porcentaje de

hidrocarburo extraído de un campo, llamado factor de recobro, a través de la implementación de procesos de recobro mejorado de hidrocarburos.

El recobro mejorado de hidrocarburo consiste en la inyección de fluidos a los yacimientos para mejorar la movilidad del petróleo y poder recobrar mayor volumen de hidrocarburo. La inyección de agua, ha sido mundialmente el proceso de recobro mejorado mas implementado y con mayor éxito, dado que permite un recobro adicional entre el 20 y 40% de petróleo. Esta técnica consiste en la inyección continua de agua al yacimiento para aumentar la presión y desplazar el hidrocarburo hacia los pozos productores. Su amplia implementación es dada a la disponibilidad de agua para inyectar, la eficiencia técnica y económica del proceso y su simplicidad.

Previo a su implementación, se debe realizar un conjunto de pruebas, evaluaciones y simulaciones, con las cuales establecer el escenario desarrollo del proceso. Para ellos se requiere una serie de información del yacimiento, la cual en la mayoría de los casos no es conocida, y obtenerla es costosa. Adicionalmente, estas simulaciones se realizan en softwares de simulación numérica, los cuales requieren de licencias costosas, altos tiempos de computo y recursos de almacenamiento. Estas implicaciones, limitan la debida evaluación y ejecución del proceso, generando alta incertidumbre en los resultados.

Por ello, en mi tesis doctoral se propone una metodología integral para la toma de decisiones en un proceso de inyección de agua, que permita establecer las condiciones operacionales óptimas de los pozos productores e inyectoras, considerando los aspectos técnicos y económicos asociados al proceso, maximizando las utilidades.

Esta metodología integra la precisión de predicción de los modelos numéricos de flujo multifásico, con modelos de reducción de orden. Integra dentro de un modelo de simulación-optimización modelos de machine learning para la predicción de la producción de hidrocarburos, en conjunto con un modelo financiero, para considerar aspectos técnicos y económicos en la toma de decisiones. Así mismo, utiliza la metaheurística Iterative Local Search como estrategia guía para el proceso de búsqueda.

Con esta metodología se logra establecer un escenario de explotación de hidrocarburos optimo que aumenta la producción de petróleo, reduce costos asociados al proceso, mejora el manejo y administración de los recursos hídricos y garantizar un equilibrio delicado entre todos los actores involucrados al proceso.



Artículos Invitados



William J. Guerrero, Facultad de Ingeniería,
Universidad de La Sabana (Chía, Colombia).

Juan Guillermo Villegas,
Departamento de Ingeniería Industrial,
Universidad de Antioquia (Medellín, Colombia).

Nicolas Clavijo, Operations Researcher,
Rappi (Cali, Colombia)

Javier Neira Rueda, Universidad del Rosario
(Bogotá, Colombia)

Nace un Nuevo Observatorio de Investigación Operativa en Colombia para Impulsar el Desarrollo Empresarial mediante la aplicación de nuestra disciplina.

Colombia se posiciona nuevamente en la vanguardia de la investigación operativa con la creación de un nuevo observatorio, resultado de una alianza estratégica entre la Asociación Colombiana de Investigación Operativa (ASOCIO), la Facultad de Ingeniería de la Universidad de La Sabana. Este nuevo centro de investigación, aprobado por el Comité de Ética de la Universidad de La Sabana, tiene como objetivo recopilar y difundir información sobre la actividad de la disciplina en el país, especialmente por parte de las empresas de consultoría que aplican investigación

de operaciones en Colombia.

Este observatorio busca también hacer un seguimiento permanente a la evolución que tiene la aplicación de la investigación operativa en Colombia desde las empresas privadas de consultoría dedicadas a la IO a través de indicadores de percepción en cuatro dimensiones:

1. Facilidad para encontrar talento humano capacitado
2. Ambiente para los negocios de IO en Colombia
3. Relacionamiento de las empresas privadas con gobiernos y universidades.
4. Percepción de impacto de los modelos en las compañías desde la empresa privada.

El nuevo observatorio se presenta como un recurso invaluable para los miembros de ASOCIO, ya que brindará acceso a información actualizada y relevante sobre el desarrollo de la investigación operativa en el país. Esto permitirá a las organizaciones mantenerse al tanto de las necesidades de las empresas, las últimas tendencias, metodologías y mejores prácticas en el campo, fortaleciendo su capacidad para abordar desafíos y mejorar su rendimiento.

De esta forma, además de recopilar datos sobre la actividad de investigación operativa en Colombia, ASOCIO también se enfoca en generar investigaciones propias y promover el intercambio de conocimientos entre profesionales, académicos y estudiantes. Esto complementa la organización de conferencias, seminarios y talleres que realiza la asociación y que fomenta la colaboración y el aprendizaje mutuo, con el objetivo de impulsar la innovación y el avance de la disciplina en el país.

Este observatorio es liderado por el profesor William Guerrero (Universidad de La Sabana), en colaboración con los profesores Juan Guillermo Villegas (Universidad de Antioquia), Javier Neira Rueda (Universidad Politécnica de Valencia), Nicolás Clavijo (RAPPI). Se espera que el nuevo observatorio de investigación operativa en Colombia se convierta en un referente nacional e internacional en la materia, atrayendo la atención de investigadores, profesionales y estudiantes interesados en contribuir al desarrollo de esta disciplina. A final de este año se espera hacer la entrega del primer reporte del observatorio. Agradecemos a quienes quieran contribuir al observatorio y responder el cuestionario contactarnos al correo electrónico: William.guerrero1@unisabana.edu.co



Una parte de la delegación colombiana en IFORS 2023

¡IFORS 2023 conto con una nutrida participación Colombiana!

Por segunda vez en su historia, la conferencia trienal de la Federación Internacional de Sociedades de Investigación Operativa – IFORS 2023 se llevó a cabo en Latinoamérica. Entre el 10 y el 14 de julio de 2023, la ciudad de Santiago de Chile fue el lugar para reencontrarnos presencialmente después de la pandemia que obligó a que la edición anterior se llevara a cabo de manera híbrida.

Bajo el slogan: Advanced Analytics for a Better World la conferencia reunió a la comunidad de Investigación Operativa proveniente de los cinco continentes provenientes de 55 países diferentes. IFORS 2023 se llevó a cabo en el Centro de Extensión de la Universidad Católica de Chile, y en la Facultad de Economía y Negocios de la Universidad de Chile.

Las estadísticas oficiales indican que Colombia aportó (como mínimo) 21 trabajos presentados en las sesiones paralelas del evento (¡un número igual al de China!). Y si contamos otros autores colombianos cuya afiliación está asociada con otros países podemos decir que llegamos a cerca de 55 autores colombianos en ponencias del evento.

Así mismo, queremos resaltar dos hechos relevantes. El colombiano Alfredo Moreno, actualmente investigador postdoctoral en HEC (Canadá), hizo parte de los ganadores del premio al mejor artículo de aplicaciones innovadoras de la IO del European Journal of Operational Research con el artículo Building disaster preparedness and response capacity in humanitarian supply chains using the Social Vulnerability Index del cual es coautor. Finalmente, el profesor Andrés L. Mdeaglia de la Universidad de Los Andes fue anunciado como Program Chair de la siguiente edición de IFORS, la cual se llevará a cabo en Viena (Austria) en 2026.

Para mas detalles relacionados con la conferencia te invitamos a revisar su página web:

<https://ifors2023.com/>



Grupo de Trabajo de Investigación de Operaciones en Salud

Elena Valentina Gutiérrez

valentina.gutierrez@correounivalle.edu.co

David Barrera Ferro

barrera-o@javeriana.edu.co

Andrés Felipe Osorio

hadesfelipe@gmail.com

El Grupo de Trabajo de Investigación de Operaciones en Salud tiene como propósito congregar a investigadores y practicantes en el tema, facilitando el desarrollo de investigación conjunta, espacios de divulgación y la promoción del uso de la disciplina en esta área de trabajo (<http://asociocolombia.org/site/grupo-de-trabajo-de-investigacion-de-operaciones-en-salud/>). Durante el periodo 2022-2023 el Grupo desarrolló dos actividades principales: organizó la primera Escuela de Investigación de Operaciones en Salud, *Healthcare Operational Research Graduate School* (HOpeR), y presentó la propuesta de creación del ALIO *Working Group on Healthcare* en la Asamblea Anual de ALIO.

HOpeR: *Healthcare Operational Research Graduate School*

La primera edición HOpeR se llevó a cabo en Bogotá, Colombia, del 28 de noviembre al 2 de diciembre de 2022. La Escuela tuvo lugar en la Pontificia Universidad Javeriana y fue organizada en conjunto con Ana María Anaya-Arenas (Université du Québec à Montréal) y David Barrera Ferro (Pontificia Universidad Javeriana). Sally Brailsford, María Camila Gómez, Elena Valentina Gutiérrez, Andrés Felipe Osorio, Janosch Ortmann, Johan Peña y Melanie Reuter-Oppermann formaron parte del comité científico y organizador.

HOpeR tiene como objetivo proporcionar una formación avanzada tanto en problemas como en enfoques de solución en el campo de la investigación operativa en salud. Durante esta primera edición, seis conferencistas discutieron los desafíos en la creación e implementación de herramientas de apoyo a la toma de decisiones en el cuidado de la salud. También presentaron estrategias para involucrar a las partes interesadas durante las diferentes etapas del proceso de investigación. Valérie Bélanger, Sally Brailsford, Erwin Hans, Nadia Lahrichi, Fermín Mallor y Ángel Ruiz hablaron sobre las diferentes áreas en las que se pueden utilizar los enfoques de modelado de IO para apoyar el proceso de toma de decisiones en el sector de la salud, incluidas las estrategias de priorización, la planificación integrada de la capacidad, el hogar planificación de la salud y más.

En la Escuela participaron 23 estudiantes de maestría y doctorado y siete profesionales de la salud (de la Secretaría Distrital de Salud de Bogotá y de clínicas privadas). Entre los 23 estudiantes, 13 eran internacionales (Canadá, España, Alemania, México) y 10 eran colombianos. Además, 18 de nuestros estudiantes presentaron sus proyectos de investigación en la actividad "*Thesis in three minutes*" y pudieron obtener retroalimentación del grupo. Los resultados de HOpeR 2022 superaron las expectativas del Grupo, y el comité organizador ya está trabajando para albergar la próxima edición de la Escuela en Montreal en el verano de 2025. Esperamos verlos allá.



Estudiantes, conferencistas y organizadores de HOpeR Graduate School 2022
Tomado de Barrera-Ferro & Anaya-Arenas (2023)

ALIO Working Group on Healthcare

Los aprendizajes y experiencias del Grupo de Trabajo de IO en Salud de ASOCIO, y la identificación de los trabajos de la comunidad de ALIO en el área, fueron el soporte para presentar, ante la Asamblea Anual de ALIO del año pasado, la propuesta para la conformación y formalización del ALIO Working Group (AWG) on Healthcare. La propuesta se presentó en el contexto de la XXI Latin Ibero-American Conference on Operations Research (CLAIO, 2022), realizada del 12 al 15 de diciembre en Buenos Aires Argentina, en la cual participamos con la conferencia plenaria titulada "Operations Research in healthcare in Latin Ibero-America: Developments and research perspectives". En este trabajo se identificó y caracterizó un conjunto de trabajos dedicados al uso de la investigación operativa para apoyar decisiones de planeación en sistemas de salud en Latino Iberoamérica.

En la conferencia se mostró también como las aplicaciones de IO se han desarrollado en una amplia gama de decisiones de planificación en el cuidado de la salud. Desde el trabajo de Boldy (1981) y Fries (1981), quienes presentan una revisión de más de 300 aplicaciones de IO en problemas estratégicos, tácticos y operativos, la comunidad global de IO ha trabajado en métodos y

técnicas para apoyar las decisiones de planificación en el cuidado de la salud. Como lo indican Gutiérrez et al. (2023), las aplicaciones incluyen pronósticos de demanda, localización y asignación de hospitales, bancos de sangre, suministro de inventario de medicamentos, entre muchos otros problemas en el cuidado de la salud. La comunidad Latino Iberoamericana ha trabajado en aplicaciones IO en salud desde principios de los años 80, pero gran parte de ese trabajo se desconoce o no se publica en revistas internacionales.

Basados en los resultados de la conferencia, y con el objetivo de brindar un espacio de reunión, colaboración y divulgación a los investigadores y profesionales que estudian el uso de la IO en sistemas de salud, la Asamblea de ALIO reconoció la formalización del AWG on Healthcare, del cual ya hacen parte 15 miembros de seis países de Latino Iberoamérica (Brasil, Chile, Colombia, España, México, y Portugal). Las actividades del AWG on Healthcare, que incluyen la presentación de una conferencia plenaria y la organización de una sesión especial en los encuentros de CLAIO, se desarrollarán en colaboración con la Red Iberoamericana de investigadores en métodos cuantitativos para la planificación y gestión de operaciones en sistemas de salud, IO-SAIUDE (<https://www.iosalude.com/>), de la cual también hacemos parte como Grupo de Trabajo de IO de ASOCIO.

Referencias

Barrera-Ferro, D., & Anaya-Arenas, A. M. (2023, March). HOpeR Graduate School 2022 in Colombia.

IFORS News, 43–44. <https://www.ifors.org/subscribe>

Boldy, D. (1981). Operational research applied to health services. Croom Helm.

Fries, B. E. (1981). Applications of operations research to health care delivery systems. Springer-Verlag.

Gutiérrez, E. V., Barrera-Ferro, D., & Osorio, A. F. (2023, June). OR in Healthcare in Latin Ibero America.

IFORS News, 14–15. <https://www.ifors.org/subscribe>



Eventos

2024 INFORMS/ALIO/ASOCIO International Conference

Entre el 16 y el 19 de junio de 2024 se llevará cabo la conferencia internacional ASOCIO/ALIO/INFORMS en la Universidad EAFIT (Medellín).

En los próximos días se abrirá el sistema de envío para que puedas someter tu resumen para participar en el evento. Por ahora, algunos consejos importantes para el envío:

El resumen debe tener un máximo de 600 caracteres (aproximadamente 60 palabras), el título del resumen debe tener un máximo de 150 caracteres. El idioma principal de la conferencia es el inglés, y el resumen debe enviarse en inglés con una opción adicional para cargar un resumen en español o portugués durante el proceso de envío.

Para más información: <https://meetings.informs.org/wordpress/2024international/>



Canales de Comunicación y Procesos de Afiliación y Pago

Invitamos a toda la comunidad a contactar a ASOCIO a través de las cuentas de correo electrónico habilitadas desde el 2022 para **mejorar las comunicaciones**. Por favor utiliza las siguientes cuentas de correo según tus necesidades. Escribe a:

Información ASOCIO: info@asociocolombia.org
para todas tus consultas de tipo general.

Tesorería ASOCIO: tesoreria@asociocolombia.org
para todos los trámites de generación de facturas y pagos.

Comunicaciones ASOCIO: comunicaciones@asociocolombia.org
para la difusión de actividades, invitaciones a la comunidad e información del Boletín.

¡Afílate, es muy fácil!



Membresía Estudiantil



Membresía Individual



Membresía Institucional

ASOCIO ofrece tres tipos de membresías para afiliarse: Estudiantil, Individual e Institucional. Para las afiliaciones Estudiantil e Individual, solo es necesario diligenciar el [formulario](#), realizar el pago y enviar el comprobante a tesoreria@asociocolombia.org. Para la membresía institucional, es necesario seguir los pasos descritos en nuestra página web, en la sección [Afílate](#).

Toda la información de las membresías, los valores y los procedimientos de afiliación se encuentran en <http://asociocolombia.org/site/afiliate/>.

Recuerda que en nuestra página web www.asociocolombia.org encuentras toda la información de la Asociación, y puedes inscribirte también en nuestra lista de correos para recibir información de la comunidad. Encuéntranos también en:



<https://www.facebook.com/asociocolombia>



<https://www.instagram.com/asociocolombia/>



<https://www.youtube.com/channel/UCRU8vfMArgHdfkeBq1ABMeQ>



<https://twitter.com/asociocolombia>