

ASOCIO

Asociación Colombiana de
Investigación Operativa



CONGRESO COLOMBIANO DE INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES

© 2019 by ASOCIO Colombia.
NIT. 900886337-3

ISSN en trámite



**II CONGRESO DE LA ASOCIACIÓN COLOMBIANA
DE INVESTIGACIÓN OPERATIVA**
Agosto 22 y 23, 2017

ASOCIO 2017



Medellín, Colombia

Consejo Directivo de ASOCIO

Juan Carlos Rivera
Universidad EAFIT, Medellín
John W. Escobar
Pontificia Universidad Javeriana/Universidad del Valle,
Jorge E. Mendoza
Université de Tours, Francia
Jairo Coronado-Hernandez
Universidad de la Costa, Barranquilla
Mario César Vélez Gallego
Universidad EAFIT, Medellín
Carlos Eduardo Díaz
Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga
Juan José Bravo
Universidad del Valle, Cali
Carolina Castañeda Perez
Instituto Tecnológico Metropolitano, Medellín
Juan Pablo Fernández
Universidad de Medellín
Francisco Javier Díaz
Universidad Nacional de Colombia, Medellín
Jairo R. Montoya Torres
Universidad de los Andes, Bogotá
Juan G. Villegas
Universidad de Antioquia, Medellín

Comité de Organización

Chair: Mario Cesar Vélez
Juan Gregorio Arrieta,
Oliver Rubio Maya
Departamento de Ingeniería de Producción - Universidad EAFIT

Comité de programa

Chair: Juan Carlos Rivera
Departamento de Ciencias Matemáticas, Universidad EAFIT
Co-Chair: Juan G. Villegas
Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Antioquia

Miembros del comité

Ciro-Alberto Amaya
Universidad de los Andes
Santiago Arango Aramburo
Universidad Nacional de Colombia, Medellín
Javier Arias-Osorio
Universidad Industrial de Santander
Maria-Gulnara Baldoquín
Universidad EAFIT
David Barrera
Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá
Juan José Bravo
Universidad del Valle
Guillermo Cabrera G.
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile
Fabian Castaño
Universidad de los Andes

Carolina Castañeda
Instituto Tecnológico Metropolitano
Carlos Castro-Zuluaga
Universidad EAFIT
Nicolas Clavijo
Pontificia Universidad Javeriana, Cali
Carlos Arturo Delgado
Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid
Javier Diaz
Universidad Nacional de Colombia, Medellín
Juan Carlos Duque
Universidad EAFIT
John Willmer Escobar
Pontificia Universidad Javeriana, Cali/Universidad del Valle
Paula Escudero
Universidad EAFIT
Juan Pablo Fernandez
Universidad de Medellín
Cesar Garcia-Diaz
Universidad de los Andes
William Guerrero
Universidad de la Sabana
E. Valentina Gutiérrez
Universidad de Antioquia
Cesar Jaramillo
Micromundos
Henry Laniado
Universidad EAFIT
Héctor López-Ospina
Universidad del Norte
Eduyn López-Santana
Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas
Freddy Hernán Marín
Universidad EAFIT
Pablo Andres Maya
Universidad de Antioquia
Jorge E. Mendoza
Université de Tours, Francia
Alejandro Montoya
Universidad EAFIT
Jairo R. Montoya-Torres
Universidad de los Andes
Andres Felipe Osorio-Muriel
Universidad Icesi
Juan David Palacio
Universidad EAFIT
Miguel Rojas
Universidad del Norte
Eliana Toro
Universidad Tecnológica de Pereira
Nubia Velasco
Universidad de los Andes
Mario C. Velez-Gallego
Universidad EAFIT
Sebastián Villa
Universidad de los Andes

Contenido

1. Saludos de bienvenida y cronograma	1
2.Conferencia Plenaria	3
3.Tutoriales.....	4
4.Programa académico detallado	6
5.Resúmenes de la ponencias.....	18

Bienvenidos a ASOCIO 2017

Para la Universidad Eafit y para la Asociación Colombiana de Investigación Operativa (ASOCIO) es un placer recibirlos en la segunda edición del Congreso Colombiano de Investigación Operativa. Esperamos que la agenda académica, que incluye sesiones paralelas en muy diversos tópicos metodológicos y de aplicación de la investigación operativa, les permita actualizarse sobre el estado y las tendencias de la disciplina en el país. También queremos que el congreso les permita conocer las áreas de trabajo de los diferentes equipos de investigación, con sus estudiantes y profesores. Como novedad, hemos incluido un espacio de networking al final del primer día, esperamos que este espacio les permita conocer nuevos colegas y por supuesto saludar a los viejos amigos.

Así mismo, creemos que los tutoriales en tópicos emergentes les permitirán adquirir de primera mano un panorama general de las aplicaciones de la investigación operativa en salud y sistemas eléctricos, de las posibilidades que ofrece Python para realizar analítica, de los retos y avances que trae el ruteo de vehículos eléctricos y de la integración de sistemas de información geográfica y optimización en los modelos de regionalización. Y para rematar con broche de oro, tenemos la conferencia plenaria del profesor Michael Trick, presidente de IFORS - Federación Internacional de Investigación Operativa- en la cual ASOCIO fue aceptada recientemente.

Hace apenas unos años lamentábamos la ausencia de un congreso nacional de investigación operativa y después de muchas conversaciones para ponernos de acuerdo para organizarlo nació la Asociación, este congreso es quizás la actividad más importante de ésta. Hoy nos es muy grato llegar a su segunda edición y ver como este espacio se convierte en un foro nacional que se consolida. Así mismo, creemos importante resaltar que el número de trabajos de asistentes extranjeros, en colaboración internacional o con organizaciones públicas y privadas del sector externo creció.

Queremos agradecer a los miembros del comité de programa que apartaron tiempo de sus apretadas agendas para realizar una realimentación constructiva a los trabajos que fueron sometidos y a los conferencistas que muy amablemente aceptaron la invitación para dictar los tutoriales y a los patrocinadores que creyeron en el evento para apoyarlo económicamente. Al profesor Michael Trick le agradecemos por venir desde tan lejos para dictar la conferencia plenaria. Pero sobre todo queremos agradecerles a ustedes los asistentes por su presencia en el Congreso pues el éxito de un evento como este depende de sus aportes.

Finalmente, esperamos que disfruten de la Universidad Parque, con las modernas construcciones eafitenses que conjugan tecnología vanguardista con espacios y estructuras verdes, y que su estadía en Medellín sea muy productiva y placentera.

Mario Cesar Vélez, Chair Comité Organizador (U. Eafit)
Juan Carlos Rivera, Chair Comité Académico (U. Eafit)
Juan G. Villegas, Co-Chair, Comité Académico (UdeA)
Miembros del Consejo Directivo de ASOCIO

Día 1: Martes 22 de Agosto de 2017

Sesiones paralelas

Horario		Actividades Auditorio Fundadores: Tutoriales y plenaria	19-704	19-708	Salon 3	19-710	Salon 5	19-707	Salon 7
07:00 am - 08:00 am	Registro y entrega de material								
08:00 am - 8:30 am	Apertura del evento								
08:30 am - 10:00 am	Sesiones paralelas M1	Aplicaciones de Investigación de Operaciones en Sistemas de Salud	Ruteo de vehículos I	Análisis de decisión y estadística aplicada I	Aplicaciones en Agroindustria I (19-414)	Optimización multiobjetivo	Aplicaciones en sistemas eléctricos I (19-415)	DEA	
10:00 am - 10:30 am	Refrigerio mañana								
10:30 am - 12:00 pm	Sesiones paralelas M2	Una introducción a Analytics con Anaconda Python	Ruteo de vehículos II	Aplicaciones en transporte I	Aplicaciones en Agroindustria II (19-414)	Planeación y programación de producción I	Aplicaciones en sistemas eléctricos II (19-415)	Track Salud I	Simulación (19-706)
12:00 pm - 01:30 pm	Almuerzo libre								
01:30 pm - 03:00 pm	Sesiones paralelas M3	Investigación operativa aplicada al planeamiento y operación de sistemas eléctricos	Ruteo de vehículos III	Análisis de decisión y estadística aplicada II	Logística Humanitaria I (19-806)	Planeación y programación de producción II	Almacenamiento, control de inventarios y pronósticos I (19-810)	Track Salud II	Big data, analytics, machine learning I (27-203)
03:00 pm - 03:30 pm	Refrigerio tarde								
03:30 pm - 05:00 pm	Sesiones paralelas M4	La familia de los modelos p-regiones para agregación espacial	Ruteo de vehículos IV	Procesos estocásticos y probabilidad aplicada	Logística Humanitaria II (19-806)	Planeación y programación de producción III	Almacenamiento, control de inventarios y pronósticos II (19-810)	Track Salud III	Big data, analytics, machine learning II (27-203)
05:00 pm - 06:00 pm	Networking: Catering al frente del auditorio Fundadores								
06:00 pm - 08:00 pm	Asamblea ASOCIO	Miembros activos, fundadores, institucionales e invitados	Lugar: Aula 19-501						

Día 2: Miércoles 23 de Agosto de 2017

Sesiones paralelas

		Actividades Auditorio Fundadores: Tutoriales y plenaria	19-704	19-712	20-107	19-710	20-108	19-707	20-116
08:30 am - 10:00 am	Sesiones paralelas W5	Electric vehicle routing: state of the art and perspectives	Ruteo de vehículos V	Aplicaciones en transporte II	Aplicaciones en Finanzas	Programación de Personal	Coordinación en cadenas de abastecimiento	Optimización estocástica	Aplicaciones en educación
10:00 am - 10:30 am	Refrigerio mañana								
10:30 am - 12:00 pm	Conferencia Plenaria	Business Analytics: Combining Predictive and Prescriptive Analytics to Have Broad Impact - Michael Trick - Presidente IFORS							
12:00 pm - 12:30 pm	Ceremonia de Cierre								
12:30 pm - 2:30 pm	Almuerzo libre								
03:00 pm - 06:00 pm	Workshop:		Enseñanza de la Investigación Operativa con lúdicas Lugar: Aula invertida 19- piso 4						

Conferencia Plenaria

Business Analytics: Combining Predictive and Prescriptive Analytics to Have Broad Impact

Miércoles Agosto 22, 2017, 10:30 a.m. a 12:00 m. – Auditorio Fundadores

Michael Trick

Presidente - IFORS-International Federation of Operational Research Societies

Operational Research has had tremendous impact on companies and organizations over its 70+ year history. Recent advances in algorithms, computing, and data capture have created an environment where our field can be even more influential. By combining predictive analytics, such as data mining and statistical approaches, with prescriptive analytics, such as optimization methods, our field can create systems that span multiple functions within an organization. I will discuss the key trends that are affecting the world of operational research, and illustrate the impact of those trends in my own work in sports scheduling and other application areas.



Biografía

Michael Trick is the James H. and Harry B. Higgins Professor of Operations Research at the Tepper School of Business, Carnegie Mellon University (USA) and is the Senior Associate Dean, Faculty and Research at that school. He received his PhD in Industrial and Systems Engineering from the Georgia Institute of Technology in 1987 and has postdocs or visiting positions at the University of Bonn, Rutgers University, MIT, and the University of Auckland. He was President of the Institute for Operations Research and the Management Sciences (INFORMS) in 2002 and is the President of the International Federation of Operational Research Societies (IFORS), a "society of societies" whose member societies encompass more than 30,000 members. He has consulted extensively on issues in machine scheduling, logistics, and sports scheduling. His research is in integer programming, constraint programming and computational social choice.

Tutoriales

Aplicaciones de Investigación de Operaciones en Sistemas de Salud

Martes Agosto 22, 2017, 8:30 a.m. a 10:00 a.m. – Auditorio Fundadores

Andrés Felipe Osorio

Departamento de Ingeniería Industrial- Universidad ICESI

La investigación de operaciones ha sido ampliamente utilizada en el ámbito industrial para la optimización de procesos productivos, logísticos y financieros, entre otros. Adicionalmente, existe una creciente tendencia a la aplicación de estas técnicas en sistemas de salud. Las aplicaciones más frecuentes están asociadas a brindar soporte en el proceso de toma de decisiones para la asignación de recursos. Por otra parte, es posible encontrar en la literatura, aplicaciones en áreas como el diseño de dosificación en tratamientos médicos y de sistemas de vacunación, entre otras. Finalmente, algunas técnicas han sido utilizadas en el diseño de políticas públicas en salud, es decir como soporte para programas de detección temprana de enfermedades como el cáncer. Este tutorial pretende presentar algunas de las aplicaciones más frecuentes de investigación de operaciones en sistemas de salud, como también un ejemplo de interacción entre hospitales e investigadores para el desarrollo de proyectos.



Una introducción a Analytics con Anaconda Python

Martes Agosto 22, 2017, 10:30 1.m. a 12:00 m. – Auditorio Fundadores

Juan David Velásquez

Director, Departamento de Ciencias de la Computación y de la Decisión - Facultad de Minas, Universidad Nacional (sede Medellín)



En Analytics, el desarrollo de una solución esta compuesto por las fases de: adquisición, transformación y exploración de datos, modelado usando técnicas estadísticas, de aprendizaje de máquinas o investigación de operaciones, y el desarrollo de productos de datos tales como informes autocalculables o dashboards. La iniciativa Open Data Science se basa en el uso de herramientas libres para la realización de las fases mencionadas, y particularmente, el lenguaje de programación Python es uno de los más populares a nivel mundial en este contexto. En este tutorial se describen las herramientas disponibles en Anaconda Python para realizar las fases descritas y se presentan ejemplos entre los que se incluyen: la preparación de notebooks y dashboards con Jupyter notebooks, la manipulación de datos usando Pandas y pyETL, la conexión con bases de datos, graficación con librerías como matplotlib, seaborn y bokeh; integración continua y DevOps, optimización usando CVXOPT y Pyomo, entre otros. Al final de este tutorial, los participantes tendrán una visión clara del potencial de Python para la ejecución de diversas tareas en Analytics.

Investigación operativa aplicada al planeamiento y operación de sistemas eléctricos

Martes Agosto 22, 2017, 1:30 p.m. a 3:00 p.m. – Auditorio Fundadores

Cristian Andrés Díaz
Analista Energético
XM- Filial de ISA

Carlos Mario Correa Posada
Especialista Planeación de la Operación
XM- Filial de ISA

Los sistemas eléctricos de potencia son sistemas complejos, compuestos de una gran cantidad de elementos y participantes de diferente naturaleza, que interactúan constantemente de forma interconectada y coordinada. La física asociada a la cadena de suministro de electricidad, compuesta por centros de producción, redes de transporte y consumidores, y el hecho de que la electricidad no se pueda almacenar – aún - en grandes cantidades, implica grandes retos para lograr un suministro a todos los usuarios con criterios de confiabilidad, calidad, seguridad y economía.

Dentro de los procesos de toma de decisiones, la investigación operativa se aplica constantemente a cada uno de estos criterios de suministro. En este tutorial se presentará cómo mediante procesos de optimización de largo y mediano plazo se determinan las condiciones necesarias para garantizar la confiabilidad del suministro ante variables totalmente inciertas, y cómo mediante modelos de despacho en el corto plazo se toman decisiones óptimas para garantizar el suministro de energía con seguridad, calidad y economía.



La familia de los modelos p-regiones para agregación espacial

Martes Agosto 22, 2017, 3:30 p.m. a 5:00 p.m. – Auditorio Fundadores

Juan Carlos Duque

Departamento de Economía - Universidad EAFIT

Los clústeres con restricción de continuidad espacial consisten en la agregación exhaustiva de n áreas en p regiones espacialmente continuas y homogéneas. Este problema es conocido en la literatura con diferentes nombres: region-building (Byfuglien and Nordgard, 1973), conditional clustering (Lefkovitch, 1980), clustering with relational constraints (Ferligoj and Batagelj, 1982), constrained clustering (Legendre, 1987), contiguity constrained clustering (Murtagh, 1992), regional clustering (Maravalle and Simeone, 1995), contiguity constrained classification (Gordon, 1996), regionalization (Wise et al., 1997), y clustering under connectivity constraints (Hansen et al., 2003).



En este tutorial los asistentes conocerán la familia de los p -regions-models que consiste en un conjunto de modelos de clústeres con restricción de continuidad espacial, todos formulados como problemas de optimización lineal entera mixta. La familia de los p -regions está compuesta por los siguientes modelos:

- * The p -regions (Duque, Church, Middleton, 2011)
- * The max- p -regions (Duque, Anselin, Rey, 2012)
- * The p -compact-regions (Li, Church, Goodchild, 2014)
- * The p -functional-regions (Kim, Chun, Kim, 2015)
- * The Network-Max-P-Regions (She, Duque, Ye, 2016)
- * The p -welfare-regions (Duque, Echeverri, 2017)

En el taller, se presentarán sus formulaciones y métodos de solución heurística y software disponible para la solución de algunos de estos modelos.

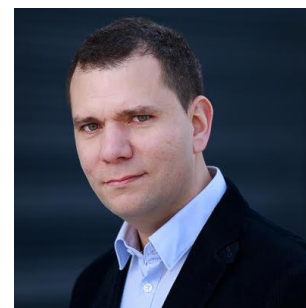
Electric vehicle routing: state of the art and perspectives

Miércoles Agosto 23, 2017, 8:30 a.m. a 10:00 a.m. – Auditorio Fundadores

Jorge E. Mendoza

Maitre de Conférences - Département Informatique, Polytech Tours - Francia

Electric vehicles (EVs) are one of the most promising technology for reducing petroleum dependency and greenhouse gas emissions. Despite these benefits the large-scale adoption of EVs in logistic operations is still hampered by technical constraints such as short driving ranges and long charging times. Automakers and battery manufacturers are investing significant amounts of capital into the development of new technology to improve EV autonomy and charging time. The results of these efforts, however, are transferred only slowly to commercially available vehicles. In the meantime, companies using EVs in their daily operations need fleet management tools that can take into account the new technical constraints. To respond to this challenge, around 2012 the operations research community started to study a new family of vehicle routing problems (VRPs): the so-called electric VRPs (E-VRPs). In this tutorial, we review the fast-growing literature in E-VRPs and outline current trends and perspectives in the field.



Patrocinado por el Proyecto



Martes Agosto 22, 2017 - Sesión M1

Martes Agosto 22, 2017 - Sesión M1: 8:30 a.m. - 10:00a.m. (Salón 19-704)

Sesión: Ruteo de vehículos I
Horario: 8:30 a.m. - 10:00a.m.
Lugar: 19-704

Chair: José Alejandro Montoya Echeverri

8:30 am - 8:50 am	#121	Problema de ruteo de vehículos para la distribución de repuestos en proyectos de infraestructura <i>Sebastian Londoño Montoya, José Alejandro Montoya Echeverri</i>
8:50 am - 9:10 am	#18	Enrutamiento de Vehículos en Recolección de Subproductos de Origen Animal para la Industria del Rendering <i>Eduwin J. Aguirre-Gonzalez, Juan G. Villegas</i>
9:10 am - 9:30 am	#62	Análisis de competitividad de una nueva formulación para el TSP <i>Giovanni Campuzano, Carlos Obrequé</i>

Martes Agosto 22, 2017 - Sesión M1: 8:30 a.m. - 10:00a.m. (Salón 19-708)

Sesión: Análisis de decisión y estadística aplicada I
Horario: 8:30 a.m. - 10:00a.m.
Lugar: 19-708

Chair: Yony Ceballos

8:30 am - 8:50 am	#78	Aplicación de RFM y el principio LAI en la recaudación de fondos: formulación de un modelo estadístico para caracterizar a los egresados de la Universidad de Los Andes <i>Germán Carvajal, Lida Sandoval, José Velasquez</i>
8:50 am - 9:10 am	#97	Modelamiento y simulación de la toma de decisiones de consumidores en contextos tecnológicos <i>Daniel Soto Forero, Yony Ceballos, Germán Sánchez</i>

Martes Agosto 22, 2017 - Sesión M1: 8:30 a.m. - 10:00a.m. (Salón 19-414)

Sesión: Aplicaciones en agroindustria I
Horario: 8:30 a.m. - 10:00a.m.
Lugar: 19-414

Chair: Nicolas Clavijo

8:30 am - 8:50 am	#27	Modelo para el abastecimiento de materia prima con vida útil variable y capacidad de almacenamiento limitada para una empresa de derivados cárnicos <i>Johanna Marín, Gloria Osorno</i>
8:50 am - 9:10 am	#4	Modelo de asignación Vogel en el transporte de cable vía para flores en la empresa Flores el Trigal sede Olas <i>Daniel Alexander Serna López</i>
9:10 am - 9:30 am	#73	Modelo de Programación Matemática para el Diseño de una Red de Suministro/Distribución de café especial en el departamento de Nariño <i>Luis Omar Alpala, Diego Hernán Peluffo, Jesús Daniel Yampuezan, Fabio Andrés Bolaños</i>

Martes Agosto 22, 2017 - Sesión M1: 8:30 a.m. - 10:00a.m. (Salón 19-710)

Sesión: Optimización multiobjetivo
Horario: 8:30 a.m. - 10:00a.m.
Lugar: Salón 19-710
Chair: Jairo R. Montoya-Torres

8:30 am - 8:50 am	#108	Un enfoque bi-objetivo del problema de ruteo escolar puerta a puerta: Formulación y método de solución <i>Claudia Cristina Bocanegra-Herrera, Juan Pablo Orejuela-Cabrera</i>
8:50 am - 9:10 am	#8	Simheurística para la minimización del valor esperado y la desviación estándar de la tardanza total en un ambiente Permutation Flow Shop estocástico <i>Eliana María Gonzalez-Neira, Ana María Urrego-Torres, Ana María Cruz-Riveros, Catalina Henao-García, Lina Paola Molina-Sánchez, Jairo R. Montoya-Torres</i>
9:10 am - 9:30 am	#80	Modelo de Programación Lineal para la Minimización de Tiempo y Costo de una Red de Proyectos <i>Carlos Javier Navarro, Maria Alejandra Gonzalez, Pablo Arteaga, Jeimy Quiroga</i>

Martes Agosto 22, 2017 - Sesión M1: 8:30 a.m. - 10:00a.m. (Salón 19-415)

Sesión: Aplicaciones en sistemas eléctricos I
Horario: 8:30 a.m. - 10:00a.m.
Lugar: 19-415

Chair: Jesus Lopez

8:50 am - 9:10 am	#36	A Binary Cuckoo Search Algorithm applied to the Power Grid Interdiction Problem <i>Jesus Lopez, Juan Cortina, Alexis Leandro Zapata Zapata, Sebastián Orozco Viana, Nicolás Muñoz Galeano</i>
9:10 am - 9:30 am	#34	Impacto de hidrología en el modelo de energía firme en Colombia <i>Yurany Andrea Osorno, Diego Adolfo Mejía</i>

Martes Agosto 22, 2017 - Sesión M1: 8:30 a.m. - 10:00a.m. (Salón 19-707)

Sesión: Análisis envolvente de datos
Horario: 8:30 a.m. - 10:00a.m.
Lugar: Salón 19-707

Chair: Sergio Fernandez

8:30 am - 8:50 am	#16	La eficiencia de las Instituciones de Educación Superior colombianas: evaluación nacional y regional desde el Análisis Envolvente de Datos <i>Felipe Montes, Sepideh Abolghasem, Lina Patricia Navas, Andrés Felipe Useche, Ricardo Jose Salas, Andres Medaglia, Roberto Zarama</i>
8:50 am - 9:10 am	#48	Evaluación y clasificación de proveedores en una ensambladora de motocicletas colombiana con análisis envolvente de datos <i>Rodrigo Restrepo S, Juan G. Villegas</i>
9:10 am - 9:30 am	#88	Medición de la eficiencia de la educación secundaria en Antioquia con análisis envolvente de datos <i>Lina Grajales, Sergio Sanes, Pablo Andres Maya, Juan G. Villegas</i>
9:30 am - 9:50 am	#89	Utilidades del modelo assurance region global en el analisis envolvente de datos frente al comportamiento crítico de determiandas variables de estudio <i>Sergio Fernandez</i>

Martes Agosto 22, 2017 - Sesión M2

Martes Agosto 22, 2017 - Sesión M2: 10:30 a.m. - 12:00a.m. (Salón 19-704)

Sesión: Ruteo de vehículos II
Horario: 10:30 a.m. - 12:00a.m.
Lugar: Salón 19-704

Chair: Ciro-Alberto Amaya

10:30 am - 10:50 am	#22	Diseño de rutas para la distribución de bicicletas compartidas: estrategias exactas y heurísticas
---------------------	-----	---

10:50 am - 11:10 am	#10	<i>Juan David Palacio, Juan Carlos Rivera</i> Ruteo de vehículos para distribución urbana considerando sectores con acceso vehicular restringido
11:10 am - 11:30 am	#125	<i>Luis Othon Gomez-Rueda, Ciro-Alberto Amaya</i> Problema de ruteo de vehículos periódico con visitas flexibles: un algoritmo iterativo de solución <i>Eduyn López-Santana, Carlos Franco</i>

Martes Agosto 22, 2017 – Sesión M2: 10:30 a.m. – 12:00a.m. (Salón 19-708)

Sesión: Aplicaciones en transporte I
Horario: 10:30 a.m. – 12:00a.m.
Lugar: Salón 19-708

Chair: Juan Calle

10:30 am - 10:50 am	#93	Oportunidades de compensación y consolidación de carga en la red colombiana de transporte terrestre <i>Ana María Castañeda Velásquez, Juan David Suárez</i>
10:50 am - 11:10 am	#111	Experiencia en la implementación de herramientas de optimización de cubillaje en TDM Transportes <i>Juan Calle, Daniel Escalante</i>
11:10 am - 11:30 am	#28	Un algoritmo heurístico para el problema de construcción de estibas y carga del vehículo <i>David Alvarez Martinez, Guillermo Alberto Camacho Muñoz, Daniel Cuellar Usaqué</i>

Martes Agosto 22, 2017 – Sesión M2: 10:30 a.m. – 12:00a.m. (Salón 19-414)

Sesión: Aplicaciones en agroindustria II
Horario: 10:30 a.m. – 12:00a.m.
Lugar: Salón 19-414

Chair: Luis Omar Alpala

10:30 am - 10:50 am	#75	Influencia de los inventarios en las fluctuaciones de los sistemas de producción: Caso de estudio <i>Luis Omar Alpala, Diego Hernán Peluffo, Juan Pablo Meza, Andrés Felipe Arcos, Fabio Andrés Bolaños</i>
10:50 am - 11:10 am	#85	Modelado y simulación por eventos discretos para el sistema de producción de una planta de torrefacción de café especial <i>Luis Omar Alpala, Brayan Daniel De La Cruz, David Alejandro Zambrano, Fabio Andrés Bolaños, Luis Fernando Meneses</i>
11:10 am - 11:30 am	#32	Diseño de un modelo de asignación trabajador-operación que reduzca el riesgo dis-ergonomico en una unidad productiva de panela del Norte del Cauca <i>Yenny Alexandra Paredes, Juan Pablo Caballero Villalobos</i>
11:30 am - 11:50 am	#79	MIP enfocado en la automatización y optimización de la toma de decisiones correspondientes a la parte operativa de la producción del café <i>Ana Maria Montes Franco, Diana Yomali Ospina Lopez, Tamara Baldo</i>

Martes Agosto 22, 2017 – Sesión M2: 10:30 a.m. – 12:00a.m. (Salón 19-710)

Sesión: Planeación y programación de producción I
Horario: 10:30 a.m. – 12:00a.m.
Lugar: Salón 19-710

Chair: William Javier Guerrero

10:30 am - 10:50 am	#23	Modelo de Programación Binivel para la Programación de Producción <i>Carlos Rodrigo Ruiz Cruz, Sonia Alexandra Jaimes Suarez, Angelica Sarmiento Lepesqueur, William Javier Guerrero Rueda, Cristian David Ramirez Pico</i>
---------------------	-----	--

10:50 am - 11:10 am	#24	Modeling approaches for production planning and scheduling in molded pulp packaging industry <i>Karim Pérez Martínez, Reinaldo Morabito, Eli Vitor Toso</i>
11:10 am - 11:30 am	#101	Aplicación de metaheurísticas para la solucionar el problema de formación de celdas de manufactura: una revisión <i>Edwin Alberto Garavito Hernandez, Leonardo Hernan Talero Sarmiento, Laura Yeraldin Escobar Rodríguez</i>
11:30 am - 11:50 am	#110	Sistemas MRP para departamentos/unidades de Mantenimiento en la producción: Estado del arte y propuesta preliminar de implementación <i>Andrea Zuluaga Isáziga, Dante Conti, Carlos Rodrigo Ruiz Cruz</i>

Martes Agosto 22, 2017 – Sesión M2: 10:30 a.m. – 12:00a.m. (Salón 19-415)

Sesión: Aplicaciones en sistemas eléctricos II
Horario: 10:30 a.m. – 12:00a.m.
Lugar: Salón 19-415

Chair: Juan Pablo Fernández-Gutiérrez

10:30 am - 10:50 am	#31	Desarrollo de un simulador de cálculo de retorno de inversión para optimización de sistemas de energía solar Fotovoltaica en la ciudad de Neiva <i>Ana Lucia Paque, Camilo Rojas, Arnold Torres</i>
10:50 am - 11:10 am	#99	Modelación de Pérdidas No Técnicas: Casos Colombia y Brasil, semejanzas y diferencias <i>Juan Pablo Fernández-Gutiérrez, Carmen C. Sánchez, Carlos César Piedrahita Escobar, Lucas De Oliveira Ventura, Joel D. Melo, Antonio Padilha-Feltrin</i>
11:10 am - 11:30 am	#74	Evaluación económica de la generación de energía fotovoltaica en hogares residenciales, caso Bogotá <i>Juan Herran, Sergio Cabrales</i>

Martes Agosto 22, 2017 – Sesión M2: 10:30 a.m. – 12:00a.m. (Salón 19-707)

Sesión: Aplicaciones en Salud I
Horario: 10:30 a.m. – 12:00a.m.
Lugar: Salón 19-707

Chair: Juan Gregorio Arrieta

10:30 am - 10:50 am	#9	Eficiencia en la planeación de cirugías a través de la aplicación de dos métodos heurísticos <i>Sebastián Arévalo Pacheco, Juana Lucia Palma Bermudez, Rabie Nait Abdallah, Julian Alberto Rojas Cepeda</i>
10:50 am - 11:10 am	#38	Estudio de las tendencias de la logística hospitalaria en la ciudad de Medellín <i>Sara Melguizo Melguizo, Juan Gregorio Arrieta Posada</i>
11:10 am - 11:30 am	#39	Propuesta metodológica para la caracterización de usuarios de un sistema de emergencias médicas <i>Gloria Osorno, Diana Pérez</i>
11:30 am - 11:50 am	#92	Mejoramiento del servicio de Urgencias en una red de clínicas con minería de procesos <i>Santiago Aguirre, Cindy Rodriguez</i>

Martes Agosto 22, 2017 – Sesión M2: 10:30 a.m. – 12:00a.m. (Salón 19-706)

Sesión: Simulación
Horario: 10:30 a.m. – 12:00a.m.
Lugar: Salón 19-706

Chair: Antonio Hoyos Chaverra

10:30 am - 10:50 am	#61	Mejora de la operación logística bajo techo de una planta industrial avícola a través de la simulación de eventos discretos <i>David Hernández Villegas, Antonio Hoyos Chaverra</i>
---------------------	-----	--

10:50 am - 11:10 am	#83	Análisis del proceso de mejora en una una empresa del sector de bebidas alcohólicas, utilizando herramientas del Lean Manufacturing y la Simulación <i>Mauricio Alejandro Buitrago Soto, Nathalia Cardona Vinasco, Elizabeth Tirado Rios</i>
11:10 am - 11:30 am	#84	Lean Manufacturing y Simulación de Eventos Discretos aplicadas en el análisis de procesos de prestación de servicios de salud <i>Mauricio Alejandro Buitrago Soto, Lina María Varela Benítez, Natalia Andrea Perea Libreros</i>
11:30 am - 11:50 am	#90	IUE, USC, UNICONFACAUCA y MICROMUNDOS <i>César Jaramillo</i>

Martes Agosto 22, 2017 - Sesión M3

Martes Agosto 22, 2017 – Sesión M3: 1:30 p.m. – 3:00 p.m. (Salón 19-704)

Sesión: Ruteo de vehículos III
Horario: 1:30 p.m. – 3:00 p.m.
Lugar: Salón 19-704

Chair: **Maria Gulnara Baldoquin de La Peña**

1:30 pm - 1:50 pm	#40	Modelos, enfoques y métodos de solución de un problema logístico real y complejo <i>Maria Gulnara Baldoquin de La Peña, Andrés Felipe Duque Correa</i>
1:50 pm - 2:10 pm	#91	Modelo de Localización-Ruteo de dos fases para la recolección de residuos de aceites y grasas de origen animal y vegetal en las comunas 9, 10 y 11 de Bucaramanga <i>Javier Arias-Osorio, Paula Andrea Cabrales Navarro, Juan Pablo Galeano Ríos</i>
2:10 pm - 2:30 pm	#105	A heuristic approach for the vehicle routing problem with scarce, reusable resources <i>María Camila Ángel, Lucia Paris, Camilo Gomez, David Alvarez Martinez</i>

Martes Agosto 22, 2017 – Sesión M3: 1:30 p.m. – 3:00 p.m. (Salón 19-708)

Sesión: Análisis de decisión y estadística aplicada II
Horario: 1:30 p.m. – 3:00 p.m.
Lugar: Salón 19-708

Chair: **Javier Orlando Neira Rueda**

1:30 pm - 1:50 pm	#104	Evaluación y toma de decisiones para una flota de transporte terrestre mediante funciones de confiabilidad <i>Santiago Bedoya, Carmen Elena Patiño Rodriguez, César Julián Mesa Roldán, Fernando Jesús Guevara Carazas</i>
1:50 pm - 2:10 pm	#117	Control de Procesos con Datos Altamente Censurados por la Izquierda <i>Javier Orlando Neira Rueda, Andres Carrion</i>
2:10 pm - 2:30 pm	#137	Estudio de la correlación espacio-temporal entre eventos de bloqueo por sedimentos en el sistema de alcantarillado de Bogotá <i>Eliana Soriano Pulido, John Fontecha, Juan Pablo Rodríguez, Andrés L. Medaglia, Carlos Felipe Valencia Arboleda</i>
2:30 pm - 2:50 pm	#42	Metodología de superficie de respuesta para la definición de parámetros del proceso de cementado para optimizar la dureza del acero 12L14 <i>Yenny Alexandra Paredes Astudillo, Ricardo Fernando Otero Caicedo</i>

Martes Agosto 22, 2017 – Sesión M3: 1:30 p.m. – 3:00 p.m. (Salón 19-19-806)

Sesión: Logística humanitaria I
Horario: 1:30 p.m. – 3:00 p.m.
Lugar: Salón 19-806

Chair: Pablo Andrés Maya

1:30 pm - 1:50 pm	#35	Clasificación de modelos VRPTW y VRPBTW aplicados a Bancos de Alimentos: Una revisión del estado del arte <i>Linda Bibiana Rocha Medina, Iván Guillermo Peña Arenas, Mónica Orozco Rodríguez, Carlos Armando López Solano, Alexander Gutiérrez Sánchez</i>
1:50 pm - 2:10 pm	#49	Formulación de un modelo de localización de centros de acopio y albergues para la atención de la población vulnerable ante inundaciones en el municipio de Tuluá Valle del Cauca <i>Esteban Garzon Sanchez, Stefania Toro Morales, Yerlin Dayana Alvarez Posada, Carlos Alberto Rojas Trejos</i>

Martes Agosto 22, 2017 – Sesión M3: 1:30 p.m. – 3:00 p.m. (Salón 19-710)

Sesión: Planeación y programación de producción II

Horario: 1:30 p.m. – 3:00 p.m.

Lugar: Salón 19-710

Chair: Jairo R. Coronado-Hernandez

1:30 pm - 1:50 pm	#37	Un modelo MILP para el problema de flowshop distribuido y permutado con etapa de ensamble (DAPFSP) considerando tiempos de preparación dependientes de la secuencia (SDST) y fábricas homogéneas <i>Daniela Fernanda Ortíz Delgado, Miguel Eduardo Correa González, Edwin Alberto Garavito Hernandez</i>
1:50 pm - 2:10 pm	#144	Implementación de una línea de montaje multiproducto en una repostería industrial bajo un enfoque de personalización en masa <i>Jairo R. Coronado-Hernandez, Rafael Chamorro-Calle</i>
2:10 pm - 2:30 pm	#30	Un algoritmo GRASP para el problema de corte de material considerando tiempos de corte y emisión de partículas <i>Guillermo Camacho, David Alvarez Martinez, Paula Alejandra Velasco Carvajal</i>
2:30 pm - 2:50 pm	#54	A Decentralized Metaheuristic Approach Applied to the FMS Scheduling Problem <i>Kevin Jaimes Vanegas, Juan Mauricio Moreno Chanchay, Gabriel Zambrano Rey</i>

Martes Agosto 22, 2017 – Sesión M3: 1:30 p.m. – 3:00 p.m. (Salón 19-810)

Sesión: Almacenamiento, control de inventarios y pronósticos I

Horario: 1:30 p.m. – 3:00 p.m.

Lugar: Salón 19-810

Chair: Carlos Alberto Castro Zuluaga

1:30 pm - 1:50 pm	#12	Comparación de modelos para el diseño de instalaciones y establecimiento de los factores que influyen en su desempeño <i>David Puentes, Edwin Garavito</i>
1:50 pm - 2:10 pm	#47	Clasificación ABC multicriterio para el control de inventarios – caso de estudio en empresa productora y comercializadora de productos para la cocina y el hogar <i>Laura Yarce Gómez, Esteban Giraldo Jaramillo, Gloria Osorno Osorio</i>
2:10 pm - 2:30 pm	#71	Supply chain forecasting using time series decomposition on local industry data <i>Paula Andrea Zapata Flórez, Carlos Alberto Castro Zuluaga</i>

Martes Agosto 22, 2017 – Sesión M3: 1:30 p.m. – 3:00 p.m. (Salón 19-707)

Sesión: Aplicaciones en Salud II

Horario: 1:30 p.m. – 3:00 p.m.

Lugar: Salón 19-707

Chair: David Barrera Ferro

1:30 pm - 1:50 pm	#98	Análisis de costo-efectividad de las políticas públicas colombianas contra el cáncer de cuello uterino <i>Daniela Angulo, Ivan Mura, Raha Akhavan-Tabatabaei</i>
-------------------	-----	---

1:50 pm - 2:10 pm	#122	Linear Programming Applications: Continuous - Cancer Treatment. Diffuse - Electric Power <i>Guillermo Jimenez Lozano, Xiomara Alexandra Jimenez Muñoz</i>
2:10 pm - 2:30 pm	#123	Stochastic inventory control and distribution of blood products <i>Andrea Piraban Ramirez, Nacima Labadie</i>
2:30 pm - 2:50 pm	#126	Diseño de una política de coordinación de inventarios entre el IDCBS y hospitales de la red pública de Bogotá <i>Maria Carolina Poveda, Daniel Alejandro Vargas Cabeza, Juan David Urrego Barriga, David Barrera Ferro, Elena Valentina Gutiérrez Gutiérrez, Andres Felipe Osorio Muriel, Sonia Patricia Forero Matiz, Diana Patricia Patarroyo, Bernardo Armando Camacho</i>

Martes Agosto 22, 2017 - Sesión M3: 1:30 p.m. - 3:00 p.m. (Salón 27-203)

Sesión: Big data, analytics, machine learning I
Horario: 1:30 p.m. - 3:00 p.m.
Lugar: Salón 27-203

Chair: Ivan Mura

1:30 pm - 1:50 pm	#19	Técnicas de clasificación no supervisada para la identificación de tendencias en redes sociales <i>Víctor Alfonso Sanabria Ruiz, Henry Lamos Díaz, Daniel Orlando Martínez Quezada</i>
1:50 pm - 2:10 pm	#109	Implementación y Desarrollo de Sistemas de Recomendación para Profundización de Clientes y Cruce de Productos en un Banco de Retail <i>Sebastian Oliva, Carlos Felipe Valencia</i>
2:10 pm - 2:30 pm	#115	Similarity-based clustering using a network analysis approach <i>Leandro Ariza, O. Lucía Quintero, Nicolas Pinel</i>
2:30 pm - 2:50 pm	#113	Analítica aplicada a la calidad de aire <i>Juan José Díaz Baquero, Ivan Mura, Juan Felipe Franco</i>

Martes Agosto 22, 2017 - Sesión M4

Martes Agosto 22, 2017 - Sesión M4: 3:30 p.m. - 5:00 p.m. (Salón 19-704)

Sesión: Ruteo de vehículos IV
Horario: 3:30 p.m. - 5:00 p.m.
Lugar: Salón 19-704

Chair: David Alvarez Martinez

3:30 pm - 3:50 pm	#106	Two-phase hybrid algorithm for the vehicle routing problem with scarce, reusable resources (VeRoLog Solver Challenge) <i>Lucia Paris, María Camila Ángel, Camilo Gomez, David Alvarez Martinez</i>
3:50 pm - 4:10 pm	#118	Formulaciones matemáticas para el Traveling Repairman Problem <i>Camila Mejía, Juan Carlos Rivera</i>
4:10 pm - 4:30 pm	#133	Un algoritmo híbrido para problemas integrados de ruteo de vehículos y empaquetamiento de mercancías <i>David Alvarez Martinez, Luis Miguel Escobar Falcón, Mauricio Granada, Anand Subramanian</i>
4:30 pm - 4:50 pm	#33	Diseño de un algoritmo genético con control de población para resolver el multi-trip cumulative capacitated vehicle routing problem <i>Nicolás Prieto Escobar, Juan Carlos Rivera, Juan G. Villegas</i>

Martes Agosto 22, 2017 - Sesión M4: 3:30 p.m. - 5:00 p.m. (Salón 19-708)

Sesión: Procesos estocásticos y probabilidad aplicada
Horario: 3:30 p.m. - 5:00 p.m.
Lugar: Salón 19-708

Chair: Sebastián Calcetero

3:30 pm - 3:50 pm	#134	Modelamiento y optimización de políticas de mantenimiento de equipo médico con tiempos de falla estocásticos <i>Andres Felipe Cardona Ortegón, William Javier Guerrero Rueda</i>
3:50 pm - 4:10 pm	#66	An Autoregressive Approach of MCMC for Synthetic Generation of Wind Speed <i>Sebastián Calcetero, María Elsa Correal</i>
4:10 pm - 4:30 pm	#5	Predicción de permanencia, deserción y graduados de los estudiantes del programa de ingeniería industrial de la Universidad Católica de Oriente por medio de modelos de procesos markovianos <i>Luis Javier Ceballos Gutiérrez, Ivan Felipe Bedoya Ospina, Daniel Alexander Serna López</i>
4:30 pm - 4:50 pm	#139	Un método basado en descomposición para la generación de números aleatorios correlacionados <i>Oscar Guaje, Andrés Medaglia, Jorge Sefair</i>

Martes Agosto 22, 2017 – Sesión M4: 3:30 p.m. – 5:00 p.m. (Salón 19-806)

Sesión: Logística humanitaria II

Horario: 3:30 p.m. – 5:00 p.m.

Lugar: Salón 19-806

Chair: Andrés L. Medaglia

3:30 pm - 3:50 pm	#41	Evaluación de las dinámicas de evacuación de un campus universitario a través de la interacción entre un modelo de simulación de congestión y un modelo de optimización de redes <i>Jony Zambrano Tapia, Jorge Huertas Patiño, Andrés Medaglia</i>
3:50 pm - 4:10 pm	#102	Modelo de Programación Estocástica para el Control de Incendios: Pre-posicionamiento y Distribución de Recursos Bajo Incertidumbre <i>Daniel Suárez, Camilo Gomez, Andrés L. Medaglia, Raha Akhavan-Tabatabaei</i>
4:10 pm - 4:30 pm	#132	Programación estocástica para el problema del pre posicionamiento y distribución de recursos como respuesta a desastres bajo demandas y tiempos de viaje inciertos <i>Nicolas Puerto, Camilo Gómez</i>

Martes Agosto 22, 2017 – Sesión M4: 3:30 p.m. – 5:00 p.m. (Salón 19-710)

Sesión: Planeación y programación de producción III

Horario: 3:30 p.m. – 5:00 p.m.

Lugar: Salón 19-710

Chair: Gloria Milena Osorno

3:30 pm - 3:50 pm	#6	Implementación de la metaheurística viral system para minimizar la tardanza ponderada total en talleres <i>Cesar Lopez</i>
3:50 pm - 4:10 pm	#143	Diseño de un modelo para la planificación de la producción en una empresa de aditivos para cemento y hormigón <i>Carlos Rosales, Adriana Galindo Martinez, Jairo R. Coronado-Hernandez</i>
4:10 pm - 4:30 pm	#138	Un algoritmo metaheurístico para la programación de máquinas de procesamiento por lotes <i>Ana Maria Cortes, Juan Carlos Rivera</i>

Martes Agosto 22, 2017 – Sesión M4: 3:30 p.m. – 5:00 p.m. (Salón 19-810)

Sesión: Almacenamiento, control de inventarios y pronósticos II

Horario: 3:30 p.m. – 5:00 p.m.

Lugar: Salón 19-810

Chair: Héctor Andrés López Ospina

3:30 pm - 3:50 pm	#141	Mejoramiento de la logística de almacenamiento en el centro de manejo integral de muestras del Instituto Colombiano de Petróleos mediante modelo de asignación secuencial de productos <i>Orlando Federico González Casallas, Elena Losik, Edward Parra Florez, Esperanza Suarez Gil, Bertha Nereyda Gómez Rey</i>
3:50 pm - 4:10 pm	#130	Diseño de un algoritmo integrado para el problema de inventarios coordinados entre una bodega y múltiples minoristas que considere una política de fijación de precios <i>Rafael Augusto Luque Pinedo, Juan Camilo Güiza Posso, Jennifer Carolina Murillo Castillo, Rodrigo Andrés Romero Torres, Héctor Andrés López Ospina</i>
4:10 pm - 4:30 pm	#131	Diseño de un aplicativo que determine las políticas de inventarios en una empresa de productos lácteos <i>Sara Alayón Suárez, Natalia Restrepo Giraldo, Alejandra Castro Llano, Carlos Eduardo Montoya Casas</i>

Martes Agosto 22, 2017 – Sesión M4: 3:30 p.m. – 5:00 p.m. (Salón 19-707)

Sesión: Aplicaciones en salud III

Horario: 3:30 p.m. – 5:00 p.m.

Lugar: Salón 19-707

Chair: Elena Valentina Gutiérrez

3:30 pm - 3:50 pm	#129	Estudio e implementación de un modelo matemático para solucionar el problema de zonificación en el contexto de la atención médica domiciliaria <i>Sebastian Cortés Zapata, Elena Valentina Gutiérrez, Juan G. Villegas, Juan David Palacio Domínguez</i>
3:50 pm - 4:10 pm	#63	Simulación del proceso de facturación de citas y atención médica en un hospital del norte del Valle del Cauca <i>Karen Vanessa Marin Gomez, Jessica Dayan Morales Corredor, Mauricio Alejandro Buitrago Soto, Julian Gonzalez Velasco</i>
4:10 pm - 4:30 pm	#52	Análisis visual para indicadores de servicios de urgencias en hospitales públicos de Bogotá <i>Heriberto Alexander Felizzola Jimenez, Jhon Alexander Parra Jimenez, Alvaro Andres Marulanda Roncancio</i>

Martes Agosto 22, 2017 – Sesión M4: 3:30 p.m. – 5:00 p.m. (Salón 27-203)

Sesión: Big data, analytics y machine learning II

Horario: 3:30 p.m. – 5:00 p.m.

Lugar: Salón 27-203

Chair: Oscar Clavijo

3:30 pm - 3:50 pm	#135	Heuristic feature selection applied to high dimensional electroencephalographic data <i>Alejandro Gómez Montoya, Lucia Quintero Montoya, Natalia M. López</i>
3:50 pm - 4:10 pm	#86	Modelaje y determinación del perfil de donantes de la Universidad de los Andes <i>Oscar Clavijo</i>
4:10 pm - 4:30 pm	#114	Heuristics parameter estimation for Continuous fermentation bioprocess <i>Pablo Saldarriaga Aristizabal, Nicolás Prieto Escobar, Valentina Chaparro Muñoz, Mateo Rios Querubín</i>
4:30 pm - 4:50 pm	#25	Creación y validación de un modelo de predicción de deserción estudiantil en el programa de ingeniería industrial de la Pontificia Universidad Javeriana <i>Raúl Alejandro Rojas Naranjo, Daniel Felipe Vanegas Ardila, Manuel Santiago Parada Pinzón, Ricardo Fernando Otero Caicedo</i>

Miércoles Agosto 23, 2017 - Sesión W5

Miércoles Agosto 23, 2017 – Sesión W5: 8:30 a.m. – 10:00 a.m. (Salón 19-704)

Sesión: Ruteo de vehículos V

Horario: 8:30 a.m. – 10:00a.m.

Lugar: Salón 19-704

Chair: Angélica Sarmiento Lepasqueur

8:30 am - 8:50 am #136 Un algoritmo heurístico para el problema de rutas de vehículos con restricciones de empaquetamiento

Diego Alejandro Acosta Rodriguez, David Alvarez Martinez

8:50 am - 9:10 am #81 STSP: una aplicación del problema del agente viajero selectivo en la ciudad de Bogotá

Nicolás Giedelman Lasprilla, Angélica Sarmiento Lepasqueur, Sonia A. Jaimes Suarez, Walter Ortiz Fuentes

Miércoles Agosto 23, 2017 – Sesión W5: 8:30 a.m. – 10:00 a.m. (Salón 19-712)

Sesión: Aplicaciones en transporte II

Horario: 8:30 a.m. – 10:00a.m.

Lugar: Salón 19-712

Chair: Jorge Huertas

8:30 am - 8:50 am #45 Modelo de generación de columnas para soportar decisiones de evacuación en un campus universitario

Jorge Huertas, Andrés L. Medaglia

8:50 am - 9:10 am #21 Un Modelo de Clustering como soporte al reposicionamiento en Sistemas Públicos de Bicicletas (SPB)

Miguel Angel Arroyave, Pablo Andrés Maya, Diana Marcela Pérez

9:10 am - 9:30 am #112 Tactix. Plataforma para el dimensionamiento y direccionamiento de Flota de TDM Transportes

Andrés Gómez, Juan Calle, Daniel Escalante, Alexander Callejas, Juan G. Villegas, Javier Díaz

Miércoles Agosto 23, 2017 – Sesión W5: 8:30 a.m. – 10:00 a.m. (Salón 20-107)

Sesión: Aplicaciones en finanzas

Horario: 8:30 a.m. – 10:00a.m.

Lugar: Salón 20-107

Chair: Sergio Andrés Cabrales Arévalo

8:30 am - 8:50 am #50 Aplicación de las Distribuciones de Fase al Modelo de Riesgo Colectivo en Seguros Generales

Sebastián Calcetero, Andres Mora Valencia

8:50 am - 9:10 am #51 The Causality between Prices and Operating-Equipment Costs in the Oil and Gas Industries

Sergio Andrés Cabrales Arévalo, Laura Fernanda Herrera Molano, Jesús María Godoy Bejarano

9:10 am - 9:30 am #116 Operatividad Industrial en el mercado Bursátil

Javier Orlando Neira Rueda

9:30 am - 9:50 am #120 Inversión en mercados financieros como alternativa en proyectos con exceso de liquidez

Samuel De Greiff, Juan Carlos Rivera

Miércoles Agosto 23, 2017 – Sesión W5: 8:30 a.m. – 10:00 a.m. (Salón 19-710)

Sesión: Programación de personal

Horario: 8:30 a.m. – 10:00a.m.

Lugar: 19-710

Chair: César A. Henao

8:30 am - 8:50 am	#26	Estrategias de Recuperación en Tiempo Real sobre la Programación de Personal: Caso Aplicado a la Industria del Retail <i>Michael Mac-Vicar, Juan C. Ferrer, Juan C. Muñoz, César A Henao</i>
8:50 am - 9:10 am	#127	Un enfoque de simulación - optimización para el problema integrado de construcción de horarios y programación de personal en entornos de actividades múltiples, considerando habilidades categóricas y tiempos de traslado estocásticos <i>María Alejandra Riveros Estupiñan, Juan Nicolas Arellana D Aleman, Ricardo Fernando Otero Caicedo, David Barrera Ferro</i>
9:10 am - 9:30 am	#103	Algoritmo híbrido para solucionar el problema de programación de turnos de trabajo en sistemas de transporte masivo: un caso real <i>Rubén Iván Bolaños, Luis Miguel Escobar Falcón, César Augusto Marín Moreno, Mauricio Granada</i>

Miércoles Agosto 23, 2017 – Sesión W5: 8:30 a.m. – 10:00 a.m. (Salón 20-108)

Sesión: Coordinación en cadenas de abastecimiento

Horario: 8:30 a.m. – 10:00a.m.

Lugar: Salón 20-108

Chair: Sepideh Abolghasem

8:30 am - 8:50 am	#124	Optimización aplicada a la coordinación de una cadena de suministro de dos eslabones usando épocas comunes de reposición <i>José Luis Velásquez Riobó, Camilo Gomez, Sepideh Abolghasem, Jorge Huertas, Fidel Torres</i>
8:50 am - 9:10 am	#69	Alineando la optimización de precios con las decisiones en la cadena de suministro: Una revisión de literatura <i>Alfonso Sarmiento, Carlos Navarro, Pablo Arteaga, María Alejandra González, Jeimy Quiroga, Luz Helena Mancera, William Guerrero</i>
9:10 am - 9:30 am	#11	Coordinación de una cadena de suministro frutícola multi-eslabón mediante contrato de ingresos compartidos <i>Stiven Andrés Viedman Agudelo, Diego León Peña Orozco</i>

Miércoles Agosto 23, 2017 – Sesión W5: 8:30 a.m. – 10:00 a.m. (Salón 19-707)

Sesión: Optimización estocástica

Horario: 8:30 a.m. – 10:00a.m.

Lugar: Salón 19-707

Chair: Henry Laniado

8:30 am - 8:50 am	#140	Modelo de optimización estocástica para la programación de aviones bajo incertidumbre durante los tiempos operacionales <i>Edwin Camilo Quiroga Gómez, Daniel Otero, John Fontecha, Andres Medaglia</i>
8:50 am - 9:10 am	#44	Modelo para el seccionamiento óptimo de ductos de transporte de hidrocarburos líquidos <i>Andrés Fernando Pérez Suárez, Sergio Andres Cabrales Arevalo</i>
9:10 am - 9:30 am	#119	Optimización-simulación aplicada a la programación de quirófanos <i>Mayra Bustamante, Juan Carlos Rivera</i>

Miércoles Agosto 23, 2017 – Sesión 5: 8:30 a.m. – 10:00 a.m. (Salón 20-116)

Sesión: Aplicaciones en educación

Horario: 8:30 a.m. – 10:00a.m.

Lugar: Salón 20-116

Chair: Carolina Castañeda P

8:30 am - 8:50 am	#2	Un modelo de programación entera para la programación académica de la facultad de arquitectura de la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín
-------------------	----	---

8:50 am - 9:10 am	#65	<i>Ibeth Vergara, Catalina Velasquez</i> Programación de horarios para el programa de Ingeniería Industrial usando programación entera mixta <i>Paula Zuranny Gomez Martinez, Carlos Felipe Mora Garzon, Carlos Andres Arango Londoño</i>
9:10 am - 9:30 am	#95	Modelo de cobertura lexicográfico para la planeación de un departamento académico en una universidad colombiana <i>Juan G. Villegas, Carolina Castañeda P.</i>

Resúmenes de las ponencias

Ruteo de vehículos

#121-Problema de ruteo de vehículos para la distribución de repuestos en proyectos de infraestructura

Sebastian Londoño Montoya, Universidad EAFIT, bastian.londono@gmail.com
José Alejandro Montoya Echeverri, Universidad EAFIT, jmonta36@eafit.edu.co

En los proyectos de infraestructura se necesitan máquinas de construcción, las cuales son recursos críticos para el desarrollo del proyecto. Cualquier fallo en estas máquinas trae retrasos en el cumplimiento de los proyectos. Por ese motivo, en búsqueda de reparar rápidamente las máquinas, los proveedores de estas se comprometen a entregar los repuestos en el sitio del proyecto, cumpliendo con tiempos de entrega cortos. Considerando que casi todos los repuestos son importados, la distribución de los repuestos se puede hacer directamente desde un puerto. Aunque esta alternativa puede evitar los costos de inventario y obsolescencia de los repuestos, exige que la distribución de los repuestos se haga lo más rápido posible.

Inspirado en la distribución de repuestos a los proyectos, este trabajo introduce un nuevo problema de ruteo que tiene como objetivo minimizar la tardanza ponderada de entrega de los repuestos, función objetivo no tradicional en enrutamiento. Este problema considera que los repuestos están disponibles y liberados en diferentes momentos en el puerto; que la distribución se hace con una flota heterogénea de un tercero, por lo tanto, la flota se asume infinita y las rutas no deben terminar en el puerto; y se cuenta con un presupuesto máximo de costos para hacer la distribución de los repuestos. Inicialmente para solucionar este problema se propone un modelo de programación entera mixta. Ese modelo será implementado en un optimizador comercial y se probará con instancias pequeñas de 10 clientes inspiradas en una operación real.

#125-Problema de ruteo de vehículos periódico con visitas flexibles: un algoritmo iterativo de solución

Eduyn López-Santana, Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas, erlopezs@udistrital.edu.co
Carlos Franco, Universidad del Rosario, cafra87@gmail.com

Presentamos el problema de ruteo de vehículos periódico con visitas flexibles donde un conjunto de vehículos deben servir a unos clientes en un horizonte de planeación de periodos discretos con una frecuencia definida. En la literatura, estos problemas tienen como condición inicial un conjunto de visitas factibles (schedules) que limitan la solución del problema. Proponemos una estructura de solución de dos fases (asignación y ruteo) unidas por una serie de procedimientos lógicos de mejora, que permiten el intercambio de información entre las fases para la construcción del Schedule a partir de la factibilidad en la estructura de los modelos de programación entera mixta.

En la fase 1 corresponde al Modelo de Asignación, allí se obtienen los días de visita para cada cliente asegurando la capacidad de unidades transportadas por los vehículos. En la fase 2, un Modelo de Ruteo encuentra la secuencia diaria de visita y en caso de no factibilidad en alguno de los días determina el cliente problemático para la ruta y lo comunica a la Fase 1. El modelo termina cuando se han encontrado rutas para cada día del horizonte de planeación.

La verificación del método propuesto se realizó mediante la generación de escenarios a partir de un grupo de instancias reconocidas en la literatura y la comparación de los programas de visita obtenidos utilizando una serie de indicadores propuestos con respecto al método manual y uno de programación entera, logrando demostrar la efectividad del método.

#62-Análisis de competitividad de una nueva formulación para el TSP

Giovanni Campuzano, Universidad del Bío-Bío, Chile, gcampuza@hotmail.es
Carlos Obreque, Universidad del Bío-Bío, Chile, cobreque@ubiobio.cl

Dado un conjunto finito de puntos N y un costo c_{ij} entre cada par $i, j \in N$. Un tour es un circuito que pasa exactamente una sola vez por cada punto de N . El Problema del Vendedor Viajero (TSP por sus siglas en inglés) consiste en encontrar un tour de costo mínimo. Este problema, aparece en los años 50, siendo uno de los problemas más conocidos de optimización combinatoria y más extensamente estudiado en la literatura.

En el presente trabajo, se consideran diferentes formulaciones, además de un nuevo modelo matemático de programación lineal entera para el TSP. Para cada uno de los modelos matemáticos se introducen desigualdades válidas, las cuales mediante el método de Branch and Cut, buscan fortalecer la cota de la relajación lineal, con el propósito de estudiar su comportamiento al momento de evaluar diferentes instancias pertenecientes a la biblioteca TSPLIB, donde los resultados señalan que la nueva formulación presenta un comportamiento competitivo en la medida que aumenta el tamaño de la instancia.

#22-Diseño de rutas para la distribución de bicicletas compartidas: estrategias exactas y heurísticas

Juan David Palacio, Universidad EAFIT, jpalac26@eafit.edu.co
Juan Carlos Rivera, Universidad EAFIT, jrivera6@eafit.edu.co

Los sistemas de bicicletas compartidas (BSS) son reconocidos como alternativa de transporte urbano cuando se requieren viajes cortos entre un par de estaciones definidas. Los BSS surgen como sistemas de transporte sostenible y representan una alternativa ante los problemas ambientales y de movilidad que enfrentan las grandes ciudades. Con el fin de garantizar su funcionamiento eficiente, una cantidad adecuada de bicicletas debe estar disponible para los usuarios en cada una de las estaciones. Debido a que la disponibilidad al final de cada periodo es variable, un vehículo debe visitar un conjunto de estaciones balanceando el número de bicicletas según la disponibilidad y la demanda estimada. Este problema se formula como una variante del problema del agente viajero (TSP) considerando características como entregas y recolección, entregas parciales e inventarios. Para su solución se presentan varios modelos matemáticos que proveen soluciones óptimas hasta con 40 estaciones. Adicionalmente, dado que el problema es NP-Duro, se presentan enfoques heurísticos basados en GRASP y búsqueda en vecindarios variables (VND). Dado que es difícil encontrar soluciones factibles iniciales, algunos vecindarios mejoran la factibilidad de las soluciones, mientras que otros mejoran su función objetivo. Los métodos son comparados utilizando instancias adaptadas de la librería TSPLIB con hasta 535 estaciones. Finalmente, se presentan ideas de trabajo futuro para abordar otras características del sistema real.

#10-Ruteo de vehículos para distribución urbana considerando sectores con acceso vehicular restringido

Luis Othon Gomez-Rueda, Universidad de los Andes, lo.gomez10@uniandes.edu.co
Ciro-Alberto Amaya, Universidad de los Andes, ca.amaya@uniandes.edu.co

En este trabajo se considera un problema de ruteo de vehículos en el cual las demandas deben ser servidas en arcos y nodos. El problema está basado en un proceso real de distribución en entorno urbano, por ejemplo algunas ciudades tienen vecindarios antiguos con calles estrechas en la que los vehículos no pueden circular, estas condiciones

obligan a la compañía distribuidora a tratar a los clientes de dos formas distintas, en función de en qué sector de la ciudad esté ubicado. Los clientes ubicados en los barrios inaccesibles para los vehículos constituyen un problema con características similares a las del cartero rural o RPP (por su sigla en inglés), pues para atenderlos se requiere que el vehículo estacione en un punto de acceso al vecindario mientras un trabajador recorre a pie las calles (arcos) donde se requiere hacer entregas, iniciando y terminando su recorrido en el lugar donde se estaciona el vehículo. Por otra parte los clientes ubicados en los sectores de tránsito libre para el vehículo se pueden considerar como un conjunto de nodos de visita obligatoria. El objetivo en este problema es configurar la ruta que visite a todos los clientes ubicados en nodos, incluyendo los puntos de parqueo usados para cubrir todos los arcos con demanda en cada sector restringido, buscando invertir el menor tiempo posible.

#18-Enrutamiento de Vehículos en Recolección de Subproductos de Origen Animal para la Industria del Rendering

Eduwin J. Aguirre-Gonzalez, Universidad de Antioquia, eduwin.aguirre@udea.edu.co
Juan G. Villegas, Universidad de Antioquia, juan.villegas@udea.edu.co

El ser humano no consume entre una tercera parte y la mitad de cada animal producido para carne, leche o huevos; y el consumo promedio de carne en Colombia en 2014 fue de 50 kilogramos por persona. Por esta razón, la industria del reciclaje de subproductos de origen animal (SOA), conocido en inglés como rendering, se enfrenta a grandes retos en su operación logística. La cual centra gran parte de sus esfuerzos en la recolección y transporte de los SOA desde su lugar de origen (carnicerías y centrales de sacrificio) hacia las plantas de producción, para utilizarlas como materia prima en la elaboración de concentrados de alimentación animal.

Este trabajo presenta un heurístico de tres fases aplicado a la recolección de SOA en una compañía de rendering. La operación de recolección presenta características de modelos de enrutamiento de vehículos periódicos, consistentes, agrupados y con flota heterogénea. La primera fase del heurístico agrupa los puntos de recolección a través de un modelo denominado CCLP (Capacitated Clustering Location Problem) resuelto a través de un programación lineal entera. La segunda fase realiza un balance del número de puntos de recolección visitados diariamente, considerando las frecuencias de recolección de cada punto y es resuelta con un modelo programación lineal entera; por último la fase de enrutamiento, resuelve como un problema de TSP (Travelling Salesman Problem) para cada vehículo en cada día. Los resultados obtenidos son comparados con las prácticas actuales de la compañía estudiada, para con ello evaluar la bondad de la solución obtenida.

#40-Modelos, enfoques y métodos de solución de un problema logístico real y complejo

Maria Gulnara Baldoquin de La Peña, Universidad EAFIT, mariagulnarabp@gmail.com
Andrés Felipe Duque Correa, Universidad EAFIT, andresfelipedc45@hotmail.com

Se describen diferentes modelos matemáticos, enfoques y métodos de solución para resolver un problema real logístico complejo, de distribución de los productos de una empresa que opera a nivel nacional. El problema conlleva agrupamiento de clientes, planificación de visitas a los mismos en un periodo de tiempo fijado, con frecuencias de visita preestablecidas, así como un prediseño de rutas para la distribución diaria de cada camión a los clientes a visitar, desde un depósito central. Existen determinadas restricciones fijadas por la compañía. Por su complejidad, el problema puede ser abordado considerando diversas formas de agrupar fases de este problema de agrupación - asignación - ruteo. Dependiendo de los enfoques pueden presentarse subproblemas que son variantes de: Problema del viajante de comercio con periodicidad (PTSP, por sus siglas en inglés), Problema de ruteo de vehículos con periodicidad (PVRP), Problema del Viajante Asimétrico con Ventanas de tiempo (ATSPTW). Los métodos han sido validados en un conjunto de instancias tomadas de la literatura y adaptadas según las características presentadas en el problema del mundo real que se está tratando. Según la

extensa revisión de la literatura realizada, este problema completo no ha sido abordado antes por otros autores. Se exponen además otros modelos, incorporando nuevas consideraciones que mejoran la aproximación de los modelos ya resueltos al problema real, cuyas soluciones deben dar continuidad a este trabajo.

#91-Modelo de Localización-Ruteo de dos fases para la recolección de residuos de aceites y grasas de origen animal y vegetal en las comunas 9, 10 y 11 de Bucaramanga

Javier Arias-Osorio, Universidad Industrial de Santander, jearias@uis.edu.co
Paula Andrea Cabrales Navarro, Universidad Industrial de Santander, paulacabrales19@gmail.com
Juan Pablo Galeano Ríos, Universidad Industrial de Santander, jpablo1295@gmail.com

El diseño de un modelo de recolección de este tipo de residuos requiere el desarrollo de actividades divididas en dos fases: la definición de los sitios de recolección y las rutas encargadas de esta labor, de manera que se minimicen tiempos y costos. En el presente trabajo de investigación, se propone un modelo de localización-ruteo que permite, en su primera fase, definir tanto los puntos de recolección dentro de un grupo de sitios previamente establecidos, como también las capacidades de los varios contenedores que se ubicarán en cada sitio de recolección y la demanda asociada a cada uno de ellos.

En la segunda fase, se expone un modelo de ruteo de vehículos con ventanas de tiempo, que satisface la recolección total del residual generado en todos los puntos de recolección y establecimientos comerciales del territorio objetivo en el menor tiempo posible.

La experimentación permite evaluar escenarios de aplicación del modelo ajustados a presupuesto y demás condiciones asociadas a éste.

#105-A heuristic approach for the vehicle routing problem with scarce, reusable resources

María Camila Ángel, Universidad de los Andes, mc.angel182@uniandes.edu.co
Lucia Paris, Universidad de los Andes, l.paris10@uniandes.edu.co
Camilo Gomez, Universidad de los Andes, ch.gomez171@uniandes.edu.co
David Alvarez Martinez, Universidad de los Andes, d.alvarezm@uniandes.edu.co

This work presents an efficient methodology for the vehicle routing problem with scarce, reusable resources (VRPSRS), in the context of the VeRoLog Solver Challenge Part II (Traditional). The proposed methodology rapidly produces an initial scheduling of the pickups and deliveries of tools within a planning horizon that is obtained by solving a Mixed Integer Programming (MIP) model. The solution generated is used to feed a routing-based heuristic algorithm that aims at finding a feasible solution for the VRPSRS. The routing algorithm is comprised of a randomized constructive strategy that prioritizes the Pickup First-Delivery Second types of routes, and a local search procedure to improve obtained solutions by means of intra- and inter-route neighborhood structures. Results are validated on the challenge platform for the available instances, suggesting that the proposed methodology requires low CPU times to achieve high-quality solutions.

#106-Two-phase hybrid algorithm for the vehicle routing problem with scarce, reusable resources (VeRoLog Solver Challenge)

Lucia Paris, Universidad de los Andes, l.paris10@uniandes.edu.co
María Camila Ángel, Universidad de los Andes, mc.angel182@uniandes.edu.co
Camilo Gomez, Universidad de los Andes, ch.gomez171@uniandes.edu.co
David Alvarez Martinez, Universidad de los Andes, d.alvarezm@uniandes.edu.co

This work presents a hybrid algorithm for the vehicle routing problem with scarce, reusable resources. The proposed methodology allows to decompose the problem in two phases. Firstly, a Mixed Integer Programming-based procedure is developed to provide multiple assignments for pickups and deliveries of a set of tools within a planning

horizon. Secondly, a heuristic algorithm is put forward to obtain routes that satisfy the scheduled pickups and deliveries, relying on savings and local search procedures. The methodology is devised to address the VeRoLog Solver Challenge Part I (All-time-best). Results are validated on the challenge platform for the available instances, for which feasible solutions are consistently obtained within reasonable CPU times, achieving high ranking positions in the challenge.

#118-Formulaciones matemáticas para el Traveling Repairman Problem

Camila Mejía, Universidad EAFIT, cmejia3@eafit.edu.co
Juan Carlos Rivera, Universidad EAFIT, jrivera6@eafit.edu.co

El traveling repairman problem o TRP es una variante del traveling salesman problem (TSP), en el cual la función objetivo es minimizar el tiempo de espera total de todos los clientes o la suma de los tiempos de llegada, sujeto a las restricciones clásicas del TSP: se debe usar un único vehículo que visite todos los clientes exactamente una vez. Debido a las características particulares de la función objetivo utilizada, las rutas resultantes pueden ser abiertas o cerradas sin variación en la calidad de la misma. Este tipo de problemas tiene sus principales aplicaciones en contextos en los que el tiempo de espera es una buena medida de la calidad del servicio como transporte escolar, mantenimiento, logística humanitaria, medicina en casa, entre otras. En este trabajo se comparan tres modelos matemáticos de programación entera mixta presentados en la literatura, y se proponen dos nuevas formulaciones, así como desigualdades válidas. Los diferentes modelos fueron evaluados usando el software IBM ILOG CPLEX 12.4 con instancias de la literatura con 10, 20 y 50 nodos. Para las instancias con 10 nodos los modelos propuestos obtuvieron soluciones óptimas en menor tiempo, mientras que para instancias más grandes se encontraron soluciones óptimas no reportadas en la literatura.

#133-Un algoritmo híbrido para problemas integrados de ruteo de vehículos y empaquetamiento de mercancías

David Alvarez Martinez, Universidad de los Andes, d.alvarezm@uniandes.edu.co
Luis Miguel Escobar Falcón, Universidad Tecnológica de Pereira, luisescobarf@utp.edu.co
Mauricio Granada, Universidad Tecnológica de Pereira, magra759@hotmail.com
Anand Subramanian, Universidade Federal da Paraíba, Brazil, anandsubraman@gmail.com

En este artículo se presenta un algoritmo híbrido para una clase de problemas de integrados de Ruteo de Vehículos con restricciones de Empaquetamiento de Mercancías (VRP-CLP). El ruteo de vehículos se resuelve a través de modelos de Set Partitioning secuenciales, con columnas que corresponden a rutas encontradas por un algoritmo ILS, que puede interactuar con el proceso de solución del MIP. Las columnas generadas por el ILS deben satisfacer las restricciones de empaquetamiento de mercancías, para garantizar esta restricción es adaptado un algoritmo tipo GRASP reactivo de forma tal que verifique el conjunto de restricciones de empaquetamiento establecidas y de esta forma la columna sea incorporada al proceso de solución. El algoritmo fue probado en instancias de referencia de las siguientes variantes: (i) VRP (ii) Capacitated VRP (iii) Two-dimensional Loading Problem y (iv) Three-dimensional Loading Problem. Los resultados obtenidos fueron bastante competitivos con los encontrados por heurísticas dedicadas a las variantes específicas.

#136-Un algoritmo heurístico para el problema de rutas de vehículos con restricciones de empaquetamiento

Diego Alejandro Acosta Rodriguez, Universidad de los Andes, da.acosta12@uniandes.edu.co
David Alvarez Martinez, Universidad de los Andes, d.alvarezm@uniandes.edu.co

Este trabajo propone un algoritmo heurístico con una estructura de generación de columnas, donde el problema maestro se encarga de

gerenciar la selección de las rutas factibles, en cuanto el problema esclavo es encargado de resolver un problema de ruta más corta restringido (CSP, Constrained Shortest Path) para la generación de columnas. El CSP no necesariamente es resuelto a optimalidad. Además de esto, es utilizado un algoritmo GRASP para verificar las restricciones de empaquetamiento. El problema maestro comienza con un conjunto de rutas factibles encontradas a través de una aproximación con multi-arranque de tipo constructivo aleatorizado (MSRCA, Multi-Start Randomized Constructive Algorithm) para el problema de carga de vehículos (3D-BPP). El MSRCA consiste en encontrar un grupo de rutas validas pensando en primero empaquetar y después rutear (Packing First-Route Second). El algoritmo fue probado en el conjunto clásico de instancias de la literatura, presentando unos resultados competitivos para instancias de pequeña escala.

#81-STSP: una aplicación del problema del agente viajero selectivo en la ciudad de Bogotá

Nicolás Giedelman Lasprilla, Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, nsgiedelman@gmail.com
Angélica Sarmiento Lepesqueur, Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, angelica.sarmiento@escuelaing.edu.co
Sonia A. Jaimes Suarez, Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, sonia.jaimes@escuelaing.edu.co
Walter Ortiz Fuentes, Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, walter.ortiz@mail.escuelaing.edu.co

En las últimas décadas el turismo se ha posicionado como uno de los principales catalizadores para el desarrollo social y económico de las ciudades; en países como Colombia, dicha actividad ha experimentado un crecimiento marcado durante la última década en las principales ciudades del país (Bogotá, Cali y Medellín).

La ciudad de Bogotá cuenta con centenares de puntos turísticos geográficamente dispersos. Los turistas desconocen las rutas existentes y tienen dificultad para diseñar la secuencia en la que deben visitar cada uno de los lugares que desean. El problema consiste en determinar la trayectoria óptima para visitar una serie de puntos turísticos de interés, de forma que se minimiza el tiempo usado en transporte y se respeta el tiempo máximo que un turista puede realizar sus actividades en una jornada; realizando esta tarea mientras se maximiza la satisfacción de un viajero, el cual presenta diferentes gustos frente a los posibles lugares a visitar.

Este proyecto busca aplicar una formulación basada en el TSP con una función bi-objetivo la cual busca minimizar el tiempo empleado de realizar una ruta la cual permita maximizar la satisfacción de un turista, el cual como se mencionó anteriormente tiene preferencia sobre visitar o no un lugar en específico. Se solucionan instancias adaptadas de la literatura usando un modelo de programación entera- mixta, los resultados obtenidos son utilizados como criterio de desempeño de un método heurístico basado en búsqueda local iterativa.

#33-Diseño de un algoritmo genético con control de población para resolver el multi-trip cumulative capacitated vehicle routing problem

Nicolás Prieto Escobar, Universidad EAFIT, nprieto@eafit.edu.co
Juan Carlos Rivera, Universidad EAFIT, jrivera6@eafit.edu.co
Juan G. Villegas, Universidad de Antioquia, juan.villegas@udea.edu.co

Este trabajo estudia diferentes operadores para un algoritmo genético con control de población (GA|PM) para resolver el multitrip cumulative capacitated vehicle routing problem (mtCCVRP), una variante del problema de ruteo de vehículos (VRP) aplicado a logística humanitaria. El mtCCVRP implica hallar un conjunto de rutas que minimice la suma de los tiempos de llegada a los clientes para una flota de vehículos con capacidad limitada. Aquí, la demanda total excede la capacidad total de la flota, por lo que algunos vehículos realizan múltiples viajes.

El GA|PM utiliza un control de población que garantiza la diversidad de ésta. Las soluciones están representadas como cadenas de nodos (tours de TSP) y se utiliza una adaptación del método "Split" para decidir los viajes que realiza cada vehículo y calcular la función objetivo de la solución del mtCCVRP.

Se comparan, en términos de la calidad de las soluciones y tiempo de cómputo, diferentes versiones del algoritmo Split, incluyendo Split heurísticos, para alternar entre tours de TSP y soluciones del mtCCVRP. El GAJPM combina las técnicas de Split, usando el Split óptimo en las soluciones que tienen buena calidad con el Split heurístico.

Además, se prueban varios operadores de cruce usando pruebas estadísticas. Un cruce por dos puntos donde el bloque copiado del padre se inserta junto a su vecino más cercano en el cromosoma de la madre produce los mejores resultados. Finalmente, se usa búsqueda local para mejorar la calidad de las soluciones. El desempeño del metaheurístico se evalúa con instancias adaptadas de la literatura.

Aplicaciones en transporte

#93-Oportunidades de compensación y consolidación de carga en la red colombiana de transporte terrestre

Ana María Castañeda Velásquez, LOGYCA/INVESTIGACION, acastaneda@logyca.org
Juan David Suárez, LOGYCA/INVESTIGACION, jsuarez@logyca.org

La colaboración es un proceso holístico en el que diferentes actores de la red de valor comparten información e ideas para gestionar sus ineficiencias. Esta resulta útil en la reducción de costos críticos, incluyendo los asociados al transporte de bienes (equivalen al 37% de los costos logísticos totales). Sin embargo, aunque la literatura menciona las bondades de la colaboración, en Colombia aún existe resistencia al cambio y disposiciones legales contradictorias que limitan su implementación.

El presente trabajo buscó evaluar los efectos de la colaboración en el transporte terrestre de mercancía, por medio de la identificación de oportunidades de consolidación y compensación de carga entre diferentes empresas. Para el estudio 12 industriales compartieron información de sus despachos. Se empleó una heurística constructiva que genera todas las agrupaciones factibles, considerando troncales, cantidad de producto, tipo de carrocería y frecuencia de viaje. Luego se acudió a una heurística de mejora para seleccionar la configuración que permite incrementar la utilización promedio de los vehículos.

Al emplear las heurísticas propuestas fue posible aumentar la utilización de los camiones en un 30%, lo que conlleva a reducir los costos operacionales y el impacto ambiental de la actividad. Los resultados obtenidos constituyen un argumento para promover la implementación de dicha metodología de trabajo, pues confirman que la colaboración es beneficiosa para la productividad en la red de valor.

#111-Experiencia en la implementación de herramientas de optimización de cubaje en TDM Transportes

Juan Calle, TDM Transportes, juan.calle@tdm.com.co
Daniel Escalante, TDM Transportes, daniel.escalante@tdm.com.co

Una de las variables operativas más importantes en los costos del transporte es la cantidad de metros cúbicos o toneladas de producto que se pueden consolidar en un viaje. En esta presentación se compartirá la experiencia en la implementación de un software que sugiere a partir de métodos heurísticos una muy buena forma de ubicar cajas dentro de una unidad de transporte. Se presentarán los retos que se tuvieron desde la administración de los datos hasta la incorporación de la herramienta en el día a día del proceso de consolidación de viajes. El uso de la herramienta ha permitido aumentar en más de un 10% los metros cúbicos que se consolidan en un viaje.

#112-Tactix. Plataforma para el dimensionamiento y direccionamiento de Flota de TDM Transportes

Andrés Gómez, TDM Transportes, andres.gomez@tdm.com.co
Juan Calle, TDM Transportes, juan.calle@tdm.com.co
Daniel Escalante, TDM Transportes, daniel.escalante@tdm.com.co
Alexander Callejas, TDM Transportes, alexander.callejas@tdm.com.co
Juan G. Villegas, Universidad de Antioquia, juan.villegas@udea.edu.co
Javier Díaz, Universidad Nacional de Colombia, javidiaz@unal.edu.co

Tactix es una plataforma de apoyo a la toma de decisiones enfocada a la táctica y la estrategia de operaciones de TDM Transportes. La plataforma está basada en un modelo de programación lineal entera mixta. Usando información como los nodos, el tiempo de viaje, los ingresos y los costos

por ruta, el inventario de vehículos y la demanda de cada nodo, Tactix es capaz de:

(i) dimensionar flota; (ii) cuantificar el impacto económico de un cliente en la red de TDM; (iii) analizar las tarifas por ruta; (iv) definir políticas dinámicas acerca de los viajes vacíos y (v) direccionar la flota de manera más rentable

#28-Un algoritmo heurístico para el problema de construcción de estibas y carga del vehículo

David Alvarez Martinez, Universidad de los Andes, d.alvarezm@uniandes.edu.co
Guillermo Alberto Camacho Muñoz, Universidad de La Salle, gacamacho@unisalle.edu.co
Daniel Cuellar Usaquén, Universidad de La Salle, danielhcuellar95@unisalle.edu.co

Este artículo presenta un algoritmo heurístico para resolver el problema integrado de construcción de estibas y carga de estas en vehículos. El algoritmo propuesto se usa para resolver este problema con restricciones y consideraciones particulares. Este problema ha sido abordado por separado como el estudio del problema de carga de estibas (Pallet Loading Problem) y el problema de empaquetamiento tridimensional en múltiples contenedores con tamaños heterogéneos (Multiple Bin-Size Bin Packing Problem). En este trabajo se aplica una metodología de cuatro etapas: diseño del algoritmo de optimización GrasPacking, selección de casos de prueba, cálculo de soluciones utilizando los aplicativos de optimización Cape Pack® y GrasPacking, y validación del desempeño mediante comparación del espacio desperdiciado. La validación de esta propuesta se fundamenta en la comparación del desempeño de las soluciones calculadas. Se han elegido dos referencias de comparación: una herramienta comercial de empaquetamiento de mercancías que emplea dos algoritmos de optimización y soluciones reportadas en la literatura para instancias de prueba. El desempeño del algoritmo propuesto se evalúa utilizando instancias de prueba e instancias reales asociadas a órdenes de entrega de una compañía logística. Los resultados permitieron concluir que el algoritmo propuesto tiene un buen desempeño, al superar el aplicativo comercial en las instancias reales e igualar los resultados reportados en la literatura.

#45-Modelo de generación de columnas para soportar decisiones de evacuación en un campus universitario

Jorge Huertas, Universidad de los Andes, ja.huertas1845@uniandes.edu.co
Andrés L. Medaglia, Universidad de los Andes, amedagli@uniandes.edu.co

En este trabajo evaluamos distintos escenarios de evacuación en un campus universitario compuesto por múltiples edificios, localizados en un área con un terreno accidentado topográficamente. Mediante un modelo de optimización entero con estructura de redes, hallamos la configuración de movimiento que genera un tiempo de evacuación mínimo del campus, teniendo en cuenta dos características principales: (i) la aparición de cuellos de botella, generada por la multiplicidad de edificios; (ii) diferenciando las capacidades de flujo en las conexiones del campus según las direcciones de movimiento, debido a la diferencia de velocidades en los distintos sentidos de las conexiones, gracias a la topografía del campus. Para evaluar instancias reales, sobre el modelo original proponemos una estrategia de descomposición que permite encontrar soluciones eficientemente. Esta estrategia de descomposición es un procedimiento de generación de columnas, en el que iterativamente se encuentran rutas de evacuación dentro del campus, hasta que se

obtiene un plan de evacuación óptimo. Nosotros comparamos los resultados de nuestro modelo con ejercicios reales de evacuación dentro del campus; y con un Sistema de Información Geográfico generamos visualizaciones de los planes de evacuación obtenidos. Adicionalmente, a partir de un análisis de dualidad sobre el modelo original relajado, proporcionamos recomendaciones a los administradores del campus sobre decisiones asociadas a una evacuación.

#21-Un Modelo de Clustering como soporte al reposicionamiento en Sistemas Públicos de Bicicletas (SPB)

Miguel Angel Arroyave, Universidad de Antioquia, miguel920703@gmail.com

Pablo Andrés Maya, Universidad de Antioquia, pablo.maya@udea.edu.co

Diana Marcela Pérez, Universidad de Antioquia, marcela.perez@udea.edu.co

Los SPB poseen una demanda asimétrica que los caracteriza, generando abundancia o escasez de bicicletas en las estaciones a través del periodo de operación diario. Dado que la red difícilmente puede autobalancearse, se recurre a estrategias de reposicionamiento para mitigar el efecto de la

demanda asimétrica y así balancear el sistema. La mayoría de aportes frente al reposicionamiento se han centrado en la planeación de rutas, revelando una brecha en contribuciones a un nivel más agregado que incluya asignación de recursos, niveles de servicio o agrupación de estaciones. Esta necesidad también es compartida por operadores de SPB, los cuales manifiestan que la planeación del reposicionamiento no debe centrarse exclusivamente en la planeación de rutas dado el contexto dinámico al que se enfrentan en la operación diaria.

Se presenta un modelo de programación entera que tiene como objetivo agrupar las estaciones de un SPB en un número determinado de clústers. El modelo tiene en consideración aspectos adicionales a los geográficos, en específico, los requerimientos de bicicletas/puntos de anclaje y la prioridad (en términos de transacciones y balance) para el reposicionamiento de cada estación. Se realizan pruebas con instancias reales de un SPB con más de 400 estaciones. El modelo propuesto tiene un impacto en un horizonte de planeación táctico y sirve como base para la posterior determinación de rutas a seguir por los vehículos encargados de realizar el reposicionamiento.

Análisis de decisión y estadística aplicada

#78-Aplicación de RFM y el principio LAI en la recaudación de fondos: formulación de un modelo estadístico para caracterizar a los egresados de la Universidad de Los Andes

Germán Carvajal, Universidad de los Andes, ga.carvajal10@uniandes.edu.co

Lida Sandoval, Universidad de los Andes

José Velasquez, Universidad de los Andes

Desde su fundación, la Universidad de los Andes ha buscado ofrecer educación de excelencia que contribuya a cerrar la brecha de conocimiento de Colombia con el mundo. Para cumplir este objetivo la institución dedica grandes esfuerzos en que todo estudiante brillante y talentoso pueda estudiar en la Universidad, independientemente de su situación económica. Por este motivo las donaciones constituyen una parte fundamental de los esfuerzos adelantados, destacándose la importancia del apoyo de los miembros de la comunidad de la alma mater. Con este proyecto se busca brindar un nuevo apoyo a dichos esfuerzos, construyendo un modelo estadístico que permita identificar y cuantificar las características que inciden para que un potencial donante decida apoyar a la institución. El modelo analítico se fundamenta en el principio LAI (capacidad, interés y vinculación) utilizado en el campo de las actividades benéficas y se pretende adaptar el modelo RFM para considerar las características individuales relevantes en el comportamiento filantrópico. En la primera fase del proyecto se abarca la identificación de las características y se incluye el diseño de la encuesta utilizada para recopilar la información. En segundo lugar se desarrolla el análisis de la información recolectada y se formulan los modelos específicos para estudiar la relación entre las variables, a través de técnicas estadísticas basadas en redes neuronales, análisis multivariado y en la metodología estructurada MAUT.

#97-Modelamiento y simulación de la toma de decisiones de consumidores en contextos tecnológicos

Daniel Soto Forero, Universidad de Antioquia, dasf7@krutt.org

Yony Ceballos, Universidad de Antioquia, yony.cebillos@udea.edu.co

Germán Sánchez, Universidad del Magdalena, gsanchez@unimagdalena.edu.co

La simulación por computador es una disciplina que se origina a partir de los años 70 basada en los principios enunciados por Jay Forrester en temas industriales y sociales. Estos últimos están compuestos de agentes activos, realizan actividades específicas de acuerdo con el cumplimiento de sus decisiones y tienen la capacidad de reflexionar sobre sus acciones y la acción de otros. La capacidad que poseen a un cambio en la estrategia y la táctica sobre la base de la reflexión sin una relación directa con las

condiciones externas, hace que el sistema social se torne internamente inestable, inestabilidad que se agrava porque los sujetos como regla general no coinciden, y a menudo persiguen objetivos opuestos. En este trabajo se muestra el modelo y la simulación de una red social de consumidores utilizando modelos basados en agentes, razonamiento basado en lógica difusa y modelos de redes que representan la interacción entre los mismos mediante el empleo de un framework llamado *consumat*, el cual integra todas las características descritas. Esta simulación permite reconocer patrones globales de comportamiento, e identificar factores relevantes al momento de la toma de decisiones, en conjunto con la posibilidad de analizar la forma en la cual se construyen las redes de consumidores en productos de tecnología y como las condiciones particulares de cada consumidor y la estructura de la red en la cual interactúa, influyen al momento de tomar las decisiones.

#104-Evaluación y toma de decisiones para una flota de transporte terrestre mediante funciones de confiabilidad

Santiago Bedoya, Universidad Nacional de Colombia, sbedoyari@unal.edu.co

Carmen Elena Patiño Rodríguez, Universidad de Antioquia, elena.patino@udea.edu.co

César Julián Mesa Roldán, Nacional de Colombia, cejmesaro@unal.edu.co

Fernando Jesús Guevara Carazas, Universidad Nacional de Colombia, fjguevarac@unal.edu.co

Se presenta un modelo de análisis desarrollado para evaluar la confiabilidad de los vehículos pertenecientes a una flota de transporte terrestre. Para el estudio efectuado, la falla se define como los eventos en los que se requiere un mantenimiento correctivo de algún componente del vehículo para poder operar de forma segura y de acuerdo a la demanda solicitada. La criticidad de los vehículos es determinada utilizando el método *Jackknife* en función de la frecuencia de fallas y el tiempo medio de duración de éstas. La distribución *gamma* se identifica para modelar los tiempos hasta la intervención de mantenimiento correctivo. Para fortalecer la toma de decisiones y maximizar la disponibilidad de los vehículos, se propone utilizar la tasa de falla y la confiabilidad obtenida con los datos analizados. El modelo de estudio es replicable para cualquier tipo de organización, siendo inherente a la cantidad o el tipo de vehículos que ésta posea. El método fue aplicado y validado en el parque automotor de una flota de transporte de la ciudad de Medellín, Colombia.

#117-Control de Procesos con Datos Altamente Censurados por la Izquierda

Javier Orlando Neira Rueda, Universidad Minuto de Dios, javier.neira.rueda@gmail.com
Andres Carrion, Universidad Politecnica de Valencia, España, acarrion@eio.upv.es

La necesidad de monitorizar procesos industriales, detectando cambios en los parámetros del proceso con el fin de corregir a tiempo los problemas que se puedan presentar, genera un área particular de interés. Ello resulta especialmente crítico y complejo cuando el valor medido cae por debajo de los límites de sensibilidad del sistema de medida o está por debajo de los límites de detección, causando que una buena parte de sus observaciones estén incompletas.

Tales observaciones incompletas son llamadas observaciones o datos censurados por la izquierda. Con un nivel de censura alto, p.e. mayor del 70%, la aplicación de los métodos tradicionales para monitorizar procesos, no es apropiada. Se requiere utilizar técnicas estadísticas adecuadas para la recolección de información, que permitan evaluar el estado real del proceso en cualquier momento. En este artículo se expone un modo de estimar parámetros en tales casos y su correspondiente gráfico de control a partir de un algoritmo propuesto.

#137-Estudio de la correlación espacio-temporal entre eventos de bloqueo por sedimentos en el sistema de alcantarillado de Bogotá

Eliana Soriano Pulido, Universidad de los Andes, em.soriano10@uniandes.edu.co

John Fontecha, Universidad de los Andes, je.fontecha10@uniandes.edu.co

Juan Pablo Rodríguez, Universidad de los Andes, pabl-rod@uniandes.edu.co

Andrés L. Medaglia, Universidad de los Andes, amedagli@uniandes.edu.co

Carlos Felipe Valencia Arboleda, Universidad de los Andes, cf.valencia@uniandes.edu.co

La gestión de la infraestructura del agua urbana, particularmente en la planeación de operaciones de mantenimiento del sistema de alcantarillado, genera un ambiente de toma de decisión complejo debido a la dificultad en la recolección de información periódica acerca de la condición de sus componentes. Este desconocimiento del estado del sistema causa que las entidades a su cargo realicen las operaciones de

mantenimiento con un enfoque correctivo. Debido a lo anterior, se evidencia la necesidad de desarrollar herramientas de apoyo a la decisión para la planeación y programación de operaciones mantenimientos en los sistemas de drenaje. Este proyecto pretende extender el modelo estadístico propuesto por Rodríguez et al. (2012) y estudiar el impacto de la correlación espacio-temporal de los eventos de falla en diferentes componentes del sistema, usando para ello modelos de patrones puntuales de Cox. La metodología desarrollada se aplica a un caso de estudio de bloqueos por sedimentos en el sistema de alcantarillado en una de las cinco zonas operativas de Bogotá. Para el análisis se cuenta con una base de datos de reclamos de clientes en un periodo de 7 años. Los resultados de esta investigación contribuyen a mejorar la efectividad en la planeación y programación de operaciones de mantenimiento preventivo de sistemas de alcantarillado urbano.

#42-Metodología de superficie de respuesta para la definición de parámetros del proceso de cementado para optimizar la dureza del acero 12L14

Yenny Alexandra Paredes Astudillo, Pontificia Universidad Javeriana, yennyparedes@javeriana.edu.co

Ricardo Fernando Otero Caicedo, Pontificia Universidad Javeriana, ricotero@live.com

En los procesos de manufactura que involucran al acero para actividades de corte, choque o moldeado, es esencial que este material cuente con las propiedades de dureza requeridas. Dentro de este estudio, se pretende identificar cuál debe ser la temperatura máxima de calentamiento y el tiempo de calentamiento a temperatura máxima al que debe ser sometido el acero 12L14 para lograr incrementar su dureza superficial. Se realizó un diseño de experimentos exploratorio para definir la relevancia de cada parámetro del proceso de cementado, posteriormente, usando la metodología de superficie de respuesta, se encontró el tratamiento óptimo que incrementa la dureza superficial de este acero. La configuración del proceso de cementado encontrada en esta investigación mejora la dureza del acero 12L14 en un 15%.

Procesos estocásticos y probabilidad aplicada

#134-Modelamiento y optimización de políticas de mantenimiento de equipo médico con tiempos de falla estocásticos

Andres Felipe Cardona Ortegón, Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, andres.cardona@escuelaing.edu.co

William Javier Guerrero Rueda, Universidad de la Sabana, william.guerrero1@unisabana.edu.co

La definición de políticas de mantenimiento en general se realiza basada en conocimiento empírico, teniendo en cuenta restricciones presupuestales y de capacidad del equipo médico. Es crucial encontrar un camino adecuado que sirva como herramienta para el diseño de políticas de mantenimiento. Por ello, el objeto de este trabajo de investigación es plantear un modelo de optimización que permita definir la periodicidad de los mantenimientos preventivos y correctivos. Teniendo en cuenta la naturaleza del tiempo de falla (estocástico) y el comportamiento del equipo luego del mantenimiento, el modelo se construirá sobre la base de las cadenas de Markov de tiempo continuo, ya que el supuesto de no memoria y la distribución de probabilidad se ajustan a las características del problema, asumiendo como variable de estado la tripleta (X, Y, Z) : $X(t)$: Número de máquinas funcionando en el instante t , $Y(t)$: Número de máquinas funcionando que requieren mantenimiento preventivo en el instante t y $Z(t)$: Número de máquinas que requieren mantenimiento correctivo en el instante t . Las variables de decisión del modelo son las frecuencias en las que se realizarán los mantenimientos preventivos y correctivos del equipo. Con ello, el objetivo es maximizar la proporción del tiempo en el que el equipo permanece funcionando, sujeto al número mínimo y máximo de revisión permitidas por la entidad.

#66-An Autoregressive Approach of MCMC for Synthetic Generation of Wind Speed

Sebastián Calcetero, Universidad de los Andes, sf.calcetero674@uniandes.edu.co

Maria Elsa Correal, Universidad de los Andes, mcorreal@uniandes.edu.co

El estudio de la generación sintética de la velocidad del viento ha aumentado en las últimas décadas debido a la necesidad de realizar la planeación logística para la producción de energía eólica. Los métodos más populares usados en este contexto son las Cadenas de Markov Monte Carlo (MCMC) y los modelos AutoRegresivos de Media Móvil (ARMA). Los resultados muestran que la metodología MCMC reproduce apropiadamente la distribución de probabilidad marginal, pero falla en replicar el comportamiento estacional de la velocidad del viento; mientras que la metodología ARMA tiene el comportamiento opuesto. En ese orden de ideas, este documento propone una metodología autoregresiva para mejorar el rendimiento de las Cadenas de Markov de orden superior, así como su derivado el modelo de distribución de transición mixta (MTD), de tal forma que se logre reproducir la estructura de autocorrelación de la velocidad del viento. Los resultados muestran que la metodología propuesta permite mejorar el rendimiento tanto de los modelos MCMC y el MTD para reproducir las funciones de autocorrelación de la velocidad del viento, pero aún se está lejos de obtener resultados similares al de los modelos ARMA.

#5-Predicción de permanencia, deserción y graduados de los estudiantes del programa de ingeniería industrial de la Universidad Católica de Oriente por medio de modelos de procesos markovianos

Luis Javier Ceballos Gutiérrez, Universidad Católica de Oriente,
asesorbalverde@gmail.com

Ivan Felipe Bedoya Ospina, Universidad Católica de Oriente,
Ivanpbo@hotmail.com

Daniel Alexander Serna López, Universidad Católica de Oriente,
Danielse9@hotmail.com

El siguiente trabajo consta de una modelación cuantitativa en cadenas o procesos de Markov para la toma de decisiones; el modelo se lleva a cabo con la construcción de una matriz probabilística Markoviana, donde se tienen unos estados, los cuales requieren un espacio en el tiempo, del objeto que se esté evaluando; la información que aparece en la matriz es con una base numérica de probabilidades en cada uno de sus estados.

En nuestro caso se examinará el comportamiento de la permanencia, deserción y graduación de los estudiantes en el programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Católica de Oriente, desde el año 2007 hasta el 2015, en cuyos estados se tienen los niveles académicos del primer semestre al décimo semestre, en la deserción y la graduación para así realizar diferentes análisis que se presentan en dicho comportamiento. Algunos resultados obtenidos:

* t_1 =Semestre 12007 y a_1 =Graduados. Así la probabilidad de que un estudiante se gradúe es el elemento 1.1 de $(I-Q)^{-1}R = 53,4\%$.

*De un grupos de 40 estudiantes que inician su periodo académico en el t_4 =Semestre 22008 la cantidad de estudiantes que se gradúan a_1 =Graduados; en el elemento 4.1 es de 18,88~19 estudiantes

#139–Un método basado en descomposición para la generación de números aleatorios correlacionados

Oscar Guaje, Universidad de los Andes, oo.guaje10@uniandes.edu.co

Andrés Medaglia, Universidad de los Andes, amedagli@uniandes.edu.co

Jorge Sefair, Arizona State University, EEUU, jorge.sefair@asu.edu

En estudios de simulación, es necesario considerar la correlación en las variables de entrada para obtener resultados correctos. La generación de números aleatorios correlacionados no siempre es una tarea sencilla, pues la exactitud y estabilidad computacional de algunos métodos dependen de la función de probabilidad de las variables de entrada. Este artículo presenta un método basado en programación entera mixta (MIP) para generar números aleatorios correlacionados. Ya que el desempeño computacional de este método no es aceptable para instancias de gran tamaño, se presenta un procedimiento de generación de columnas para acelerar el MIP. La implementación del método propuesto presenta mejoras computacionales significativas sobre el MIP base y mejora la calidad de la solución de otros métodos conocidos.

Aplicaciones en agroindustria

#27–Modelo para el abastecimiento de materia prima con vida útil variable y capacidad de almacenamiento limitada para una empresa de derivados cárnicos

Johanna Marín, Grupo Familia, leimarin@gmail.com

Gloria Osorno, Universidad Central del Valle del Cauca,
gosorno@uceva.edu.co

En este proyecto se desarrolló un modelo de abastecimiento para una empresa de derivados cárnicos a la que un único proveedor suministra nueve cortes de materia prima cárnica. El modelo considera aspectos propios de la operación como demanda dependiente, vida útil variable, capacidad limitada de almacenamiento, tiempos de reposición variables y frecuencia de revisión periódica del inventario. Como resultado de la implementación realizada en la empresa se logró: mejorar el porcentaje de ocupación de la cava del 121% (sobrecarga) de ocupación a 72%, disminuir en un 37% los niveles de inventario promedio, aumentar la rotación del inventario de materia prima pasando de 1,24 a 2,08 veces por semana, aumentar el nivel de servicio hasta el 98% y disminuir en un 59% el capital de trabajo invertido. Dichas mejoras contribuyeron al mejoramiento del flujo de materiales y efectivo en la cadena de suministro de los derivados cárnicos.

#32–Diseño de un modelo de asignación trabajador-operación que reduzca el riesgo dis-ergonomico en una unidad productiva de panela del Norte del Cauca

Yenny Alexandra Paredes, Pontificia Universidad Javeriana,
yennyparedes@javeriana.edu.co

Juan Pablo Caballero Villalobos, Pontificia Universidad Javeriana,
juan.caballero@javeriana.edu.co

De acuerdo con el incremento de desórdenes musculo esqueléticos en países emergentes, se ha visto la necesidad de proponer estrategias que mitigue el riesgo y garanticen ambientes saludables en diferentes escenarios productivos. Colombia es un país altamente agrícola y con gran crecimiento en la industria agropecuaria, dentro de las que se destacan la industria panelera, la cual genera alrededor de 353.000 empleos y es fuente de ingreso para cerca de 70.000 familias. Sin embargo, a pesar del alto impacto de esta, la academia y los entes gubernamentales le han prestado poca atención, siendo casi desconocidas las condiciones laborales de los trabajadores; razón por la cual este estudio se interesó en esta situación y pretende diseñar un modelo de asignación de trabajadores-operación que reduzca el riesgo

dis-ergonomico en una pequeña unidad productiva de panela del departamento del Cauca.

En la primera fase se realizó una caracterización del proceso y de las actividades desarrolladas en las unidades productivas, identificación de riesgos dis-ergonomicos y alteraciones corporales como consecuencia del trabajo.

Basada en la información recolectada en la caracterización y haciendo uso de métodos de optimización, la propuesta pretende desarrollar un modelo de rotación de los trabajadores en las diferentes actividades del proceso productivo de panela, de tal forma que se minimice el impacto negativo sobre la salud de los trabajadores.

#73–Modelo de Programación Matemática para el Diseño de una Red de Suministro/Distribución de café especial en el departamento de Nariño

Luis Omar Alpala, Universidad Cooperativa de Colombia,
luisomar.7@hotmail.com

Diego Hernán Peluffo, Universidad Técnica del Norte, Ecuador,
diegohpo@gmail.com

Jesús Daniel Yampuezan, Universidad Cooperativa de Colombia,
jesus.yampuezan@campusucc.edu.co

Fabio Andrés Bolaños, Universidad Cooperativa de Colombia,
fabio.bolanos@ucc.edu.co

En esta investigación se realiza una propuesta para abrir una planta torrefactora de café especial en el departamento de Nariño-Colombia, teniendo en cuenta todos los actores que hacen parte de la cadena de suministro, para esto se plantea un modelo de red de distribución mediante el uso de la programación matemática respetando una serie de restricciones como capacidades, recursos físicos, flujo de materiales y políticas de la empresa.

El modelo planteado permitirá determinar si la planta torrefactora de café, está en la capacidad de satisfacer la demanda de sus clientes en 4 regiones (Pasto, Cali, EEUU y Europa). Para hacer frente a este hecho, la empresa debe decidir si abrir y construir o no las plantas sobre un conjunto de posibles ubicaciones (La Unión, Buesaco, Albán, Samaniego y Sandona) y para los almacenes (Pasto, Cali, Usa y Europa), además debe garantizar que sus proveedores de materia prima con los que ha hecho un contrato, suministren la materia prima en el momento adecuado con los más altos estándares de calidad según las políticas de la empresa.

Una vez definido el modelo de programación matemática, se validó mediante la ayuda de un solver con el fin de determinar las mejores opciones de optimización del problema respecto a la función objetivo y

restricciones, los datos obtenidos permitieron decidir que la mejor opción para abrir/construir la planta es el municipio de Buesaco de acuerdo a lo requerido para el problema de la red de suministro y distribución planteada.

#75-Influencia de los inventarios en las fluctuaciones de los sistemas de producción: Caso de estudio

Luis Omar Alpala, Universidad Cooperativa de Colombia, luisomar.7@hotmail.com
Diego Hernán Peluffo, Universidad Técnica del Norte, Ecuador, diegoipo@gmail.com
Juan Pablo Meza, Universidad Cooperativa de Colombia, juanpam.ing@gmail.com
Andrés Felipe Arcos, Universidad Cooperativa de Colombia, andres.arcos09@gmail.com
Fabio Andrés Bolaños, Universidad Cooperativa de Colombia, fabio.bolanos@ucc.edu.co

En esta investigación se realiza una propuesta de un modelo de simulación por dinámica de sistemas para abordar el problema de la influencia de los inventarios en las fluctuaciones de los sistemas de producción para el montaje de una planta de torrefacción de café especial ubicada en Nariño-Colombia tras el diseño y gestión del proceso de producción, la programación y la adquisición de materias primas, el control del flujo de materiales y nivel de stocks. Los objetivos por tanto están basados en precio/ganancias como son reducir al mínimo los costos de inventarios, inversión realizada en el inventario y reducir horas extras y tiempo de producción, también se desea maximizar la cantidad de ventas, ya sea monetaria o unidades vendidas.

Para desarrollar el modelo de simulación se siguió los siguientes pasos: 1. CONCEPTUALIZACIÓN: Definición del propósito, identificación de variables (Nivel, flujo, auxiliares), horizonte de tiempo, desarrollo del diagrama causal 2. FORMULACIÓN: Desarrollo del diagrama de flujos (diagrama de Forrester), determinación de las ecuaciones matemáticas del modelo. 3. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN: Análisis de sensibilidad, prueba del modelo bajo supuestos.

Los resultados obtenidos con el modelo permitieron evaluar el comportamiento de las variables de nivel, flujo y auxiliares mediante análisis de sensibilidad para cumplir con los objetivos propuestos de la simulación, al final se obtiene el mejor modelo de acuerdo a datos coincidentes con la realidad.

#85-Modelado y simulación por eventos discretos para el sistema de producción de una planta de torrefacción de café especial

Luis Omar Alpala, Universidad Cooperativa de Colombia, luisomar.7@hotmail.com
Brayan Daniel De La Cruz, Universidad Cooperativa de Colombia, brayan.delacruz@campusucc.edu.co
David Alejandro Zambrano, Universidad Cooperativa de Colombia, david.zambrano@campusucc.edu.co
Fabio Andrés Bolaños, Universidad Cooperativa de Colombia, fabio.bolanos@ucc.edu.co
Luis Fernando Meneses, Universidad Cooperativa de Colombia, luis.menesesr@campusucc.edu.co

En esta investigación se realiza una propuesta para el montaje de una planta de torrefacción de café especial en el departamento de Nariño-Colombia, utilizando los sistemas CAD y la simulación por eventos discretos. Mediante los sistemas CAD y la utilización de una metodología de diseño se determinó la mejor distribución de layout de la planta.

Una vez realizado el diseño completo de la planta en cuanto a instalaciones y maquinaria el siguiente paso consistió en analizar el comportamiento del sistema de producción utilizando la simulación por eventos discretos, para ello se realizaron diferentes escenarios de simulación de acuerdo a datos proporcionados de un estudio previo y experiencia propia en la torrefacción de café, en el análisis realizado se evaluó criterios como capacidad de producción, nivel de inventarios, balanceo de línea, tiempos de ciclo y el mejor modo de transporte de los materiales en la línea de producción.

Los resultados finales de la simulación se evaluaron mediante análisis multicriterio para determinar el mejor escenario de simulación y diseño de distribución en planta acorde a la situación real de demanda del producto y capacidad de producción de la planta.

#4-Modelo de asignación Vogel en el transporte de cable vía para flores en la empresa Flores el Trigo sede Olas

Daniel Alexander Serna López, Universidad Católica de Oriente/Flores el trigo, danielse9@hotmail.com

La asignación de Vogel es un método de flujos de transporte, donde se tiene una demanda conocida con suministros que deben satisfacer dicha necesidad. Este es uno de tres métodos de asignación de rutas y cantidades para reducir costo, para n cantidad de puntos de suministros y n puntos demandantes.

El modelo de transporte planteado, determina la cantidad óptima de trenes con flor y rutas correctas por donde deben transitar. Se clasifica la flor en 3 estados, dependiendo de esto, se considera un tipo de vagón y respecto al tipo de vagón se tiene origen y destino diferente.

El modelo de transporte se realizó para el flujo de 3 tipos de vagones que transitan en la finca, teniendo las siguientes cantidades, tipo 1, 512 vagones, del tipo 2, 40 vagones y del tipo 3, 80 vagones. Adicionalmente la finca cuenta con 54 bloques de producción, generando 2 posibles rutas de recorrido para el tránsito de los 3 tipos de vagones. La empresa presentaba grandes problemas de transporte, por la cantidad de vagones que se tiene, el bajo flujo de estos y poca claridad en el recorrido de sus rutas.

En una prueba piloto de 1 semana el modelo propuesto de asignación de Vogel fue validado y se logró el mejoramiento del flujo de los trenes en la finca, reduciendo significativamente los tiempos de espera sincronizando mejor los procesos. El 80% del tiempo operativo los trenes del cable vía se encontraban estáticos, solo el 20% del tiempo el cable vía era productivo ahora el 37% del tiempo es productivo.

#79-MIP enfocado en la automatización y optimización de la toma de decisiones correspondientes a la parte operativa de la producción del café

Ana Maria Montes Franco, Universidad Autónoma de Manizales, ana.montesf@autonoma.edu.co
Diana Yomali Ospina Lopez, Universidad Autónoma de Manizales, dianaospina@autonoma.edu.co
Tamara Baldo, Universidade Estadual do Norte do Parana, Brasil, tamara.baldo@uenp.edu.br

La cadena de suministros del café comprende a grandes rasgos las etapas de recolección, comercialización, industrialización y distribución del café, destacando la etapa industrialización que contiene los procesos de almacenamiento, tostado, molido, mezclado y empaque.

El trabajo de investigación que actualmente se encuentra en proceso, plantea la aplicación de un modelo MIP (Mixed Integer Programming) en dos empresas caso de estudio dedicadas a la producción de café tostado y molido, ubicadas en Caldas, Colombia y Paraná, Brasil, esto con el fin de realizar un análisis comparativo que permita conocer y estudiar el comportamiento que presenta el modelo al enfrentarse a diferentes escenarios y como se ven afectados los resultados arrojados y la eficiencia al efectuar ajustes y modificaciones en las restricciones del modelo, basados en los requerimientos de la empresa en términos de capacidades, cantidades y rendimientos, permitiendo así plantear alternativas de mejora centradas en el cumplimiento de los tiempos de entrega, los costos de producción y calidad de los productos.

Este modelo es una herramienta de apoyo en la toma de decisiones y la planeación de la producción que busca producir lo más cerca posible a la fecha de entrega, determinar las cantidades que deben ser producidas para cada orden de pedido, los tipos de café que deben ser ubicados en los diferentes silos al inicio de cada día y tomar decisiones sobre si se aceptan o no nuevos compromisos, el modelo responde puntualmente a las necesidades de carácter operativo.

Logística humanitaria

#35–Clasificación de modelos VRPTW y VRPBTW aplicados a Bancos de Alimentos: Una revisión del estado del arte

Linda Bibiana Rocha Medina, Universidad Minuto de Dios, lrocha@uniminuto.edu

Iván Guillermo Peña Arenas, Universidad Minuto de Dios, ipena@uniminuto.edu

Mónica Orozco Rodríguez, Universidad Minuto de Dios, morozco@uniminuto.edu

Carlos Armando López Solano, Universidad Minuto de Dios, clopez@uniminuto.edu

Alexander Gutiérrez Sánchez, Universidad Minuto de Dios, algutierrez@uniminuto.edu

Por medio del presente trabajo, se hace una clasificación de modelos VRPTW que se aplican en diferentes Bancos de Alimentos a nivel mundial y VRPBTW aplicados a problemas similares. Se hace una selección estricta sobre los métodos de solución exactos, heurísticas y metaheurísticas que se han utilizado para resolver este tipo de problemas. Es de interés para los bancos de alimentos realizar esta clasificación, debido a que son organizaciones sin ánimo de lucro que reciben donaciones y necesitan minimizar sus costos para optimizar sus recursos con el fin de disminuir el desperdicio de alimentos beneficiando a las personas de bajos recursos. Dentro de la revisión bibliográfica no se encuentra una clasificación de modelos VRPTW ni modelos VRPBTW aplicados a bancos de alimentos o recolección de donaciones. Por otro lado, hay pocas aplicaciones de estos modelos al problema de recolección de donaciones de alimentos y, por lo tanto, en este estudio se identifican los modelos VRPTW y VRPBTW que han sido aplicadas en la industria y que se podrían aplicar en la recolección de donaciones para Bancos de Alimentos, mostrando de esta forma posibles oportunidades de investigación a futuro.

#49–Formulación de un modelo de localización de centros de acopio y albergues para la atención de la población vulnerable ante inundaciones en el municipio de Tuluá Valle del Cauca

Esteban Garzon Sanchez, Univeridad del Valle, esteban.garzon@correounivalle.edu.co

Stefania Toro Morales, Univeridad del Valle, estefania.toro@correounivalle.edu.co

Yerlin Dayana Alvarez Posada, Univeridad del Valle, yerlin.alvarez@correounivalle.edu.co

Carlos Alberto Rojas Trejos, Univeridad del Valle, carlos.rojas.t@correounivalle.edu.co

Uno de los municipios colombianos catalogados como zona crítica según el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) por inundaciones súbitas es Tuluá, el cual se ubica al suroccidente del país. La presencia de las inundaciones súbitas, genera impactos negativos a nivel estructural, físico y emocional de las personas.

Por lo tanto, la logística humanitaria tiene como función planificar, implementar y controlar de manera eficiente, el flujo y almacenamiento de materiales e información relacionada, desde el punto de origen al punto de consumo, con el propósito de satisfacer las necesidades de los beneficiarios y aliviar el sufrimiento de la población vulnerable.

Con base en lo anterior, esta investigación tiene como finalidad formular un modelo de optimización lineal para la localización óptima de centros de acopio y albergues que contribuya a minimizar el tiempo de respuesta a la población vulnerable durante el post desastre; incluyendo limitaciones de capacidad de albergues y centros de acopio, cobertura de la población, entre otros.

#41–Evaluación de las dinámicas de evacuación de un campus universitario a través de la interacción entre un modelo de simulación de congestión y un modelo de optimización de redes

Jony Zambrano Tapia, Universidad de los Andes, j.zambrano2210@uniandes.edu.co

Jorge Huertas Patiño, Universidad de los Andes, ja.huertas1845@uniandes.edu.co

Andrés Medaglia, Universidad de los Andes, amedagli@uniandes.edu.co

En este trabajo evaluamos las dinámicas de evacuación dentro de un campus universitario en escenarios de emergencia, desde un enfoque macroscópico y microscópico simultáneamente. En primer lugar, partimos de un modelo macroscópico para hallar la configuración de movimiento dentro del campus que genera un tiempo de evacuación mínimo. Este es un modelo de programación entera con estructura de redes que no tiene en cuenta la interacción de las personas dentro de la evacuación. En segundo lugar, construimos un modelo microscópico para tener en cuenta estas interacciones y otras propiedades de los transeúntes. Este segundo modelo es una simulación de eventos discretos en la que se simula la evacuación del campus. Nosotros acoplamos estos dos modelos en un procedimiento iterativo en el que las rutas del modelo de optimización son simuladas para obtener estadísticas más precisas del tiempo de tránsito dentro del campus. Las estadísticas obtenidas brindan nueva información para el modelo de optimización, que se encarga de encontrar nuevas rutas de evacuación teniendo en cuenta atributos microscópicos. Nuestro enfoque genera un modelo de evacuación que tiene en cuenta cuellos de botella, direcciones de los flujos, variaciones en las velocidades de los transeúntes y la formación de congestiones. Este modelo lo evaluamos sobre instancias reales y comparamos los resultados obtenidos con los tiempos obtenidos en los ejercicios de evacuación dentro de un campus universitario.

#102–Modelo de Programación Estocástica para el Control de Incendios: Pre-posicionamiento y Distribución de Recursos Bajo Incertidumbre

Daniel Suárez, Universidad de los Andes, de.suarez12@uniandes.edu.co

Camilo Gomez, Universidad de los Andes, ch.gomez171@uniandes.edu.co

Andrés L. Medaglia, Universidad de los Andes, amedagli@uniandes.edu.co

Raha Akhavan-Tabatabaei, Sabanci University, Turquia, Akhavan@sabanciuniv.edu

Los incendios forestales son un problema de gran interés en la literatura debido a la amenaza que representan para las comunidades, el entorno construido y el ambiente. Para controlar estos eventos, el cuerpo de bomberos realiza operaciones tácticas que permiten detener el avance del incendio usando técnicas como cortafuegos, ataques con agua, entre otras. El éxito del control del incendio depende de la disponibilidad de los recursos y del tiempo de llegada a la zona de ataque, por lo que la ubicación inicial de los recursos es crucial. Se propone un modelo de optimización entera mixta de tipo estocástico para representar escenarios de incendios forestales, usando una red espacio-temporal para representar las dinámicas de propagación del incendio. El modelo busca minimizar los costos esperados, incluyendo: costos de instalación de almacenes, compra de recursos, así como costos esperados de distribución, almacenamiento y la penalización por faltantes (i.e., áreas no atendidas). Se evalúa un caso de estudio en los Cerros Orientales en Bogotá (Colombia) con una instancia que incluye incendios forestales de 2014, 2015 y 2016. Finalmente, se utiliza una instancia con un gran número de escenarios para probar la escalabilidad del modelo, permitiendo concluir que el modelo es una herramienta de apoyo a la decisión de gran utilidad para el manejo de riesgo para la ciudad y las autoridades involucradas.

#132–Programación estocástica para el problema del pre posicionamiento y distribución de recursos como respuesta a desastres bajo demandas y tiempos de viaje inciertos

Nicolas Puerto, Universidad de los Andes, ne.puerto10@uniandes.edu.co

Camilo Gómez, Universidad de los Andes, ch.gomez171@uniandes.edu.co

La asignación de recursos y los planes de preparación y respuesta ante desastres son esenciales para prevenir pérdida de vidas e impactos económicos, así como para proporcionar ayuda de manera eficiente y

oportuna. Consideramos el problema de localización y asignación de recursos como respuesta ante desastres, y su relación con la distribución de estos en un conjunto de escenarios inciertos. En este sentido, planteamos un modelo en el que diferentes realizaciones de una red son obtenidas a partir de un conjunto de escenarios que representan posibles desastres en un contexto de concentraciones urbanas. Para cada escenario se obtienen diferentes tiempos de viaje en los arcos de la red (p. ej. debido al daño o gestiones de vías de transporte) y diferentes

demandas de recursos y servicios en los nodos. Una metodología exacta, utilizando una descomposición de Benders, es propuesta para solucionar el problema de programación estocástica en dos etapas. La primera etapa está relacionada con las decisiones de ubicación/asignación de recursos que serán utilizados en respuesta a los desastres, mientras que la segunda etapa se relaciona con las decisiones de distribución de estos recursos por medio de un problema de ruteo de vehículos.

Aplicaciones en finanzas

#50-Aplicación de las Distribuciones de Fase al Modelo de Riesgo Colectivo en Seguros Generales

Sebastián Calcetero, Universidad de los Andes, sf.calcetero674@uniandes.edu.co
Andrés Mora Valencia, Universidad de los Andes, a.mora262@uniandes.edu.co

El modelo de riesgo colectivo permite cuantificar el riesgo asociado a las pérdidas producidas por las reclamaciones en una compañía aseguradora. Lastimosamente, para poder hallar una solución analítica del modelo, es necesario asumir que los procesos aleatorios asociados al número de reclamaciones y la severidad de las mismas, siguen distribuciones de probabilidad que no necesariamente se asemejan a la realidad. Más aún, en el caso en que se utilizan distribuciones de probabilidad más flexibles para el ajuste, es necesario acudir a métodos computacionalmente costosos como simulación u otros algoritmos, para así poder hallar una aproximación de la solución. En resumen, el asumir distribuciones de probabilidad sencillas permite hallar fácilmente una solución al modelo, que no necesariamente representa adecuadamente el comportamiento real de los datos, mientras que el asumir distribuciones más complejas puede mejorar el ajuste, a cambio de acomplejar el proceso de resolución del modelo. En ese orden de ideas, en este artículo se propone utilizar distribuciones de fase, que logran obtener un ajuste satisfactorio al comportamiento de los datos, además de permitir la resolución analítica del modelo. Los resultados muestran que el modelo propuesto supera a los modelos tradicionales y se compara con la simulación de Monte Carlo. De forma análoga, se obtienen expresiones cerradas para la solución del modelo, y se desarrolla una metodología reproducible para otros casos de estudio.

#51-The Causality between Prices and Operating-Equipment Costs in the Oil and Gas Industries

Sergio Andrés Cabrales Arévalo, Universidad de los Andes, s-cabral@uniandes.edu.co
Laura Fernanda Herrera Molano, Universidad de los Andes, lf.herrera2696@uniandes.edu.co
Jesús María Godoy Bejarano, Universidad de Ibagué, jesusgodoy007@gmail.com

¿Existe una relación bidireccional de causalidad estadística entre precios y costos en las industrias de petróleo y gas? Este estudio investiga la existencia de dichas relaciones mediante el test de causalidad de Granger. En esta investigación se analizan las relaciones de manera separada para las industrias de petróleo y gas, con el fin de comparar dichas relaciones. Adicionalmente se discriminan las relaciones de causalidad de precios con costos operacionales y con costos de equipo, para cada una de las industrias mencionadas. Los datos analizados corresponden a los índices de precios, costos operacionales y costos de equipo desde 1976 hasta 2009 en Estados Unidos. Los principales resultados obtenidos en este estudio fueron: 1) Para la industria de petróleo, existe una relación bidireccional de causalidad estadística entre los precios y los costos operacionales. 2) Por el contrario, en la industria de gas esta relación es solo evidenciada en una dirección, los costos operacionales son causales a los precios. 3) Finalmente no se evidenció causalidad estadística entre los precios y los costos de equipo en las industrias de petróleo y gas.

#116-Operatividad Industrial en el mercado Bursátil

Javier Orlando Neira Rueda, Universidad Minuto de Dios, javier.neira.rueda@gmail.com

En los estudios de inversión, se han encontrado algunas variables macro y microeconómicas con correlaciones significativas. Estas correlaciones son una manera de predecir el comportamiento de una variable frente a otra variable económica. De esta manera, crear modelos de predicción, pasa por estudiar el comportamiento y la correlación de dichas variables a través del estudio estadístico. Si bien una variable se puede correlacionar con otra y esto no implica que siempre una de ellas sea la causa de las alteraciones en los valores de otra, por medio del desarrollo de modelos, validaciones y análisis descriptivo se puede dar justificación de determinado comportamiento.

El objetivo principal de esta investigación es documentar un proceso de estudio económico por medio del análisis estadístico, para que los pequeños y medianos inversores puedan repotenciar sus dividendos implementando los mismos planes de desarrollo de los grandes inversores.

Se analizarán los registros históricos de variables previamente definidas, haciendo una descripción de su comportamiento y se propondrán modelos. Para ello se busca definir las variables más importantes y justificar el comportamiento de dichos valores.

De estas variables económicas se diseñó un proceso de estudio que pueda identificar comportamientos anómalos; pasos fundamentales para la implementación de modelos matemáticos.

Se han extraído conclusiones referentes a la investigación que permiten hacer más fácil y sostenible la toma de decisiones argumentadas en herramientas científicas, reduciendo la incertidumbre.

#120-Inversión en mercados financieros como alternativa en proyectos con exceso de liquidez

Samuel De Greiff, Universidad EAFIT, samueldeg@gmail.com
Juan Carlos Rivera, Universidad EAFIT, jrivera6@eafit.edu.co

Este trabajo aborda, desde una perspectiva de exceso de liquidez en proyectos, la optimización de portafolios teniendo en cuenta restricciones impuestas por los mercados financieros y condiciones resultantes de operaciones de proyectos con exceso de liquidez como costos de transacción, presupuesto y horizontes de tiempo cortos. Además de formular el modelo matemático, se implementa un algoritmo genético multiobjetivo (NSGA II) para hallar portafolios eficientes en la Bolsa de Valores de Colombia (BVC), con los objetivos de minimizar el riesgo y maximizar la rentabilidad. Como parámetros del modelo se debe especificar un presupuesto y los parámetros de la estructura de los costos de transacción. Se presentan resultados basados en datos reales de la BVC como alternativa de reinversión de los flujos de caja no convencionales de proyectos. Los resultados resaltan la importancia de las características antes mencionadas en los portafolios resultantes en términos de las funciones objetivo tratadas, rentabilidad y riesgo, y de la estructura o composición de los mismos.

Programación de personal

#26-Estrategias de Recuperación en Tiempo Real sobre la Programación de Personal: Caso Aplicado a la Industria del Retail

Michael Mac-Vicar, Pontificia Universidad Católica de Chile, mmacvicar@gmail.com

Juan C. Ferrer, Pontificia Universidad Católica de Chile, jferrer@ing.puc.cl

Juan C. Muñoz, Pontificia Universidad Católica de Chile, jcm@ing.puc.cl

César A Henao, Universidad del Norte, cahenao@uninorte.edu.co

Las empresas de retail deben tratar con variaciones inesperadas en la demanda y con el ausentismo no programado de personal. Previos trabajos han estudiado el proceso de ajuste de programación de turnos a través del uso de recursos de recuperación para mitigar el efecto negativo de las incertidumbres. Sin embargo, dichos trabajos proponen hacer los ajustes básicamente en una sola etapa, sin que exista interacción entre el tomador de decisiones y los empleados afectados por los ajustes. Después de presentar una modelación matemática del problema, este estudio desarrolla dos métodos de solución que buscan los mejores ajustes entre todos los recursos de recuperación de contingencia disponibles, y a su vez permite la interacción entre el tomador de decisiones y los empleados afectados. El objetivo subyacente es maximizar los beneficios, favoreciendo aquellas soluciones con menor número de modificaciones de turnos para minimizar la insatisfacción de los empleados. El primer método resuelve un modelo de programación entera mixta relativamente grande mediante generación de columnas. El segundo método evalúa las distintas alternativas de ajuste mediante una rutina de búsqueda local y luego se aplica de forma greedy los ajustes más beneficiosos. Los resultados obtenidos con datos reales de una cadena de retail chilena muestran que en el peor escenario, los ajustes del programa propuesto son capaces de recuperar como mínimo un 18% del beneficio perdido producto de las contingencias.

#127-Un enfoque de simulación - optimización para el problema integrado de construcción de horarios y programación de personal en entornos de actividades múltiples, considerando habilidades categóricas y tiempos de traslado estocásticos

Maria Alejandra Riveros Estupiñán, Pontificia Universidad Javeriana, maria-riveros@javeriana.edu.co

Juan Nicolas Arellana D Aleman, Pontificia Universidad Javeriana, arellanaj@javeriana.edu.co

Ricardo Fernando Otero Caicedo, Pontificia Universidad Javeriana, r.otero@javeriana.edu.co

David Barrera Ferro, Pontificia Universidad Javeriana, barrerao@javeriana.edu.co

El problema de construcción de horarios y programación de personal, en entornos de actividades múltiples, considera sistemas en los que un conjunto de clientes demanda uno o más servicios, en horarios y ubicaciones establecidas. El objetivo minimizar la cantidad de recursos programados en un horizonte de planeación, para atender la demanda. En consecuencia, se construye de un conjunto de líneas de trabajo en las que se decide qué trabajador atenderá qué cliente y en qué momento. Este

trabajo estudia la versión del problema en la que los trabajadores tienen habilidades categóricas y los tiempos de traslado son modelados usando de una función de densidad de probabilidad.

Se propone una aproximación de simulación-optimización. En una primera fase, se genera una solución usando un algoritmo voraz, que posteriormente es mejorada con una búsqueda tabú. En cada iteración de la Metaheurística, para evaluar la función objetivo, se utiliza Simulación del Montecarlo. De esta manera, se incorpora la variabilidad de los tiempos de traslado en la construcción de la solución. Fueron resueltas 150 instancias determinísticas de la literatura, asumiendo que los tiempos de traslado siguen una función de densidad de probabilidad lognormal con tres coeficientes de variación diferentes. Los resultados muestran que, respecto al uso de la media como un estimador del tiempo de traslado, la técnica permite mejorar el nivel de servicio ofrecido manteniendo constante la cantidad de recursos programados.

#103-Algoritmo híbrido para solucionar el problema de programación de turnos de trabajo en sistemas de transporte masivo: un caso real

Rubén Iván Bolaños, Universidad Tecnológica de Pereira - Integra S.A., ribolanos@utp.edu.co

Luis Miguel Escobar Falcón, Universidad Tecnológica de Pereira - Integra S.A., luismescobarf@utp.edu.co

César Augusto Marín Moreno, Universidad Tecnológica de Pereira - Integra S.A., cesmarin@utp.edu.co

Mauricio Granada, Universidad Tecnológica de Pereira, magra@utp.edu.co

Este estudio aborda el problema de programación de turnos de trabajo para conductores de sistemas de transporte masivo, Crew Scheduling Problem. El problema parte de un conjunto de viajes determinados en un repositorio de tablas de servicio que, para el caso de Colombia, son otorgados por el ente gestor de cada sistema. El objetivo del problema consiste en minimizar el conjunto de turnos de trabajo de los conductores.

Las tablas de servicio presentan tamaños diversos (en tiempo y cantidad de viajes). Estas tablas se segmentan, buscando obtener turnos de trabajo cumpliendo las regulaciones existentes. La explosión combinatorial que surge, se resuelve con un algoritmo híbrido de dos fases.

La primera etapa efectúa la división de las tablas según las restricciones operativas y las convierte en bloques de trabajo (nodos) que procuran tener una duración mínima sugerida por el centro de operaciones. Luego, las aristas del camino más corto del grafo resultante (solucionado de manera exacta) representan semi-turnos de trabajo. En la segunda etapa se realiza la construcción de los turnos de trabajo diarios empleando el Algoritmo de Kruskal modificado para encontrar caminos cortos que formen turnos de trabajo completos.

La metodología es aplicada para construir los turnos de trabajo del sistema de transporte masivo del Área Metropolitana Centro Occidente con 5000 viajes diarios. Los resultados son prometedores, dado que la solución encontrada es de mejor calidad y rápida respuesta.

Planeación y programación de producción

#23-Modelo de Programación Binivel para la Programación de Producción

Carlos Rodrigo Ruiz Cruz, Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, carlosr.ruiz@escuelaing.edu.co

Sonia Alexandra Jaimes Suarez, Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, sonia.jaimes@escuelaing.edu.co

Angelica Sarmiento Lepesqueur, Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, angelica.sarmiento@escuelaing.edu.co

William Javier Guerrero Rueda, Universidad de la Sabana, william.guerrero1@unisabana.edu.co

Cristian David Ramirez Pico, Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, cramirezp@alumnos.uai.cl

En los modelos de programación binivel se considera la interacción entre dos agentes que tienen diferentes niveles jerárquicos en el proceso de decisión. El líder toma sus decisiones primero, considerando las decisiones que puede tomar el seguidor. En base a esto, el seguidor toma su decisión para obtener el mejor beneficio sin considerar los efectos en el líder. La optimización binivel está relacionada con los conceptos desarrollados por Von Stackelberg en la teoría de juegos y se puede considerar como un juego estático, no cooperativo con información perfecta entre dos jugadores que buscan optimizar sus beneficios. En el modelo propuesto se considera una situación en la cual el nivel superior representa el decisor sobre las órdenes de producción que se acepta procesar de un conjunto predefinido, buscando maximizar la utilidad que estas le generan, teniendo como restricción la capacidad del sistema

productivo. En el segundo nivel el decisor correspondiente establece el programa de producción con el cual se minimiza el tiempo total de terminación de las órdenes teniendo como restricción una capacidad máxima de inventario de producto en proceso, asociada al tiempo total de terminación. Se presentan resultados computacionales de los resultados del modelo utilizando instancias de la literatura y se compara su desempeño frente a la modelación del problema usando programación multiobjetivo.

#24-Modeling approaches for production planning and scheduling in molded pulp packaging industry

Karim Pérez Martínez, Federal University of São Carlos, Brasil, karim@dep.ufscar.br

Reinaldo Morabito, Federal University of São Carlos, Brasil, morabito@ufscar.br

Eli Vitor Toso, Federal University of São Carlos, Brasil, eli@ufscar.br

Molded pulp products are obtained by alternative process configurations which can be set up to a machine of the production system. Quantities produced, resources consumption and sequencing decisions depends on the process configurations which are used over a finite planning horizon. Thus, production planning decisions in this industry focuses on defining which process configurations are used, for how long and the sequence they should be scheduled, in order to minimize total setup, inventory and backloging costs. This research proposes integrated integer mixed models to generate process configurations at the same time that decisions about for how long they are used and how they are sequenced are made. These formulations include capacity constraints, different setup operations, which involve sequence-dependent setup times and costs and some technical constraints related to the production system. The mathematical formulations represent adequately the problem decisions and provide feasible solutions for several set of instances which represent different production environments of the problem.

#101-Aplicación de metaheurísticas para la solucionar el problema de formación de celdas de manufactura: una revisión

Edwin Alberto Garavito Hernandez, Universidad Industrial de Santander, garavito@uis.edu.co

Leonardo Hernan Talero Sarmiento, Universidad Industrial de Santander, leonardo.talero@correo.uis.edu.co

Laura Yeraldin Escobar Rodríguez, Universidad Industrial de Santander, laura.escobar@correo.uis.edu.co

Las celdas de manufactura son configuraciones de especial interés para la ingeniería de producción, puesto que mezclan la flexibilidad característica de la producción orientada a procesos, con las particularidades de manufactura esbelta encontradas en las Líneas de Producción; sin embargo, el diseño de las celdas requiere del modelamiento e interacción de múltiples variables, lo que genera un problema matemático complejo. Teniendo en cuenta lo anterior, el objetivo del presente trabajo es realizar una revisión relacionada con la aplicación de metaheurísticas para la solución del problema de formación de celdas de manufactura. Para ello, se aplica una adaptación de la metodología PRISMA, partiendo de la búsqueda en tres bases de datos: Scopus, Science Direct e ISI Web of science. Los resultados agrupan 294 trabajos en 15 categorías, encontrando que la aplicación de algoritmos genéticos en conjunto con la mezcla de otras técnicas metaheurísticas, son las soluciones más desarrolladas debido a la complejidad -medida en tiempo de cómputo- del problema.

#110-Sistemas MRP para departamentos/unidades de Mantenimiento en la producción: Estado del arte y propuesta preliminar de implementación

Andrea Zuluaga Isáziga, Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, anzuis147@gmail.com

Dante Conti, Universidad Estadual de Campinas, Brasil, danteconti73@gmail.com

Carlos Rodrigo Ruiz Cruz, Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, carlos.ruiz@escuelaing.edu.co

Es bien notorio que la mayoría de los materiales almacenados como inventario en una industria, son los relacionados al mantenimiento, Duffuaa et al (2010), y el correcto manejo de éste es una de las actividades más complejas de la cadena de abastecimiento. Un control efectivo de este tipo de inventario permite que las empresas se mantengan en producción y mejoren su rentabilidad. Desde la creación de los sistemas MRP se ha visto una mejora en la administración de inventarios, si bien aún, se tienen puntos débiles en lo relacionado a unidades de mantenimiento. Se procura la mejora constante de modelos que permitan no solo obtener la cantidad óptima de inventario en los sistemas MRP en sí, sino también de considerar escenarios que podrían afectar la producción al no tener un control adecuado del inventario. Varios enfoques han sido empleados para tal fin: modelos de programación matemática, uso de técnicas emergentes de inteligencia artificial y simulación, entre otros: Mula et al (2006), Bagherpour et al (2011), Louly et al (2008), Du et al (2000), Choobineh et al (2004), Wazed et al (2010). La gestión de inventarios de materiales para el proceso de mantenimiento en sistemas como el MRP, se considera un tópico con gran potencial de investigación. Esta propuesta describe un panorama del estado del arte respecto al MRP para mantenimiento en la producción, y presenta una formulación en un pseudo-algoritmo que soporte una gestión de inventario eficiente en la problemática citada.

#37-Un modelo MILP para el problema de flowshop distribuido y permutado con etapa de ensamble (DAFPSP) considerando tiempos de preparación dependientes de la secuencia (SDST) y fábricas homogéneas

Daniela Fernanda Ortiz Delgado, Universidad Industrial de Santander, danielaortiz.del@gmail.com

Miguel Eduardo Correa González, Universidad Industrial de Santander, miguel_correa.g@hotmail.com

Edwin Alberto Garavito Hernandez, Universidad Industrial de Santander, garavito@uis.edu.co

En este estudio se presenta un modelo lineal entero mixto para dar solución al problema de programación de la producción de industrias que poseen más de una fábrica en cada una de las cuales se procesan componentes en un flujo unidireccional (flowshop) y luego se centralizan en una planta de ensamble para conformar el producto final. Este tipo de problema es propio de industrias con plantas de producción distribuidas en diferentes regiones o países donde las condiciones económicas, socioculturales, entre otras, son más favorables. A la fecha, este problema ha sido abordado en la literatura mediante el uso de heurísticas y metaheurísticas, sin embargo se precisa de un modelo exacto que permita validar y comparar los resultados obtenidos. El modelo desarrollado está inspirado en dos modelos de la literatura [1][2] e implementado en el software GAMS. Para evaluar el desempeño de las heurísticas propuestas en el estudio de Hatami et al [3], se corren las instancias usadas en éste y los resultados obtenidos son comparados con las mejores soluciones conocidas.

[1]Hatami, S., Ruiz, R., & Romano, C. (2013). The Distributed Assembly Permutation Flowshop Scheduling Problem. *IJPR*, 51(17), 5292-5308.

[2]Naderi, B., & Ruiz, R. (2010). The Distributed Permutation Flowshop Scheduling Problem. *COR*, 37, 754-768.

[3]Hatami, S., Ruiz, R., & Romano, C. (2014). Simple constructive heuristics for the Distributed Assembly Permutation Flowshop Scheduling Problem with sequence dependent setup times. *CoDIT*.

#144-Implementación de una línea de montaje multiproducto en una repostería industrial bajo un enfoque de personalización en masa

Jairo R. Coronado-Hernandez, Universidad de la Costa, jcoronad18@cuc.edu.co

Rafael Chamorro-Calle, JARACOHE S.A.S, rafachamorro@gmail.com

En este trabajo se aborda la implementación de una línea de montaje en una repostería industrial para el armado y acabado de tortas. La complejidad del problema radica en que existen productos estándares y personalizados. Todos estos productos se realizaban con los mismos recursos productivos de manera artesanal y desorganizada. Se estandarizaron todos los procesos, materiales, métodos y presentaciones de productos bajo una filosofía lean. Para el balanceo de línea se trabajó con un modelo de equilibrado de línea de tipo SALBP-2 considerando un diagrama agregado de precedencias entre tareas por familias de productos con el objetivo de minimizar los tiempos de ciclo. Para mantener la estabilidad y el flujo de la línea, se estandarizaron componentes modulares en la lista de materiales de los posibles productos personalizados. Para la mezcla de productos en la línea se diseñó un sistema de información en la nube con el fin de tener información precisa y oportuna de los de los módulos que conforman los productos personalizados. La principal barrera en la implementación fue la cultura empresarial al encontrar resistencia al cambio por parte de sus empleados. Con la implementación de línea de obtuvieron mejoras en la productividad con el aumento en la velocidad de producción en un 15% con el mismo número de empleados. Otro beneficio que se obtuvo fue el control de producción de la línea por medio de los gráficos de Gantt a partir de la estandarización e implementación de la línea para el cumplimiento del plan de venta.

#30-Un algoritmo GRASP para el problema de corte de material considerando tiempos de corte y emisión de partículas

Guillermo Camacho, Universidad de La Salle, gacamacho@unisalle.edu.co
David Alvarez Martinez, Universidad de los Andes, d.alvarezm@uniandes.edu.co
Paula Alejandra Velasco Carvajal, Universidad de La Salle, pvelasco15@unisalle.edu.co

Este artículo presenta una metaheurística para resolver el problema de corte de material en dos dimensiones. Este problema se conoce en la literatura como el problema de la mochila bidimensional con piezas sin orientación fija y una demanda ilimitada de ejemplares. En este trabajo se propone un algoritmo tipo GRASP y se evalúa su desempeño utilizando instancias de prueba reportadas en la literatura. El desempeño es medido con relación al área total utilizada y el tiempo de cómputo del algoritmo. Además de esto, son tenidos en cuenta factores relevantes propios de las aplicaciones industriales: el tiempo de realización de la tarea de corte y la cantidad de partículas emitidas. Para medir estos factores se implementó un banco de prueba compuesto por un robot industrial, una máquina de corte por plasma y un sistema de control. Los resultados obtenidos muestran que el algoritmo propuesto supera el 32% de las soluciones óptimas reportadas en la literatura. Por otro lado, los experimentos muestran que la metaheurística presentada mantiene un tiempo de cómputo estable aún para las instancias de gran porte. Adicionalmente, la etapa de post-optimización propuesta permite reducir los tiempos de realización de la tarea de corte y mantener las emisiones de material particulado.

#54-A Decentralized Metaheuristic Approach Applied to the FMS Scheduling Problem

Kevin Jaimes Vanegas, Pontificia Universidad Javeriana, kjaimes@javeriana.edu.co
Juan Mauricio Moreno Chanchay, Pontificia Universidad Javeriana, jmoreno.c@javeriana.edu.co
Gabriel Zambrano Rey, Pontificia Universidad Javeriana, gzambrano@javeriana.edu.co

Flexible Manufacturing Systems (FMS) scheduling has been one of the most popular topics for researchers. A number of approaches have been delivered to schedule FMS. Decentralized metaheuristics can be seen as a way where the population is divided into several subpopulations to reduce the run time considering the separation of the search space. Decentralization is a prominent research path in scheduling so solutions can be found faster, without penalizing the objective function. In this

paper, a decentralized metaheuristic is proposed in the context of a FMS scheduling problem. The main contribution is to analyze a search space division, associated with the physical layout of the FMS, instead of the regular parallelization of the resolution. Hence, the a multi-agent based approach is presented in which a coordination agent uses a criteria, based on the physical layout, to create clusters of search spaces that, afterwards, a set of operative agents will analyze using a metaheuristic approach. To do so, a particle swarm optimization has been configured to work on the FMS scheduling problem aiming to minimize the mean square deviation (MSD) around the jobs due date. The performance of the proposed approach is validated with FMS scheduling benchmarks. Results show that the competition among agents, working on the same problem but focus on different parts of the search space, improve the results found with the centralized metaheuristic, particularly for large problem instances.

#6-Implementación de la metaheurística viral system para minimizar la tardanza ponderada total en talleres

Cesar Lopez, Universidad Pontificia Bolivariana, cesar.lopezma@upb.edu.co

El problema de la programación de la producción en sistemas Job Shop (Scheduling Job Shop), es muy común en sistemas reales y apetecidos como objeto de investigaciones debido a su complejidad. Se ha demostrado que este problema es de tipo NP-HARD, lo que justifica los numerosos trabajos investigativos sobre este tema. Se propone en esta investigación, aplicar un método de solución aproximada basado en la Metaheurística Viral System, la cual se inspira en los procesos de infección de los virus y la respuesta antigénica de los organismos ante estos procesos, con el objetivo de minimizar la tardanza ponderada total de los trabajos. El algoritmo de Viral System contiene una población inicial generada aleatoriamente, donde cada individuo es representado por un genoma permutado de los trabajos a realizar (encoding) y se utilizan los operadores Swap y Shift para la estructura de vecindad.

El algoritmo fue codificado en el lenguaje de programación MATLAB R2014b y el desempeño de la metaheurística propuesta se evaluó en calidad de respuesta y tiempo de solución en 12 problemas clásicos de la literatura sobre el tema; mostrando un rendimiento que no estuvo por debajo del mostrado por el Recocido Simulado y la Búsqueda Tabú, algoritmos de amplia aplicación en la solución de este tipo de problemas.

#143-Diseño de un modelo para la planificación de la producción en una empresa de aditivos para cemento y hormigón

Carlos Rosales, Tecnosoluciones Ltda, carlosrosvel@gmail.com
Adriana Galindo Martinez, Todomar CHL Marina, galindo.adry@gmail.com
Jairo R. Coronado-Hernandez, Universidad de la Costa, jcoronad18@cuc.edu.co

En este trabajo se resuelve un problema de planificación de la producción en una empresa de aditivos para cemento y hormigón con el propósito de disminuir los tiempos y costes en el alistamiento de los reactores. El problema se caracteriza por ser multi producto, multi recurso, multi periodo y tiempos de alistamiento dependiente de la secuencia. Se busca determinar los tamaños de lote y a su vez determinar la secuencia de los productos a fabricar en los reactores. La metodología utilizada para resolver este problema se basa en dos etapas. En la primera etapa se determinan los tamaños de lote óptimo para los productos a través de la implementación de un modelo programación matemática de tipo Capacitated Lot-sizing and Scheduling Problem (CLSP) con máquinas en paralelo. En la segunda etapa se secuencian las órdenes de producción provenientes del modelo de la primera etapa en cada reactor, dependiendo de las rutas previamente determinadas y en función de la optimización de los tiempos de alistamiento. Mediante la comparación de la implementación del modelo con el método de planificación basado en la experiencia del planificador, se observó una reducción aproximada del 20% en los costes de producción.

#138-Un algoritmo metaheurístico para la programación de máquinas de procesamiento por lotes

Ana Maria Cortes, Universidad EAFIT, acortesz@eafit.edu.co
Juan Carlos Rivera, Universidad EAFIT, jrivera6@eafit.edu.co

Las máquinas de procesamiento por lotes, conocidas en inglés como "Batch Processing Machines" o BPM, se caracterizan por que en ellas es posible procesar múltiples trabajos simultáneamente. Este tipo de máquinas son comunes en procesos industriales como el recubrimiento electrolítico, tratamientos térmicos, hornos de secado y procesos de pintura. El BPM consiste en asignar un conjunto J de n trabajos a una máquina con una capacidad limitada S , de manera que el tiempo necesario para la fabricación de todos los n trabajos (makespan) sea

mínimo. Cada trabajo j posee un tiempo de liberación (r_j), un tiempo mínimo de procesamiento (estada en la máquina) y un peso (s_j). En la industria, las fábricas deben usar sus recursos eficientemente, para así obtener una producción de manera adecuada. En este sentido, se plantea la necesidad de abordar el BPM con metodologías que apoyen esta administración de manera eficiente. En este trabajo se aborda el problema mencionado mediante el uso de algoritmos metaheurísticos basados en LNS: Large Neighborhood Search. Adicionalmente, el algoritmo desarrollado utiliza estrategias heurísticas basadas en el algoritmo de los ahorros, así como en el algoritmo Split. El desempeño del algoritmo es evaluado utilizando instancias conocidas de la literatura.

Optimización Multiobjetivo

#108-Un enfoque bi-objetivo del problema de ruteo escolar puerta a puerta: Formulación y método de solución

Claudia Cristina Bocanegra-Herrera, Universidad Nacional de Colombia, claudia.cbh@gmail.com

Juan Pablo Orejuela-Cabrera, Universidad del Valle, juan.orejuela@correounivalle.edu.co

La sostenibilidad en las operaciones logísticas de una ciudad es muy importante. En ese contexto, el problema de ruteo de vehículos escolares (SBRP) tiene un efecto en los aspectos sociales y ambientales de una ciudad porque afecta el tráfico y la calidad de vida de los estudiantes y sus familias. El SBRP es un tipo particular del problema de ruteo vehicular, donde niños son transportados con restricciones especiales, por lo que no son suficientes los criterios económicos o de eficiencia/eficacia, sino que se necesita también criterios de servicio /equidad. El propósito de esta investigación es desarrollar un enfoque metodológico de SBRP puerta a puerta bi-objetivo. Inicialmente, un modelo objetivo se formuló donde hay un objetivo de servicio (minimización del tiempo perdido de los niños) y un objetivo económico/eficiente (minimización del costo de transporte). Un algoritmo evolutivo multiobjetivo fue desarrollado. El enfoque metodológico se analizó con diferentes instancias encontrando las fronteras de Pareto para cada caso. Se realizó un análisis para considerar la importancia de las partes interesadas. Se encontró que este enfoque disminuye el tiempo de pérdida total sumado sobre todos los niños con el fin de alentar a los padres que viven cerca de la escuela a utilizar el transporte escolar en lugar de transporte privado. Se considera que la aplicación de este enfoque metodológico beneficiará a los niños, los padres, las escuelas y la movilidad de la ciudad.

Carlo para obtener soluciones robustas en la programación de la producción en un ambiente Permutation Flow Shop, bi-objetivo, que considera tiempos de procesamiento (TP) estocásticos. Se genera la frontera de Pareto para dos objetivos: valor esperado y desviación estándar de la tardanza total. Los experimentos usaron 180 instancias de la literatura, combinadas con el modelamiento de los TP con diferentes distribuciones de probabilidad (DP) y coeficientes de variación (CV), para un total de 6480 observaciones. Los resultados de la simheurística se compararon con las soluciones simuladas dadas por el mismo algoritmo Tabu pero para el caso determinístico (con $CV=0$). Se realizaron dos ANOVAs, uno para cada objetivo. Tres factores fueron analizados: método de solución (tabú determinístico simulado, simheurística), DP (lognormal, uniforme) y CV (0.3, 0.4, 0.5). Los resultados muestran que: i) tanto la DP como el CV de los TP tienen un efecto significativo en ambos objetivos; ii) el método de solución tiene también un efecto significativo en los dos objetivos obteniendo mejores resultados con la simheurística que con el tabú determinístico. Los hallazgos enfatizan la importancia de considerar la incertidumbre y modelarla con distribuciones de probabilidad adecuadamente ajustadas a la realidad.

#80-Modelo de Programación Lineal para la Minimización de Tiempo y Costo de una Red de Proyectos

Carlos Javier Navarro, Universidad de la Sabana, carlosnaan@unisabana.edu.co

Maria Alejandra Gonzalez, Universidad de la Sabana, mariagonmo@unisabana.edu.co

Pablo Arteaga, Universidad de la Sabana, pabloarbr@unisabana.edu.co

Jeimy Quiroga, Universidad de la Sabana, jeimy.quiroga@unisabana.edu.co

#8-Simheurística para la minimización del valor esperado y la desviación estándar de la tardanza total en un ambiente Permutation Flow Shop estocástico

Eliana María Gonzalez-Neira, Departamento de Ingeniería Industrial, Pontificia Universidad Javeriana / Doctorado en Logística y Gestión de Cadenas de Suministros, Universidad de La Sabana, eliana.gonzalez@javeriana.edu.co

Ana María Urrego-Torres, Pontificia Universidad Javeriana, a.urrego@javeriana.edu.co

Ana María Cruz-Riveros, Pontificia Universidad Javeriana, anacruz@javeriana.edu.co

Catalina Henao-García, Pontificia Universidad Javeriana, catalina.henao@javeriana.edu.co

Lina Paola Molina-Sánchez, Pontificia Universidad Javeriana, molina.lina@javeriana.edu.co

Jairo R. Montoya-Torres, Facultad de Administración, Universidad de los Andes, jr.montoya@uniandes.edu.co

Esta investigación propone una simheurística (método de simulación-optimización) que combina un algoritmo de búsqueda Tabu, con el algoritmo "Pareto Archived Evolution Strategy" y la simulación de Monte

El presente trabajo busca desarrollar una formulación matemática general para minimizar el tiempo de duración de una red de proyecto al menor costo de ejecución (PERT-COST) y compararlo con otros modelos que buscan alcanzar objetivos similares. El tiempo y el costo son unos de los criterios principales en "Project Scheduling", resultando en el desarrollo y estudio de múltiples modelos matemáticos que buscan minimizar el costo para un tiempo dado mas no mínimo, y también, el desarrollo y estudio de múltiples algoritmos extensos para minimizar el tiempo de ejecución del proyecto. Para cumplir el objetivo del trabajo se plantea un modelo de programación lineal que busca simultáneamente cumplir con ambos objetivos, tomando consideraciones de tiempos límites, actividades precedentes y actividades paralelas. El modelo calcula la ruta crítica del proyecto, evalúa las precedencias y contempla la decisión de qué actividades dentro de la red se deben reducir y el tiempo específico de reducción. Posteriormente se presentará el uso del modelo en un ejemplo, analizando resultados, al igual que una variación del mismo, donde se busque el balance entre tiempo y costo (no mínimo tiempo) de una red de proyecto. kW generado por los paneles.

#36–A Binary Cuckoo Search Algorithm applied to the Power Grid Interdiction Problem

Jesus Lopez, Universidad de Antioquia, jmaria.lopez@udea.edu.co

Juan Cortina, XM, Medellín, jjcorting@gmail.com

Alexis Leandro Zapata Zapata, Universidad de Antioquia, aleandro.zapata@udea.edu.co

Sebastián Orozco Viana, Universidad de Antioquia, sebastian.orozcov@udea.edu.co

Nicolás Muñoz Galeano, Universidad de Antioquia, nicolas.munoz@udea.edu.co

The power grid interdiction problem is modeled as an attack-defend model. The attacker seeks to maximize the load shedding by removing up to k transmission lines; after the attack, the system operator tries to mitigate the power loss by re-dispatching available generation and implementing load shedding as a last resource. The interaction of the attacker (disruptive agent) and the system operator (defender) leads to a bi-level programming problem (BPP). A common way to solve such problem is turning the BPP into a single-level equivalent which leads to a nonlinear and nonconvex optimization problem. In this paper we propose a binary cuckoo search algorithm to approach such problem. The proposed methodology allows identifying a group of lines which removal would lead to severe loss of demand. The results obtained with the proposed approach are compared against other works previously published in the literature. The information provided by the algorithm is of great importance for system operators and system planners which can device preventive plans to improve the long-term security of the power system.

#34–Impacto de hidrología en el modelo de energía firme en Colombia

Yurany Andrea Osorno, XM- Filial de ISA y Universidad de Antioquia, yurany0507@yahoo.es,

Diego Adolfo Mejía, Universidad de Antioquia, diego.mejia@udea.edu.co

En este trabajo se propone una variante de la metodología de cálculo de la Energía Firme (EF) para plantas de generación hidráulica en Colombia. Actualmente, la EF es calculada a través de un problema de optimización que encuentra la máxima energía eléctrica que es capaz de suministrar una planta de generación continuamente en condiciones de baja hidrología; este modelo considera el orden cronológico de los aportes hídricos históricos. En este trabajo, planteamos que las series hídricas se modelen desacopladas anualmente para no suponer la repetición de la historia en los aportes hídricos de la planta bajo análisis. También proponemos la creación de series hídricas artificiales con el fin de considerar múltiples escenarios de hidrología en el modelo de EF. Las series artificiales son generadas a partir de la información histórica de aportes hídricos empleando una distribución normal multivariada. Con esta estrategia, además de crear series que reflejan la tendencia histórica de los aportes, se ha logrado modelar efectivamente su correlación temporal (mensual). Finalmente, se realizó un análisis de sensibilidad en el número de series para determinar empíricamente el número adecuado de éstas que garantiza la estabilidad en la simulación de EF. Las variantes propuestas a la metodología buscan que el cálculo de EF sea más robusto ante la variabilidad de las condiciones operativas de una planta hidráulica. Se espera que el sector eléctrico (regulación y operación) del país se pueda beneficiar de las variantes planteadas en este trabajo.

#31–Desarrollo de un simulador de cálculo de retorno de inversión para optimización de sistemas de energía solar Fotovoltaica en la ciudad de Neiva

Ana Lucia Paque, Corporación Universitaria del Huila CORHUILA, viceacademica@corhuila.edu.co

Camilo Rojas, Sunny App SAS, camilo@sunnyapp.com

Arnold Torres, Corporación Universitaria del Huila CORHUILA, arnold.torres@corhuila.edu.co

Ciudades como Neiva, donde las condiciones ambientales varían poco, con una temperatura promedio entre 29 y 32 °C así como una radiación solar promedio de 4 kW/m². Condiciones que se presentan debido a que la ubicación geográfica es cercana a la línea del ecuador, en donde el recorrido solar no es variable, lo cual se traduce en mayor disposición de horas de sol y radiación constante.

El estudio se realizó en 12 meses y la codificación del algoritmo en lenguaje de programación PHP se realizó en 6 meses posteriores. La producción de energía promedio de 1.10 kWh/día fue obtenida experimentalmente en un nodo ubicado en el oriente de la ciudad. Mientras que las tarifas de kwh por estrato fueron obtenidas del análisis estadístico de datos recolectados aleatoriamente. El documento describe el desarrollo de un simulador de cálculo de retorno de inversión para usuarios residenciales y comerciales de Neiva. El algoritmo se enriquece con la producción de energía promedio y tarifas por estrato en su código base. Con las variables de entrada: costo de la electricidad consumida y la estratificación social del usuario; el simulador, con ecuaciones lineales de diseño de sistemas fotovoltaicos determina tamaño y costo. Posteriormente con ecuaciones lineales y exponenciales relacionadas en una matriz, para el tiempo de vida útil del sistema FV, estima el valor de 5 parámetros financieros. Finalmente calcula las variables de salida: tasa de retorno de inversión (TIR), periodo de recuperación de la inversión (PBP), el valor presente neto (NPV) y el impacto ambiental.

#99–Modelación de Pérdidas No Técnicas: Casos Colombia y Brasil, semejanzas y diferencias

Juan Pablo Fernández-Gutiérrez, Universidad de Medellín, jpfernandez@udem.edu.co

Carmen C. Sánchez, Universidad de Medellín, ccsanchez@udem.edu.co

Carlos César Piedrahita Escobar, Universidad de Medellín, cpiedrahita@udem.edu.co

Lucas De Oliveira Ventura, Federal University of ABC-UFABC, Santo André, Brasil, lucas.ventura@aluno.ufabc.edu.br

Joel D. Melo, The Engineering, Modeling and Applied Social Sciences Center (CECS), Federal University of ABC-UFABC, Santo André, Brasil, joel.melo@ufabc.edu.br

Antonio Padilha-Feltrin, Federal University of ABC-UFABC, and Sao Paulo State University—UNESP, Ilha Solteira, Brasil, padilha.feltrin@ufabc.edu.br

La reducción de las pérdidas no técnicas son uno de los principales retos del sector de distribución de energía eléctrica en los países de los grupos CIVET y BRICS. Tanto en Colombia, como en Brasil se realizan esfuerzos por disminuir la cantidad de estas pérdidas y tomar acciones sobre estas. Esfuerzos que van desde lo gubernamental hasta el sector público y privado, los cuales obedecen a la información disponible y las características propias del mercado energético en cada país. En Colombia, algunos grupos de investigación han buscado una solución a través de modelos de minería de datos a partir de la información recopilada por la empresa comercializadora, sin hacer uso de la ubicación georreferenciada. En Brasil, esa ubicación se ha utilizado para correlacionarla con la información disponible en el censo demográfico y el registro de las pérdidas en las zonas urbanas. Es de resaltar en este punto, que además de las diferencias metodológicas que se utilizaron en estos dos países, existe una diferencia dentro de la estructura energética, pues mientras en Colombia el encargado de controlar las pérdidas son las comercializadoras, en Brasil esta labor la tienen las empresas distribuidoras. Estos aspectos diferenciadores entre los países, así como sus símiles, permiten comprender la magnitud del problema con un panorama más amplio y encontrar nuevas soluciones desde las fortalezas y debilidades de los esfuerzos realizados.

#74–Evaluación económica de la generación de energía fotovoltaica en hogares residenciales, caso Bogotá

Juan Herran, Universidad de los Andes, js.herran1463@uniandes.edu.co

Sergio Cabrales, Universidad de los Andes, s-cabral@uniandes.edu.co

La popularidad de la generación de energía fotovoltaica ha aumentado exponencialmente durante los últimos años debido a sus ventajas como fuentes de energía renovable y a la reducción drástica de los precios de instalación de los paneles solares. Por esta razón, nosotros estudiamos la viabilidad económica de la generación de energía fotovoltaica en Bogotá, Colombia para la utilización de paneles solares en hogares residenciales.

Nuestro estudio presentamos la simulación Monte Carlo de los flujos de caja libre (FCF) durante 20 años para un sistema de paneles diseñados para un hogar. Se utilizaron datos de temperatura y radiación proporcionados por el IDEAM donde se analizaron las series de datos y se hizo uso de regresión lineal y modelos GARCH para representarlas. Finalmente analizamos y concluimos los resultados mediante el precio por kW generado por los paneles.

Almacenamiento, control de inventarios y pronósticos

#12-Comparación de modelos para el diseño de instalaciones y establecimiento de los factores que influyen en su desempeño

David Puentes, Universidad Industrial de Santander, depg92@hotmail.com
Edwin Garavito, Universidad Industrial de Santander, garavito@uis.edu.co

Un gran número de almacenes ha optado por disponer de sus productos en dos áreas diferenciadas; un área de delantera (Forward Area) que facilite las actividades de alistamiento de pedidos, y un área de reserva (Reserve Area) que permita un mayor aprovechamiento del espacio disponible. El problema asociado con el cálculo de la cantidad a almacenar de ciertos productos en el área delantera, de tal manera que se alcance un balance entre los costos de alistamiento y de reaprovisionamiento interno es conocido como Forward-Reserve Problem.

Tradicionalmente este problema ha sido abordado por diversos investigadores y bajo diferentes enfoques, específicamente en determinar que almacenar y en que cantidad. No obstante, hay un reducido número de trabajos orientados al diseño de sistemas de almacenamiento para que operen bajo esta estrategia.

Por este motivo, en este trabajo se presentan alternativas de configuración de pasillos que permitan minimizar el costo del ciclo de vida del almacén, al igual que el modelo sugerido en la literatura. Por lo tanto, el problema principal que se aborda es el dimensionamiento del área delantera y de reserva y como sub-problema la distribución de los pasillos. Para comparar y caracterizar los modelos estudiados se emplean pruebas de hipótesis y diseños experimentales, haciendo uso de instancias proporcionadas por la literatura.

#47-Clasificación ABC multicriterio para el control de inventarios - caso de estudio en empresa productora y comercializadora de productos para la cocina y el hogar

Laura Yarce Gómez, Universidad de Antioquia, laura.yarce19@gmail.com
Esteban Giraldo Jaramillo, Universidad de Antioquia, estebanj9@gmail.com
Gloria Osorno Osorio, Universidad Central del Valle del Cauca, gosorno@uceva.edu.co

El estudio se desarrolló en una empresa dedicada hace más de 60 años a la producción y comercialización de productos para la cocina y el hogar ubicada en el Valle de Aburrá. Allí, el seguimiento y control de inventarios en las bodegas de los puntos de venta se hace a través del indicador de confiabilidad, el cual no supera el 90%, reflejando desajustes en los niveles de inventarios y costos que en los últimos años superan los 75 millones de pesos. Actualmente, la gestión del inventario se hace de manera empírica y no obedece a una metodología estructurada que permita llevar un adecuado control, por lo cual, inicialmente se hace un diagnóstico de la situación actual, logrando identificar la clasificación de los productos como un aspecto a intervenir. A partir de allí se tomaron y analizaron los datos del punto de venta de mayor trayectoria para la empresa, luego, se dividieron los productos en tres clases usando la clasificación ABC multicriterio y el proceso de jerarquía analítica (AHP), posteriormente se comparó el desempeño de esta nueva metodología con la aplicada tradicionalmente, logrando evidenciar la capacidad que tiene la técnica seleccionada para determinar la criticidad de los productos y así definir políticas de control de inventarios que se adecuen a las clases establecidas. Finalmente, se dan los pasos a seguir para adaptar dicha metodología a las bodegas de los otros puntos de venta.

#71-Supply chain forecasting using time series decomposition on local industry data

Paula Andrea Zapata Flórez, Universidad EAFIT, pau.zapata214@gmail.com
Carlos Alberto Castro Zuluaga, Universidad EAFIT, ccastro@eafit.edu.co

Forecasts support the decision making by reducing the sense of uncertainty. Particularly on supply chain management, forecasts assist the process of production and raw material planning, work force involved and other relevant aspects to any organization. This project takes on the task of revising a decomposition forecasting technique comparing it to traditional methods, namely ETS, that is currently being used in local industries. The method is based on the decomposition of trend, cyclic and seasonal components, and the extrapolation of this resulting time series, to finally present the transformed forecasted new series. The method is meant to be practical and efficient for local companies to use. It was applied to data from the NN3 competition series, as well as to data of a local company. So far, the results of the method against the traditional ones, and its ease of understanding suggest to be a helpful tool to be used on the existing process of forecasting in local industries on which judgmental prediction or other empirical approaches are still used, showing some necessities as indicated in the local literature found. A proper protocol for these qualitative methods can be complemented with quantitative approaches, such as the ones presented in this paper.

#131-Diseño de un aplicativo que determine las políticas de inventarios en una empresa de productos lácteos

Sara Alayón Suárez, Pontificia Universidad Javeriana, salayon@javeriana.edu.co
Natalia Restrepo Giraldo, Pontificia Universidad Javeriana
Alejandra Castro Llano, Pontificia Universidad Javeriana
Carlos Eduardo Montoya Casas, Pontificia Universidad Javeriana

El siguiente artículo aborda el problema de distribución interno en una empresa de productos lácteos cuyo sistema opera bajo varios centros de distribución nacional y regional. El problema se puede clasificar dentro de la categoría de IRP con transshipment, donde se pretende determinar la cantidad y el momento de atención para cada uno de los centros de distribución de tal forma que se minimice el costo total logístico. El caso presentado tiene en cuenta una variedad de productos percederos determinada, leadtimes diferentes y un horizonte de planeación establecido. La literatura existente no ha abarcado este problema, por lo que en este artículo se plantea un acercamiento a la solución del mismo, buscando la reducción de costos y la coordinación del sistema de distribución.

Para la resolución del problema se realizó un modelo matemático en el cual se destaca la restricción del tiempo de caducidad de ciertos productos, lo que implica que las decisiones de inventario dependen no solo del costo sino también del tiempo. Adicionalmente se adaptó la heurística ALNS para realizar la planeación de distribución e inventario. Los resultados presentados muestran el comportamiento de la heurística en 20 instancias diferentes modificando el tipo de transshipment, la cantidad de nodos y de productos. Se realizó una comparación con una cota inferior del costo total aproximado del modelo matemático con las variables enteras relajadas, obteniendo resultados satisfactorios por parte de la heurística.

#141-Mejoramiento de la logística de almacenamiento en el centro de manejo integral de muestras del Instituto Colombiano de Petróleos mediante modelo de asignación secuencial de productos

Orlando Federico González Casallas, Universidad Pontificia Bolivariana, orlando.gonzalez@upb.edu.co

Elena Losik, Instituto Colombiano de Petróleos, elena.losik@ecopetrol.com.co

Edward Parra Florez, Universidad Pontificia Bolivariana, edward.parra@upb.edu.co

Esperanza Suarez Gil, Universidad Pontificia Bolivariana, esperanza.suarez@upb.edu.co

Bertha Nereyda Gómez Rey, Instituto Colombiano de Petróleos, Bertha.Gomez@ecopetrol.com.co

La dinámica de la gestión de almacenamiento se basa en la forma como se desarrolla el proceso de asignación de espacios de almacenamiento de las referencias que maneja una organización. Para el caso del Centro de Manejo Integral de Muestras del Instituto Colombiano de Petróleos, se determina la importancia de la optimización de asignación de espacios de almacenamiento de los reactivos químicos, recipientes y muestras en custodia. Esta investigación se focaliza en el estudio de asignación de espacios de almacenamiento, considerando secuencia de asignación por referencia de producto y limitaciones de cercanía de referencias por riesgos químicos. En esta ponencia se presenta la conceptualización de un modelo de optimización no lineal del problema de asignación de productos, basado en el modelo de asignación cuadrática, en las actividades de la logística de almacenamiento en las instalaciones del Centro de Manejo Integral de Muestras; así como la linealización del modelo de optimización aplicando técnicas de cálculo multivariado. La solución de este modelo de optimización permitirá una mejor organización de los productos en las bodegas de almacenamiento y definir los procesos de recolección para la entrega de reactivos químicos, recipientes y muestras en custodia.

#130-Diseño de un algoritmo integrado para el problema de inventarios coordinados entre una bodega y múltiples minoristas que considere una política de fijación de precios

Rafael Augusto Luque Pinedo, Pontificia Universidad Javeriana, r.luque@javeriana.edu.co

Juan Camilo Gúiza Posso, Pontificia Universidad Javeriana, izaj@javeriana.edu.co

Jennifer Carolina Murillo Castillo, Pontificia Universidad Javeriana, jennifer.murillo@javeriana.edu.co

Rodrigo Andrés Romero Torres, Pontificia Universidad Javeriana, drigo.romero@javeriana.edu.co

Héctor Andrés López Ospina, Universidad del Norte, hhlopez@uinorte.edu.co

David Barrera Ferro, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, barrera-o@javeriana.edu.co

El problema de coordinación de inventarios, entre una bodega y múltiples minoristas, representa una especial categoría de sistema de control de inventarios encontrado frecuentemente en la práctica. Debido a su aplicabilidad, en situaciones del mundo real, estos sistemas multinivel han sido analizados en la literatura por diferentes autores. Sin embargo, los modelos tradicionales no han tenido en consideración las ganancias por las ventas de los productos, ni el comportamiento aleatorio que define la cantidad de unidades vendidas en un período.

Este trabajo propone el uso de Metaheurísticas para el diseño integrado de políticas coordinadas de inventario y fijación de precios. Con este objetivo, se considera demanda elástica con respecto al precio mediante el uso del modelo Logit Multinomial. Para probar el método, fueron generadas instancias aleatorias para el problema. Los resultados muestran un alto potencial de impacto, en términos de la utilidad, al integrar las dos decisiones.

Coordinación en cadenas de abastecimiento

#124-Optimización aplicada a la coordinación de una cadena de suministro de dos eslabones usando épocas comunes de reposición

José Luis Velásquez Riobó, Universidad de los Andes, jl.velasquez1322@uniandes.edu.co

Camilo Gomez, Universidad de los Andes, ch.gomez171@uniandes.edu.co

Sepideh Abolghasem, Universidad de los Andes, ag.sepideh10@uniandes.edu.co

Jorge Huertas, Universidad de los Andes, ja.huertas1845@uniandes.edu.co

Fidel Torres, Universidad de los Andes, ftorres@uniandes.edu.co

La coordinación de los diferentes agentes que componen la Cadena de Suministro (CS) es fundamental para optimizar el desempeño de dicha cadena y así poder enfrentar la competitividad de los mercados globales. Con el objetivo de ser tan eficientes como sea posible, las políticas de coordinación de inventarios desempeñan un papel central debido a que a través de estas se pueden generar colaboraciones entre los miembros de la CS y así lograr beneficios multi-laterales entre ellos. En este trabajo desarrollamos modelos cooperativos basados en las Épocas Comunes de Resurtido, mediante programación lineal entera mixta, para modelar la cooperación entre un solo proveedor y un único comprador con demanda dinámica y múltiples productos. Presentamos cinco modelos de optimización que capturan diferentes configuraciones del problema, para dar cuenta de las situaciones de dominio de cada jugador. Los beneficios de los modelos propuestos se evalúan con un estudio numérico que ilustra cómo la cooperación conduce al ahorro en comparación con entornos en los que los jugadores buscan beneficios unilaterales. Los pagos de compensaciones permiten ahorros para un jugador mientras se preservan los beneficios obtenidos por el otro, lo que sugiere estructuras de juego no nulas que motivan el uso de estrategias de optimización para perseguir tales sinergias en la gestión de la cadena de suministro.

#69-Alineando la optimización de precios con las decisiones en la cadena de suministro: Una revisión de literatura

Alfonso Sarmiento, Universidad de la Sabana, alfonsosava@unisabana.edu.co

Carlos Navarro, Universidad de la Sabana, carlosnaan@unisabana.edu.co

Pablo Arteaga, Universidad de la Sabana, pabloarbr@unisabana.edu.co

María Alejandra González, Universidad de la Sabana, mariagonmo@unisabana.edu.co

Jeimy Quiroga, Universidad de la Sabana, jeimy.quiroga@unisabana.edu.co

Luz Helena Mancera, Universidad de la Sabana, luz.mancera2@unisabana.edu.co

William Guerrero, Universidad de la Sabana, william.guerrero1@unisabana.edu.co

La optimización de las ganancias empresariales (Enterprise Profit Optimization-EPO) busca el incremento de las ganancias de la compañía a través de la convergencia entre el lado de la demanda y el suministro. Cuando ocurre una diferencia entre ambas partes, tradicionalmente se ve sólo como un problema de precios o como un problema de suministro en la cadena. Este artículo presenta una revisión del estado del arte de los conceptos que se requieren para el desarrollo de un modelo matemático que proponga una estrategia de optimización de precios y procesos de la cadena de suministro de forma simultánea. A partir de este análisis de la literatura se concluye sobre el potencial y limitaciones de Revenue Management para manejar precios, inventarios y capacidades en el sector de manufactura.

#11-Coordinación de una cadena de suministro frutícola multi-eslabón mediante contrato de ingresos compartidos

Stiven Andrés Viedman Agudelo, Universidad del Valle,
stiven.viedman@correounivalle.edu.co
Diego León Peña Orozco, Universidad del Valle,
diego.l.pena@correounivalle.edu.co

El contrato de ingresos compartidos es un mecanismo de coordinación que tiene como finalidad mejorar los resultados globales alcanzados por la cadena de suministro haciendo que estos se aproximen a aquellos alcanzados en el escenario centralizado. En este proyecto se desarrolla un

modelo de contrato de ingresos compartidos en una cadena de suministro frutícola compuesta por tres eslabones. El escenario descentralizado es modelado a través de teoría de juegos y es comparado con los resultados de la cadena de suministro centralizada, restricciones en torno al estado gana-gana de las entidades son incluidas. Finalmente se presenta un análisis de sensibilidad, se señalan los alcances y limitaciones del contrato, y se concluye si el contrato logra coordinar la cadena de abastecimiento.

Análisis envolvente de datos

#16-Evaluación y clasificación de proveedores en una ensambladora de motocicletas colombiana con análisis envolvente de datos

Rodrigo Restrepo S, Sourcing Solutions, rrestr19@eafit.edu.co
Juan G. Villegas, Universidad de Antioquia, juan.villegas@udea.edu.co

En este trabajo se evalúan y clasifican los proveedores de una compañía ensambladora de motocicletas colombiana, utilizando como herramienta el análisis envolvente de datos (DEA), el cual permite integrar un conjunto de atributos (relacionados con la calidad, el sistema de gestión medioambiental, el desempeño en la entrega, la flexibilidad y el proceso logístico) en una sola medida de desempeño. Para la clasificación se utiliza una metodología compuesta por dos etapas: la primera es la evaluación de los proveedores mediante DEA y la segunda, la clasificación de los mismos valorando el desempeño superior e identificando los atributos particulares que les permitieron sobresalir. El modelo DEA utilizado se basa en el concepto de eficiencia cruzada el cual se extiende para calcular una medida adicional conocida como eficiencia de diversidad. La clasificación de los proveedores se realiza a través de un ranking que utiliza la eficiencia cruzada y el índice de diversidad y la categorización en cuadrantes (superior, nicho, buen desempeño general e inferior) a partir de las eficiencias cruzadas y de diversidad.

La compañía ensambladora tipifica sus proveedores según el tipo de abastecimiento utilizado y la línea de producción que atienden. Los resultados ubican los proveedores cuyo tipo de abastecimiento es Justo A Tiempo en la categoría superior. Con relación al tipo de línea de producción, los proveedores que suministran ensambles evidencian los mejores resultados.

#48-La eficiencia de las Instituciones de Educación Superior colombianas: evaluación nacional y regional desde el Análisis Envolvente de Datos

Felipe Montes, Universidad de los Andes, fel-mont@uniandes.edu.co
Sepideh Abolghasem, Universidad de los Andes,
ag.sepideh10@uniandes.edu.co
Lina Patricia Navas, Universidad de los Andes,
lp.navas1582@uniandes.edu.co
Andrés Felipe Useche, Universidad de los Andes,
af.useche10@uniandes.edu.co
Ricardo Jose Salas, Ministerio de Educación Nacional, jssalas@gmail.com
Andres Medaglia, Universidad de los Andes, amedagli@uniandes.edu.co
Roberto Zarama, Universidad de los Andes, rzarama@uniandes.edu.co

Actualmente en Colombia hay aproximadamente 4.4 millones de personas (9% de la población) que están en edad de acceder a la educación superior, sin embargo, solamente 2.2 millones (49.4%) están en el sistema. Se ha mostrado que la eficiencia de las instituciones de educación superior (IES) es uno de los principales factores asociados a las bajas tasas de cobertura. Así mismo, diferentes estudios a nivel internacional han analizado la relación entre la eficiencia y la calidad en la educación superior, y han concluido que la eficiencia es un factor determinante para que las instituciones presten un servicio de calidad. No obstante, en Colombia, no existe evidencia sobre el estado actual de la eficiencia de las IES a nivel nacional y regional. Por lo tanto, este estudio busca aplicar un modelo multidimensional de análisis envolvente de datos que incorpore información actualizada de diversas fuentes (ICFES,

SNIES, SPADIES, OLE, SCOPUS) para evaluar la eficiencia de las IES en términos de logro, pertinencia e investigación. En ese orden de ideas, se utiliza el modelo BCC de DEA para medir la eficiencia técnica de 159 IES y los resultados son analizados por regiones (Caribe, Centro Oriente, Pacífico, Eje Cafetero y Antioquia, Centro Sur Amazonía, Llanos, y Bogotá). Se espera que este estudio otorgue evidencia para la toma de decisiones tanto de las IES como del gobierno, para mejorar la eficiencia del sistema de educación superior.

#88-Medición de la eficiencia de la educación secundaria en Antioquia con análisis envolvente de datos

Lina Grajales, Universidad de Antioquia, lina.grajales@udea.edu.co
Sergio Sanes, Universidad de Antioquia, sergio.sanes@udea.edu.co
Pablo Andres Maya, Universidad de Antioquia, pablo.maya@udea.edu.co
Juan G. Villegas, Universidad de Antioquia, juan.villegas@udea.edu.co

En 2012, la gobernación del Departamento de Antioquia (Colombia) lanzó su programa, Antioquia la más educada, algunas de las acciones en este plan estaban encaminadas al mejoramiento del acceso y la calidad de la educación. Con el ánimo de medir el impacto de este tipo de programas, se creó un observatorio para compilar información y medir la calidad educación en el Departamento. En el marco de este observatorio se utilizó el análisis envolvente de datos para medir la eficiencia relativa de las instituciones educativas públicas del Departamento. En particular, la eficiencia relativa de 435 instituciones del Departamento se calculó usando un modelo DEA orientado a las salidas con 7 entradas: número y salario de los profesores, número y salario de los directivos, número de computadores, % de profesores con formación de posgrado y % de profesores con más de siete años de experiencia; y 5 salidas: puntaje promedio de los estudiantes en Matemáticas, Ciencias Naturales, Sociales y Ciudadanas, Inglés y Lectura Crítica en el examen SABER 11 (aplicado por el Estado a todos los estudiantes que terminan su formación secundaria).

Los resultados indican que hay diferencias importantes en el desempeño entre las instituciones de las subregiones del Departamento y además permiten afirmar que la eficiencia relativa en este caso está determinada principalmente por la escasez de recursos y no por la obtención de mejores resultados ante la presencia de mayores y mejores recursos.

#89-Utilidades del modelo assurance region global en el analisis envolvente de datos frente al comportamiento crítico de determinandas variables de estudio

Sergio Fernandez, Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid,
safernandez@elpoli.edu.co

El trabajo se enfoca en mostrar las ventajas que trae el modelo "Assurance Region Global - ARG" al momento de encontrar variables críticas que generan resultados de eficiencia poco confiables debido a la ausencia de dichas variables en el cálculo de la productividad y eficiencia de la DMU (Decision Making Unit) asociada. Para ello, se aplicó la técnica de Análisis Envolvente de Datos en una empresa del sector lácteo avaluando la eficiencia de sus productos principales. En primera instancia se aplicaron los modelos CCR-I y BCC-I para comparar el comportamiento de sus pesos ponderadores. En los resultados respectivos se obtuvieron valores de cero en dichos pesos, lo que generó ausencia de las variables asociadas a

estos pesos y eficiencias poco confiables. Seguidamente, se implementó un modelo de región de seguridad enfocado a las entradas con escala de retorno variable conocido como "Assurance Region Global Model - ARG-I-V" para evidenciar el cambio en el desarrollo matemático y así, lograr valores de eficiencia confiables y equitativos para todas las DMU. De esta

manera, se puede ver la utilidad de estos modelos especiales para lograr el cálculo de la eficiencia de las unidades de análisis incluyendo obligatoriamente todas las variables de estudio.

Aplicaciones en Salud

#9-Eficiencia en la planeación de cirugías a través de la aplicación de dos métodos heurísticos

Sebastián Arévalo Pacheco, Pontificia Universidad Javeriana, sebastian.arevalo@javeriana.edu.co

Juana Lucia Palma Bermudez, Pontificia Universidad Javeriana, juanapalma@javeriana.edu.co

Rabie Nait Abdallah, Pontificia Universidad Javeriana, rnait-abdallah@javeriana.edu.co

Julian Alberto Rojas Cepeda, Colsanitas, juarojas@colsanitas.com

El presente estudio se refiere al diseño y desarrollo de un aplicativo con el objetivo de optimizar la programación diaria de cirugías de un centro médico, cumpliendo con las restricciones de salas de cirugías disponibles, tiempo de realización, requerimiento de tiempo de ejecución por especialidades y tiempo de alistamiento de cirugías.

Dicho aplicativo realiza una hibridación secuencial entre dos métodos. Primero, una heurística tipo Greedy enfocada en la reducción de las tardanzas en la programación de las cirugías. Se usa también una meta-heurística PSO que busca, por otra parte, maximizar el número de cirugías mensuales, cambiando el orden de los días de realización de las cirugías ya programadas por la heurística.

El tiempo aproximado de ejecución del aplicativo es de tres minutos para un total de 1.200 cirugías programadas. Con respecto a la planeación inicial del centro médico, se logró la disminución del número de días de planeación de 60 a 51, mejorando también el cumplimiento del número de cirugías mensuales y la tardanza de asignación con respecto a las fechas solicitadas por los usuarios.

#38-Estudio de las tendencias de la logística hospitalaria en la ciudad de Medellín

Sara Melguizo Melguizo, Universidad EAFIT, smelguiz@eafit.edu.co

Juan Gregorio Arrieta Posada, Universidad EAFIT, jarrieta@eafit.edu.co

Este trabajo presenta el estado del arte en logística hospitalaria y su gestión de la cadena de suministro a nivel mundial, e identifica los procesos y tecnologías usados en la administración de la cadena de suministro en los hospitales.

Se realizó una búsqueda bibliográfica con el fin de construir el estado del arte de tendencias logísticas, seguidamente se realizaron varias clasificaciones con el fin de permitir un análisis en cuanto a las metodologías y departamentos que se enfocan en la mejora de procesos. Finalmente se diseñó un elemento de evaluación para determinar el grado de implementación de estas tendencias en la ciudad de Medellín.

En esta búsqueda se encontró que los procesos de mejora continua son la técnica más usada para aumentar la eficiencia en los hospitales a nivel mundial. La manufactura esbelta y modelación matemática son las estrategias más destacadas.

El instrumento diseñado ha sido aplicado a un 80% de la muestra, tomada del directorio de instituciones prestadoras de servicios del Ministerio de salud de Colombia, donde se identifica que a mayor nivel de complejidad, mayor es el nivel de implementación de tendencias logísticas mundiales en los hospitales. Para cuando el instrumento sea aplicado en su totalidad, se presentarán promedios de los indicadores, el valor del tercer cuartil y el porcentaje de hospitales que se encuentran dentro de este.

Se puede evidenciar que con los años crece el interés por la logística hospitalaria. En cuanto a implementación de estas tendencias en el sector hospitalario de la ciudad de Medellín, se encuentran falencias.

#39-Propuesta metodológica para la caracterización de usuarios de un sistema de emergencias médicas

Gloria Osorno, Unidad Central del Valle del Cauca, gosorno@uceva.edu.co
Diana Pérez, Universidad de Antioquia, marcela.perez@udea.edu.co

Un Sistema de Emergencias Médicas - SEM tiene como objetivo responder de manera oportuna y eficiente a los usuarios que requieran atención médica de urgencias. Este trabajo se encuentra en ejecución en una entidad que presta servicios de emergencias médicas y cuyos indicadores de oportunidad han alcanzado valores cercanos al 66% debido a la capacidad insuficiente del sistema para atender la demanda. Actualmente, la planeación de demanda es empírica, basada en el conocimiento y experiencia del personal de planeación y no considera aspectos como el comportamiento de la demanda y las características de los usuarios. Por lo anterior, se presenta una propuesta metodológica para caracterizar a los usuarios del sistema en estudio. Se analizaron los datos considerando variables de tiempo, demográficas, socioeconómicas y de prestación del servicio. Como resultado de la caracterización se proporciona una segmentación de usuarios como punto de partida para la posterior estimación de la demanda por servicios de un SEM.

#92-Mejoramiento del servicio de Urgencias en una red de clínicas con minería de procesos

Santiago Aguirre, Pontificia Universidad Javeriana, saguirre@javeriana.edu.co

Cindy Rodriguez, Pontificia Universidad Javeriana, rodriguez.cindy@javeriana.edu.co

La minería de procesos está compuesta por una serie de técnicas a través de las cuales se pueden analizar procesos de negocio, cuyos registros de ejecución se encuentren en sistemas de información como lo son los sistemas ERP, CRM, workflow, BPMS entre otros.

En el sector salud se registran grandes cantidades de datos en relación a múltiples factores ya sean del paciente o de la gestión del servicio. Es por esto que aplicar la minería de procesos en el servicio de urgencias, permitió en este trabajo, conocer la ejecución precisa de los actividades del servicio, así como los recursos que intervenían en el mismo, con el fin de lograr identificar las dificultades que se presentan y proponer una serie de alternativas de mejora que tienen como objetivo incrementar la satisfacción del usuario y estandarizar el servicio en cada una de las centrales de urgencias analizadas.

La complejidad de la aplicación de la minería de procesos en los servicios asistenciales radica en que los pacientes pueden tomar infinidad de caminos dado su diagnóstico y tratamiento, sin embargo todo camino no está exento de estandarizarse para lograr eficiencia sin importar las variantes que pueda tomar el proceso.

Como resultado, se obtiene que la minería de procesos es una herramienta que permite identificar no solo el modelo de ejecución real del proceso, sino múltiples variables que pueden afectar el desempeño del proceso de servicio de urgencias.

#98-Análisis de costo-efectividad de las políticas públicas colombianas contra el cáncer de cuello uterino

Daniela Angulo, Universidad de los Andes, kd.angulo2295@uniandes.edu.co

Ivan Mura, Universidad de los Andes, i.mura@uniandes.edu.co

Raha Akhavan-Tabatabaei, Sabanci University, Turquía, akhavan@sabanciuniv.edu

El cáncer de cuello uterino (CC) es la segunda causa de muerte por cáncer entre las mujeres colombianas, originada más comúnmente por la infección del virus del papiloma humano (VPH). Los programas de detección, la vacunación contra el VPH y la mejora de las condiciones

socioeconómicas han reducido significativamente la tasa de mortalidad por CC durante los últimos 40 años. La comprensión de la dinámica de transmisión de la infección por VPH es esencial para la definición de estrategias de control costo efectivas. Proponemos analizar dichas estrategias a través de un modelo de costo-efectividad, para ello, cada estrategia se representa con un modelo de simulación epidemiológica compartimentalizado basado en ecuaciones diferenciales. Dicho modelo simula la transmisión del VPH dentro de la población, la probabilidad de eliminación de la infección, la aparición inducida del virus hacia lesiones precancerosas y eventualmente hasta CC. Las tasas de natalidad y mortalidad dependientes del tiempo son inferidas del censo y se utilizan para calibrar la dinámica de la población del modelo. Se utilizan datos de literatura y registros médicos de 5 años pertenecientes a 3.428 mujeres colombianas para estimar la dinámica de la infección y las etapas cancerosas. El modelo permite evaluar los efectos previstos de las estrategias de vacunación y/o tamizaje contra el VPH, proporcionando un valioso apoyo a los responsables de la toma de decisiones de salud pública.

#122-Linear Programming Applications: Continuous - Cancer Treatment. Diffuse - Electric Power

Guillermo Jimenez Lozano, Universidad Nacional de Colombia, gjimenezl@unal.edu.co

Xiomara Alexandra Jimenez Muñoz, Universidad Escuela Colombiana de Carreras Industriales, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, xajimenezm@gmail.com

When we speak of decision-making is important to bear in mind that in Operations Research tools are so widely used as are the linear programming on a continuous basis, in which it will present an example very close to the reality in the implementation of the rays in the treatment of a person who has cancer, by means of radiation therapy, with the goal of damaging the least possible tissues that are healthy. It will be submitted to the solution of this model by means of the graphical method; can also be solved by means of software.

In other cases it is not possible to implement, because there are elements imprecise, for which it is important to use the Diffuse Linear Programming. In this work are presented the main elements that constitute the Diffuse Linear Programming, supplemented by examples of application.

#123-Stochastic inventory control and distribution of blood products

Andrea Piraban Ramirez, Université de Technologie de Troyes, Francia, andreapirabanr@gmail.com

Nacima Labadie, Université de Technologie de Troyes, Francia, nacima.labadie@utt.fr

Inventory control in perishable products supply chain is one of the biggest challenges today, especially for medicines and blood products supply chain. Shortage can increase the mortality risk at hospitals, on the contrary, high levels of inventory could generate wastage of these resources. This paper studies the problem of inventory control and distribution of blood products. This study determines the number of blood units to be processed by the blood center and the number of units of blood products to be ordered by hospitals to minimize the total cost and the shortage and wastage levels in blood supply chain. Two optimization models are formulated: A Mixed Integer Linear Programming (MILP) Model for known demands and a Stochastic Programming (SP) Model for the case where demands are uncertain, considering multiple periods, types of blood and life time of products. Datasets are generated to evaluate the efficiency of proposed models for a multi-hospitals single-blood center system. An algorithm is developed to simulate the supply chain and evaluate the mathematical models. The results show that the SP Model obtains lower expected rates of shortage and wastage compared to the deterministic model. In this last, demands are approximated by their mean values.

#126-Diseño de una política de coordinación de inventarios entre el IDCBS y hospitales de la red pública de Bogotá

Maria Carolina Poveda, Pontificia Universidad Javeriana, poveda.maria@javeriana.edu.co

Daniel Alejandro Vargas Cabeza, Pontificia Universidad Javeriana, dvargas.c@javeriana.edu.co

Juan David Urrego Barriga, Pontificia Universidad Javeriana, juan.urrego@javeriana.edu.co

David Barrera Ferro, Pontificia Universidad Javeriana, barrera-o@javeriana.edu.co

Elena Valentina Gutiérrez Gutiérrez, Universidad de Antioquia, elena.gutierrez@udea.edu.co

Andres Felipe Osorio Muriel, Universidad ICESI, afosorio@icesi.edu.co

Sonia Patricia Forero Matiz, Instituto Distrital de Ciencia, Biotecnología e Innovación en Salud IDCBS, SpForero@saludcapital.gov.co

Diana Patricia Patarroyo, Instituto Distrital de Ciencia, Biotecnología e Innovación en Salud IDCBS, DPPatarroyo@saludcapital.gov.co

Bernardo Armando Camacho, Instituto Distrital de Ciencia, Biotecnología e Innovación en Salud IDCBS, BACamacho@saludcapital.gov.co

Los bancos de sangre tienen un rol fundamental en la cadena de suministro de productos sanguíneos, ya que se encargan de recibir y procesar la sangre donada, y distribuir sus componentes a hospitales. La gestión de inventarios de hemocomponentes presenta retos importantes para garantizar niveles de servicio adecuados, debido a tres particularidades: incertidumbre en la demanda, bajas tasas de recolección y su naturaleza perecedera.

Se toma como caso de estudio al IDCBS, que abastece a los hospitales de la red pública y algunas clínicas privadas cerca de 5900 unidades por mes. En este contexto, el diseño de políticas de inventario representa una oportunidad para la gestión de operaciones. Si bien el nivel de servicio es aproximadamente del 85%, entre el 5% y el 20% de unidades enviadas a los hospitales no son trasladadas.

La solución diseñada consiste en una técnica que integra Optimización mediante la heurística Abdul-Jalbar como aproximación determinística, y Simulación de Montecarlo considerando la naturaleza estocástica de la demanda. Adicionalmente, se construye un modelo de costo total que tiene en cuenta la existencia unidades faltantes y vencidas. Como resultado de la técnica, se construye de una frontera de soluciones considerando distintos niveles de servicio entre el 70% y el 95%.

#129-Estudio e implementación de un modelo matemático para solucionar el problema de zonificación en el contexto de la atención médica domiciliaria

Sebastian Cortés Zapata, Universidad de Antioquia, sebastian.cortes@udea.edu.co

Elena Valentina Gutiérrez Gutiérrez, Universidad de Antioquia, elena.gutierrez@udea.edu.co

Juan G. Villegas, Universidad de Antioquia, juan.villegas@udea.edu.co

Juan David Palacio Domínguez, Universidad Eafit, juandavidpd@gmail.com

El incremento en la demanda por servicios de salud se convierte en un reto para las instituciones prestadoras de servicios, ya que deben atender una población creciente, con una mayor diversidad de patologías, y con escasez de recursos. Lo anterior, ha generado el surgimiento de nuevos servicios como la Atención Médica Domiciliaria (HHC, por sus siglas en inglés), la cual nace con los objetivos de disminuir los niveles de congestión de los hospitales, mejorar el proceso de recuperación del paciente, y disminuir los costos generales de hospitalización. Desde la investigación de operaciones se puede intervenir y apoyar una de las decisiones logísticas en HHC que afecta el desempeño del sistema y la calidad del servicio, relativa a la zonificación del territorio de cobertura. El problema consiste en diseñar la red de atención al dividir el territorio en distritos o zonas y asignar efectivamente los recursos disponibles a cada distrito generado. Este trabajo estudia una formulación de programación lineal entera mixta para solucionar el problema de zonificación en este contexto. La formulación considera restricciones de balance de cargas de trabajo, contigüidad y medidas de distancia para representar un sistema de HHC. Se evalúa la eficiencia de la implementación en términos del tiempo computacional y de la calidad de las soluciones generadas. Así mismo, se presentan los resultados usando los datos de un sistema real.

#63-Simulación del proceso de facturación de citas y atención médica en un hospital del norte del Valle del Cauca

Karen Vanessa Marin Gomez, Universidad del Valle, karen.vanessa.marin@correounivalle.edu.co
Jessica Dayan Morales Corredor, Universidad del Valle, jessica.dayan.morales@correounivalle.edu.co
Mauricio Alejandro Buitrago Soto, Universidad del Valle, mauricio.buitrago@correounivalle.edu.co
Julian Gonzalez Velasco, Universidad del Valle, julian.gonzalez.v@correounivalle.edu.co

En el presente trabajo se propone utilizar la simulación de eventos discretos con herramienta para observar o describir el comportamiento del proceso de facturación de citas médicas y la atención médica en un hospital del norte del Valle del Cauca, con el objetivo de evaluar dicho proceso mediante medidas de desempeño como tiempo en sistema, tiempo en fila de los usuarios en cada recurso, tiempo de servicio y utilización de los recursos ya que esto tiene un impacto social. Para usar esta herramienta se desarrolla un modelo donde se describen las instrucciones del proceso, igualmente se desarrolla un experimento donde se establece las condiciones y variables del proceso, utilizando el lenguaje SIMAN y el software ARENA, siendo una herramienta confiable y útil a la hora de buscar una mejora en un proceso industrial o prestación de servicios en el cual está enfocado este trabajo, identificando los requerimientos del sistema como tal.

#52-Análisis visual para indicadores de servicios de urgencias en hospitales públicos de Bogotá

Heriberto Alexander Felizzola Jimenez, Universidad De La Salle, ing.heriberto.felizzola@gmail.com
Jhon Alexander Parra Jimenez, Universidad De La Salle, jparra55@unisalle.edu.co
Alvaro Andres Marulanda Roncancio, Universidad De La Salle, amarulanda01@unisalle.edu.co

En este trabajo se estudia una estrategia de analítica visual para la trazabilidad y gestión de los distintos indicadores que se presentan en el sector de urgencias. Esto se pretende realizar a través del uso de herramientas computacionales para el procesamiento de información y visualización de los registros individuales de prestación de servicios de salud (RIPS) en los últimos 5 años. En la metodología utilizada para la consecución de este objetivo, primero se hace una revisión de documentos y normas del Ministerio de Protección Social relacionados con la calidad, seguridad y oportunidad en servicios de urgencias. En segunda instancia, se compararon los datos básicos que deben reportar los prestadores de servicios de salud y las entidades administradoras de planes de beneficios, en donde se realizó el tratamiento necesario para corregir datos faltantes. En tercer lugar, se realizó una revisión de los indicadores definidos por el observatorio de la calidad en salud del Ministerio de Protección Social, donde se establecen los indicadores para el monitoreo de la calidad y eficiencia en el sector salud. Una vez realizado este paso, se definió una propuesta de indicadores de calidad, oportunidad y eficiencia para servicios de urgencias. Finalmente, se diseñaron tableros de indicadores, para lo cual se seleccionaron gráficos y visualizaciones que facilitaran el análisis de acuerdo al tipo de variable o indicador.

Optimización estocástica

#140-Modelo de optimización estocástica para la programación de aviones bajo incertidumbre durante los tiempos operacionales

Edwin Camilo Quiroga Gómez, Universidad de los Andes, ec.quiroga10@uniandes.edu.co
Daniel Otero, Universidad de los Andes, otero.df@uniandes.edu.co
John Fontecha, Universidad de los Andes, fontecha.je@uniandes.edu.co
Andres Medaglia, Universidad de los Andes, medaglia.al@uniandes.edu.co

La variabilidad de los tiempos operacionales en las etapas de preparación y ejecución de un vuelo, tienen gran impacto sobre la programación de aviones, causando demoras, aumentando costos y afectando el desempeño de las operaciones aéreas.

El presente trabajo analizará la programación de aviones, desde la perspectiva de la asignación de flota a cada uno de los vuelos, teniendo en cuenta el comportamiento estocástico de los tiempos operacionales, junto con la modificación de los horarios de salidas y llegadas para un itinerario de un día de operación. La modificación de los horarios estará sujeta a unas ventanas de tiempo que se han propuesto, basados en el rango de tiempo en el que se producen los aterrizajes en diferentes franjas del día. Las ventanas de tiempo permitirán adelantar o retrasar un vuelo garantizando mayor flexibilidad y robustez en la operación.

Para resolver el problema de asignación de flota, se utilizará un modelo de generación de columnas estabilizada, teniendo en cuenta un conjunto de modelos auxiliares especializados de ruta más corta a partir de confiabilidades de vuelo en los tiempos operacionales.

Para validar los resultados obtenidos de la programación de aviones, se propone un modelo de simulación de Montecarlo, para evaluar el desempeño de la puntualidad de la asignación de la flota frente a escenarios específicos y así validar la robustez de la programación de aviones realizada. Cada escenario representa interrupciones en aeropuertos, provocados por el clima.

#44-Modelo para el seccionamiento óptimo de ductos de transporte de hidrocarburos líquidos

Andrés Fernando Pérez Suárez, Universidad de los Andes, af.perez213@uniandes.edu.co

Sergio Andres Cabrales Arevalo, Universidad de los Andes, s-cabral@uniandes.edu.co

El crudo y otros líquidos peligrosos son transportados en grandes cantidades por medio de ductos, los cuales se consideran un medio eficiente y seguro. Sin embargo, accidentes de pérdida de contención se pueden presentar por causas externas como impacto mecánico, desastres naturales, entre otros. Es posible reducir eficientemente las consecuencias de accidentes en ductos por medio de un diseño apropiado del sistema general al incorporar válvulas de seccionamiento a distancias adecuadas, reduciendo el volumen potencialmente derramado y disminuyendo las pérdidas económicas, sociales y ambientales. Definir la localización y número de válvulas resulta complejo debido al gran número de combinaciones de esos dos elementos. Este trabajo aborda el problema de localización de válvulas por medio de un modelo para el seccionamiento óptimo basado en un problema de ruta más corta que evalúa las posibles configuraciones de válvulas que minimizan las consecuencias económicas. Para estimar y cuantificar las consecuencias, se propone una metodología de cálculo de parámetros que emplea el volumen derramado, las características del derrame y estimaciones del costo de implementación de la alternativa de seccionamiento. Se presenta un caso de estudio para el seccionamiento de un ducto en Latinoamérica. Los resultados muestran una reducción del orden de 4%-16% en el costo total esperado de consecuencias económicas comparado con el seccionamiento realizado bajo las directrices actuales de diseño de ductos.

#119-Optimización-simulación aplicada a la programación de quirófanos

Mayra Bustamante, Universidad Eafit, Medellín, mbustam2@eafit.edu.co
Juan Carlos Rivera, Universidad Eafit, Medellín, jrivera6@eafit.edu.co

En este trabajo se estudia un problema de programación de cirugías en el cual las duraciones tienen un comportamiento estocástico. Debido a la naturaleza de las diferentes cirugías y a los procesos que cada una de ellas implica, solo se consideran las cirugías electivas, aquellas que son

programadas previamente. Con cierta frecuencia, las clínicas y hospitales deben programar sus cirugías teniendo en cuenta la disponibilidad de los quirófanos, cirujanos, pacientes y otros recursos necesarios. Sin embargo, debido a la naturaleza estocástica de algunas cirugías, el aumento en la duración de una cirugía puede retrasar el inicio de sus sucesoras. En este estudio, debido a la complejidad matemática del problema, éste se simplificó de manera que únicamente se programa un quirófano en un horizonte de planeación de una semana (6 días hábiles). El problema es modelado mediante diferentes modelos matemáticos y utilizando diferentes funciones objetivo: minimización de los retrasos,

minimización de la probabilidad de los retrasos, maximización del número de cirugías realizadas, etc. Adicionalmente, se diseñó un algoritmo heurístico basado en algunas características encontradas en las soluciones obtenidas por los modelos matemáticos. Los diferentes métodos de solución son evaluados y comparados utilizando instancias generadas computacionalmente y datos basados en datos reales de un hospital de la ciudad de Medellín. La distribución de los datos es generada por medio de un modelo de simulación.

Simulación

#61-Mejora de la operación logística bajo techo de una planta industrial avícola a través de la simulación de eventos discretos

David Hernández Villegas, Universidad de Antioquia, david.hernandezv@udea.edu.co
Antonio Hoyos Chaverra, Universidad de Antioquia, jahoyosch@udea.edu.co

La logística en los procesos de producción avícolas no es un asunto trivial. El volumen de operaciones y las condiciones especiales de almacenamiento y conservación de cadena de frío que requieren este tipo de productos exigen un análisis riguroso. En este trabajo se analiza el proceso de logística bajo techo de una planta industrial de procesamiento de productos avícolas congelados bajo el enfoque de Simulación de Eventos Discretos, en el que se presentan problemas en el flujo de producto terminado, sobrecostos y desperdicios en el proceso. En el modelo propuesto se detectan cuellos de botella, se calculan los niveles de utilización de los recursos, y se evalúa la implementación de mejoras el proceso y específicamente en los flujos del producto terminado.

La planta analizada hace parte de un conjunto de plantas de características similares, por lo cual este trabajo busca ser un punto de partida para la estandarización, optimización y consolidación de los procesos de las diferentes instalaciones productivas a nivel nacional. Este estudio busca un acercamiento a la mejora continua de las operaciones logísticas bajo techo en conjunto con el aseguramiento de la calidad que requiere el mercado avícola actual colombiano.

#83-Análisis del proceso de mejora en una una empresa del sector de bebidas alcohólicas, utilizando herramientas del Lean Manufacturing y la Simulación

Mauricio Alejandro Buitrago Soto, Universidad del Valle, mauricio.buitrago@correounivalle.edu.co
Nathalia Cardona Vinasco, Universidad del Valle, nathaliacardonav@gmail.com
Elizabeth Tirado Ríos, Universidad del Valle, elizariost@gmail.com

El presente trabajo describe el análisis y diagnóstico de una empresa de embotellado de bebidas alcohólicas, para el desarrollo de propuestas de mejora.

Se procede realizando el Value Stream Mapping para la situación actual de la Empresa, logrando identificar las falencias más representativas de la cadena y así contrarrestarlas implementando herramientas básicas de Lean Manufacturing como SMED (Single Minute Exchange Of Die) para la reducción de los tiempos de alistamiento y TPM (Total Productive Maintenance) para la reducción de desperdicios, siendo estas validadas mediante al Simulación de Eventos Discretos para comparar la situación obtenida antes y después de ser ejecutadas, logrando el aumento del nivel de eficiencia de la línea de producción de un 50% a un 74%.

#84-Lean Manufacturing y Simulación de Eventos Discretos aplicadas en el análisis de procesos de prestación de servicios de salud

Mauricio Alejandro Buitrago Soto, Universidad Central del Valle del Cauca, mauricio.buitrago@correounivalle.edu.co

Lina María Varela Benítez, Universidad Central del Valle del Cauca, linavabe@hotmail.com

Natalia Andrea Perea Libreros, Universidad Central del Valle del Cauca, nati_andrea93@hotmail.com

Este trabajo emplea el enfoque Lean Manufacturing e involucra la Simulación de Eventos Discretos como mecanismo de experimentación y puesta a prueba, con el fin de lograr un escenario de mejoramiento para el sistema de estudio. Inicialmente se realiza un diagrama de flujo de proceso que permite tener una visión clara del mismo y reconocer las actividades involucradas durante la prestación del servicio; posterior a ello se emplea la técnica de los cinco porqués la cual muestra los problemas existentes y sus causas reales; finalmente se construye un mapeo de flujo de valor (VSM) mediante el cual se identifican los desperdicios y se diseña un escenario de mejoramiento para el proceso. Se diseña un Modelo de Simulación para la comprensión del sistema actual y la evaluación del escenario mejorado para la obtención de datos confiables asociados a las medidas de efectividad.

#90-IUE, USC, UNICONFACAUCA y MICROMUNDOS

César Jaramillo, MICROMUNDOS, cejana@utp.edu.co

Hace 20 años, con GEIO iniciamos la difusión de conocimiento constructivista sobre Investigación de Operaciones e Ingeniería Industrial en general. Y se llegó a 20 universidades en todo el país. Actualmente, paralelo a GEIO, se continúa con esa labor y se ha llegado a otras 5 universidades. IUE, USC y UCC completan ocho.

En ésta ponencia se analiza el inicio del proceso de inclusión de conocimientos en forma de micromundos en tres universidades: IUE, (Institución Universitaria de Envigado), USC, (Universidad Santiago de Cali), y UCC, (UniConfaCauca, sede Santander). Esa etapa inicial es una actividad promocional que dura 3 horas. Todos los participantes en las 3 actividades reconocieron la necesidad de cambiar paradigmas y quedaron convencidos de que el conocimiento es para disfrutarlo, no para sufrirlo.

Esa labor se hace a través de MICROMUNDOS. El texto describe la inmersión de esos micromundos en IUE, USC y UCC, buscando complementar las metodologías usadas en la gestión de los conocimientos sobre ingeniería. Se usó una descripción de la metodología seguida de análisis de los resultados observados y registrados por los participantes.

Al final de la actividad, a los participantes en los tres escenarios se les entregó un formulario de Evaluación Formativa, donde contestaron tres preguntas.

Se obtuvieron 192 respuestas, con las cuales se alimentó el proceso de GT que condujo a las conclusiones presentadas.

#19-Técnicas de clasificación no supervisada para la identificación de tendencias en redes sociales

Victor Alfonso Sanabria Ruiz, Universidad Industrial de Santander, sanabriaruiz89@yahoo.com

Henry Lamos Díaz, Universidad Industrial de Santander, hlamos@uis.edu.co

Daniel Orlando Martínez Quezada, Universidad Industrial de Santander, Daniel.martinez5@uis.edu.co

En las últimas décadas, el uso de técnicas de aprendizaje automático no supervisado en aplicaciones de redes sociales se ha visto de manera positiva en la comunidad científica ya que permite el descubrimiento de conocimiento a partir de datos sin una intervención previa. Este tipo de aplicaciones normalmente se encuentra asociadas a un marco tradicional de análisis de texto, el cual consta de cuatro fases consecutivas: En la primera se define los documentos objeto de estudio los cuales son conocidos como corpus, el pre-procesamiento da una forma al corpus que permite mejorar el proceso de minería de datos en los diferentes métodos estadísticos apropiados, la representación consiste en la transformación del corpus de documentos a un espacio vectorial para ser procesados en la fase de descubrimiento de conocimiento generando modelos de aprendizaje automático como los de agrupamiento. En el presente trabajo se evaluaron diferentes variantes del algoritmo k-means en una base de datos de prueba. Además, un caso de estudio para el análisis de texto es presentado, éste se definió como corpus los tweets del usuario de un periódico local en una ventana de tiempo de dos meses, utilizando representaciones de TF-IDF con el fin de aplicar un algoritmo de agrupamiento k-means que permitió identificar tendencias y características que con algunos análisis adicionales se logra identificar índices de pertinencia a lo largo del tiempo.

#109-Implementación y Desarrollo de Sistemas de Recomendación para Profundización de Clientes y Cruce de Productos en un Banco de Retail

Sebastian Oliva, Universidad de los Andes, s-oliva@uniandes.edu.co

Carlos Felipe Valencia, Universidad de los Andes, cf.valencia@uniandes.edu.co

Los bancos de retail se centran en ofrecer productos, más que todo, para personas naturales, por lo cual, deben elaborar ofertas especializadas para los diferentes tipos de clientes pero que logren llegar a ellos de forma masiva.

Dada la gran cantidad de datos que lo anterior significa, entre variables y opciones de productos a ofrecer, los sistemas de recomendación se postulan como una alternativa interesante dada su capacidad para manejar y procesar grandes bases de datos.

Ahora bien, para implementar un sistema de recomendación en un banco de retail se investigaron algunas de las metodologías encontrados hasta ahora en la literatura. Sin embargo, al analizarlas por separado, cada una logra resolver gran parte del problema, aunque no todo. Entonces, surge la necesidad de utilizar las fortalezas de cada sistema individual y ensamblarlas en un solo algoritmo, lo que se conoce como sistemas de recomendación híbridos.

Al final, se llega a la selección de un sistema de recomendación híbrido a partir de modelos analíticos, que buscan resolver dos problemáticas de interés para el banco que son: La profundización de clientes, y el cruce de productos. El primero, se basa en lograr que los clientes tengan más de un producto dentro de su portafolio y que, además, los utilicen de acuerdo a lo que el banco espera. Y el segundo, que a partir de toda la información, se pueda encontrar el siguiente producto a ofrecer con mayor probabilidad de aceptación.

#115-Similarity-based clustering using a network analysis approach

Leandro Ariza, Universidad EAFIT, ariza.leandro@gmail.com

O. Lucía Quintero, Universidad EAFIT, oquinte1@eafit.edu.co

Nicolas Pinel, Universidad EAFIT, npinelp@eafit.edu.co

Networks represent relations between objects connected pairwise. Networks can have community structure, that is, objects interacting in a

network can be organized into groups called communities. In addition, objects forming a community probably share some common properties as well as play similar roles within the interacting phenomenon that is being represented by the network. Thus, community detection can provide an insight into the structure of the networks. Evident interactions between entities are often represented as networks, such as a social network of friendships between individuals or a network of citations between scientific papers. However, networks can be also used to represent similarity relationships between objects. Then, when it comes to cluster objects based on the above criteria, this problem could be solved by means of network community detection algorithms, rather than follow a cluster analysis approach. Here we expose an alternative approach to data clustering based on network community detection algorithms. Details about the implementation and performance of this approach are given. In addition, this approach is exemplified by applying it in the identification and delimiting of microbial genomic populations and financial communities.

#113-Analítica aplicada a la calidad de aire

Juan José Díaz Baquero, Universidad de los Andes, jj.diaz1067@uniandes.edu.co

Ivan Mura, Universidad de los Andes, i.mura@uniandes.edu.co

Juan Felipe Franco, Universidad de los Andes, jffranco@uniandes.edu.co

De la labor de monitoreo de calidad de aire de las corporaciones autónomas regionales, se desprende el deber de presentar reportes y apoyar la toma de decisión de los gobiernos locales en temas de aire. La preocupación por la calidad de aire es un problema latente en el país (alrededor de 6.000 muertes al año se asocian a mala calidad de aire urbano) y de alto impacto en los medios. El monitoreo tiene un alto costo para las corporaciones ya que implican la compra de equipos de medición, software costoso de análisis y personal capacitado en validación y reporte de información ambiental. Este proyecto busca hacer accesible el análisis de información de calidad de aire, de forma que se reduzcan costos para las corporaciones regionales, y se facilite la toma decisiones en temas ambientales. Para lograr esto se busca desarrollar una herramienta de libre acceso que permita hacer análisis de calidad de aire e implemente buenas prácticas estadísticas de validación de datos de aire, lo cual implicará menos costos en software privado de análisis y en personal capacitado en validación estadística de este tipo de datos. Los resultados preliminares se han realizado con la información de calidad de aire de la ciudad de Bogotá, se tienen análisis sobre la efectividad de la política del día sin carro y visualizaciones sobre la disponibilidad de datos a lo largo de la historia de la red de monitoreo.

#135-Heuristic feature selection applied to high dimensional electroencephalographic data

Alejandro Gómez Montoya, Universidad EAFIT, agomez13@eafit.edu.co

Lucía Quintero Montoya, Universidad EAFIT, oquinte1@eafit.edu.co

Natalia M. López, Gabinete de Tecnología Médica, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de San Juan, Argentina, nlopez@gateme.unsj.edu.ar

Electroencephalographic signals allow the study of a subject's behavior and response to external stimuli, such as high stress loads, repetitive work, or other emotional factors that may affect the productivity or specific work of an individual in a company. These types of responses can be studied by a joint time-frequency analysis, as is the Wavelet Transform, being this signals characterized by high spectral overlap and being immersed in high amounts of noise and undesired information. The use of descriptive characteristics, allow a better understanding of these physical phenomena in such complex scenarios as an industrial environment. This descriptive characteristics together with a joint time - frequency analysis, generates spaces with high dimensions that describe the relevant information that explains the response to the phenomenon of study, nevertheless these high-dimensional spaces equally describe noise and unwanted information, that can screen the phenomena that are wanted to study. Therefore, we propose to use Heuristic feature selection, in order to reduce the high dimensionality of the information, thus allowing the selection of the really relevant information when facing the study of responses to different types of stimuli through the analysis of electroencephalographic signals, allowing to highlight hidden

information and hidden patterns between the sea of information being analyzed.

#86-Modelaje y determinación del perfil de donantes de la Universidad de los Andes

Oscar Clavijo, Universidad de los Andes, oa.clavijo10@uniandes.edu.co

El proyecto que tiene como objetivo la segmentación y clasificación que permita identificar a personas propensas a donar en la Universidad de los Andes a partir de analítica aplicada y estadística multivariada. Con el cumplimiento de este objetivo se espera optimizar el proceso de recaudo de donaciones que actualmente no es un proceso formal y organizado, pero que aun así financia el programa de becas "Quiero Estudiar", perteneciente a la Universidad de los Andes. La metodología siguió principalmente tres etapas: la primera, selecciona variables mediante análisis de componentes principales y de correspondencias, limpia y completa datos faltantes a través de la metodología de Missing at Random; la segunda, realiza una segmentación y creación de grupos de egresados por medio del análisis de Clustering para analizar más detalladamente a la población; por último, realiza la creación de modelos de clasificación mediante árboles de decisión. De esta forma, fue posible diseñar un modelo estadístico y estratégico conjunto que segmenta correctamente en un 95% de los casos, lo que infiere una alta eficiencia de predicción. Posteriormente, este modelo fue usado para predecir y clasificar a egresados de la Universidad, segmentar y determinar a quienes se debería solicitar una donación prioritariamente, y cuáles son las variables que más afectan esta decisión de donar o no para los diferentes grupos de personas, logrando de esta manera optimizar el proceso de recaudo de donaciones.

#114-Heuristics parameter estimation for Continuous fermentation bioprocess

Pablo Saldarriaga Aristizabal, Universidad EAFIT, psaldar2@eafit.edu.co
Nicolás Prieto Escobar, Universidad EAFIT, nprieto@eafit.edu.co
Valentina Chaparro Muñoz, Universidad EAFIT, vchaparr@eafit.edu.co
Mateo Rios Querubín, Universidad EAFIT, mriosqu@eafit.edu.co

Zymomonas mobilis continuous fermentation bioprocess has demonstrated high complexity regarding the nonlinear dynamics of inhibition; also there is a relevant application for biomass conversion into fuel, representing an industrial scale production alternative for our country. Several works (Amicarelli et al, 2016; Quintero et al, 2008, 2009) have been dealing not only with the modeling but also with controller design. To this aim these works developed state estimation and parameter estimation strategies based on particle filters, Gaussian methods and closed the loop with nonlinear controllers. Results of the parameter estimation provided an insight about the explicability of the kinetic dynamics and energy and mass based balances. Nevertheless

there is a need to improve previous results for a new set of parameters estimated from data that allows the future design of control strategies for industrial application. We present a set of heuristics algorithms for the non-linear system parameter estimation. Data from 150 hours of fermentation was used and local search methods, simulated annealing, genetic, particle swarm optimization, differential evolution and others algorithms tested for the bioprocess. Results are promising and the computational cost also reduced. A modification for the Bacterial Chemotaxis algorithm is also introduced in this paper.

#25-Creación y validación de un modelo de predicción de deserción estudiantil en el programa de ingeniería industrial de la Pontificia Universidad Javeriana

Raúl Alejandro Rojas Naranjo, Pontificia Universidad Javeriana, rojas.raul@javeriana.edu.co
Daniel Felipe Vanegas Ardila, Pontificia Universidad Javeriana, danielvanegas@javeriana.edu.co
Manuel Santiago Parada Pinzón, Pontificia Universidad Javeriana, Manuel.parada@javeriana.edu.co
Ricardo Fernando Otero Caicedo, Pontificia Universidad Javeriana, ricotero@live.com

La deserción universitaria es una problemática que se ha caracterizado por su constante crecimiento en los últimos años en las Instituciones de Educación Superior. Estas instituciones usualmente cuentan con sistemas de información que recopilan diversos datos de cada uno de sus estudiantes. A pesar de que la información proporciona un registro y una visión general de la población estudiantil, no es posible realizar un análisis profundo y exhaustivo a los datos que permita determinar por qué un estudiante abandona su programa académico y qué lo influencia a tomar dicha decisión. Esto conlleva a que los esfuerzos y los recursos que invierten las Universidades en sus programas de retención estudiantil, no estén necesariamente orientadas a los estudiantes que tienen un mayor riesgo de desertar.

En el presente proyecto, se utilizaron las bases de datos académicas de los estudiantes de Ingeniería Industrial de la Pontificia Universidad Javeriana desde el primer semestre del año 2010, hasta el primer semestre del año 2017. A partir de esta información, se desarrollaron árboles de decisión y máquinas de vectores de soporte, con el fin de clasificar a los estudiantes que presentan un alto riesgo de desertar. Se utilizó un algoritmo genético que selecciona las variables más influyentes para clasificar a un estudiante como posible desertor. Finalmente, haciendo validación cruzada, se comprobó que el modelo es capaz de clasificar correctamente a los estudiantes desertores un 90% de las veces.

Aplicaciones en educación

#2-Un modelo de programación entera para la programación académica de la facultad de arquitectura de la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín

Ibeth Vergara, Universidad Católica de Oriente - grupo GIMU, ikvergarab@gmail.com
Catalina Velasquez, Universidad Nacional de Colombia, cmvelasquezp@unal.edu.co

El problema de Timetabling es un problema clásico del área de optimización combinatoria y es, así mismo, un problema de gran complejidad computacional. Se han propuesto varios métodos para su solución, entre ellos: la colonia de hormigas, el coloreo de grafos y, los algoritmos genéticos, entre otros. Para este modelo se usó el método de programación entera binaria, el cual está compuesto por una función objetivo y un conjunto de restricciones que buscan satisfacer las necesidades y preferencias expresadas por la Facultad de Arquitectura.

A diferencia de los problemas clásicos de Timetabling, el modelo desarrollado presenta otro tipo de restricciones asociadas a las costumbres o culturas de la facultad para programar las asignaturas, una de éstas consiste en asignar días de por medio, así, si una asignatura fue asignada el día lunes el siguiente bloque se programará el día miércoles. Además de otras restricciones como condiciones del aula y las necesidades de la asignatura.

El horario de tiempo para programar las asignaturas es de seis días, lunes a viernes, desde las 6:00 am hasta las 8:00 pm. El objetivo del modelo es encontrar una solución óptima para cada asignatura en determinado día, hora y aula. Se construyeron 15 conjuntos de restricciones y se realizó una simulación donde se consideraron 117 asignaturas, 26 salones, 5 días posibles para programar y 14 horas. El modelo matemático contó con 340.704 variables, 42.717 restricciones y se realizaron 5.584 iteraciones para llegar a la solución factible.

Actualmente el modelo está siendo usado por la Facultad.

#65-Programación de horarios para el programa de Ingeniería Industrial usando programación entera mixta

Paula Zuranny Gomez Martinez, Universidad de la Salle, pgomez45@unisalle.edu.co
Carlos Felipe Mora Garzon, Universidad de la Salle, cmora08@unisalle.edu.co
Carlos Andres Arango Londoño, Universidad de la Salle, cararango@unisalle.edu.co

La programación de horarios académicos es un problema que se debe a la dificultad de construir un calendario factible que satisfaga las preferencias de las partes interesadas. En ciertos casos, puede ser de alta complejidad incluso encontrar una sola solución factible. En la actualidad, este problema se resuelve en el Programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de la Salle con herramientas que hacen que sea demorado y laborioso por esto, y en la búsqueda de un mejor método para la programación de horarios académicos, se busca un modelo de optimización matemática (programación entera mixta) para solucionar el problema.

Para la solución de este problema se identificó inicialmente los sub índices a utilizar (franjas horarias, materias, docentes disponibles, días hábiles y número de semestres del Programa). Posteriormente se trabajó en una función objetivo la cual utilizara una matriz ponderada según los horarios a utilizar. Finalmente se identificaron las restricciones que se iban a tener en cuenta.

Como resultado se espera que el modelo matemático de programación entera mixta permita la generación de horarios en los próximos semestres siendo este un método eficiente y efectivo que permita aplicar soluciones factibles, el modelo matemático se aplica para la comparación con parámetros de un semestre con un horario académico ya establecido

y mostrar las mejoras que ofrece este programa y luego proceder con la aplicación de esta herramienta en semestres próximos.

#95-Modelo de cobertura lexicográfico para la planeación de un departamento académico en una universidad colombiana

Juan G. Villegas, Universidad de Antioquia, juan.villegas@udea.edu.co
Carolina Castañeda P., Instituto Tecnológico Metropolitano ITM, carolinacastaneda@itm.edu.co

Desde sus orígenes, la Investigación Operativa (IO) se ha aplicado a la educación en los niveles estratégico, táctico y operativo. Las principales áreas de interés de IO dentro de este campo son: la planificación de los recursos, la medición de la eficiencia y el rendimiento, el ruteo y la programación de recursos.

En este trabajo se presenta la aplicación de un modelo de cobertura para determinar la capacidad de un departamento académico de una universidad colombiana, en términos de personal docente agrupado en áreas temáticas, para cubrir el currículo académico. El modelo propuesto maximiza las preferencias de los docentes y la cobertura de los cursos ofrecidos en el plan de estudios con una prioridad lexicográfica. Este modelo está sujeto a restricciones de cobertura clásicas y al número máximo de cursos que cada docente puede cubrir.

Se analizan cuatro escenarios, considerando el cambio generacional del personal docente y la inclusión de cursos electivos en la oferta académica. Los resultados obtenidos apoyaron el proceso de toma de decisiones del departamento académico, principalmente para planear la asignación de nuevas plazas docentes según el déficit o excedente de éstas en las áreas temáticas y la cantidad de cursos descubiertos dentro de ellas. Este modelo fue implementado en IBM ILOG CPLEX Optimization Studio.
