



# VI Congreso SMIO

La investigación de operaciones  
en la sociedad del conocimiento

**UNIVERSIDAD PANAMERICANA**  
CAMPUS GUADALAJARA

**4 AL 6 DE OCTUBRE 2017**

**PROGRAMA FINAL**



# CONTENIDO

---

	<b>Página</b>
<b>Mensaje del Presidente de la SMIO</b>	<b>2</b>
<b>Mensaje de los organizadores del congreso</b>	<b>4</b>
<b>Patrocinadores</b>	<b>6</b>
<b>Comité organizador</b>	<b>7</b>
<b>Mapa de instalaciones</b>	<b>8</b>
<b>Conferencistas plenarios</b>	<b>10</b>
<b>Programa general</b>	<b>16</b>
<b>Programa sesiones paralelas</b>	<b>17</b>
<b>Resúmenes</b>	<b>27</b>
<b>Índice por sesiones</b>	<b>122</b>
<b>Índice por número de resumen</b>	<b>123</b>
<b>Índice por autores</b>	<b>124</b>
<b>Información de registro y del lugar de encuentro</b>	<b>130</b>

# BIENVENIDA AL VI CONGRESO SMIO

---

## Mensaje del Presidente de la SMIO



A nombre de la Sociedad Mexicana de Investigación de Operaciones (SMIO), tengo el agrado de brindar a todos los Participantes, la más cordial bienvenida al VI Congreso de la Sociedad Mexicana de Investigación de Operaciones (CSMIO), a realizarse los días 4, 5 y 6 de Octubre del 2017, en las instalaciones de la Universidad Panamericana, Campus Guadalajara, Jalisco, México.

Conscientes de que, desde los inicios de este milenio, hemos sido testigos de una dinámica de innovación sin precedentes en la historia, aunada al rápido avance de las tecnologías de información y comunicaciones, el tema elegido en esta edición de nuestro Congreso es “La Investigación de Operaciones en la Sociedad del Conocimiento”. El tema fue elegido para resaltar la participación de la comunidad de Investigación de Operaciones en los sectores más activos de la economía en las últimas décadas, entre los que destacan las industrias de telecomunicaciones, energía y medioambiente, servicios basados en internet, servicios para el cuidado de la salud, desarrollo de software, servicios de entretenimiento y noticias, computadoras y dispositivos electrónicos, circuitos electrónicos, juegos de video, biotecnología y farmacéuticos, que tienen en común el ofrecimiento de productos innovadores, con un alto contenido tecnológico, cuyo rápido desarrollo y lanzamiento al mercado constituyen la clave de su éxito.

El programa científico está compuesto por sesiones técnicas paralelas, sesiones especiales, y conferencias plenarias donde, en estas últimas, hemos sido favorecidos con la participación de reconocidos investigadores de prestigio internacional, como son la Dra. Susana Gómez del IIMAS, y los Dres. Emilio Carrizosa de la Universidad de Sevilla, Mauricio Resende de Amazon, y José Ventura de Pennsylvania State University.

Para este evento hemos recibido 154 resúmenes de artículos, de los cuales 142 fueron aceptados, considerando la opinión de nuestros árbitros. La evaluación de todos los resúmenes de los artículos presentados fue posible gracias a la cooperación de académicos e investigadores que conformó el Comité Científico del encuentro. A todos ellos, mi especial agradecimiento a nombre de la SMIO.

El éxito de nuestro VI CSMIO ha sido un esfuerzo colaborativo de casi un año de trabajo constante e ininterrumpido de todo el comité organizador local, presidido conjuntamente por Elias Olivares Benítez y Miguel Angel Moreno Míguez de la Universidad Panamericana, y de todos los miembros del Comité Organizador y del Comité Científico, presidido por José Luis González Velarde, del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. A todos ellos les expreso mi gratitud por el gran trabajo realizado y, finalmente, deseo expresar mi reconocimiento a la Universidad Panamericana por todo el apoyo brindado para que este congreso fuera una realidad.

Agradecemos, la cooperación de todos los que han permitido la realización de este evento y, en especial, la participación y presencia de los conferencistas, autores(as) y asistentes en general que, sin duda, son los dan vida a este evento y a los cuales reiteramos nuestra más cordial y cálida bienvenida.

David Fernando Muñoz Negrón

Presidente de la SMIO

## Mensaje de los organizadores del congreso



Estimados colegas de la Sociedad Mexicana de Investigación de Operaciones: ¡Bienvenidos a la Universidad Panamericana Campus Guadalajara!

Desde hace algunos años la Universidad Panamericana se encaminó en una visión de ser una Universidad de Investigación y de Influencia. Para lograr eso ha adoptado estrategias que favorecen un ambiente de investigación, apoyado en la contratación de profesores investigadores, el desarrollo de un sistema equilibrado de tiempo e incentivos, la adquisición de bases de artículos científicos, el equipamiento de laboratorios y el impulso a los programas de posgrado. Por lo anterior, la Universidad ha visto con beneplácito la oportunidad de ser sede del VI Congreso de la SMIO, como el momento de acoplarse a la plataforma científica que representa la SMIO, además de exponer a su propio medio ambiente de investigación a las ideas tan diversas de científicos provenientes de todo el país.

La organización de este congreso nos ha permitido servir a la Sociedad, para reunir a sus miembros y brindar un espacio para presentar trabajos de investigación, que son una muestra del dinamismo científico de la sociedad mexicana. También, afortunadamente contamos con ponentes internacionales interesados en mostrar su trabajo en nuestro congreso.

Durante la organización del congreso se han involucrado muchas personas dentro de la universidad que han apoyado con tareas administrativas necesarias para diversos aspectos del congreso, a las que les agradecemos su colaboración. También nos queda claro que, aunque los esfuerzos

individuales son destacables, el logro de objetivos más grandes solo puede ser llevado a cabo a través de la participación de muchas personas, donde es necesario un espíritu de servicio para poder afrontar las dificultades y los obstáculos. Esperamos que el espíritu de solidaridad y servicio de la Universidad se contagie a los asistentes al congreso, para que todos participemos de las actividades de la SMIO en el futuro. También esperamos que disfruten su estancia en la Universidad Panamericana como sede del congreso, para un provechoso intercambio de ideas, que nos ayude a resaltar la relevancia de la Investigación de Operaciones en la ciencia en México.

Elias Olivares Benítez y Miguel Angel Moreno Míguez

Co-organizadores del Congreso

# PATROCINADORES

---



ESCUELA DE EMPRESARIALES 



INGENIERÍA INDUSTRIAL E INNOVACIÓN DE NEGOCIOS 

Bodegas de  
**SANTO TOMÁS**<sup>SA</sup>  
Desde 1888

# COMITÉ ORGANIZADOR

---

## **Presidentes del comité organizador**

Elias Olivares Benítez (Universidad Panamericana)

Miguel Angel Moreno Miguez (Universidad Panamericana)

## **Presidente del comité científico**

José Luis González Velarde (Tecnológico de Monterrey)

## **Comité organizador**

Samuel Moisés Nucamendi Guillén (Universidad Panamericana)

Omar Guillermo Rojas Altamirano (Universidad Panamericana)

Abraham Mendoza Andrade (Universidad Panamericana)

Emilio Zamudio Gutiérrez (Universidad Panamericana)

Roberto Carlos Ramírez Márquez (Universidad Panamericana)

Sergio Velázquez Rodríguez (Universidad Panamericana)

## **Comité científico**

Alejandro Alvarado Iniesta (Universidad Autónoma de Ciudad Juárez)

Francisco Román Ángel-Bello Acosta (Tecnológico de Monterrey)

José Fernando Camacho Vallejo (Universidad Autónoma de Nuevo León)

Leopoldo Cárdenas Barrón (Tecnológico de Monterrey)

Iván Contreras (Universidad de Concordia, Canadá)

Juan Antonio Díaz García (Universidad de Las Américas Puebla)

Alejandra Gómez Padilla (Universidad de Guadalajara)

Rosa Guadalupe González Ramírez (Universidad de los Andes, Chile)

Julio Mar Ortiz (Universidad Autónoma de Tamaulipas)

Iris Abril Martínez (Universidad Autónoma de Nuevo León)

Erick Moreno-Centeno (Universidad Texas A&M, Estados Unidos)

Laura Plazola Zamora (Universidad de Guadalajara)

Edgar Possani Espinosa (Instituto Tecnológico Autónomo de México)

David Guillermo Romero Vargas (Universidad Nacional Autónoma de México)

María Angélica Salazar Aguilar (Universidad Autónoma de Nuevo León)

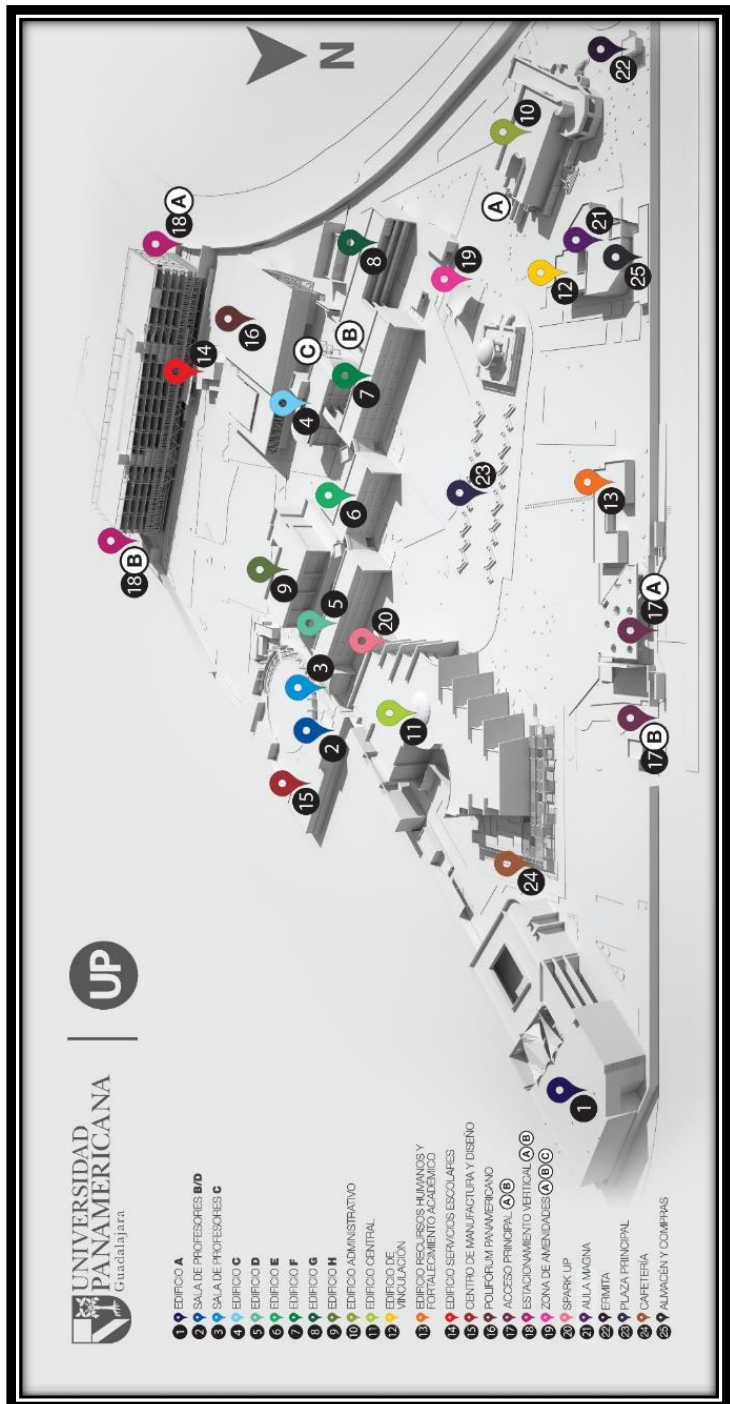
Neale Ricardo Smith Cornejo (Tecnológico de Monterrey).



<b>1</b> EDIFICIO A ESDAI	ING. CIVIL Y ADMINISTRACIÓN	<b>4</b> EDIFICIO C	<b>5</b> EDIFICIO D
<b>Planta Baja</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Laboratorio de Multimedia</li> <li>Laboratorio de Alimentos</li> <li>Laboratorio de Repostería</li> <li>Laboratorio de Fotografía</li> </ul> <b>Primer Piso</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Aula Hotelera</li> <li>Oficinas ESDAI</li> <li>Comedor ESDAI</li> <li>Laboratorio de Ciencias</li> <li>Aula de Demostración</li> </ul> <b>Segundo Piso</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Aulas A-1 a A-8</li> <li>Oficina Área Internacional</li> <li>Oficina Posgrados Comunicación</li> <li>Oficina de Protocolo</li> </ul>	<b>Planta Baja</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Aula de Diseño 1</li> <li>Laboratorio de Prototipado</li> <li>Laboratorio de Química</li> <li>Laboratorio de Electrónica</li> <li>Laboratorio de Robótica</li> </ul> <b>Primer Piso</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Compu-Aulas CIAC 1 y 2</li> <li>Aula Medalab</li> <li>Laboratorio de Métodos</li> <li>Laboratorio de Física</li> <li>Laboratorio de Neumática</li> <li>Laboratorio de Control</li> <li>Aula de Diseño 2</li> </ul>	<b>Planta Baja</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Facultad de Derecho</li> <li>Audio Digital</li> <li>Centro de Post-producción Audiovisual</li> </ul> <b>Primer Piso</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Dirección de Empresariales</li> <li>Lic. en Administración y Dirección</li> <li>Lic. en Administración y Dirección de Empresas Familiares</li> <li>Lic. en Administración y Finanzas</li> <li>Lic. en Administración y Mercadotecnia</li> <li>Lic. en Administración y Negocios</li> <li>Lic. en Admin. y Recursos Humanos</li> <li>Lic. en Contaduría</li> </ul> <b>Segundo Piso</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Dirección de Ingenierías</li> <li>Ing. Civil y Administración</li> <li>Ing. en Animación Digital</li> <li>Ing. en Innovación y Diseño</li> <li>Ing. Industrial e Innovación de Negocios</li> <li>Ing. Mecatrónica</li> <li>Secretaría de Asuntos Estudiantiles Ingenierías</li> <li>Coordinadores de Admisiones Ing.</li> </ul>	<b>Planta Baja</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Aulas D-11 a D-15</li> </ul> <b>Primer Piso</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Credencialización</li> <li>Aulas D-21 a D-25</li> </ul> <b>Segundo Piso</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Idiomas</li> <li>Aulas D-31 a D-34</li> <li>Tesorería y Becas</li> </ul>
	<b>2</b> SALA DE PROFESORES B/D A UN COSTADO DEL CMD		<b>6</b> EDIFICIO E
	<b>3</b> SALA DE PROFESORES C A UN COSTADO DE EDIFICIO D		<b>Planta Baja</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Promoción</li> </ul> <b>Primer Piso</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Aulas E-21 a E-24</li> </ul> <b>Segundo Piso</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Escuela de Comunicación</li> <li>Aulas E-31 a E-38</li> </ul>
<b>15</b> CENTRO DE MANUFACTURA Y DISEÑO		<b>16</b> POLÍFORUM PANAMERICANO	
<b>Planta Baja</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Laboratorios de Manufactura y Diseño</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Cancha de Basquetbol</li> <li>Auditorio de Usos Múltiples</li> <li>Salones de Arte y Cultura</li> <li>Colabora</li> <li>Oficina de Deportes</li> <li>Oficina de Arte y Cultura</li> <li>Pista de Jogging</li> <li>Área de Fuerza</li> <li>Área de Cardio</li> <li>Baños / Vestidores</li> <li>Oficina de Desarrollo Social</li> <li>4 Salones de Usos Múltiples</li> <li>Terraza para Juegos de Mesa</li> <li>Oficina de Grupos Estudiantiles</li> </ul>	

<b>7</b> EDIFICIO F	<b>9</b> EDIFICIO H	<b>11</b> EDIFICIO CENTRAL	<b>12</b> EDIFICIO DE VINCULACIÓN
<b>Planta Baja</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Aulas F-11 a F-15</li> </ul> <b>Primer Piso</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Aulas F-21 a F-25</li> </ul> <b>Segundo Piso</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Secretaría de Asuntos Estudiantiles Empresariales</li> <li>Aulas F-31 a F-34</li> </ul>	<b>Planta Baja</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Oratorio</li> <li>Auditorio</li> </ul> <b>Primer Piso</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Terraza H</li> </ul> <b>Segundo Piso</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Aula Empresarial</li> <li>Aula Panamericana</li> <li>Salas de Juntas</li> </ul>	<b>Planta Baja</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Vinculación Empresarial - Spark UP</li> <li>Oficinas Posgrados Ingenierías</li> <li>Aula Posgrados central 2</li> <li>Oratorio de la Virgen de Guadalupe</li> <li>Biblioteca - Sala de Profesores A</li> <li>Librería / UP Store</li> <li>Fotocopiado</li> <li>Sala de Juicios Orales</li> <li>Salón de Exámenes Profesionales</li> <li>Cámara de Gesell</li> </ul> <b>Primer Piso</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Aulas C-4 a C-8</li> <li>Centro de Computo</li> <li>Oficinas Posgrados de Derecho</li> <li>Terraza UP</li> <li>Oficinas Posgrados Empresariales</li> <li>Tecnologías de Información</li> <li>CRAI</li> </ul> <b>Segundo Piso</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Pectoria</li> <li>Aulas C-9 a C-16</li> <li>Oficinas Posgrados Empresariales</li> </ul>	<b>Planta Baja</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Bolsa de Trabajo</li> <li>Comutador</li> </ul> <b>Primer Piso</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Alumni</li> <li>Dirección de Vinculación</li> </ul>
<b>8</b> EDIFICIO G	<b>10</b> EDIFICIO ADMINISTRATIVO		<b>13</b> EDIFICIO REC. POSGR. HUMANOS Y FORTALECIMIENTO ACADÉMICO
<b>Planta Baja</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Aulas G-11 a G-15</li> </ul> <b>Primer Piso</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Aulas G-21 a G-25</li> </ul> <b>Segundo Piso</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Dirección de Humanidades</li> <li>Departamento de Humanidades</li> <li>Posgrados Pedagogía</li> <li>Escuela de Pedagogía</li> <li>Aulas G-31 a G-34</li> </ul>	<b>Planta Baja</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Dirección de Operaciones</li> <li>Jefatura de Seguridad</li> </ul> <b>Primer Piso</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Dirección Administrativa</li> <li>Dirección de Proyectos Institucionales</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Recursos Humanos</li> <li>Departamento de Fortalecimiento Académico</li> <li>Salud y Bienestar</li> </ul>
<b>17</b> ACCESO PRINCIPAL	<b>19</b> ZONA DE AMENIDADES	<b>20</b> SPARK UP	<b>23</b> PLAZA PRINCIPAL
<b>A</b> Acceso Peatonal <b>B</b> Ingreso vehicular profesores de asignatura	<b>Zona A</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Sucursal banco Santander</li> <li>Cafetería Güich</li> <li>Terraza Deck</li> </ul> <b>Zona B</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Orange Coast</li> </ul> <b>Zona C</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>El Local</li> </ul>	<b>21</b> AULA MAGNA	<b>24</b> CAFETERÍA
<b>18</b> ESTACIONAMIENTO VERTICAL		<b>22</b> ERMITA	<b>25</b> ALMACEN Y COMPRAS
<b>A</b> Acceso Poniente <b>B</b> Acceso Oriente			

- 1 9 EDIFICIO A
- 2 2 SALA DE PROFESORES B/D
- 3 3 SALA DE PROFESORES C
- 4 4 EDIFICIO C
- 5 6 EDIFICIO D
- 6 7 EDIFICIO E
- 7 8 EDIFICIO F
- 8 9 EDIFICIO G
- 9 10 EDIFICIO H
- 10 11 EDIFICIO ADMINISTRATIVO
- 11 12 EDIFICIO CENTRAL
- 12 13 EDIFICIO DE VINCULACION
- 13 14 EDIFICIO DE SERVICIOS ESCOLARES Y CENTRO ACADEMICO
- 14 15 EDIFICIO DE SERVICIOS ESCOLARES
- 15 16 CENTRO DE MANUFACTURA Y DISEÑO
- 16 17 POLIFORUM PANAMERICANO
- 17 18 ACCESO PRINCIPAL A/B
- 18 19 ESTACIONAMIENTO VERTICAL A/B
- 19 20 ZONA DE AMENIDADES A/B/C
- 20 21 SPARK UP
- 21 22 ALJA MAGNA
- 22 23 FERMITA
- 23 24 PLAZA PRINCIPAL
- 24 25 CAFETERIA
- 25 26 ALMACEN Y COMPRAS



# CONFERENCISTAS PLENARIOS

---

## Aplicaciones Complejas de Industria y de Medio Ambiente de la Optimización Global

Auditorio Santander - Miércoles 4/octubre, 10:30 am

*Resumen - En este trabajo presentaremos dos casos de problemas complejos, que requieren métodos de Optimización Global y analizaremos los retos desde el punto de vista de la Optimización. Se presentará el problema de modelar matemáticamente el movimiento de manchas de petróleo en el mar, en caso de accidentes y la modelación para encontrar una Trayectoria Optima, para un barco que aspire lo más posible el petróleo y en particular con el objetivo de minimizar la cantidad que llega a la costa. Se presenta también, el problema de encontrar las características del medio poroso, con el fin de poder predecir la cantidad de agua subterránea o de petróleo que puede producirse. Se trata de resolver un problema inverso muy no lineal y muy complejo para la optimización.*



### **Susana Gómez - IIMAS/UNAM, México.**

Licenciada en Ingeniería Química por la Universidad Ibero-Americana. Realizó su maestría y doctorado en University of London, Inglaterra, en Matemáticas Aplicadas. Es profesora del Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas (IIMAS-UNAM) desde 1978, donde actualmente es profesora Investigadora Titular "C". Ha sido profesora visitante en el Imperial College of Science and Technology (Londres, Inglaterra) y en el Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique (INRIA, Rocquencourt, Francia). También ha realizado

estancias de investigación empresariales en Industrias Resistol S.A. (México), compañía petrolera ENI-AGIP (Italia), y compañía petrolera TOTAL (Inglaterra). Además, ha realizado varios proyectos para PEMEX, el Instituto Mexicano del Petróleo y la SENER. Es miembro de la Society for Industrial and Applied Mathematics, la Sociedad Matemática Mexicana, y la American Mathematical Society. Ha sido organizadora de varios

congresos patrocinados por la National Science Foundation (NSF), UNAM y CONACyT, y la Sociedad Matemática Mexicana, en las áreas de Análisis Numérico y Optimización. Ha publicado trabajos en Journal of Scientific Computing, Oil & Gas Science and Technology, Journal of Global Optimization, Fluid Phase Equilibria, Applied Numerical Mathematics, Mathematics and Computers in Simulation, Parallel Computing, Applied Mathematics Letters, entre otras revistas. Tiene el nombramiento desde el 2010 como Investigadora Nivel III en el Sistema Nacional de Investigadores (CONACyT).

## **Infrastructure Development for Alternative Fuel Vehicles in Transportation Networks**

**Auditorio Santander** - Miércoles 4/octubre, 5:20 pm

**Resumen** - *The existing literature regarding the location of alternative fuel (AF) refueling stations in transportation networks generally assumes that all vehicles are capable of traveling the same driving range and have similar levels of fuel in their tanks at the moment they enter the network and when they exist it. In this research, we relax these assumptions and introduce a multi-class vehicle transportation network in which vehicles have different driving ranges and fuel tank levels at their origins and destinations. A 0-1 linear programming model is proposed for locating a given number of refueling stations that maximize the total traffic flow covered (in round trips per time unit) by the stations on the network. Through numerical experiments with the 2011 medium- and heavy-duty truck traffic data in the Pennsylvania Turnpike, we identify the optimal sets of refueling stations for AF trucks considering multiple truck classes with different driving ranges and fuel tank levels at origins and destinations.*



**Jose A. Ventura - Pennsylvania State University, EUA.** Received his B.S. in Industrial Engineering from Polytechnic University of Cataluña (Barcelona, Spain), and his M.E. in Operations Research and Ph.D. in Industrial and Systems Engineering, both from University of Florida. Since 1989 he has been at Pennsylvania State University, where he is currently Professor of Industrial Engineering. He has also held faculty positions at Polytechnic University of Cataluña, University of Missouri, and Auckland University (New Zealand). Dr. Ventura teaches courses in

operations research and logistics to undergraduate and graduate students. He specializes in supply chain management, energy logistics, infrastructure development and traffic equilibrium in transportation networks, and facility location. His research has been published in a number of journals, including Mathematical Programming, Management Science, Discrete Applied Mathematics, Naval Research Logistics, and IIE

Transactions. His research work has been funded by industry (General Electric, McDonnell Douglas Co., etc.) and government agencies (National Science Foundation, Pennsylvania Turnpike Commission, etc.). He has been an associate editor of several journals, including IIE Transactions and Journal of Manufacturing Systems. He is a fellow of the Institute of Industrial and Systems Engineers (IISE) and is a former Chair of the IISE Council of Fellows.

## Optimización Matemática en la Ciencia de los Datos

Aula Panamericana - Jueves 5/octubre, 9:20 am

**Resumen** - Muchos métodos usados en Ciencia de los Datos acarrearán la resolución de un problema de optimización, que puede ser relativamente fácil (por ejemplo, convexo, con función objetivo suficientemente suave y sin restricciones) o puede ser más duro, como ocurre cuando hay funciones no convexas o variables en números enteros. Este es el caso, por ejemplo, de los modelos en los que se introducen restricciones de cardinalidad (buscando modelos dispersos) o condiciones lógicas sí/no. En esta charla revisaremos algunos problemas que aparecen en Visualización de Datos, Clasificación Supervisada y Regresión que dan lugar a problemas de Optimización Global, atacados con técnicas heurísticas que explotan la estructura del problema.



**Emilio Carrizosa - Universidad de Sevilla, España.** Catedrático de Estadística e Investigación Operativa en la Universidad de Sevilla. Su trabajo académico se centra en la Optimización Matemática, especialmente en el uso de modelos de optimización (heurística o exacta) para la resolución de problemas propios de la Ciencia de los Datos. Ha publicado más de 110 trabajos en revistas internacionales, tales como Mathematical Programming, Mathematics of Operations Research, Operations Research, Management Science o Biostatistics. Ha dirigido proyectos industriales en diversos campos, como el diagnóstico médico, las energías renovables o la movilidad sostenible. Ha sido Editor en Jefe de TOP, revista de la SEIO indexada JCR. En la actualidad es presidente de SEIO, la Sociedad (Española) de Estadística e Investigación Operativa.

## Some Recent Advances in Greedy Randomized Adaptive Search Procedures

Aula Panamericana - Jueves 5/octubre, 3:20 pm

**Resumen** - *The Greedy Randomized Adaptive Search Procedure, or GRASP, was introduced as a metaheuristic for combinatorial optimization in a 1995 paper in the Journal of Global Optimization. Since then, GRASP has been widely applied to solve practical combinatorial optimization problems in a wide range of fields. In this talk we address some recent developments that help us understand how GRASP works.*



### **Mauricio G. C. Resende - Amazon, EUA.**

Mauricio G. C. Resende grew up in Rio de Janeiro (BR), West Lafayette (IN-US), and Amherst (MA-US). He did his undergraduate work in electrical engineering (systems engineering concentration) at the Pontifical Catholic U. of Rio de Janeiro. He obtained an MS in operations research from Georgia Tech and a PhD in operations research from the U. of California, Berkeley. He is most known for his work with metaheuristics, in particular GRASP and biased random-key genetic algorithms, as well as for his work with interior point methods for linear programming and network flows. Mauricio has published over 200 papers on combinatorial optimization and holds 15 U.S. patents. He has edited six handbooks, including the Handbook of Heuristics, the Handbook of Applied Optimization, and the Handbook of Optimization in Telecommunications, and is coauthor (with Celso Ribeiro) of the 2016 book "Optimization by GRASP." He sits on the editorial boards of several optimization journals, including Networks, J. of Global Optimization, R.A.I.R.O., and International Transactions in Operational Research. Prior to joining Amazon.com in December 2014 as a Principal Research Scientist in the transportation area, Mauricio was a Lead Inventive Scientist at the Mathematical Foundations of Computing Department of AT&T Bell Labs and at the Algorithms and Optimization Research Department of AT&T Labs Research in New Jersey.



# PROGRAMA GENERAL

<b>Miércoles 4/octubre</b>	
<b>09:00-10:00</b>	Registro y entrega de materiales (Edificio H)
<b>10:00-10:30</b>	Inauguración (Auditorio Santander)
<b>10:30-11:30</b>	Conferencia Susana Gómez (Auditorio Santander)
<b>11:30-12:00</b>	Coffee break (Terraza Edificio H)
<b>12:00-13:40</b>	4 Sesiones paralelas (5 resúmenes)
<b>13:40-15:40</b>	Comida
<b>15:40-17:00</b>	3 Sesiones paralelas (4 resúmenes)
<b>17:00-17:20</b>	Coffee break (Terraza Edificio H)
<b>17:20-18:20</b>	Conferencia Jose Ventura (Auditorio Santander)
<b>18:20-20:00</b>	Brindis de bienvenida (Terraza Edificio Central)
<b>Jueves 5/octubre</b>	
<b>09:20-10:20</b>	Conferencia Emilio Carrizosa (Aula Panamericana)
<b>10:20-11:40</b>	3 Sesiones paralelas (4 resúmenes)
<b>11:40-12:00</b>	Coffee break (Terraza Edificio H)
<b>12:00-13:20</b>	3 Sesiones paralelas (4 resúmenes)
<b>13:20-15:20</b>	Comida
<b>15:20-16:20</b>	Conferencia Mauricio Resende (Aula Panamericana)
<b>16:20-16:40</b>	Coffee break (Terraza Edificio H)
<b>16:40-18:00</b>	3 Sesiones paralelas (4 resúmenes)
<b>18:00-19:30</b>	Asamblea SMIO (Auditorio Santander)
<b>19:30-21:00</b>	Cena del congreso (Planta Baja Edificio ESDAI)
<b>Viernes 6/octubre</b>	
<b>10:00-11:20</b>	3 Sesiones paralelas (4 resúmenes)
<b>11:20-11:40</b>	Coffee break (Planta Baja Edificio Central)
<b>11:40-13:20</b>	3 Sesiones paralelas (5 resúmenes)
<b>13:20-14:00</b>	Clausura (Auditorio Santander)

# PROGRAMA SESIONES PARALELAS

---

<b>Miércoles 4/octubre</b>		<b>12:00 - 13:40 hrs.</b>
<b>Sesión 1: Diseño de Cadena de Suministro (Auditorio Santander 1)</b>		
<b>Chair: Dolores Edwiges Luna</b>		
Resumen	Título	
<b>82</b>	Proveedores logísticos: selección de socios en la formación de redes para 4PL's	
<b>152</b>	Un Problema Jerarquizado Multiobjetivo para Logística Verde	
<b>50</b>	Nuevo modelo multi-objetivo para la operación de un sistema de Cadena de Suministro	
<b>151</b>	Enfoque de política de inventario EOQ y JIT en un diseño multiobjetivo de cadena de suministro.	
<b>143</b>	Efecto de la variabilidad en indicadores de rendimiento en cadena de suministro por medio de simulación	
<b>Sesión 2: Sistemas de Producción (Auditorio Santander 2)</b>		
<b>Chair: Juan A. Díaz</b>		
Resumen	Título	
<b>89</b>	Cotas primales y duales para el problema de formación de células de manufactura considerando secuencias de procesamiento	
<b>147</b>	Minimización del costo debido a la espera por falta de surtimiento de materiales mediante un modelo de programación lineal entera mixta	
<b>77</b>	DETERMINACIÓN DE LOS TAMAÑOS DE LOTE DE TRANSFERENCIA PARA MINIMIZAR EL WIP MEDIANTE ESCENARIOS DE SIMULACIÓN	
<b>97</b>	Reingeniería en una planta de calzado industrial apoyada con simulación	

<b>111</b>	DISEÑO DE SISTEMAS PRODUCTIVOS APLICANDO HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA ESBELTA POR MEDIO DE SIMULACIÓN
<b>Sesión 3A: Aplicaciones de la IO 1 (Aula Magna)</b>	
<b>Chair: Eduardo Cantú</b>	
Resumen	Título
<b>131</b>	Optimización de la dieta de un mexicano promedio
<b>75</b>	Acomodo Óptimo de productos en el almacén de Industrias Químicas de Occidente
<b>69</b>	Impacto socioeconómico de la Investigación de Operaciones
<b>31</b>	A two-stage stochastic programming model for an inventory control problem: a case study for a Mexican retail fashion company
<b>73</b>	Un modelo de programación binivel para un problema de servicios en la nube
<b>Sesión 3B: Aplicaciones multicriterio (Salón G25)</b>	
<b>Chair: Pavel Anselmo Álvarez Carrillo</b>	
Resumen	Título
<b>21</b>	Algoritmo evolutivo de desagregación de preferencias para identificar parámetros inter-criterios del método ELECTRE
<b>132</b>	Aplicación de una metodología multicriterio para la reducción del desperdicio de berenjena en Sinaloa
<b>150</b>	Segmentación de mercado bajo un enfoque multicriterio y multiobjetivo: Una propuesta metodológica
<b>4</b>	TOPSIS with Pythagorean Fuzzy Sets to Multiple Criteria Decision Making applied to Supplier Selection

<b>Miércoles 4/octubre 15:40 - 17:00 hrs.</b>	
<b>Sesión 4: Energía (Auditorio Santander 1)</b>	
<b>Chair: Yajaira Cardona Valdés</b>	
Resumen	Título
<b>96</b>	Modelo robusto estocástico para un problema de producción de biocombustible
<b>25</b>	Despacho Energético Óptimo en Micro-Redes que incluyen fuentes alternas de energía.
<b>29</b>	Diseño de cadenas de suministro para la generación de bioenergía a partir de biomasa en la región de Tulancingo
<b>30</b>	Estrategia de configuración de la cadena de suministro del hidrógeno empleando energías renovables en México
<b>Sesión 5: Empaquetamiento (Auditorio Santander 2)</b>	
<b>Chair: Marta Cabo Nodar</b>	
Resumen	Título
<b>122</b>	Generador de Instancias para el Problema de Empacado de Contenedores con Costo y Tamaño Variable
<b>24</b>	Empaquetamiento de objetos circulares en un contenedor a través de modelos lineales enteros y una estrategia de computación evolutiva
<b>92</b>	Optimización del proceso de contenerización con base en las necesidades térmicas de productos perecederos
<b>20</b>	Solving the 2-dimensional heterogeneous bin packing problem with guillotine cuts
<b>Sesión 6: Diseño territorial (Aula Magna)</b>	
<b>Chair: José Fernando Camacho Vallejo</b>	
Resumen	Título
<b>107</b>	Un modelo matemático para realizar el despliegue de unidades policiales
<b>90</b>	OPTIMIZACION COMBINATORIA Y FRAGMENTACION MUNICIPAL EN MAPAS DISTRITALES

91	Un algoritmo exacto para un problema de diseño territorial
129	Diseño de Zonas Económicas Especiales en el Istmo de Tehuantepec, México, Utilizando Programación Lineal

<b>Jueves 5/octubre</b>		<b>10:20 - 11:40 hrs.</b>
<b>Sesión 7: Humanitaria y Desastres Naturales (Aula Panamericana)</b>		
<b>Chair: Neale Smith</b>		
Resumen	Título	
85	An integer programming model for the prepositioning of emergency supplies	
37	Política de Envío para Centros de Acopio en Caso de Desastres	
87	Estimación de la demanda de ayuda humanitaria en casos de huracán	
148	Cambio de paradigma haciendo uso de modelos de simulación en la entrega del suministro humanitario ante una inundación costera causada por huracán: Un caso de estudio en México	
<b>Sesión 8: Ruteo 1 (Auditorio Santander 1)</b>		
<b>Chair: Federico Alonso Pecina</b>		
Resumen	Título	
22	Evolutionary algorithms for the open vehicle routing problem	
28	Formulación matemática para el problema de ruteo de vehículos abierto heterogéneo con múltiples orígenes y un destino	
128	Una heurística para resolver el problema de ruteo de vehículos para manejo de Inventario	
53	Un Algoritmo de Búsqueda Dispersa para la Composición y Tamaño de la Flota del Problema de Rutas de Vehículos con Recolecciones	

<b>Sesión 9: Transporte urbano (Auditorio Santander 2)</b>	
<b>Chair: Leonardo Gabriel Hernández Landa</b>	
<b>Resumen</b>	<b>Título</b>
<b>88</b>	Análisis del Nivel de Servicio en Sistemas de Bicicletas Compartidas usando Simulación
<b>127</b>	Aplicación de un modelo evolutivo bi-criterio para el problema de redistribución de bicicletas públicas
<b>6</b>	Modelo de optimización integral para programación de autobuses y tripulaciones de manera simultánea, en una empresa dedicada al transporte público de pasajeros
<b>136</b>	Regulación del tráfico de autobuses: Simulación, modelo y optimización

<b>Jueves 5/octubre 12:00 - 13:20 hrs.</b>	
<b>Sesión 10: Salud (Aula Panamericana)</b>	
<b>Chair: Roger Ríos-Mercado</b>	
<b>Resumen</b>	<b>Título</b>
<b>120</b>	Un modelo biobjetivo para transportar pacientes a hospitales
<b>26</b>	FORMULACIONES Y ALGORITMOS DE PROGRAMACIÓN ENTERA PARA LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA DE TRASPLANTES RENALES CRUZADOS
<b>114</b>	Establecimiento de una política de inventario para el servicio de atención prehospitalaria con un enfoque de optimización simulación
<b>47</b>	VERIFICATION OF TRIAGE STANDARD TIMES ACCORDING TO SEVERITY IN A PROJECTED EMERGENCY UNIT USING SIMULATION

**Sesión 11: Planeación y Programación de la Producción (Auditorio Santander 1)****Chair: Yasmin Rios-Solis**

Resumen	Título
<b>113</b>	Dimensionamiento del lote y programación de la producción con moldes de inyección de plástico
<b>94</b>	Modelo de programación por metas para un problema de producción en la industria textil
<b>100</b>	Modelo bi-objetivo entero mixto para un problema de alimentación de partes a una línea de ensamble: caso de estudio en una empresa del ramo automotriz de Ramos Arizpe Coahuila
<b>11</b>	Algoritmo óptimo para el problema de aceptación de órdenes en un ambiente multi-máquinas maximizando utilidad dentro de un periodo único y múltiples tiempos de preparación

**Sesión 12: Transporte (Auditorio Santander 2)****Chair: Nicolas A. Nunez**

Resumen	Título
<b>52</b>	Una solución heurística del problema de asignación de cuotas en las carreteras considerando congestión en las autopistas
<b>130</b>	Modelo de optimización para localización de taxis privados en Lima, Perú
<b>65</b>	Un modelo de programación binivel para la selección de paradas de autobuses y el ruteo de transporte escolar
<b>17</b>	Planificación Flexible de la Tripulación de Vehículos

**Jueves 5/octubre**

**16:40 - 18:00 hrs.**

**Sesión 13: Aplicaciones Agrícolas (Aula Panamericana)**

**Chair: Luca Mavolo**

Resumen	Título
<b>68</b>	Una metaheurística para el diseño de plantas industriales con aplicación al sector lechero
<b>33</b>	Selección de hongos entomopatogénicos para control de la cochinilla del carmín, <i>Dactylopius Opuntiae</i> (Hemiptera: Dactylopiidae): Un enfoque multicriterio
<b>139</b>	Selección de lotes para la producción de manzanilla con programación lineal, AHP y Focus Loss
<b>76</b>	La autogestión de los recursos forestales en México: un enfoque de dinámica evolutiva

**Sesión 14: Proyectos y Procesos de Negocio (Auditorio Santander 1)**

**Chair: J. Reyes Angulo-Cedeño**

Resumen	Título
<b>124</b>	Aplicación de la simulación en BPM para la optimización de procesos de negocio
<b>66</b>	Optimización Heurística de la Administración del Tiempo en Organizaciones Basada en Criterios de Bienestar de la Persona
<b>86</b>	Estado del arte sobre las diferentes estrategias utilizadas para abordar la calendarización con incertidumbre en el problema de cartera de proyectos
<b>142</b>	BI-OBJECTIVE INTEGRATED MULTI-SKILLED WORKFORCE AND RESOURCE-CONSTRAINED PROJECT SCHEDULING PROBLEM WITH MAKESPAN AND NET PRESENT VALUE CRITERIA

**Sesión 15: Aplicaciones de la IO 2 (Auditorio Santander 2)**

**Chair: Alejandro Alvarado Iniesta**

Resumen	Título
<b>70</b>	Representation of Mathematical Learning by Digraphs



<b>145</b>	Exploración de la relación de la retícula académica por una aproximación con el análisis de redes sociales (ARS)
<b>5</b>	Diseño de Nuevos Ensamblajes de Combustible Nuclear Empleando Técnicas Heurísticas
<b>108</b>	OPTIMIZACIÓN MULTI-OBJETIVO DE UN SOPORTE AUTOMOTRIZ POR MEDIO DE PROGRAMACIÓN GENÉTICA MEMÉTICA Y ALGORITMOS GENÉTICOS

<b>Viernes 6/octubre 10:00 - 11:20 hrs.</b>	
<b>Sesión 16: Localización (Auditorio Santander)</b>	
<b>Chair: Martha Selene Casas Ramírez</b>	
<b>Resumen</b>	<b>Título</b>
<b>80</b>	Un enfoque novedoso para un problema de localización de almacenes considerando políticas de inventario
<b>81</b>	El problema (r/p)-centroide negativo
<b>137</b>	Resolviendo el problema binivel de la p-mediana con orden a través de un heurístico híbrido
<b>134</b>	OPTIMIZACIÓN EN UNA CADENA DE SUMINISTRO EN UNA MiPYME DE SERVICIO DE SALUD
<b>Sesión 17: Programación de producción (Salón Central 2)</b>	
<b>Chair: Oliver Avalos-Rosales</b>	
<b>Resumen</b>	<b>Título</b>
<b>133</b>	Nuevos modelos matemáticos para problemas de secuenciación en máquinas paralelas
<b>13</b>	Bi-objective Scheduling on a Restricted Batching Machine
<b>35</b>	TARDINESS MINIMIZATION OF MULTIPLE PARALLEL UNRELATED MACHINES SCHEDULING
<b>63</b>	Resolución del problema Flexible Job Shop con división de lotes

<b>Sesión 18: Métodos estadísticos (Salón Central 11)</b>	
<b>Chair: Gustavo Adolfo Lujan Moreno</b>	
Resumen	Título
<b>83</b>	Simulating a manufacturing process to optimize defective parts generated and the impact of economic losses for the company
<b>123</b>	ANALYSIS OF THE CALCULATION FOR CAPABILITY PROCESS WITH NON-NORMAL DATA THROUGH MONTECARLO SIMULATION
<b>144</b>	EVALUACIÓN NUMÉRICA DEL DESEMPEÑO DE LA CARTA DE CONTROL NO PARAMÉTRICA MULTIVARIADA BASADA EN SEQUENTIAL NORMAL SCORES
<b>78</b>	Design of experiments (DOE) and response surface methodology (RSM) to universally train any machine learning algorithm.

<b>Viernes 6/octubre 11:40 - 13:20 hrs.</b>	
<b>Sesión 19: Inventarios (Auditorio Santander)</b>	
<b>Chair: Leopoldo Eduardo Cárdenas Barrón</b>	
Resumen	Título
<b>105</b>	Un modelo de inventarios que considera las emisiones de carbono y la eliminación de desechos
<b>10</b>	Supplier Selection and Replenishment Policies Including Transportation Freight Rates and Quality
<b>109</b>	APLICACIÓN DE PROGRAMACIÓN LINEAL Y NO LINEAL EN LA OPTIMIZACIÓN DE UN MODELO DE INVENTARIO VMI PARA PRODUCTOS CON DEMANDA INCIERTA EN CADENAS DE SUMINISTRO DE DOS NIVELES
<b>106</b>	Un modelo de inventario con demanda potencial, deterioro y roturas
<b>146</b>	Un modelo de control de inventarios para una empresa comercializadora de reactivos para laboratorios clínicos

<b>Sesión 20: Ruteo 2 (Salón Central 2)</b>	
<b>Chair: Omar Jorge Ibarra Rojas</b>	
<b>Resumen</b>	<b>Título</b>
<b>117</b>	Un problema bi-objetivo de ruteo de vehículos centrado en el cliente con enfoque medioambiental
<b>71</b>	Ruteo de vehículos para el transporte de turistas, con carga y descarga de personas
<b>16</b>	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE RUTEO DE VEHÍCULOS CON COSTOS ACUMULADOS CONSIDERANDO INDICES DE PRIORIDAD
<b>116</b>	VRP considerando indicadores de accesibilidad como medida de desempeño
<b>154</b>	Propuesta de un modelo para el problema de distribución de moneda metálica en México
<b>Sesión 21: Aplicaciones de la IO 3 (Salón Central 11)</b>	
<b>Chair: Laura Plazola Zamora</b>	
<b>Resumen</b>	<b>Título</b>
<b>93</b>	Un modelo de programación binivel para un problema de control del mercado: aplicación a la industria petrolera
<b>112</b>	MODELO DE RUTA MÁS CORTA PARA UNA EMPRESA DEL SECTOR AGROINDUSTRIAL E INDUSTRIA CÁRNICA
<b>56</b>	Particiones primal-dual y refinada primal-dual de los problemas de programación lineal semi-infinita con coeficientes acotados
<b>34</b>	Ingeniería afectiva aplicada a modelos binivel de migración humana
<b>54</b>	ADAPTACION DEL ALGORITMO DE BÚSQUEDA GRAVITACIONAL (GSA) APLICADO AL PROBLEMA DE ASIGNACIÓN GENERALIZADA

## **RESÚMENES**

---

**Miércoles 4/octubre**

**12:00 - 13:40 hrs.**

**Sesión 1: Diseño de Cadena de Suministro (Auditorio Santander 1)**

**Chair: Dolores Edwiges Luna**

## **Resumen 82**

### **Proveedores logísticos: selección de socios en la formación de redes para 4PL's.**

Dolores Edwiges Luna	Universidad de las Américas, Puebla
Juan A. Díaz	Universidad de las Américas, Puebla
José Fernando Camacho Vallejo	Universidad Autónoma de Nuevo León
Martha Selene Casas Ramirez	Universidad Autónoma de Nuevo León

En las cadenas de suministro es cada vez más frecuente el uso de proveedores logísticos. Estos proveedores ofrecen un amplio rango de servicios a sus clientes, que van desde ofrecer únicamente almacenamiento y transporte, a la completa administración de la logística de una compañía. Para poder atender a las preferencias de cada cliente, los 4PL's forman redes de proveedores 2PL's y 3PL's, de tal manera que puedan minimizar los costos tanto fijos como variables de sus servicios. Por otro lado, las compañías seleccionan a sus proveedores logísticos evaluando las características de cada proveedor utilizando modelos matemáticos y procesos de jerarquía analítica (AHP por sus siglas en inglés) para clasificarlos. De esta manera, la selección de socios en la formación de redes 4PL se puede modelar utilizando programación matemática bi-nivel en donde el nivel superior es el 4PL que está seleccionando proveedores para los diferentes servicios y el nivel inferior son las compañías que buscan obtener un servicio con los proveedores que ellos mejor clasifican. En este trabajo se propone un modelo para representar esta situación y se hacen pruebas preliminares para evaluarlo.

## Resumen 152

### **Un Problema Jerarquizado Multiobjetivo para Logística Verde.**

Luis Alberto Salazar Zendeja

Tecnológico de Monterrey

José Luis González Velarde

Tecnológico de Monterrey

Martine Labbe

Université Libre de Bruxelles,  
Bélgica

José Fernando Camacho Vallejo

Universidad Autónoma de  
Nuevo León

En esta investigación un problema logístico es modelado como un problema binivel con dos objetivos en el nivel superior y un solo objetivo en el nivel inferior en donde dicho problema busca un equilibrio ecológico y de costos inmersos al momento de llevarse a cabo las tareas correspondientes a la cadena de suministro. Para el modelo resultante se desarrolló una heurística GRASP en donde se hace un algoritmo VND en la parte de la búsqueda local, posteriormente se muestran resultados preliminares para algunas instancias seleccionadas. Debido al comportamiento del nivel inferior en el problema, se hace uso del tipo de modelación de Modelos de Opción Múltiple (Multiple Choice Models) para transformar el problema binivel a uno de un solo nivel y así hacer uso de métodos exactos para resolverlo. Finalmente, se hacen cambios en los enfoques de modelación del nivel superior con el propósito de obtener un mayor entendimiento del problema y poder concebir un método más analítico y exacto para tratar de obtener mejores soluciones.

## Resumen 50

### Nuevo modelo multi-objetivo para la operación de un sistema de Cadena de Suministro.

Ángel David Téllez Macías

Universidad Autónoma  
Metropolitana Unidad  
Azcapotzalco

Antonin Ponsich

Universidad Autónoma  
Metropolitana Unidad  
Azcapotzalco

Roman Anselmo Mora-Gutiérrez

Universidad Autónoma  
Metropolitana Unidad  
Azcapotzalco

En este trabajo, se presenta un nuevo modelo bi-objetivo entero-mixto no lineal (MILP, por sus siglas en inglés) para un sistema de cadena de suministro multi-producto de 3 escalones (proveedores, fábricas, centros de distribución y clientes). El primer objetivo consiste en maximizar las utilidades, incluyendo ganancias, costos de inversión (apertura de plantas y centros de distribución) y de operación (producción y transporte). Por otro lado, se busca simultáneamente minimizar la cantidad total de retraso en la entrega de los productos a los clientes, con respecto a fechas de entrega establecidas. Para ello, se requiere determinar cuántas fábricas y cuántos centros de distribución deben ser abiertos de un conjunto dado; las cantidades de cada producto manufacturadas en cada fábrica abierta; los flujos de los diferentes productos entre capa del sistema global (de proveedores a fábricas, de fábricas a centros de distribución y de centros de distribución a clientes). Las restricciones imponen capacidades limitadas de producción en las fábricas y de almacenamiento en los centros de distribución, mientras que se tiene que cumplir con los pedidos de los clientes. Se propone adaptar el algoritmo NSGA-II para encontrar un conjunto de soluciones eficientes en el sentido de Pareto.

## **Resumen 151**

### **Enfoque de política de inventario EOQ y JIT en un diseño multiobjetivo de cadena de suministro.**

Aaron Guerrero Campanur	Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Uruapan
Elias Olivares Benítez	Universidad Panamericana
Rodolfo E. Pérez	Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Apizaco

En los últimos años, el enfoque de producción basado en Economic Order Quantity (EOQ) y Just-In-Time (JIT) ha tenido gran impacto en la gestión de inventarios. En esta investigación se presenta un problema de localización-inventario multiobjetivo en una cadena de suministro de tres niveles considerando el enfoque de políticas de inventario relacionadas con EOQ y JIT. El diseño de cadena de suministro incorpora decisiones tácticas y estratégicas con múltiples minoristas y grupos de potenciales plantas y almacenes. Se plantea un modelo de programación no lineal multiobjetivo, que busca la minimización de costos de operación de la cadena de suministro y la minimización de la cantidad de la orden orientada hacia la filosofía JIT. El modelo se resuelve con un enfoque de  $\epsilon$ -restricción para generar el frente de Pareto.



### **Resumen 143**

#### **Efecto de la variabilidad en indicadores de rendimiento en cadena de suministro por medio de simulación.**

Yamil Mejía	Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Celaya
Salvador Hernández González	Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Celaya
José Alfredo Jiménez García	Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Celaya

Alcanzar un nivel de servicio al cliente en una cadena de suministro depende de cumplir con objetivos logísticos específicos, cantidades, tiempos y costos con una inversión aceptable para todas las partes y una característica inherente a cualquier sistema que involucre actividad humana y elementos físicos es la variabilidad. La problemática que atiende este artículo radica en determinar cómo afectan tres casos diferentes de variabilidad en los tiempos de servicio y tiempos de arribo en medidas de desempeño de la cadena de suministro. En este estudio se limita a trabajo en proceso y tiempo de ciclo. Se generó una cadena de suministro de tres niveles en Promodel, un diseño con tres diferentes casos de variabilidad: baja, moderada y alta y se calcularon parámetros Gamma representativos a las diferentes clases de variabilidad. Estos datos se ingresaron como tiempos de procesos y tiempos de llegadas estocásticas del modelo. Los resultados obtenidos demuestran un comportamiento diferente al esperado ya que a mayor variabilidad el modelo genera tiempos de ciclo e inventario en proceso menores, con respecto al escenario de variabilidad baja. Por lo que no es viable utilizar este método de simulación para realizar este análisis.

**Miércoles 4/octubre**

**12:00 - 13:40 hrs.**

**Sesión 2: Sistemas de Producción (Auditorio Santander 2)**

**Chair: Juan A. Díaz**

**Resumen 89**

**Cotas primales y duales para el problema de formación de células de manufactura considerando secuencias de procesamiento.**

Juan A. Díaz

Universidad de las Américas,  
Puebla

Dolores Edwiges Luna

Universidad de las Américas,  
Puebla

En este trabajo se estudia el Problema de Formación de Células de Manufactura considerando la secuencia de procesamiento de las partes (PFCMSP). Se presenta una formulación del problema basada en cobertura de conjuntos y una metodología basada en la generación de columnas para la obtención de cotas inferiores, usando dicha formulación. Adicionalmente, se presenta un algoritmo de temple simulado que permite encontrar soluciones factibles del problema, que proporciona cotas superiores iniciales de buena calidad y también un conjunto de columnas para inicializar el problema maestro. Debido a que resolver el problema de "pricing" requiere de mucho esfuerzo computacional, se propone también un algoritmo heurístico que permite encontrar soluciones factibles para dicho problema. Para evaluar la metodología propuesta se utiliza un conjunto de instancias de prueba de la literatura y se comparan los resultados de la metodología propuesta con los resultados que se obtienen utilizando un modelo clásico del problema y un software comercial de optimización. De acuerdo con los resultados computacionales obtenidos, se observa que la metodología propuesta proporciona cotas inferiores y superiores de calidad con un esfuerzo computacional razonable.

**Resumen 147****Minimización del costo debido a la espera por falta de surtimiento de materiales mediante un modelo de programación lineal entera mixta.**

José E. Franco	Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Celaya
José Alfredo Jiménez García	Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Celaya
Salvador Hernández González	Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Celaya
Víctor J. Avilés	GKN

This article presents a way of minimizing the cost due to the waiting for the lack of supplies in the production lines of a lean manufacturing organization in the automotive sector. The problem of interest arises when a production line stops producing and/or expects to start production due to the lack of material supplies. The objective is to determine with simulation and through a model of mixed integer linear programming the resources, the good management and the optimal number of these, as well as the personnel in charge, routes, movements and optimal times for the supply of materials that go from the warehouse area to the production lines. The result of the research is reflected in the reduction of waiting times due to lack of materials, which represents a significant reduction of the cost generated by the lack of material supplies in the production lines.

**Resumen 77****DETERMINACIÓN DE LOS TAMAÑOS DE LOTE DE TRANSFERENCIA PARA MINIMIZAR EL WIP MEDIANTE ESCENARIOS DE SIMULACIÓN.**

Juan Guillermo Almaráz Mendoza	Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Celaya
José Alfredo Jiménez García	Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Celaya
Salvador Hernández González	Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Celaya
Vicente Figueroa Fernández	Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Celaya
Miguel Ángel Melchor Navarro	Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Celaya

Este artículo presenta una manera de minimizar el inventario de trabajo en proceso (WIP), en el área de producción de una empresa del ramo metal mecánica. La problemática de interés se presenta en el proceso, que se ve afectado por los grandes lotes y el ineficiente flujo de materiales. El objetivo fue determinar el tamaño de lote de transferencia para minimizar el WIP, mediante escenarios de simulación, con la ayuda del software Promodel se desarrolló un modelo de simulación representativo de un sistema real, se analizó y se mejoraron las condiciones de operación en relación al exceso de trabajo en proceso. El resultado de la investigación se reflejó en la reducción de los tiempos de entrega, lo cual represento una disminución significativa del WIP.

**Resumen 97****Reingeniería en una planta de calzado industrial apoyada con simulación.**

Rubén Calderón	Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
Marco Antonio Montufar	Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
Eva Hernández	Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

Este trabajo utiliza la simulación dentro del contexto de la Reingeniería de procesos para el caso de una industria de Calzado Industrial. En el primer y segundo paso de la Reingeniería se conceptualiza el problema, en la tercera etapa se mide el proceso actual de producción que presenta las mayores oportunidades, para posteriormente generar una propuesta de cambio en el proceso de fabricación mediante un modelo simulación realizado en Arena, por ultimo se experimentó con la solución propuesta, la cual consistió en unir dos líneas de producción y encontrar los parámetros de diseño óptimos. Los resultados indicaron que la tasa de producción aumenta aproximadamente en un 28% con el nuevo rediseño, utilizando los mismos recursos.

**Resumen 111****DISEÑO DE SISTEMAS PRODUCTIVOS APLICANDO HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA ESBELTA POR MEDIO DE SIMULACIÓN.**

Omar Rivera López	Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Celaya
José Alfredo Jiménez García	Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Celaya
Salvador Hernández González	Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Celaya
Vicente Figueroa Fernández	Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Celaya

Las empresas con el tiempo han ido evolucionado de una manera rápida enfrentando problemas como suelen ser las competencias entre las mismas, problemas productivos, entre otros. Es por ello que dichas compañías recurren a herramientas que puedan resolver problemas de manera rápida con el objetivo de eliminar procesos que no aporten valor y minimicen sus costos. En este contexto se presentan los resultados de una investigación realizada en el diseño de sistemas de producción basados en la selección y aplicación de las herramientas de la filosofía lean adaptadas por medio de la simulación de eventos discretos con el software ProModel. Los resultados obtenidos muestran los comandos para la correcta aplicación de las herramientas por medio de simulación, este diseño puede ser aplicado a futuras experimentaciones de modelos de producción real simulado con el software ProModel así como considerarse una herramienta de apoyo para alumnos de ingeniería logrando comprender y aplicar sus conocimientos de las herramientas lean por medio de simulación.

**Miércoles 4/octubre**

**12:00 - 13:40 hrs.**

**Sesión 3A: Aplicaciones de la IO1 (Aula Magna)**

**Chair: Eduardo Cantu**

### **Resumen 131**

#### **Optimización de la dieta de un mexicano promedio.**

Martín Zanabria

Universidad Nacional  
Autónoma de México

Esther Segura

Universidad Nacional  
Autónoma de México

México tiene datos alarmantes de sobrepeso y desnutrición, los cuales provienen de una dieta que no cubre sus necesidades nutrimentales. De acuerdo con el INSP, siete de cada 10 adultos padece exceso de peso (sobrepeso u obesidad). De acuerdo al Banco Mundial el 5 % de la población adulta de México tiene problemas de desnutrición. Por otro lado, las personas que inician una dieta tienen dos problemas los cuales son el costo de la misma y el tiempo que les lleva preparar y cocinar los alimentos.

Se tomaron los siguientes parámetros para la elaboración del modelo:

- Datos estadísticos para la media de estatura y peso de un mexicano.
- Ecuación de Harris-Benedict para calcular el metabolismo Basal, nivel de actividad física y cantidad de calorías para la dieta.
- NOM-051-SCFI/SSA1-2010 para determinar las restricciones del modelo de los nutrientes necesarios y su factor de conversión calorías a gramos.
- Las variables son alimentos que no requieren preparación.

De tal forma que la función objetivo minimiza el costo de la dieta y satisface los requerimientos nutricionales estipulados por la NOM-051-SCFI/SSA1-2010.

**Resumen 75****Acomodo Óptimo de productos en el almacén de Industrias Químicas de Occidente.**

Dolores Luquín-García

Universidad Panamericana

Omar Rojas

Universidad Panamericana

El objetivo del trabajo es la aplicación de un modelo de programación lineal entera para la optimización del espacio en el almacén de productos terminados en una empresa de pinturas de Guadalajara. El modelo considera el acomodo de 590 productos en 970 localizaciones, lo cual da un total de 572,300 variables a considerar, correspondientes a los productos A de la clasificación ABC. Se plantearon dos escenarios; el primero optimizó el espacio disponible del almacén, pero debido a la aleatoriedad inherente en el modelo, el acomodo se saltaba localizaciones contiguas. En el segundo escenario se consideró una restricción adicional, buscando que cada localización se llenara por lo menos al 97.5% antes de pasar a la siguiente. El primer escenario logró una mejora del 9.2% en el espacio total disponible, mientras en el segundo se dispuso de un 25.9% más de espacio en el almacén.



## **Resumen 69**

### **Impacto socioeconómico de la Investigación de Operaciones.**

Eduardo Cantu

ALEPH 5

---

Mediante herramientas de apoyo a los procesos operativos, analíticos y administrativos de diferentes organizaciones la Investigación de Operaciones ha incrementado su participación en el mercado mexicano pero aún estamos lejos de tener una práctica propia. Además del conocimiento y uso de las técnicas, necesitamos desarrollar herramientas nacionales que respondan correctamente a las necesidades del mercado. La formación profesional en la Investigación de Operaciones ha descuidado hasta la fecha el incentivar el emprendimiento como forma de trabajo para los profesionales de la Investigación de Operaciones, permitiendo una pérdida de valor social y económico importante para el país.

En esta plática, se comentan algunas ideas sobre la importancia social y económica de motivar esta actividad emprendedora y se plantea una visión sobre el tamaño de la oportunidad y las necesidades del mercado.

Con 30 años de experiencia en la práctica de la Investigación de Operaciones, el autor compartirá experiencias y puntos de vista que estimularán la visión de la audiencia sobre la Investigación de Operaciones en México.

---

**Resumen 31****A two-stage stochastic programming model for an inventory control problem: a case study for a Mexican retail fashion company.**

Miguel A. Moreno

Universidad Panamericana

Samuel Nucamendi-Guillén

Universidad Panamericana

Yajaira Cardona Valdés

Centro de Investigación en  
Matemáticas Aplicadas.  
Universidad Autónoma de  
Coahuila

In this article we study a multi-product, multi-period inventory control problem with demand uncertainty. We formulate a two-stage stochastic model, minimizing the incurred costs when deciding the size for initial purchase and future replenishment orders, as well as costs of inventory and shortage. As a result, a supply plan is determined with the purpose of minimizing shortage during the stage of major uncertainty and minimizing inventory at the end of the time horizon. A case study involving a Mexican fashion retail company was conducted to assess the performance of the two-stage stochastic model. Simulated scenarios were created using historical data provided by the company. The model is solved using CPLEX 12.6 as solver. Preliminary results demonstrate that the formulation works effectively by avoiding shortage for the period of major uncertainty in around 60% and increasing sales above 57% respect to the real sales for the season.

### Resumen 73

#### Un modelo de programación binivel para un problema de servicios en la nube.

Lilian López	Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas, Universidad Autónoma de Nuevo León
José Fernando Camacho Vallejo	Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas, Universidad Autónoma de Nuevo León
Luce Brotcorne	INRIA Lille Nord-Europe, Francia

Recientemente han tenido un auge muy notorio los servicios en la nube (cloud services), sin embargo aún no existen muchos modelos de programación matemática que nos ayuden a analizar situaciones relacionadas con este tema. Es por esto que estudiamos una situación en la cual se debe de fijar un precio y decidir la cantidad disponible para el servicio, pero sin perder de vista la satisfacción del cliente. Esto último se mide mediante la calidad del servicio tomando en cuenta funciones de congestión. Para modelar esta problemática, proponemos un modelo de programación binivel con un líder y múltiples seguidores dependientes. El hecho de que los seguidores compitan por un mismo recurso conduce a buscar el equilibrio entre ellos y así poder tener una reacción racional aceptable. Se presenta el modelo matemático y varias simplificaciones con su respectivo análisis de propiedades, así como una comparación que muestra ventajas y desventajas entre ellos.

**Miércoles 4/octubre**

**12:00 - 13:40 hrs.**

**Sesión 3B: Aplicaciones multicriterio (Salón G25)**

**Chair: Pavel Anselmo Álvarez Carrillo**

### **Resumen 21**

#### **Algoritmo evolutivo de desagregación de preferencias para identificar parámetros inter-criterios del método ELECTRE.**

Pavel Anselmo Alvarez Carrillo

Universidad de Occidente

Juan Carlos Leyva López

Universidad de Occidente

Christopher Félix Cabada

Universidad de Occidente

La definición de parámetros inter-criterios del método ELECTRE III puede ser una tarea muy compleja para un decisor. El enfoque de desagregación de preferencias da soporte a los decisores simplificando los valores de entrada de los métodos para la toma de decisiones. El método de desagregación solicita por parte del decisor, un conjunto de referencia  $A^*$ , que corresponde a valoraciones holísticas de las alternativas de decisión. El trabajo que aquí presentamos es un algoritmo evolutivo mono objetivo que infiere los parámetros inter-criterios del método ELECTRE-III. El algoritmo aplica un enfoque de desagregación de preferencias, que utiliza como conjunto de referencias un pre orden total de un conjunto de alternativas y un ordenamiento total del conjunto de criterios de mayor a menor importancia. Con ello, el algoritmo evolutivo genera como resultado el conjunto de pseudo-criterios; pesos ( $w$ ), umbral de indiferencia ( $q$ ), umbral de preferencia ( $p$ ) y umbral de veto ( $v$ ) que corresponden a parámetros de entrada del método ELECTRE (parámetros inter-criterios). Las pruebas realizadas generan como resultado, conjuntos de parámetros inter-criterios que permiten generar un ordenamiento similar al ordenamiento de entrada del decisor. Los formatos de entrada pueden ser un orden total o un pre orden total. La bondad de este algoritmo se enfoca en la facilidad para generar parámetros, que reflejan las preferencias del decisor y que en algunos casos los decisores no están dispuestos o capacitados para definir, reduciendo así el trabajo y esfuerzo del mismo.

## **Resumen 132**

### **Aplicación de una metodología multicriterio para la reducción del desperdicio de berenjena en Sinaloa.**

Elsa Verónica Larreta

Universidad de Occidente

Juan Carlos Leyva López

Universidad de Occidente

Diego Alonso Gastelum Chavira

CONACYT – UdeO

La berenjena es una hortaliza de bajo consumo en México; sin embargo, su producción genera divisas importantes por concepto de exportación. El estado de Sinaloa es el de mayor producción nacional, con un 96.5% de su producción total, no obstante, se desperdicia aproximadamente el 30% de su producción. Por tanto, ello genera un impacto negativo en el ámbito económico, ambiental y social donde los más afectados son los productores.

En este artículo se presentan resultados preliminares de un proyecto relacionado con el diseño de nuevos productos basado en las preferencias del consumidor, bajo el paradigma de análisis multicriterio para la toma de decisiones. Concretamente se presentan resultados preliminares para el diseño de un nuevo producto derivado de la berenjena. Con la ayuda del tomador de decisiones, utilizando la metodología del pensamiento enfocado en el valor (Value Focused Thinking, VFT), se logró estructurar el problema de decisión hasta la generación de alternativas de diseño de nuevos productos del problema de aprovechamiento de la merma de berenjena, alineados a los objetivos organizacionales de una empresa hortícola de exportación de Navolato, Sin.

## **Resumen 150**

### **Segmentación de mercado bajo un enfoque multicriterio y multiobjetivo: Una propuesta metodológica.**

Diego Alonso Gastelum Chavira

CONACYT – UdeO

---

Juan Carlos Leyva López

Universidad de Occidente

---

Como concepto general, la segmentación consiste en dividir algo en partes más pequeñas. Ésta se puede ver desde diferentes perspectivas como marketing, inteligencia artificial, biología, entre otras. Dentro de las organizaciones, especialmente en las organizaciones con fines de lucro, la segmentación de mercado juega un papel importante en la comercialización. Teóricamente, los individuos dentro de segmentos de mercado, comparten similitud en algunas variables que fueron consideradas en un estudio de mercado. Ante ello, es posible aplicar estrategias de marketing particulares en el diseño de nuevos productos o para la penetración en el mercado; donde, probablemente, los individuos del mismo segmento respondan de manera similar a esas estrategias de mercadeo. Sin embargo, la segmentación de mercado es un problema para las organizaciones debido a que puede realizarse de diferentes maneras, incluyendo diversos criterios y métodos. En este trabajo, se presenta una propuesta de segmentación de mercado bajo un enfoque del análisis multicriterio para la toma de decisiones y modelado como un problema de optimización multiobjetivo. El problema de segmentación en cuestión, está relacionado con el problema de diseño de nuevos productos. Las variables para la segmentación corresponden principalmente al uso y conocimiento de productos que los consumidores compran o utilizan.

---

**Resumen 4**  
**TOPSIS with Pythagorean Fuzzy Sets to Multiple Criteria Decision Making applied to Supplier Selection.**

Luis Pérez-Domínguez	Universidad Autónoma de Ciudad Juárez
Alejandro Alvarado-Iniesta	Universidad Autónoma de Ciudad Juárez
Andrés Hernández-Gómez	Universidad Autónoma de Ciudad Juárez
David Luviano-Cruz	Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

The supplier selection is considered a multi-criteria decision making problem given that it includes different characteristics such as the alternatives to evaluate, the multiple criteria involved as well as the group of decision makers (DMs) with different preferences. Likewise, the literature reports numerous methods to support in this difficult activity of choosing the best supplier. However, there are still some gaps in these methods for example; manipulate the imprecision and uncertainty linked to opinions and preferences of the DMs about alternatives and criteria. Therefore, it is imperative to further develop research in this field. In this sense, the purpose of this paper is to report an application between TOPSIS and Pythagorean fuzzy sets applied to the selection of suppliers with a focus on multi-criteria and environment of the multi-group..

**Miércoles 4/octubre**

**15:40 - 17:00 hrs.**

**Sesión 4: Energía (Auditorio Santander 1)**

**Chair: Yajaira Cardona Valdés**

### **Resumen 96**

#### **Modelo robusto estocástico para un problema de producción de biocombustible.**

Yajaira Cardona Valdés

Universidad Autónoma de Coahuila

Krystel Castillo Villar

Universidad de Texas en San Antonio, EUA

En esta plática se abordará un problema de diseño de cadena de suministro que considera incertidumbre en dos características presentes en la materia prima: la humedad y la ceniza. Además, de considerar incertidumbre en la demanda. La incertidumbre se representa a través de un conjunto de escenarios.

Típicamente existen dos procesos que transforman la materia prima en biocombustible, uno termoquímico y un bioquímico. Ambos procesos requieren que los niveles de humedad y ceniza presentes en la materia prima estén por debajo de ciertos umbrales de aceptación, cuando éstos valores son excedidos es necesario llevar a cabo un preprocesamiento que lleve a la materia prima a los niveles requeridos.

El problema se modela como un modelo robusto estocástico de dos estados en el que se considera como decisión de primer estado la determinación de cuántas y cuáles biorefinerías abrir, su capacidad y la tecnología con que operará. Las decisiones de segundo estado consisten en determinar la cantidad de materia prima a enviar por los proveedores a las biorefinerías, la cantidad de materia prima que se preprocesará, y determinar la cantidad de demanda insatisfecha. El modelo minimiza el costo fijo por abrir biorefinerías más el costo total esperado de transporte, preprocesamiento, conversión a biocombustible y la penalización por demanda insatisfecha.

Se presenta un caso de estudio para el estado de Texas, Estados Unidos. Además, se presenta el beneficio de la incorporación de incertidumbre a través de las métricas del Valor Esperado de la Información Perfecta y el Valor de la Solución Estocástica.



## Resumen 25

### Despacho Energético Óptimo en Micro-Redes que incluyen fuentes alternativas de energía.

Daniel Santillan-Lemus	Universidad Politécnica de Tulancingo
------------------------	---------------------------------------

Hertwin Minor-Popocatl	UPAEP University
------------------------	------------------

Omar Aguilar-Mejía	Universidad Politécnica de Tulancingo
--------------------	---------------------------------------

En este trabajo se revisa el Problema del Despacho Económico para una micro-red de energía eléctrica, conectada a una malla superior para transferencia bi-direccional de energía, dicha micro-red contiene módulos solares fotovoltaicos, generadores eólicos y generadores convencionales diésel, además considera un programa de estímulo a los clientes para controlar su demanda [1]. Se propone una extensión al modelo donde se consideran los costos de regeneración de los contaminantes producidos en la generación convencional [2].

La Estrategia de Despacho busca reducir al mínimo el costo de combustible de los generadores convencionales, los costos de transacción por la transferencia de energía y los costos por regeneración de polución emitida. El modelo se presenta con un enfoque de programación matemática, mono-objetivo no-lineal, la implementación se realiza en Lingo 16.0 y se considera un caso de estudio para probar su validez y funcionalidad.

[1] Xiaohua Xia Nnamdi I. Nwulu, "Optimal dispatch a microgrid incorporating renewables and demand response," *Renewable Energy*, pp. 16-28, 2017.

[2] Xingyue Liu, Ming Ding Hongbin Wu, "Dynamic economic dispatch of a microgrid: Mathematical model and solution algorithm," *Electrical Power and Energy Systems*, pp. 336-346, 2014.

## **Resumen 29**

### **Diseño de cadenas de suministro para la generación de bioenergía a partir de biomasa en la región de Tulancingo.**

Edgar León

Universidad Politécnica de  
Tulancingo

Hertwin Minor-Popocatl

Universidad Popular  
Autónoma del Estado de  
Puebla

En este artículo se propone un modelo de programación matemática para el diseño de la cadena de suministro para la producción de bio-combustible a partir de bio-masa agrícola, sobre la base de las características propias de la región de Tulancingo de Bravo, Hidalgo, México. El problema es formulado como un modelo de optimización, con múltiples parcelas, un conjunto de centros de distribución potenciales, un conjunto de bio-refinería potenciales y clientes. Se propone un conjunto de instancias para establecer la validez del modelo, este es implementado en CPLEX (Versión 12.5).

### **Resumen 30**

#### **Estrategia de configuración de la cadena de suministro del hidrógeno empleando energías renovables en México.**

Jorge R. Pérez-Gallardo

CIMAT-Aguascalientes

Sofía De León-Almaraz

Institute National  
Polytechnique de Toulouse,  
Francia

La economía del hidrógeno podría estimular y aumentar la penetración de fuentes renovables al solucionar la intermitencia de éstas y utilizarse en pilas de combustible estacionarias o en vehículos eléctricos.

El propósito de este trabajo fue desarrollar una estrategia para evaluar la viabilidad de la producción y distribución de hidrógeno empleando energías renovables (ERs) en México. Primero, se identificaron los sitios de generación de ERs existentes y potenciales a lo largo de todo el país. Luego, el mercado potencial de H<sub>2</sub> fue estimado. Finalmente, la resultante cadena de suministro que integre los proveedores de ERs-productores de H<sub>2</sub>-usuarios finales fue modelada para determinar a nivel nacional la configuración óptima a largo plazo. Tres casos de estudio considerando el costo y las emisiones de CO<sub>2</sub> como objetivos de interés a optimizar son evaluados. El método  $\epsilon$ -restricciones para la optimización multi-objetivo y la aplicación de una estrategia de análisis multi-criterio fueron empleados para encontrar la configuración que ofrece el mejor compromiso.

Esta metodología permite indagar la evolución de la cadena de suministro a diferentes intervalos dentro del tiempo de análisis fijado. Las configuraciones resultantes para cada caso planteado ofrecen una perspectiva del potencial de asociar ERs-H<sub>2</sub> como una alternativa prometedora y competitiva en México.

**Miércoles 4/octubre**

**15:40 - 17:00 hrs.**

**Sesión 5: Empaquetamiento (Auditorio Santander 2)**

**Chair: Marta Cabo Nodar**

## **Resumen 122**

### **Generador de Instancias para el Problema de Empacado de Contenedores con Costo y Tamaño Variable.**

Alejandro Estrada	Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Ciudad Madero
-------------------	---

Héctor Fraire	Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Ciudad Madero
---------------	---

Juan Frausto	Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Ciudad Madero
--------------	---

Laura Cruz-Reyes	Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Ciudad Madero
------------------	---

Claudia Gómez	Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Ciudad Madero
---------------	---

En este artículo el problema de empaquetado de objetos en contenedores cuyo costo y volumen es variable (VCSBPP por sus siglas en inglés). En este problema se considera que los volúmenes y costos de selección de los contenedores pueden ser diferentes y no correlacionados, supuesto más realista con respecto a otras variantes del problema. El objetivo es determinar los contenedores requeridos para empaquetar todos los objetos de tal manera que se minimice el costo total de los contenedores seleccionados. En este trabajo se propone un generador de instancias para el VCSBPP, diseñado para producir instancias con las características reportadas en la literatura del estado del arte del problema. Para cada elección de los parámetros de las instancias requeridas, se generan 30 instancias, cada una de las cuales se genera utilizando una semilla diferente del generador de número aleatorios. Esto asegura la reproducibilidad de las instancias generadas y permite reducir la cantidad de experimentos requeridos para realizar pruebas de hipótesis no paramétricas del desempeño de algoritmos no deterministas. Para validar el enfoque que se propone, se describe la construcción de un nuevo benchmark para VCSBPP, el cual incluye la solución que se obtiene al resolver las instancias con una heurística del estado del arte y con CPLEX 12.5.

## Resumen 24

### **Empaquetamiento de objetos circulares en un contenedor a través de modelos lineales enteros y una estrategia de computación evolutiva.**

Rafael Torres Escobar	CADIT. Universidad Anáhuac México. Campus Norte
Jose Antonio Marmolejo Saucedo	Universidad Panamericana
Igor Litvinchev	Universidad Autónoma de Nuevo León
José Daniel Mosquera Artamonov	Universidad Autónoma de Nuevo León

El problema de empaquetamiento (packing) es un problema de optimización que busca la disposición adecuada y eficiente de varios objetos (círculos, rectángulos, etc.) en un contenedor de forma regular o irregular. El interés en estos problemas ha crecido debido a sus aplicaciones prácticas. Las principales formulaciones matemáticas para este problema son modelos de optimización no lineal, sin embargo, los optimizadores fallan al encontrar la solución óptima cuando el número de objetos es grande. En este trabajo, se expone un modelo lineal entero para el problema a través del uso de una malla regular en la que se ubican potenciales puntos de asignación de los objetos que se quieren empaquetar. El modelo se resuelve mediante el optimizador Gurobi en conjunto con el lenguaje de programación Python. Los resultados muestran que la tecnología Gurobi-Python es viable en la resolución de problemas de optimización de gran escala. También se propone una estrategia de solución basada en computación evolutiva a través de un algoritmo que simula el comportamiento de los monos.

## **Resumen 92**

### **Optimización del proceso de contenerización con base en las necesidades térmicas de productos perecederos.**

Liliana Bermúdez

Universidad Autónoma de  
Nuevo León

Jania Saucedo

Universidad Autónoma de  
Nuevo León

Del total de la producción mundial de perecederos solo el 10% es objeto de comercio internacional, 30% se pierde en la poscosecha y el 60% es consumido dentro del país de origen. Es determinante entonces, mejorar los diferentes procesos de conservación existentes dentro de la cadena de frío, ya que deber ser tratada de manera cuidadosa pero eficiente, para concluir con éxito su distribución hasta el consumo final. Estos productos deben ser enviados en condiciones estrictamente controladas de temperatura y almacenamiento, por lo cual el uso de contenedores refrigerados es indispensable.

La presente investigación propone una aplicación del Pallet Loading Problem para el proceso de contenerización con base en las necesidades térmicas de productos perecederos. Se desea empaquetar un número limitado de pallets rectangulares dentro de un contenedor refrigerado, con la finalidad de maximizar su capacidad de carga. El MIP se resuelve de forma exacta usando GAMS/CPLEX, empleando una cuadrícula regular aproximada al contenedor y considerando los nodos de la misma como posibles posiciones para asignar centros de los pallets rectangulares.

## Resumen 20

### Solving the 2-dimensional heterogeneous bin packing problem with guillotine cuts.

Marta Cabo Nodar

ITAM

Julia A. Bennell

University of Southampton,  
Reino Unido

Antonio Martínez Sykora

University of Southampton, reino  
Unido

We present a two-dimensional bin packing problem with guillotine cuts and heterogeneous bins. Bins, in this case, are rectangles of different sizes. Pieces are irregular convex polygons that can be freely rotated and reflected. The objective is to minimise the utilization of the bins while answering the question of whether it is worth having a mix of different bin sizes. We assume that we have a finite number of bin sizes, and for each size, we have an unlimited number of bins. Any solution approach must decide how to group pieces to be packed together, which bin type to use and the packing pattern for each subset of pieces assigned to each bin.

We have developed a beam search algorithm that takes into account the different bin sizes, and exploits the possibility of having a mix of bins. Beam search is a heuristic that uses a tree structure of nodes and branches. Each node represents a packed bin. In creating a node, we decide the type of bin that node should hold, then a constructive algorithm selects and places the pieces in the bin to generate a packing pattern. A local evaluation function will decide which of the created nodes to keep for each parent node. A clear candidate for this function is to focus on utilization. This will favour tightly packed bins, a decision that may end in the use of more bins with lower utilization at the end of the tree. In order to avoid this case, we need to consider that it may be worth sacrificing utilization at the early stages if this decision favours a more even distribution of pieces across the bins in the final solution. Thus new local evaluation functions need to be tested. The global evaluation prunes branches by constructing and evaluating a complete solution, which also considers the different bin sizes we have available. We generate a complete solution using a constructive heuristic that packs one bin of each type at each level, deciding at each level which bin type to keep and repeating this procedure until all pieces are packed. As with the local evaluation, using a decision criterion that only takes into account the quality of a single bin, like utilization or absolute waste, may not accurately represent which branch will report the best results. Thus our criterion to select which bin size to keep must also take into account the unplaced pieces. Finally, to compare the solutions on each branch we focus solely on percentage of utilization. We compare our results with the case when only one bin size is available, thus investigating whether it is worth spending more computational time finding a solution that uses a mix of bin sizes.

**Miércoles 4/octubre**

**15:40 - 17:00 hrs.**

**Sesión 6: Diseño territorial (Aula Magna)**

**Chair: José Fernando Camacho Vallejo**

### **Resumen 107**

#### **Un modelo matemático para realizar el despliegue de unidades policiales.**

José Fernando Camacho Vallejo

Universidad Autónoma de  
Nuevo León

Martha Selene Casas Ramírez

Universidad Autónoma de  
Nuevo León

Juan A. Díaz

Universidad de las Américas,  
Puebla

Dolores Edwiges Luna

Universidad de las Américas,  
Puebla

Preocupados por la inseguridad que se presenta en el estado de Nuevo León, la alcaldía de un municipio particular de la zona urbana ha emprendido un plan para aumentar la confianza y seguridad de la población. Un componente específico de dicho plan consiste en realizar el despliegue de unidades policiales en todo el municipio. En esta charla vamos a describir la situación completa, y se mostrará un modelo matemático para ubicar los diferentes tipos de unidades policiales de tal forma que puedan atender un llamado o prevenir un delito en un tiempo corto. El modelo tiene como novedad que considera unas probabilidades de ocurrencia de los delitos previamente determinadas por otro componente del plan de acción; además, el hecho de ubicar diferentes tipos de unidades policiales implica que sus respectivos tiempos de atención también cambien. Se mostrarán algunos resultados preliminares que ilustran como funciona dicho plan y se dan recomendaciones a seguir por la alcaldía para disminuir los crímenes en dicho municipio.



**Resumen 90****OPTIMIZACION COMBINATORIA Y FRAGMENTACION MUNICIPAL EN MAPAS DISTRITALES.**

David Romero

Universidad Nacional  
Autónoma de México

Canek Peláez

Universidad Nacional  
Autónoma de México

La elaboración de mapas distritales en México implica atender satisfactoriamente retadores problemas técnicos y espinosas cuestiones políticas, tales como los inherentes a la geometría de los municipios. En particular, por razones históricas muchos municipios se encuentran de origen fragmentados espacialmente, dificultando los procesos que procuran la minimización del número de municipios que no están totalmente dentro de un mismo distrito electoral.

En distritación electoral, tanto a nivel federal como estatal, se plantea entonces la necesidad de formar previamente municipios virtuales uniendo -de modo razonable- todos los fragmentos de cada municipio fragmentado con uno o más municipios adyacentes no-fragmentados. Con el objeto de ofrecer soporte científico a la toma de decisiones en este contexto, se presenta en esta plática un algoritmo heurístico y automatizado de optimización combinatoria que resuelve una variante del conocido problema del bosque mínimo de Steiner en un grafo.

## Resumen 91

### **Un algoritmo exacto para un problema de diseño territorial.**

María Gabriela Sandoval Esquivel

Universidad de las Américas,  
Puebla

Juan A. Díaz

Universidad de las Américas,  
Puebla

El problema de diseño territorial consiste en dividir un área geográfica en territorios que sean del mismo tamaño y que cumplan con características espaciales de contigüidad, compacidad y balanceo. Las aplicaciones de este problema incluyen, por ejemplo, el diseño de distritos electorales y territorios comerciales. En este trabajo partimos de un modelo de programación entera para este problema que tiene como objetivo una medida de dispersión derivada del problema de p-centro. El modelo incluye restricciones de balanceo con respecto a varias actividades y restricciones de contigüidad. Se propone un método de solución mediante un algoritmo exacto que hace uso de varias simplificaciones del modelo de programación entera original para reducir la carga computacional. El algoritmo se probó con instancias del problema generadas artificialmente a partir de información real de un caso real. El método propuesto ofrece soluciones óptimas en un tiempo significativamente menor a un modelo de programación entera.

## Resumen 129

### **Diseño de Zonas Económicas Especiales en el Istmo de Tehuantepec, México, Utilizando Programación Lineal.**

Nestor Miguel Cid Garcia	Centro de Investigación en Geografía y Geomática 'Ing. Jorge L. Tamayo', A.C.
Nohemi Alvarez Jarquin	Centro de Investigación en Geografía y Geomática 'Ing. Jorge L. Tamayo', A.C.
Ma. Loecelia Guadalupe Ruvalcaba Sanchez	Centro de Investigación en Geografía y Geomática 'Ing. Jorge L. Tamayo', A.C.
Juan Gabriel Correa Medina	Centro de Investigación en Geografía y Geomática 'Ing. Jorge L. Tamayo', A.C.

Para abatir las brechas de desarrollo económico entre los estados, el gobierno mexicano ha propuesto el establecimiento de zonas económicas especiales en las regiones más pobres del país. Una zona económica especial es un área geográfica delimitada dentro de las fronteras de un país donde las reglas del negocio son generalmente más liberales, ya que cuentan con múltiples beneficios laborales y fiscales que les permiten elevar el nivel económico de la región a través de la generación de empleos de calidad, el crecimiento de exportación, la inversión gubernamental y la transferencia de tecnología, sólo por mencionar algunas actividades. En esta investigación se presenta una metodología para generar zonas económicas especiales en el Istmo de Tehuantepec, México, una de las regiones más pobres del país pese a sus ventajas naturales y logísticas. La metodología propuesta se basa en dos formulaciones matemáticas de programación lineal entera mixta que son resueltas a optimalidad y que consideran la Ley Federal de Zonas Económicas Especiales establecida por el gobierno mexicano para planear y establecer dichas zonas. Resultados experimentales basados en instancias reales validan la metodología y proporcionan una visualización gráfica de la solución.

**Jueves 5/octubre**

**10:20 - 11:40 hrs.**

**Sesión 7: Humanitaria y Desastres Naturales (Aula Panamericana)**

**Chair: Neale Smith**

**Resumen 85**

**An integer programming model for the prepositioning of emergency supplies.**

Neale Smith

Tecnológico de Monterrey

Jonnatan Aviles

Universidad del Azuay,  
Ecuador

Most existing research in Humanitarian Logistics addresses response optimization. However, preparedness is also a very important factor with respect to the success of a humanitarian response. In this research, an integer programming model is presented to optimize the location of facilities to store prepositioned emergency supplies. Proper locations for such supplies can decrease response times in emergency situations, which is critical to the success of the operations. The proposed model considers budget constraints and response times, as well as possible disaster scenarios.

### Resumen 37

#### **Política de Envío para Centros de Acopio en Caso de Desastres.**

Elma Irais Mora Ochomogo

Tecnológico de Monterrey

Marco Serrato

Tecnológico de Monterrey

Jaime Mora-Vargas

Tecnológico de Monterrey-  
CEM

Cada año miles de personas se ven perjudicadas a causa de desastres naturales en México. Así que diferentes dependencias de gobierno y organizaciones no gubernamentales se enfrentan al reto de asistir a estas poblaciones.

De acuerdo a la Cruz Roja Mexicana, alrededor del 80% de las donaciones que se reciben para atender emergencias son en especie y se recolectan por medio de Centros de Acopio. Debido a la gran cantidad de donaciones que pasarán por estos puntos, las decisiones que se tomen tendrán un gran impacto en el resto de la cadena y por ende en la ayuda que se proveerá a las personas damnificadas.

Se desarrolló un Modelo de Decisión de Markov que incorpora la dinámica de los Centros de Acopio, con el fin de desarrollar una Política Monótona Óptima que facilite la toma de decisiones dentro de los mismos. Concretamente, la decisión que involucra la frecuencia y cantidad a enviar a la zona afectada, considerando los costos sociales, así como los costos logísticos de las operaciones.

**Resumen 87****Estimación de la demanda de ayuda humanitaria en casos de huracán.**

---

Juan Gaytán Iniestra	Facultad de Ingeniería, UAEM
----------------------	------------------------------

---

Oscar Rodríguez-Espíndola	Aston Business School, Aston University, Reino Unido
---------------------------	--

---

Beatriz Nora Espinosa Mulia	Facultad de Ingeniería, UAEM
-----------------------------	------------------------------

---

Un problema significativo para el diseño de planes de ayuda humanitaria es la incertidumbre en la cantidad de personas que requieren ayuda para evacuar los lugares que habitan. Existen múltiples discusiones acerca de los factores que afectan la decisión de las personas para evacuar, sin embargo se ha concluido que varían entre sociedades. Por ello, esta investigación indaga acerca de los factores que afectan la decisión de evacuar en casos de huracán en México. Se combinaron factores documentados en la literatura con factores relacionados con la acción de las autoridades mexicanas en eventos anteriores y las experiencias de la población. Los resultados de una encuesta aplicada en el país se utilizaron para generar un modelo de utilidad aleatoria capaz de estimar el número de personas a evacuar en caso de huracanes en México. Estos muestran la necesidad de considerar la percepción de las acciones ejecutadas por las autoridades, la ubicación y servicios ofrecidos en los albergues y la percepción del riesgo. Además, el análisis indica que existe una gran diferencia entre personas que ya han vivido una experiencia previa respecto a los que no la han vivido.

---

**Resumen 148****Cambio de paradigma haciendo uso de modelos de simulación en la entrega del suministro humanitario ante una inundación costera causada por huracán: Un caso de estudio en México.**

Gaston Vertiz	Autonomous University State of Mexico
Oscar Cruz	Autonomous University State of Mexico
Santiago Apolonio	Autonomous University State of Mexico

La ayuda humanitaria ante una inundación costera causada por un huracán en México, comienza con la declaración de emergencia del gobierno realizándola entre 12 y 72 horas antes del impacto. En ese momento la SEMAR y la SEDENA, empiezan a predefinir albergues, y centros de distribución, junto con la evacuación de las personas, donde algunas abandonan sus hogares por sus propios medios y otras permanecen en ellos. El cambio de paradigma considera dos fases. La primera contempla un modelo de simulación para transportar a las personas hacia los albergues viables y operativos, donde los evacuados permanecen durante cuatro días, contemplando la ayuda preposicionada en centros de distribución. Los suministros en esta fase, se obtienen con recursos del gobierno para realizar las adquisiciones de manera oportuna, transportándolas y entregándolas hacia los centros de distribución, haciendo uso de organizaciones humanitarias especializadas. La segunda fase considera otro modelo para el suministro que abarca cuatro días más; período de duración de los efectos remanentes de un huracán. Los suministros requeridos son adquiridos por fuentes de ayuda nacional e internacional, canalizándose hacia la Cruz Roja Mexicana y al DIF Estatal, para transportarlos y entregarlos, en albergues y a la población que no evacuó sus hogares.

**Jueves 5/octubre**

**10:20 - 11:40 hrs.**

**Sesión 8: Ruteo 1 (Auditorio Santander 1)**

**Chair: Federico Alonso Pecina**

**Resumen 22**

**Evolutionary algorithms for the open vehicle routing problem.**

Efrain Ruiz

Instituto Tecnológico de  
Saltillo

---

In this work we use two evolutionary algorithms (Genetic algorithms and Particle Swarm Optimization) to obtain upper bounds for instances of the open vehicle routing problem. We present several encoding procedures as well as different strategies for local search designed to work with both type of algorithms. Using the different encoding procedures and the evolutionary algorithms several heuristics were generated. Computational experiments using the benchmark instances, are presented showing the performance of the obtained heuristics and their results are compared. As conclusion the results indicate that the PSO with the Route and Predecessor decoders performs better than the other heuristics.

---



## **Resumen 28**

### **Formulación matemática para el problema de ruteo de vehículos abierto heterogéneo con múltiples orígenes y un destino.**

Alejandra Gómez Padilla

Universidad de Guadalajara

Samuel Nucamendi-Guillén

Universidad Panamericana

Eduardo Díaz Medina

Universidad Panamericana

En este trabajo se presenta una formulación entera mixta para el problema de vehículos abierto con capacidades heterogéneas, diversos puntos de origen y cuyas rutas comparten el destino. Este trabajo está inspirado en una problemática industrial real de una empresa de la rama de plásticos. La empresa subcontrata el servicio de recolección de materia prima con diversos transportistas (nodos) a lo largo del territorio, los cuales disponen de una flota diversa en cantidad de vehículos y capacidad de los mismos. Cada transportista maneja costos de contratación independientes entre sí. El problema consiste en seleccionar los transportistas y los tipos de vehículo a contratar, así como las rutas a realizar a fin de minimizar el costo total derivado de la tarifa de contratación y el costo generado por la distancia de todas las rutas. La formulación es implementada en un caso de estudio para la compañía. Los resultados obtenidos muestran que la formulación es capaz de resolver el caso a optimalidad en un tiempo computacional razonable.

## Resumen 128

### Una heurística para resolver el problema de ruteo de vehículos para manejo de Inventario.

Federico Alonso Pecina	Universidad Autónoma del Estado de Morelos
Irma Yázmin Hernandez-Baez	Universidad Autónoma del Estado de Morelos
Roberto Enrique Lopez-Daz	Universidad Autónoma del Estado de Morelos
Alma Delia Nieto-Yañez	Universidad Autónoma del Estado de Morelos

En este trabajo abordamos el problema del enrutamiento de vehículos para manejo de inventario (IRP) propuesto en el ROADEF / EURO Challenge 2016 . En este problema es necesario entregar un producto (oxígeno líquido) a los clientes, minimizando el cociente de relación logística y respetando las restricciones. El cociente de relación logística consiste en la suma de todos los costes asociado al problema dividido por la cantidad total de producto entregado. Para lograr la minimización del cociente es necesario determinar el itinerario de cada trabajador, asignándole un camión y la cantidad del producto que debe entregar en sus paradas. Los costos del IRP son: el transporte del producto, el salario de los conductores y el costo asociado con el pago de un lugar a un conductor para descansar en la noche, cuando sea necesario. Cada cliente posee un tanque de almacenamiento, con su capacidad respectiva, y un nivel mínimo de seguridad que debe ser mantenido. Para cada cliente, el consumo por hora del producto se sabe de antemano. Se desarrolló un algoritmo heurístico basado en la búsqueda local iterada. Este heurístico primero encuentra una solución inicial factible y después la solución se mejora iterativamente con una combinación del criterio de metrópolis y simple búsqueda local.

### Resumen 53

#### **Un Algoritmo de Búsqueda Dispersa para la Composición y Tamaño de la Flota del Problema de Rutas de Vehículos con Recolecciones.**

María Del Carmen Fernández-García	Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México
Miguel Ángel Gutiérrez-Andrade	Universidad Autónoma Metropolitana, Iztapalapa
Abel García-Nájera	Universidad Autónoma Metropolitana, Cuajimalpa

Se sabe que el Problema de Rutas de Vehículos con Recolecciones (PRVR) es NP-duro. Consideramos una variante del PRVR conocida como la Composición y Tamaño de la Flota del Problema de Rutas de Vehículos con Recolecciones (CTFPRVR), en la cual se tiene una flota heterogénea (compuesta por un número ilimitado de vehículos de cada tipo) con diferentes costos fijos de acuerdo a sus tamaños. En esta variante hay tanto clientes de entrega como clientes de recolección, los primeros deben ser atendidos antes de los segundos. Consideramos un costo unitario por cada unidad de distancia recorrida. El objetivo de la CTFPRVR es diseñar un conjunto de rutas tales que la distancia total viajada y los costos fijos son minimizados. Se diseñó e implementó un algoritmo de búsqueda dispersa para resolver la CTFPRVR. Se probó el algoritmo en 36 casos de prueba de la literatura y se mejoró la solución conocida de tres de estos.

**Jueves 5/octubre**

**10:20 - 11:40 hrs.**

**Sesión 9: Transporte urbano (Auditorio Santander 2)**

**Chair: Leonardo Gabriel Hernández Landa**

**Resumen 88**

**Análisis del Nivel de Servicio en Sistemas de Bicicletas Compartidas usando Simulación.**

Adrián Ramírez-Nafarrate

ITAM

---

Las bicicletas compartidas se han vuelto un medio de transporte muy popular alrededor del mundo. Por lo regular, las bicicletas se utilizan para realizar viajes cortos que se complementan con otros medios de transporte. Los sistemas de bicicletas compartidas son una opción ecológica, saludable y eficiente en ciudades donde el transporte público suele ser ineficiente y/o insuficiente. Sin embargo, el grado de aceptación por parte de los usuarios depende del nivel de servicio recibido. Es decir, la posibilidad de que un usuario pueda tomar una bicicleta o dejar una bicicleta inmediatamente después de su llegada a la estación tiene un impacto significativo en su satisfacción. En esta presentación discutiremos cómo la política de inventario de bicicletas en una estación impacta diferentes métricas del nivel de servicio. En particular, presentaremos una simulación de eventos discretos de un subconjunto de estaciones que pertenecen al sistema existente en la Ciudad de México. Además, se discutirán múltiples áreas de oportunidad de la investigación de operaciones en la planeación y operación de este tipo de sistemas.

---

**Resumen 127****Aplicación de un modelo evolutivo bi-criterio para el problema de redistribución de bicicletas públicas.**

Javier Garcia-Gutierrez

Facultad de Ingeniería –  
UAEMéx

Javier Romero-Torres

Centro Universitario  
Nezahualcóyotl - UAEMéx

Las características peculiares de los Sistemas de Bicicletas Públicas (SBPs) no han permitido el desarrollo de una metodología estándar para administrar las operaciones de redistribución de bicicletas. La falta de simetría espacial y temporal en los patrones de movilidad generan un desbalanceo del sistema, resultando esto en estaciones sin bicicletas, o al contrario, en estaciones sin anclajes suficientes para dejar las mismas, lo que representa un impacto fuerte en su nivel de servicio a los usuarios. Las operaciones de reubicación de bicicletas implican una gran cantidad de recursos, y en algunos casos, los impactos al ambiente por la redistribución son equivalentes a los que originalmente estaban destinados a mitigar con el SPB. En este trabajo, se presenta la problemática de una entidad gubernamental a cargo de las operaciones de un SPB en México, la cual desea realizar las operaciones de redistribución al mínimo costo, y al mismo tiempo, impactar lo menor posible a los niveles de servicio para el usuario. Este modelo conocido como Problema Dinámico de Redistribución de Bicicletas Públicas es planteado aquí como un modelo de optimización bi-objetivo (costo – nivel de servicio) y es resuelto con la ayuda del algoritmo evolutivo multi-objetivo conocido como NSGA II.

## **Resumen 6**

### **Modelo de optimización integral para programación de autobuses y tripulaciones de manera simultánea, en una empresa dedicada al transporte público de pasajeros.**

Isidro Soria Arguello

Universidad Anáhuac México

---

Christopher Mejía Argueta

Eindhoven University of  
Technology, Países Bajos

---

El exponencial crecimiento poblacional provoca problemas de movilidad dentro de las ciudades y entre ellas, generando grandes retos operativos al transporte público, comúnmente etiquetado de ineficiente y caro. Actualmente, existen brechas metodológicas y prácticas en el problema de asignación de vehículos a corridas, tripulaciones y programación de mantenimiento; ya que no hay modelos integrales y los existentes están respaldados en supuestos no operativos para todos los países al enfocarse en problemas con restricciones específicas de operación como jornadas de trabajo de un día y terminales dentro de la misma ciudad.

El problema es importante porque las empresas realizan las asignaciones de manera empírica y manual en las terminales. Generando una ineficiente estrategia que ocasiona pérdidas estimadas del 12% total de ventas mensuales. La presente investigación propone un modelo genérico de optimización que permite programar autobuses, tripulaciones y talleres en forma simultánea, minimizando costos operativos.

El modelo es validado en una empresa que tiene una flota heterogénea de 1,000 autobuses, 2100 operadores, atendiendo 500 corridas diarias en 70 terminales con 15 talleres. Los resultados muestran que el modelo integral mejora el desempeño global comparado con métodos secuenciales; atendiendo el 100% de las corridas con un menor número de autobuses.

---

### **Resumen 136**

#### **Regulación del tráfico de autobuses: Simulación, modelo y optimización.**

Leonardo Gabriel Hernández Landa	Universidad Autónoma de Nuevo León
Miguel Lorenzo Morales Marroquín	Universidad Autónoma de Nuevo León
Yasmin Rios-Solis	Universidad Autónoma de Nuevo León

El desempeño de las rutas de transporte urbano se ven afectadas en sus trayectos por la incertidumbre que genera el mismo ambiente (tráfico, clima, demanda, día de la semana, etc.). Esto ocasiona que la planeación original sea perturbada con problemas como el “bus bunching” o desfase de la frecuencia de paso y por lo tanto provoque retrasos o adelantos no planeados. Se presenta un modelo entero mixto, que busca reorganizar y optimizar el estado del sistema cuando la ruta se ve afectada. El modelo usa la estrategia de paro en línea (holding stop problem) considerando una función para el tiempo de subida y bajada del autobús dependiendo de la capacidad y la demanda. Se simula el comportamiento de una línea BRT (Bus Rapid Transit) y se re optimiza el sistema mediante el uso de un solver computacional ligado al simulador directamente y se alimenta la información para optimizar la ruta de transporte.

**Jueves 5/octubre**

**12:00 - 13:20 hrs.**

**Sesión 10: Salud (Aula Panamericana)**

**Chair: Roger Ríos-Mercado**

**Resumen 120**

**Un modelo biobjetivo para transportar pacientes a hospitales.**

Joaquín Pacheco

Universidad de Burgos,  
España

Irma García C.

Universidad Autónoma de  
Coahuila

Yajaira Cardona Valdés

Universidad Autónoma de  
Coahuila

Lara Velasco

Universidad de Burgos,  
España

En el presente trabajo se estudia la problemática de mejorar las rutas de transporte de pacientes a centros hospitalarios. La transportación se realiza en vehículos compartidos y se tratan los llamados traslados puerta a puerta. El problema se puede modelar como un DARP que es un problema de ruteo de vehículos tipo Dial-a-Ride, donde se busca minimizar los costos de transporte y al mismo tiempo los inconvenientes de los usuarios. Al tratar con personas con movilidad reducida o que acuden a un hospital a recibir algún tratamiento, se pretende que el viaje sea lo más corto posible. Se plantea un modelo biobjetivo y se presenta un caso de estudio de una ciudad del norte de México que necesita trasladar pacientes a una ciudad vecina a recibir tratamientos especializados. Se mostrará la problemática que se presenta y los resultados al aplicar modelos matemáticos para mejorar los procedimientos de transportación de pacientes.



**Resumen 26****FORMULACIONES Y ALGORITMOS DE PROGRAMACIÓN ENTERA PARA LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA DE TRASPLANTES RENALES CRUZADOS.**

Lizeth Carolina Riascos Alvarez	Universidad Autónoma de Nuevo León
Roger Ríos-Mercado	Universidad Autónoma de Nuevo León
Jonathan Bard	The University of Texas at Austin, EUA

El Problema de Trasplantes Renales Cruzados (KEP, por sus siglas en inglés), abordado en esta investigación, se trata de intercambiar donantes entre parejas paciente-donante incompatibles (PDPs) entre sí, buscando que cada paciente reciba un riñón compatible. Adicionalmente, se considera también la participación de donantes altruistas, aquellas que desean donar un riñón sin recibir nada a cambio. Dependiendo de la infraestructura médica y de la legislación local, el re-emparejamiento puede dar lugar a ciclos o cadenas de PDPs de diversa cardinalidad. En esta investigación se proponen dos nuevos modelos de programación entera, los cuales son comparados empíricamente con un diverso número de formulaciones y algoritmos de solución existentes en la literatura de diferentes variantes de este problema, obteniendo resultados altamente competitivos, especialmente cuando se consideran ciclos de baja cardinalidad y cadenas irrestrictas. Las pruebas fueron realizadas en instancias basadas en datos clínicos reales de un programa de intercambio de riñones en los Estados Unidos.

**Resumen 114****Establecimiento de una política de inventario para el servicio de atención prehospitalaria con un enfoque de optimización simulación.**

Luis Enrique Vázquez

Posgrado Ingeniería, UNAM

Esther Segura

Facultad de Ingeniería, UNAM

Este artículo presenta una política para la administración del inventario para los insumos y artículos médicos (IAM) que se requieren en el departamento de servicio de atención prehospitalaria (SAPH) en el campus de CU de la UNAM, valiéndose de dos herramientas fundamentales en la investigación de operaciones, como son la simulación y la optimización. La metodología de solución se organiza en 3 conjuntos de pasos: en el primer conjunto se desarrolla el análisis de datos, donde se establece un algoritmo para determinar la demanda de IAM, se hace el pronóstico de la demanda con vectores autoregresivos y SARIMAs. En el segundo conjunto, se desarrolla un modelo de optimización no lineal con variables de decisión enteras, donde la función objetivo es minimizar los costos de inventario, considerando que se tiene restricciones de presupuesto, restricción de tamaño de lote, restricción de nivel de inventario, restricción de entrega de tiempo en múltiplos y de stock de seguridad. En el tercer conjunto, se realiza un modelo de simulación para validar la política establecida contra la demanda de IAM. Por último, se implementa la política de inventario que se estructuró, considerando las necesidades de tiempo y cantidad en un sistema de revisión continua.

**Resumen 47****VERIFICATION OF TRIAGE STANDARD TIMES ACCORDING TO SEVERITY IN A PROJECTED EMERGENCY UNIT USING SIMULATION.**

Francisco Ramis

Universidad del BioBio, Chile

Liliana Neriz

Universidad de Chile, Chile

The purpose of the paper is to show the importance of introducing in the phase of design, or redesign, of hospital facilities a process approach that integrates the flows that will take place once the facilities enters in operation and the key performance indicators that will be obtained. This, will enable to build or adapt facilities with a clear orientation to the patient. A detailed example is presented, where it is verified the compliance with the Emergency Severity Index (ESI) times at an Emergency Department of a paperless projected public hospital in Chile. Using the average Time to Doctor (TTD) of patients, the operation of the adult care area is analyzed by using a simulation model. To do this, the different areas involved in the process are identified, which are modeled based on the seven steps methodology proposed by Law (2016). The simulation model is built and validated using expert judgment and supporting statistical data. Then, three scenarios are studied, resulting one of them in an 80% decrease in the average TTD of patients compared to the original model, by mainly modifying the number of procedure rooms.

**Jueves 5/octubre**

**12:00 - 13:20 hrs.**

**Sesión 11: Planeación y Programación de la Producción  
(Auditorio Santander 1)**

**Chair: Yasmin Rios-Solis**

**Resumen 113**

**Dimensionamiento del lote y programación de la producción con  
moldes de inyección de plástico.**

Yasmin Rios-Solis	Universidad Autónoma de Nuevo León
Omar Jorge Ibarra Rojas	Universidad Autónoma de Nuevo León
Edgar Possani	ITAM
Marta Cabo Nodar	ITAM

Este trabajo se refiere a un entorno de fabricación donde conjuntos de piezas se ensamblan para formar diferentes productos. El objetivo es maximizar el beneficio de los productos ensamblados. Cada pieza puede procesarse en un conjunto de moldes con diferentes velocidades de producción. Los moldes deben montarse en máquinas con los tiempos de instalación correspondientes. El punto clave de nuestra metodología es un enfoque de descomposición en el que en una primera etapa se determina el tamaño del lote de los productos finales junto con las asignaciones molde-máquina, permitiendo que un molde se utilice en más de una máquina al mismo tiempo. En la segunda etapa, para cada período, determinamos si hay una programación factible de los moldes, sino, repetimos la primera etapa que prohíbe la solución actual, repitiendo ambas etapas hasta que se encuentre la programación óptima. Implementamos nuestro enfoque en instancias generadas aleatoriamente y varios casos de estudio reales. Los resultados experimentales muestran que nuestro enfoque es capaz de encontrar una solución de alta calidad en una cantidad razonable de tiempo computacional.

**Resumen 94****Modelo de programación por metas para un problema de producción en la industria textil.**

Rodolfo Monroy

Universidad de Guadalajara

Carlos Navarro

Universidad de Guadalajara

Laura Plazola Zamora

Universidad de Guadalajara

El presente trabajo aborda un problema de producción en la empresa la Rueda, dentro de la industria textil ubicada en la zona metropolitana de Guadalajara (ZMG) dedicados a la elaboración de indumentaria de manta. Inicialmente se resuelve el modelo de programación entera, como resultado se obtienen las cantidades óptimas a producir de cada tipo de prenda, de acuerdo con la proporción de mayor demanda. Posteriormente, dada la intención de entrar al nicho de mercado de la ropa infantil, la empresa considera que se debe satisfacer la demanda de esta línea para poder tener participación en este rubro, se construye un problema de programación por metas ponderadas. Los resultados muestran un aumento del 40% en utilidades, al celebrar contratos con otro taller que maquile 800 prendas al mes. De igual manera se observa que los recursos no son suficientes para cubrir la demanda de mercado, siendo esto una oportunidad de crecimiento futuro.

## Resumen 100

### **Modelo bi-objetivo entero mixto para un problema de alimentación de partes a una línea de ensamble: caso de estudio en una empresa del ramo automotriz de Ramos Arizpe Coahuila.**

Vanesa Avalos Gaytán	Universidad Autónoma de Coahuila
Yajaira Cardona Valdés	Universidad Autónoma de Coahuila
Jessica Mora Del Bosque	Universidad Autónoma de Coahuila

Se aborda el Problema de Alimentación de Partes a una Línea de Ensamble. Todas las partes son almacenadas en una bodega descentralizada y deben ser repartidas a la línea de ensamble mediante un tren de remolque, el cual es cargado con contenedores llenos de las partes que son demandadas. El tren sale de la bodega hacia las estaciones de trabajo de la línea, entregando las partes demandadas y recogiendo los contenedores que están completamente vacíos, finalmente regresa a la bodega para ser nuevamente cargado de contenedores de partes demandas y repite el proceso de reparto hasta que se satisface la demanda total de las partes en la línea de producción. En el problema se dispone de  $N$  recorridos, de los cuales se debe determinar cuáles se usarán, cada cuándo y cuánta carga llevarán en cada recorrido.

El problema es modelado matemáticamente como un modelo lineal entero mixto con dos objetivos, donde el objetivo principal es minimizar el número de recorridos que el tren realizará y posteriormente se determina cuánta carga llevará el tren por recorrido de forma que se satisfaga la demanda de la línea de producción, minimizando el inventario en esta misma como segundo objetivo. Los objetivos son resueltos lexicográficamente. Los resultados que se presentan corresponden a un caso de estudio de una empresa de giro automotriz de Coahuila.

## **Resumen 11**

### **Algoritmo óptimo para el problema de aceptación de órdenes en un ambiente multi-máquinas maximizando utilidad dentro de un periodo único y múltiples tiempos de preparación.**

Federico Trigos

Tecnológico de  
Monterrey/EGADE Business  
School

Eduardo Manuel López

NCA Europa

---

En esta investigación se estudia el problema de aceptación de un número de órdenes de trabajo para un periodo único en el que cada orden dependiendo de su tamaño requiere de uno o varios procesos de preparación (setup & re-setups); se tienen disponibles un número de máquinas donde un set de ellas puede realizar la operación que requiere una orden en específico, pero no son necesariamente equivalentes en tiempos y costos. Se propone un algoritmo basado en flujo en redes para resolver el problema a optimalidad. Se presentarán algunos ejemplos para mostrar la eficiencia del algoritmo. Este trabajo es una extensión de una investigación desarrollada y presentada con anterioridad en congreso SMIO 2016.

---

**Jueves 5/octubre**

**12:00 - 13:20 hrs.**

**Sesión 12: Transporte (Auditorio Santander 2)**

**Chair: Nicolas A. Nunez**

**Resumen 52**

**Una solución heurística del problema de asignación de cuotas en las carreteras considerando congestión en las autopistas.**

José Guadalupe Flores Muñiz

Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas, Universidad Autónoma de Nuevo León

Vyacheslav Kalashnikov

Tecnológico de Monterrey, Campus Monterrey

Vladik Kreinovich

University of Texas at El Paso, EUA

Nataliya Kalashnykova

Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas, Universidad Autónoma de Nuevo León

El problema de la asignación óptima de cuotas en las carreteras es un problema que ha sido estudiado desde hace ya mucho tiempo. Este problema consiste en una compañía que se encarga de asignar una cuota en algunas carreteras de una autopista para que después los conductores decidan la ruta que tomarán basados en el objetivo de minimizar su gasto total por el tiempo de viaje más el pago de las cuotas. Una forma de modelar este problema es utilizando programación bi-nivel. Los modelos que se han formulado de esta manera, han sido realizados considerando el tiempo de viaje de como una función lineal, sin embargo, es bien sabido que los tiempos de traslado no se comportan de manera esta manera por el efecto de la congestión que se genera en las carreteras cuando la demanda es muy grande. Por lo anterior, en este trabajo extendemos los resultados sobre este problema considerando el tiempo de traslado como una función cuadrática que depende del flujo de los vehículos en la autopista. En este trabajo se presenta el modelo del problema, así como distintos algoritmos propuestos de solución y una comparación de la eficiencia entre ellos.



## **Resumen 130**

### **Modelo de optimización para localización de taxis privados en Lima, Perú.**

Nicolas A. Nunez

Solidus Research, Perú

---

En los últimos años la industria del taxi global ha sido revolucionada por la introducción de empresas como Uber y Cabify que se distinguen por el uso de tecnologías móviles. En el caso peruano la ausencia de regulación ha permitido la aparición de compañías de taxis privados, configurando un entorno altamente competitivo para la entrada de nuevos actores, en donde el posicionamiento del servicio basado en la calidad es un factor clave para la supervivencia del negocio.

Para esto, se formula un modelo basado en el problema general de localización de instalaciones (FLP), en que el objetivo es definir un conjunto de puntos para estacionamiento que minimicen la distancia esperada de llegada a las zonas que tienen mayor demanda. En los resultados preliminares se puede apreciar que el modelo exhibe mejor performance en horario valle, siendo consistente con la alta saturación vial que tiene Lima Metropolitana en las horas pico; a partir del cual se deriva la investigación orientada a plantear modelos dinámicos para instantes de mayor congestión vial.

---

**Resumen 65****Un modelo de programación binivel para la selección de paradas de autobuses y el ruteo de transporte escolar.**

Demetrio Briones

CIMAT

Saúl Domínguez Casasola

CIMAT

Jonás Velasco

CIMAT

En muchos procesos de toma de decisiones existe gente con diferentes niveles de jerarquía encargada de tomar las decisiones, por ejemplo, a un nivel superior esta el lider y después los subordinados. Consideramos el caso más simple de tal situación donde solo hay dos tomadores de decisión, a eso se debe el nombre de binivel o dos niveles, caso particular del problema de programación multinivel. En este trabajo se presenta una reformulación del problema de selección de paradas de autobuses y ruteo de transporte escolar (SBRP por sus siglas en inglés, School Bus Routing Problem) como un problema de programación binivel. Para resolver el problema binivel se implementó un algoritmo de solución secuencial basado en el solver de CPLEX. Los resultados experimentales muestran que, para un conjunto de casos de referencia reportados en la literatura, el método es capaz de encontrar soluciones de buena calidad en tiempos de cómputo razonable.

## Resumen 17

### Planificación Flexible de la Tripulación de Vehículos.

Citlali Olvera

Universidad Autónoma de  
Nuevo León

Yasmin Rios-Solis

Universidad Autónoma de  
Nuevo León

Las agencias de transporte de autobuses tienen que asignar sus recursos (vehículos y conductores) para cubrir horarios. Por lo general, el objetivo es minimizar los costos operacionales en términos del uso de vehículos y de los salarios de los conductores, mientras que las restricciones operacionales para los vehículos y las regulaciones laborales para los conductores estén satisfechas. Nos basamos en el problema de planificación flexible de la tripulación de vehículos (FVCS) en donde se propone un modelo de programación lineal de enteros para asignar un conjunto de horarios a un vehículo y un conductor, considerando las siguientes limitaciones: (i) la compatibilidad de los pares viaje-vehículo, viaje-conductor, conductor de vehículo para las líneas diferentes; (ii) regulaciones laborales, es decir, un conductor tiene una duración de servicio limitado, descansos obligatorios y un tiempo de conducción consecutivo. En el presente trabajo nosotros enriquecemos el problema y la modelación matemática al incluir límites en el número de permutas de vehículos que un conductor puede tener a lo largo de su horario diario, consideraremos además la programación de cada vehículo para reabastecimiento de combustible, el balanceo de carga laboral entre los conductores, así como la priorización de trabajo para conductores y vehículos.

**Jueves 5/octubre**

**16:40 - 18:00 hrs.**

**Sesión 13: Aplicaciones Agrícolas (Aula Panamericana)**

**Chair: Luca Mavolo**

**Resumen 68**

**Una metaheurística para el diseño de plantas industriales con aplicación al sector lechero.**

Saúl Domínguez Casasola

CIMAT

Jonas Velasco

CIMAT

Demetrio Briones

CIMAT

En las industrias tanto de servicio como de producción un elemento clave para el sano y correcto funcionamiento de su operación es la manera en que se encuentran organizados sus departamentos. De aquí se desprende el problema de la ubicación de instalaciones, el cual consiste en determinar la ubicación de un conjunto de instalaciones, minimizando el costo de la satisfacción de la demanda, acotado a un conjunto de restricciones. En este estudio se resuelve un modelo de programación entera mixta utilizando una metaheurística conocida como Greedy Randomized Adaptive Search Procedure (GRASP). La aplicación del estudio se da en una empresa de productos lácteos, en la cual los resultados obtenidos de manera satisfactoria con la ejecución del GRASP, se implementan y se obtienen mejorías en la eficiencia del proceso productivo de la planta de producción.

### Resumen 33

#### **Selección de hongos entomopatogénicos para control de la cochinilla del carmín, *Dactylopius Opuntiae* (Hemiptera: Dactylopiidae): Un enfoque multicriterio.**

Eliane De Souza Gomes Brito	Instituto Federal do Norte de Minas Gerais, Brasil
Sérgio Augusto Faria Salles	Instituto Federal Fluminense, Brasil
Lucas Da Costa Almeida	Instituto Federal Fluminense, Brasil
Rodrigo Andrade Stellet	Instituto Federal Fluminense, Brasil
Carlos Tuão Gava	Embrapa Semiarido, Brasil
Henrique Rêgo Monteiro Da Hora	Instituto Federal Fluminense, Brasil
Milton Erthal Júnior	Instituto Federal Fluminense/ Universidade Candido Mendes, Brasil
Richard Ian Samuels	Universidade Estadual Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Brasil

La palma forrajera, *Opuntia cochenilifera*, es una planta fundamental para el sector agropecuario en la región noreste de Brasil. Sin embargo, su cultivo ha sido perjudicado por la depredación de la cochinilla *Dactylopius opuntiae*. El objetivo de este trabajo fue definir cuál aislado de hongo entomopatogénico se debería recomendar para el control biológico de la cochinilla. El método AHP (Analytic Hierarchy Process) de auxilio multicriterio a la decisión fue utilizado para seleccionar la mejor estrategia para el problema. Dicha evaluación se realizó a partir de criterios de algunos aislados de hongos entomopatogénicos como: patogenicidad, virulencia, germinación de conidios, resistencia a la luz ultravioleta e interacción con otra forma de control biológico (depredación por hormigas). La ponderación de los pesos de los criterios fue elaborada por especialistas del área. Cinco hongos fueron evaluados, entre ellos, cuatro aislados de *Beauveria bassiana* y un aislado de *Metarhizium anisopliae*. El modelaje AHP seleccionó el aislado LCB56 de la especie *M. anisopliae*, con prioridad media global de 31,84%. Este estudio es pionero en la utilización del análisis multicriterio en la selección de hongos entomopatogénicos para control biológico de plagas, pudiendo ser empleado también en otras áreas de la agricultura.

### **Resumen 139**

#### **Selección de lotes para la producción de manzanilla con programación lineal, AHP y Focus Loss.**

Luca Mavolo	Universidad Tecnológica Nacional, Argentina
Daniel Xodo	Universidad Tecnológica Nacional, Argentina

El presente trabajo propone la selección de 600 hectáreas para producir manzanilla a partir de 6 alternativas en el partido de Pehuajó utilizando el Software de Geo-referencia GIS ARCview 3.1 para el analizar los lotes de los productores. Será seleccionada la mejor combinación entre los 6 lotes a rentar para la siembra a partir de la elaboración de un modelo de programación lineal, donde además de tener en cuenta el margen bruto por hectárea de cada alternativa con una función objetivo, se elaboraran restricciones tales como: disponibilidad máxima de cada lote, jerarquía entre los lotes a partir de puntos de distancia de traslado de materia prima, aptitud del suelo, y hectáreas disponibles, aplicando para la selección el método AHP. También será analizado el riesgo de selección de cada lote con el uso de FOCUS LOSS que considera el foco de pérdida del margen bruto ante un bajo rendimiento del suelo seleccionado. Este riesgo puede ser añadido al modelo de programación lineal de cada alternativa. El trabajo contiene 5 etapas: Pre-selección de lotes a rentar, donde será utilizado el software ARCVIEW 3.1 para este punto; Elaboración del modelo de Programación lineal, determinación de la función objetivo y las restricciones básicas; Elaboración de restricciones a partir del método AHP, determinando la jerarquía entre los lotes pre-seleccionados; Aplicación del modelo de programación lineal sin Focus Loss; Aplicación del modelo de programación lineal con Focus Loss y conclusión final comparando la variación de ambos resultados al tener en cuenta el riesgo de cada alternativa.

## **Resumen 76**

### **La autogestión de los recursos forestales en México: un enfoque de dinámica evolutiva.**

Alfredo Omar Palafox-Roca

CINVESTAV

---

La autogestión de los recursos forestales es la actividad realizada por una comunidad rural forestal considerando un acuerdo colectivo, sin intervención del gobierno. En este trabajo se estudiará el régimen de autogestión en una población que se divide en tres tipos de subpoblaciones, mutuamente excluyentes: cooperadores, desertores y ejecutores. En el modelo incorporamos una dinámica de los recursos forestales, similar a la regla de oro en el crecimiento económico. Mediante una dinámica evolutiva se analizará la interacción entre las subpoblaciones y los recursos forestales. Finalmente, se presenta la estabilidad del sistema dinámico para determinar las políticas públicas a seguir por esta comunidad para lograr la sostenibilidad.

---

**Jueves 5/octubre**

**16:40 - 18:00 hrs.**

**Sesión 14: Proyectos y Procesos de Negocio (Auditorio Santander 1)**

**Chair: J. Reyes Angulo-Cedeño**

**Resumen 124**

**Aplicación de la simulación en BPM para la optimización de procesos de negocio.**

Karla Cristina Aguirre Ricartti

Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Celaya

Vicente Figueroa Fernández

Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Celaya

José Alfredo Jiménez García

Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Celaya

Salvador Hernández González

Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Celaya

El objetivo del presente artículo consiste en dar a conocer, mediante un caso de estudio, cómo es posible lograr la optimización de los procesos de negocio de una entidad mediante el uso de la metodología BPM y el apoyo del programa ProModel, simulador con animación para computadoras personales. Se busca facilitar a la entidad que lo aplique, la evaluación de diversas alternativas de mejora del proceso de negocio con la finalidad de optimizar sus elementos y resultados, apoyando en la oportuna toma de decisiones de la organización. Al término de la aplicación, se comprobó que mediante la simulación del proceso modelado con BPMN, fue posible la oportuna toma de decisiones a cero costos, pues se lleva a cabo el desarrollo del evento sin la necesidad de ser implementado en la entidad; así se garantiza un uso de recursos de manera eficiente y efectiva en el logro de los resultados del proceso.



## **Resumen 66**

### **Optimización Heurística de la Administración del Tiempo en Organizaciones Basada en Criterios de Bienestar de la Persona.**

Mario Eduardo Marín Limón

Centro de Investigación en  
Matemáticas A.C.

---

Por medio de un estudio longitudinal, y métodos de simulación, se contrastan los métodos tradicionales de administración del tiempo con un método novedoso de optimización heurística utilizando criterios de decisión basados en el bienestar biopsicosocial de las personas. La implementación del método heurístico de administración del tiempo se realiza bajo la hipótesis de trabajo de que un mayor bienestar biopsicosocial de los miembros de las organizaciones redundará en mayor productividad e innovación.

Utilizando una modelación multidimensional basada en las áreas de desarrollo de las personas, y las modalidades de desempeño en dichas áreas, el método heurístico genera vectores de propuestas para el uso del tiempo y otros factores limitantes. El enfoque está en asignaciones de actividades que optimicen el valor de conjuntos de otras actividades relacionadas sin necesidad de establecer tiempos mayores a éstas, o incluso reduciéndolos.

Esto resulta no solo en una mayor productividad, sino también en la utilización de la información resultante del proceso de optimización para generar conocimiento, basado en la experiencia personal y organizacional, sobre el uso óptimo y satisfactorio del tiempo que permite generar una cultura de excelencia en el marco del avance hacia una sociedad del conocimiento.

---

## **Resumen 86**

### **Estado del arte sobre las diferentes estrategias utilizadas para abordar la calendarización con incertidumbre en el problema de cartera de proyectos.**

Fausto Antonio Balderas Jaramillo	Tijuana Institute of Technology
Eduardo Fernandez	Autonomous University of Sinaloa
Claudia Gómez	Madero Institute of Technology
Laura Cruz-Reyes	Madero Institute of Technology
Nelson Rangel Valdez	Madero Institute of Technology

La selección de una cartera de proyectos con calendarización consiste en elegir un conjunto de proyectos, sujetos a restricciones presupuestales, recursos limitados y planificación en el tiempo. Cada proyecto debe cumplir con una fecha de entrega; se puede considerar la precedencia de proyectos, así como la depreciación de los beneficios de un proyecto, si este se excede de un tiempo determinado. El problema de la selección de cartera de proyectos con calendarización ha sido abordado desde dos enfoques: buscando seleccionar varios proyectos entre las opciones disponibles y programarlos en el tiempo sujeto a restricciones como fechas de entrega (proyectos secuenciales); el segundo enfoque divide cada proyecto en actividades asignando un tiempo determinado a cada actividad. El presente trabajo mostrará un estado del arte sobre la modelación de la incertidumbre presente en el problema de calendarización.

**Resumen142****BI-OBJECTIVE INTEGRATED MULTI-SKILLED WORKFORCE AND RESOURCE-CONSTRAINED PROJECT SCHEDULING PROBLEM WITH MAKESPAN AND NET PRESENT VALUE CRITERIA.**

J Reyes Angulo-Cedeño	Tecnológico de Monterrey, Campus Guadalajara
Juan Gaytán Iniestra	Tecnológico de Monterrey, Campus Toluca
Cipriano Santos	Independent researcher

This research work focuses on a case of the Project Scheduling Problem. There is a project to schedule, which is made up of non-preemptive activities linked by finish to start precedence relations and subject to resource constraints. Staff members who master one or several skills are assumed to be renewable resources. Each activity requires specific skills to be done and activities can only be done by employees mastering the corresponding required skill.

We selected an integration of the Multi-Skilled Workforce Scheduling Problem and the Resource-Constrained Project Scheduling Problem instead of using a sequential approach to solve these problems. Single-objective cases of this problem have been studied in the past, and multiple-objective cases are being studied in recent papers. We will simultaneously minimize completion time and maximize the net present value of cash flows of the project.

A MIP model has been formulated to solve instances of the problem. To the best of our knowledge, this particular combination of objectives has been barely reported to be studied in the literature. Exact solutions of small-sized instances of the problem have been obtained. They have been computed using a variation of the  $\epsilon$ -constraint method and the software combination GAMS-Gurobi. Predictive schedules corresponding to each of the efficient points from Pareto fronts are obtained; they are of practical importance since staff members are optimally assigned to execute project activities by using specific required skills, leading to both minimal project makespan and maximum NPV of project cash flows.

**Jueves 5/octubre**

**16:40 - 18:00 hrs.**

**Sesión 15: Aplicaciones de la IO 2 (Auditorio Santander 2)**

**Chair: Alejandro Alvarado Iniesta**

**Resumen 70**

**Representation of Mathematical Learning by Digraphs.**

Patricia Balderas-Canas

UNAM

---

In this work I present and discuss a methodology to analyze, under a systemic approach, the mathematical learning of basic Differential Calculus concepts, mediated by advanced calculator, at a high school level. The interest is to know how those who learn, acquire, and use some of the systems of mathematical representation and how they organize them to produce acceptable responses in the school environment. The representation systems used by the participants were modeled by digraphs, which turned out to be complete, entirely disconnected and transitive, and strong, weak, and idiosyncratic systems of representation. Also, based on the conclusions, some teaching recommendations are presented for making decisions in the classroom in order to students acquire solid systems of mathematical representation.

---

## Resumen 145

### Exploración de la relación de la red académica por una aproximación con el análisis de redes sociales (ARS).

Alejandro Estrada	Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Celaya
Salvador Hernández González	Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Celaya
Idalia Flores	Universidad Nacional Autónoma de México
José Alfredo Jiménez García	Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Celaya
Vicente Figueroa Fernández	Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Celaya

En el presente artículo, se trabajó con el análisis de las redes sociales (ARS) y su inclusión en enfoques de servicios. En este caso, se analizó una red académica del Tecnológico Nacional de México Instituto Tecnológico de Celaya de la licenciatura de Ingeniería Industrial. En ella se buscó de primer enfoque analizar cómo están conectadas y relacionadas entre sí las materias dado que en ocasiones existen carencias de conocimientos previos en el alumnado y que pudiesen ser atacadas si se conoce la relación actual de las mismas. Dado que el ARS analiza redes y sus elementos, vértices (actores, materias) y aristas (la relación o unión entre los vértices), se pudo concluir que existe una falta de conexión entre los conocimientos de las materias, con esto se puede dar pie a indagar en los conocimientos que aporta cada asignatura y así poder contar con una mejora en la curva de aprendizaje de los estudiantes.

## Resumen 5

### Diseño de Nuevos Ensamblados de Combustible Nuclear Empleando Técnicas Heurísticas.

Alejandro Castillo	Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares
Juan José Ortiz Servín	Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares
José Luis Montes Tadeo	Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares
Raúl Perusquia Del Cueto	Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares

Se presentan los resultados preliminares obtenidos al aplicar un híbrido entre la búsqueda dispersa y el re-encadenamiento de trayectorias, al diseño de celdas de combustible nuclear, las cuales serán la base para el diseño de nuevos ensamblados de combustible nuclear para reactores de agua en ebullición. El sistema creado para el diseño mencionado incluye herramientas de cómputo en paralelo, debido a la gran cantidad de recursos que emplea para obtener una solución. La función objetivo empleada incluye los parámetros nucleares conocidos como factor de pico de potencia local y el factor de multiplicación infinita de neutrones, el primer parámetro se desea minimizar, mientras que el segundo es necesario mantenerlo en un intervalo de valores previamente propuesto. De igual manera, se incluyeron restricciones obtenidas con la experiencia en el diseño de celdas por parte del grupo, tales como simetría de un cuarto en el diseño de la celda, así como proponer una distribución estadística con el número de barras de cada enriquecimiento empleados en el diseño. Los resultados obtenidos muestran un comportamiento adecuado de los parámetros nucleares analizados, aun cuando se incrementó el promedio de uranio enriquecido de la celda.

**Resumen 108****OPTIMIZACIÓN MULTI-OBJETIVO DE UN SOPORTE AUTOMOTRIZ POR MEDIO DE PROGRAMACIÓN GENÉTICA MEMÉTICA Y ALGORITMOS GENÉTICOS.**

Alejandro Alvarado-Iniesta	Universidad Autónoma de Ciudad Juárez
Luis Gonzalo Guillen Anaya	Universidad Autónoma de Ciudad Juárez
Luis Alberto Rodríguez Picón	Universidad Autónoma de Ciudad Juárez
Raúl Ñeco Caberta	Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

En este trabajo se presenta la optimización estructural de un soporte automotriz desde una perspectiva multi-objetivo. La metodología que se emplea en el presente trabajo es dividida en tres fases: recolección de datos, modelación matemática y optimización. En la primer fase, se realizan simulaciones por computadora para obtener las respuestas de interés: peso, estrés, y vibración. Segundo, en la fase de modelación se emplea el paradigma de programación genética, e incorporamos un algoritmo de búsqueda local, para encontrar un modelo matemático para cada una de las salidas de interés. Finalmente, en la fase tres, en lugar de encontrar una aproximación del conjunto de soluciones optimas de Pareto, se realiza una búsqueda en direcciones especificadas. Es decir, se realizan pequeños ajustes a una solución inicial de tal manera que se genere una secuencia de soluciones candidato en dirección de las preferencias del usuario.

**Viernes 6/octubre**

**10:00 - 11:20 hrs.**

**Sesión 16: Localización (Auditorio Santander)**

**Chair: Martha Selene Casas Ramírez**

**Resumen 80**

**Un enfoque novedoso para un problema de localización de almacenes considerando políticas de inventario.**

Dámaris Arizhay Dávila Soria      Universidad Autónoma de Nuevo León

José Fernando Camacho Vallejo      Universidad Autónoma de Nuevo León

Leopoldo Eduardo Cárdenas Barrón      Tecnológico de Monterrey

Analizamos un problema donde una empresa requiere abrir almacenes para abastecer productos a sus clientes. Se toma en cuenta que cada almacén tiene una capacidad de inventario máximo y cada cliente tiene una demanda que debe ser abastecida cada cierto tiempo. El objetivo de la empresa es minimizar los costos relacionados con la apertura, asociación de clientes a los almacenes y de los productos. Después que la empresa ha decidido cuales almacenes serán abiertos y cuales clientes estarán asociados a ellos, cada almacén revisa su política de inventarios para minimizar los costos totales del sistema de inventarios. Para este caso, se utiliza el modelo de inventarios EOQ básico con faltantes y restricciones de capacidad. Esta situación se modela como un problema de programación bi-nivel, donde el nivel superior corresponde a la empresa, y el nivel inferior a los almacenes. Para garantizar que el problema puede ser modelado de esta forma se presenta un análisis detallado en donde se resuelve una relajación del problema bi-nivel y se compara contra la solución obtenida al considerar la solución parcial arrojada por dicha relajación para resolver el nivel inferior. Los resultados validan el esquema propuesto de modelación y se proponen algunas ideas para estudiarlo.



## Resumen 81

### El problema $(r/p)$ -centroide negativo.

Juan Carlos García Vélez

Universidad Autónoma de  
Nuevo León

José Fernando Camacho Vallejo

Universidad Autónoma de  
Nuevo León

Los problemas de localización de plantas competitivas son de interés actual de la comunidad científica. Se pueden observar varios artículos publicados recientemente sobre este tema. La mayoría de los trabajos se enfocan en dos compañías competidoras que desean abrir plantas ( $r$  y  $p$ , respectivamente) para capturar la mayor proporción del mercado. Este problema se conoce en la literatura como  $(r/p)$ -centroide. Sin embargo, debido a situaciones actuales en los diversos ámbitos sociales, políticos, económicos y financieros, pueden requerir que se cierren plantas de las existentes. La literatura sobre este tipo de problemas es escasa. Por eso, nosotros definimos el problema del  $(r/p)$ -centroide negativo en donde ambas compañías desean cerrar plantas de las que tienen actualmente abiertas. Además de definir el problema y explicar su justificación, se van a mostrar las diferencias esenciales que impiden que los métodos existentes sean aplicados directamente a resolver este problema. Se muestra una comparación entre vecindarios para las búsquedas locales y los resultados de los primeros bosquejos de la metodología apropiada de solución para este problema.

## Resumen 137

### Resolviendo el problema binivel de la p-mediana con orden a través de un heurístico híbrido.

Martha Selene Casas Ramírez

Universidad Autónoma de  
Nuevo León

José Fernando Camacho Vallejo

Universidad Autónoma de  
Nuevo León

Nosotros estudiamos una variante del problema de la p-mediana. Esta variante se basa en el supuesto de que los clientes son libres de elegir la instalación que les abastecerá su demanda. Se propone una formulación matemática de programación binivel, donde el líder quiere minimizar costos y el seguidor optimizar sus preferencias. Para resolverlo, se desarrollan las reformulaciones clásicas de programación binivel. Los resultados de la experimentación computacional muestran que el tiempo requerido por las reformulaciones aumenta significativamente a medida que aumenta el tamaño de la instancia. Por ello, se propone un algoritmo heurístico híbrido basado en búsqueda dispersa y GRASP, para obtener soluciones de calidad en menos tiempo que el requerido por las reformulaciones. Los resultados muestran que el heurístico propuesto tiene un buen rendimiento. Una comparación con otros algoritmos muestra que el heurístico propuesto supera a los otros algoritmos.

**Resumen 134****OPTIMIZACIÓN EN UNA CADENA DE SUMINISTRO EN UNA MiPYME DE SERVICIO DE SALUD.**

Edith Gutierrez

UAEMex

---

En el presente trabajo se analiza el caso de estudio de una MiPyME con orientación a servicios dentales, que se encuentra ubicada en el Valle de Toluca, México. Una de las principales áreas de oportunidad de la clínica es que la capacidad operativa ha sido rebasada por la demanda, por lo tanto, se busca expandir su cobertura con la apertura de una nueva sucursal. Se aborda el análisis de una problemática muy particular de la cadena de suministro del sector salud, para lo cual se hace uso de estrategias de pronóstico ad hoc a la demanda y a la oferta. El pronóstico ayuda a poder establecer los ciclos de vida de los artículos de este sector ya que son costosos y su vida útil es inferior respecto a otros artículos; del mismo modo, los medicamentos se utilizan en cantidades variadas, por lo cual cuando la fecha de vencimiento de los productos llega son destruidos. Se diseñará un modelo matemático para la gestión del inventario. Finalmente, Se definirá la ubicación de una nueva sucursal en el Valle de Toluca a través de la estrategia multicriterio Proceso Analítico Jerárquico.

---

**Viernes 6/octubre**

**10:00 - 11:20 hrs.**

**Sesión 17: Programación de producción (Salón Central 2)**

**Chair: Oliver Avalos-Rosales**

**Resumen 133**

**Nuevos modelos matemáticos para problemas de secuenciación en máquinas paralelas.**

Oliver Avalos-Rosales

Universidad Autónoma de Coahuila

Jonathan Bard

University of Texas at Austin, EUA

Los problemas de secuenciación de tareas juegan un papel crucial en los sistemas de manufactura modernos y de servicios, donde productos y servicios confiables deben ser terminados a tiempo. Éstos involucran realizar un número de tareas que emplean diversas máquinas en determinados periodos de tiempo. Las actividades de secuenciación dependen profundamente de los tiempos requeridos para preparar los recursos necesarios para realizar las tareas.

Los tiempos de preparación se deben a actividades como ajustes de herramientas, limpieza, preparación de materiales, etc. Éstos pueden ser independientes de la secuencia, si depende solamente de la tarea a ser procesada o de la tarea que se acaba de procesar, o bien, dependientes de la secuencia, si depende de ambas tareas.

En la presente plática se proponen nuevos modelos matemáticos para el ambiente de producción de máquinas en paralelo cuando se tienen tiempos de preparación de las máquinas que dependen de la secuencia. Se analizan cuatro funciones objetivo: el tiempo total de terminación, el máximo tiempo de terminación, la tardanza total, y la tardanza más prontitud. Además, se discuten las diferencias, ventajas y desventajas de los modelos que proponemos respecto a los modelos matemáticos publicados en la literatura científica.

### Resumen 13

#### **Bi-objective Scheduling on a Restricted Batching Machine.**

Edgar Possani

ITAM

Yasmin Rios-Solis

Universidad Autónoma de  
Nuevo León

José Luis González Velarde

School of Engineering and  
Science, Tecnológico de  
Monterrey

Marta Cabo Nodar

ITAM

In this work we consider a batching machine that can process several jobs at the same time. Our problem is motivated by the burn-in operations in semi-conductor manufacturing, in which a batch of integrated circuits are placed in an oven and exposed to a high temperature to test their thermal standing ability. Hence, the processing time of a batch is given by the maximum processing time of all jobs within the batch, and a limited number of jobs may be processed as the same time in a single batch. In this research we solve the bi-objective problem of minimizing the maximum lateness and number of batches. This function is relevant as we are interested in meeting due dates and minimizing the cost of handling each batch. Our aim is to find the Pareto optimal solutions by using an epsilon-constrained method on a new mathematical model that is enhanced with families of valid inequalities that avoid symmetric solutions. Additionally, we present a biased random-key genetic algorithm to approximate the optimal Pareto points of larger instances in reasonable time. Experimental results show the efficiency of our methodologies.

**Resumen 35****TARDINESS MINIMIZATION OF MULTIPLE PARALLEL UNRELATED MACHINES SCHEDULING.**

Hector R. Garcia de Alba V.

Universidad Panamericana

Omar Rojas

Universidad Panamericana

Samuel Nucamendi-Guillén

Universidad Panamericana

---

Tasks scheduling is a recurrent problem in modern industry, a particular variant of it is the unrelated parallel machines scheduling problem, in which multiple processors are available to process a given set of tasks, but each of them may be processed in a unique time depending on which processor they are assigned. In addition, each task has a given due date, so that finishing latter may result in a penalization and therefore is undesirable, but allowed. Those undesired deviations are known as tardiness. The relevance in this problem lies in determining how to assign them to the available processors in order to minimize the total tardiness. This work proposes an iterative heuristic algorithm to approach the mentioned problem, with the specific characteristics that an initial schedule is created and then it will be improved by local search procedures (GRASP). Preliminary results show this method to be consistent and efficient in terms of the quality of the solution and elapsed computational time.

---

### **Resumen 63**

#### **Resolución del problema Flexible Job Shop con división de lotes.**

Miguel Fernández

Universidad Autónoma  
Metropolitana

Antonin Ponsich

Universidad Autónoma  
Metropolitana

Eric Rincón

Universidad Autónoma  
Metropolitana

El problema de programación de tareas de tipo job shop scheduling es conocido por su complejidad computacional. En este trabajo, se propone un nuevo modelo de Programación Lineal Entera, para integrar al problema original la posibilidad de dividir los lotes en sublotes de diferentes tamaños y de asignarlos a un conjunto de diferentes máquinas. Se ha demostrado que esta configuración permite reducir los tiempos muertos y minimizar el makespan. El problema correspondiente, denotado como programación de tareas de tipo job shop flexible con división de lotes, ha sido poco estudiado en la literatura.

Debido a su complejidad computacional, normalmente se recurre a técnicas heurísticas para resolverlo. Se adaptó un conjunto de instancias de Hurink, para crear un banco de ejemplos acordes a la formulación propuesta. Estos problemas fueron resueltos con Gurobi para obtener soluciones óptimas, en aquellas instancias cuyo tamaño permitió al solver converger en una corrida de máximo 24 horas. Por otro lado, se proponen dos técnicas de solución basadas en Algoritmos Genéticos y Búsqueda Tabú, con vecindarios y técnicas de división de lotes basados en la ruta crítica de cada solución. Los resultados obtenidos muestran que los algoritmos propuestos permiten generar soluciones competitivas, en tiempos de cómputo aceptables.

**Viernes 6/octubre**

**10:00 - 11:20 hrs.**

**Sesión 18: Métodos estadísticos (Salón Central 11)**

**Chair: Gustavo Adolfo Lujan Moreno**

**Resumen 83**

**Simulating a manufacturing process to optimize defective parts generated and the impact of economic losses for the company.**

David Alejandro González Reyes

UNAM

---

In this work, I present a study of a company dedicated to the manufacture of automotive turning, supplier of auto parts for the best automobile brands in the world. Within one of its machining processes there have been nonconformities and rejections of its manufactured parts. I am looking for the optimization of this process that is related with defective parts that are being presented, and at the same time they are causing a great impact of economic losses for the company. Using PROMODEL ® to simulate the behavior of the current process, I was able to identify the steps in the process that presented nonconformities' causes. Also, I used tree diagrams to find the process' root cause, where the failure emerges in each item, and the machinery that is generating its rejection. Then, through statistical analyzes of process capacity I realized if the process is being capable or is having variation that causes those nonconformities in the product.

---



**Resumen 123****ANALYSIS OF THE CALCULATION FOR CAPABILITY PROCESS WITH NON-NORMAL DATA THROUGH MONTECARLO SIMULATION.**

Cindhia Guadalupe Hernández Miramontes	Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Celaya
Manuel Darío Hernández Ripalda	Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Celaya
José Alfredo Jiménez García	Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Celaya
Moisés Tapia Esquivias	Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Celaya

Process capability is a statistical measure of the variability of inherent processes and is defined as the length of the natural process interval. It represents the variation that is obtained when the process operates only under random causes. The calculation of the process capability requires the assumption of normally distributed data, however if the data don't follow a normal distribution the results generated under this assumption could be incorrect. Most capability index neglect changes in the form of distribution, which is an important indicator of process asymmetry problems. In this paper we used Monte Carlo simulation to analyze the calculation of process capability with non-normal data searching for the best procedure. For this purpose, a detailed methodology is offered to solve the problem of non-normality of data by using the Box-Cox transformation, as well as the calculation of process capability through percentiles. Finally, the process capability obtained in normal data was compared against the resulting process capability in non-normal and transformed data.

**Resumen 144****EVALUACIÓN NUMÉRICA DEL DESEMPEÑO DE LA CARTA DE CONTROL NO PARAMÉTRICA MULTIVARIADA BASADA EN SEQUENTIAL NORMAL SCORES.**

Jessica Ivonne Valdés Montoro	Universidad Autónoma de Nuevo León
Álvaro Eduardo Cordero Franco	Universidad Autónoma de Nuevo León
Víctor Gustavo Tercero Gómez	Tecnológico de Monterrey

Las Cartas de Control (CC) son herramientas estadísticas que monitorean la estabilidad de un proceso. La mayoría de las CC se basan en las observaciones hechas en el proceso con una distribución de probabilidad específica. En la práctica es difícil encontrar un modelo paramétrico para la distribución de la población, en estos casos se hace uso de la estadística no paramétrica, en la que no se hacen supuestos acerca de la distribución; y se crean CC no paramétricas. Muchas aplicaciones requieren CC multivariadas, en las cuales es más difícil que se cumplan supuestos de normalidad. Por eso la importancia de desarrollar CC multivariadas no paramétricas eficientes. En este trabajo se propone un estudio experimental, para evaluar el desempeño mediante el promedio de longitud de corrida (ARL), de la CC multivariada no paramétrica basada en el estadístico de Sequential Normal Scores (SNS) comparada con otras CC. Estas instancias son diseñadas bajo diferentes escenarios, como son, número de variables, tamaño de muestra, distribución y tipo de carta. Como resultado, se presentan comparaciones de diferentes CC bajo diferentes escenarios validando la eficiencia de la CC basada en SNS. Los resultados pueden ser usados como guía para seleccionar la CC más adecuada en ciertas instancias.

## **Resumen 78**

### **Design of experiments (DOE) and response surface methodology (RSM) to universally train any machine learning algorithm.**

Gustavo Adolfo Lujan Moreno

Universidad Panamericana

---

The majority of machine learning algorithms have hyperparameters. For example, in ANN we have to define the number of hidden layers and number of nodes. Unfortunately, there is not a lot of research about how to tune them. The most popular methodology is brute force by grid search but this is highly inefficient and sometimes unfeasible. A common "engineering" solution looks to change one hyperparameter at a time and measure its effect. However, this is highly inefficient, doesn't guarantee optimal results and completely ignores interactions. In this conference we will propose to use the Design of Experiments (DOE) methodology (factorial designs) for screening and Response Surface Methodology (RSM) for optimization of any machine learning algorithm. Benefits include: fewer runs, optimal tuning and more importantly a disciplined and statistically-based approach.

---

**Viernes 6/octubre**

**11:40 - 13:20 hrs.**

**Sesión 19: Inventarios (Auditorio Santander)**

**Chair: Leopoldo Eduardo Cárdenas Barrón**

**Resumen 105**

**Un modelo de inventarios que considera las emisiones de carbono y la eliminación de desechos.**

Alfonso Angel Medina Santana

Tecnológico de Monterrey

---

Leopoldo Eduardo Cárdenas Barrón

Tecnológico de Monterrey

---

Los temas de sostenibilidad son cada vez más importantes para las empresas; por lo que éstas hacen esfuerzos dirigidos a mitigar el calentamiento global y el efecto invernadero. En dicho contexto, resulta necesario tratar la gestión de inventarios en su conjunto, integrando no sólo objetivos económicos sino también ambientales. Sin embargo, es difícil cuantificar los impactos ambientales con los modelos de inventario tradicionales. Por esta razón, este trabajo tiene como objetivo desarrollar un modelo de inventario que considere las emisiones de carbono y la eliminación de desechos así como los tradicionales costos de ordenar y mantener unidades de inventario dentro de una función de costo total que será minimizada. El modelo de inventarios determina la cantidad de productos a comprar de tal forma que el costo total sea mínimo. Así, el modelo de inventarios propuesto resulta útil para tomar mejores decisiones para las empresas que quieren incorporar criterios ambientales en sus políticas.

---

## **Resumen 10**

### **Supplier Selection and Replenishment Policies Including Transportation Freight Rates and Quality.**

Avelina Alejo-Reyes

Universidad Panamericana

Abraham Mendoza

Universidad Panamericana

Decision models and techniques for supplier selection do not typically incorporate inventory management of the items being purchased as part of the analysis. In this research, both transportation costs and quality constrains are studied as they have a strong impact on supplier selection and inventory replenishment strategies. A nonlinear programming model is proposed with the aim to minimize the total cost per time unit, considering both discounts on transportation and quality constrains as part of the total cost per time unit. In this research, quality is considered as a perfect rate, that is, the proportion of goods that are available for production at manufacturing. The acceptable quality of raw materials is usually ensured with a mathematical inequality in the model constrains, this work addresses the desired quality by modifying an existing model to include quality as part of the purchasing order cycle calculation and not as an individual constraint. Considering this, the proposed model allocates the number of orders to each selected supplier and calculates the size of the order cycle. The proposed model was solved using both Matlab and the Solver in Microsoft Excel. The results show that the proposed model allows the optimal selection of suppliers and inventory replenishment parameters even when the quality perfect rate of individual suppliers is lower than required quality by the manufacturer, achieving a lower total cost compared to the model proposed by Mendoza and Ventura (2009).

**Resumen 109****APLICACIÓN DE PROGRAMACIÓN LINEAL Y NO LINEAL EN LA OPTIMIZACIÓN DE UN MODELO DE INVENTARIO VMI PARA PRODUCTOS CON DEMANDA INCIERTA EN CADENAS DE SUMINISTRO DE DOS NIVELES.**

David García	Universidad del Atlántico, Colombia
Daniel Palencia	Universidad del Atlántico, Colombia
Cristian Solano	Universidad del Atlántico, Colombia
Adel Mendoza	Universidad del Atlántico, Colombia

En este trabajo se diseña un modelo de inventario en el cual se considera un acuerdo VMI (Vendor Managed Inventory) basado en una cadena de suministro de dos niveles con la participación directa de un vendedor y un comprador, en el cual se ejecutan las operaciones de aprovisionamiento de diversas referencias hacia distintos puntos de venta. Para esta propuesta se incluyó un esquema de sincronización mediante la modalidad de Cross-docking consolidado. El análisis del modelo matemático de coordinación considera una demanda incierta, un lead time diferente de cero, los costos totales de inventario del vendedor y del comprador, junto a la inclusión de un inventario de seguridad con el fin de evitar rupturas de stock que impacten la utilidad y al nivel de servicio establecido. El modelo matemático está basado en programación no lineal (NLP) orientado a minimizar los costos asociados al proceso, complementado con un modelo de transporte en programación lineal (LP). Este estudio se complementa con un análisis de sensibilidad. Los resultados muestran los efectos del cambio de diferentes parámetros en distintos escenarios que se relacionan con las medidas de rendimiento propuestas en el esquema coordinado por los involucrados en el acuerdo. Finalmente, se deducen y validan las condiciones bajo las cuales la implementación coordinada de este modelo otorga beneficios tanto para el vendedor como para el comprador, así como a la cadena en general.

**Resumen 106****Un modelo de inventario con demanda potencial, deterioro y roturas.**

---

Leopoldo Eduardo Cárdenas Barrón      Tecnológico de Monterrey

---

Luis A. San José Nieto      Universidad de Valladolid,  
España

---

Joaquín Sicilia Rodríguez      Universidad de La Laguna,  
España

---

Se analiza un sistema de inventario determinístico para un producto cuya demanda sigue un patrón potencial respecto del tiempo. Se considera que los artículos en stock tienen un periodo estimado de vida, a partir del cual un porcentaje de los mismos empieza a deteriorarse con el tiempo. Se permiten roturas en el sistema y la reposición del producto se realiza de forma instantánea, esto es, el periodo de reposición se considera nulo o insignificante. Se formula un modelo matemático para describir el comportamiento del inventario y, una vez resuelto, se determinan los principales costes relacionados con la gestión del inventario. El objetivo consiste en determinar la política de inventario que maximice el beneficio por unidad de tiempo, considerando que el mismo es la diferencia entre el ingreso obtenido de las ventas del producto y los costes asociados a la administración del inventario. Por último, se presentan algunos ejemplos numéricos que ayudan a ilustrar los resultados teóricos previamente obtenidos.

---

**Resumen 146****Un modelo de control de inventarios para una empresa comercializadora de reactivos para laboratorios clínicos.**

Atziri Ibarra

Universidad de Guadalajara

Sandra Quiroz

Universidad de Guadalajara

Laura Plazola Zamora

Universidad de Guadalajara

En el presente trabajo se aborda el problema de control de inventarios de una empresa dedicada a la comercialización de reactivo para laboratorio clínico. La empresa cuenta con un centro de distribución ubicado en Guadalajara del cual se envían productos a nivel nacional. El envío debe llegar al cliente final en el rango de 24 a 48 horas y mantenerse a una temperatura de 2 a 8°C con una humedad relativa menor a 60% durante el almacenamiento y traslado. El producto que se comercializa y distribuye es perecedero, cuenta con un tiempo de vida útil de 30 días. A pesar de que la empresa promete tiempos cortos de respuesta para el surtido del reactivo, no se ha implementado algún método para llevar a cabo el control de inventarios. Durante esta investigación, se formuló un modelo de inventarios utilizando la técnica de cantidad económica de pedido (EOQ) y se implementó con dos reactivos de diferente proveedor durante tres meses, llegando a la conclusión de que el modelo funciona para conocer cuando hay que hacer un pedido y la cantidad óptima a solicitar logrando anticiparse a la escasez de reactivo en su bodega y evitando pérdidas por desabasto o desperdicio.



**Viernes 6/octubre**

**11:40 - 13:20 hrs.**

**Sesión 20: Ruteo 2 (Salón Central 2)**

**Chair: Omar Jorge Ibarra Rojas**

**Resumen 117**

**Un problema bi-objetivo de ruteo de vehículos centrado en el cliente con enfoque medioambiental.**

Diego De Jesús Hernández Rodríguez      Universidad Autónoma de  
Nuevo León

Iris Abril Martínez Salazar      Universidad Autónoma de  
Nuevo León

En este trabajo se estudia un problema bi-objetivo de ruteo de vehículos, en el cual se considera un conjunto de camiones con capacidad de carga limitada, los cuales deben transportar mercancía para satisfacer la demanda de un conjunto de clientes. Los vehículos deben comenzar y finalizar su recorrido en un punto en común. Para cada cliente se conoce la cantidad de mercancía demandada, su ubicación, y el tiempo de servicio requerido para ser atendido. En este problema el primer objetivo consiste en minimizar la latencia, la cual busca minimizar la sumatoria de los tiempos de espera de cada cliente. El segundo objetivo corresponde en minimizar las emisiones de gases contaminantes, las cuales están en función de la carga y la velocidad a la que viaja el vehículo. Dicha velocidad es considerada variable y puede oscilar entre un límite máximo y uno mínimo ya establecidos. Para este problema se desarrolló un modelo de Programación Entera Mixta y se ejecutaron unas instancias para analizar el comportamiento del modelo y la calidad de las soluciones obtenidas.

## **Resumen 71**

### **Ruteo de vehículos para el transporte de turistas, con carga y descarga de personas.**

Pedro Inés Loera Martínez

Universidad Autónoma de  
Nuevo León – FIME

Iris Abril Martínez Salazar

Universidad Autónoma de  
Nuevo León – FIME

En este trabajo se estudia un problema de ruteo de vehículos con carga y descarga de personal, en el que se considera un conjunto de “m” vehículos, los cuales deben transportar a un conjunto de “n” personas a través de distintos atractivos turísticos, cada vehículo cuenta con una capacidad de pasajeros limitada. Los vehículos inician y terminan su recorrido en un punto en común, mientras que los turistas deben iniciar y terminar en sus respectivos hoteles. Se tiene un tiempo límite para que cada turista visite diferentes lugares antes de arribar a su hotel. Se establece una lista de prioridades, la cual determina la preferencia de cada persona para cada atractivo turístico y existe un tiempo de recorrido establecido para cada uno de estos. En el momento en que un vehículo llega a un punto turístico, este puede descargar y cargar personas. La función objetivo consiste en maximizar la satisfacción del turista con el menor beneficio obtenido, considerando los sitios visitados y penalizaciones basadas en retrasos. Se presenta un modelo matemático, obteniendo resultados óptimos para instancias pequeñas y un procedimiento heurístico basado en la filosofía del vecino más cercano, capaz de obtener buenas soluciones en un tiempo computacional muy bajo.

**Resumen 16****FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE RUTEO DE VEHÍCULOS CON COSTOS ACUMULADOS CONSIDERANDO INDICES DE PRIORIDAD.**

Karina Corona Gutiérrez

Universidad Panamericana

Samuel Nucamendi-Guillén

Universidad Panamericana

Marcos Moreno Vega

Universidad de La Laguna,  
España

El problema de ruteo de vehículos con costos acumulados (CCVRP) es una extensión del problema tradicional de ruteo de vehículos donde se busca minimizar el tiempo de espera de los clientes en el sistema. En este trabajo, se introduce al problema un factor de prioridad en la atención de los clientes que afecta la secuencia de las rutas. La relevancia de este problema se da en situaciones en las que es urgente llevar bienes a un destino como eventos de ayuda humanitaria (desastres naturales, epidemias) en los cuales es prioritario hacer llegar suministros a localidades afectadas. Para solucionar este problema, se propone un nuevo modelo matemático capaz de resolver instancias pequeñas y se diseña un algoritmo metaheurístico que permita obtener soluciones de alta calidad en instancias medianas y grandes. Resultados preliminares muestran la eficiencia de ambos enfoques en términos de calidad de la solución y tiempo computacional requerido.

**Resumen 116****VRP considerando indicadores de accesibilidad como medida de desempeño.**

Omar Jorge Ibarra Rojas	Universidad Autónoma de Nuevo León
Edith Ozuna	Universidad Autónoma de Nuevo León
Leonardo Gabriel Hernández Landa	Universidad Autónoma de Nuevo León

La filosofía del concepto de accesibilidad es garantizar a las personas más oportunidades de bienes/servicios con una menor movilidad. Según nuestra búsqueda de literatura, no se ha encontrado el concepto de accesibilidad en problemas de distribución. En este estudio, proponemos diferentes indicadores de accesibilidad basados en una función de impedimento en la movilidad, cobertura, cantidad/locación de oportunidades y segregación espacial. Dichos indicadores son combinados en una medida de desempeño para el problema de ruteo de vehículos selectivo. Esto da origen al "Accessibility Vehicle Routing Problem" que consiste en determinar las rutas de un conjunto de vehículos homogéneos para maximizar la accesibilidad de puntos que no estén en ruta debido a una restricción fuerte de tiempo límite en la distribución. Presentamos un programa entero lineal para el problema propuesto e implementamos metaheurísticas para obtener soluciones factibles de instancias grandes.

**Resumen 154****Propuesta de un modelo para el problema de distribución de moneda metálica en México.**

Mariana Gomez Vargas

UNAM

---

Actualmente los expertos en temas de distribución de efectivo saben de la importancia de integrar decisiones en un modelo de optimización, muchas empresas e instituciones diseñan sus rutas de distribución de forma empírica, sin utilizar herramientas de apoyo que minimicen los costos de transporte y maximicen los niveles de satisfacción del cliente. Particularmente, en el caso del Banco de México la distribución de moneda metálica es un proceso fundamental. Sin embargo se presentan dificultades en la planeación y programación de las rutas de distribución, por lo que se podrían generar retrasos en las entregas a los clientes y usuarios finales generando altos costos para la institución. El objetivo de este estudio es proponer un modelo para el problema de distribución de moneda metálica en México utilizando un modelo de localización y ruteo con demanda variable, que cuenta con diferentes puntos de entrega a nivel nacional. Se determina el número y la localización óptimos de los almacenes requeridos, así como las rutas óptimas para cada vehículo minimizando los costos de distribución. Se considera que este estudio es relevante para las instituciones bancarias.

---

**Viernes 6/octubre**

**11:40 - 13:20 hrs.**

**Sesión 21: Aplicaciones de la IO 3 (Salón Central 11)**

**Chair: Laura Plazola Zamora**

**Resumen 93**

**Un modelo de programación binivel para un problema de control del mercado: aplicación a la industria petrolera.**

Héctor Maravillo

Universidad Autónoma de  
Nuevo León

José Fernando Camacho Vallejo

Universidad Autónoma de  
Nuevo León

En este trabajo se propone un modelo de programación binivel para estudiar un problema de producción e insumos aplicado a la industria petrolera. Dicho problema es caracterizado por el monopolio estatal de comercialización de insumos y la competencia jerarquizada entre el Gobierno y las empresas privadas para la producción de bienes de consumo final. Bajo estas condiciones, el Gobierno tiene la capacidad de delimitar la producción de las empresas privadas y optimizar su producción de bienes de consumo final para cubrir exactamente la demanda establecida del mercado. Por otro lado, en el nivel inferior se desea maximizar la utilidad neta de las empresas privadas. Para esto, se consideran dos posibilidades: cuando existe un organismo regulador en las empresas privadas que distribuye los insumos entre éstas, y cuando cada empresa trabaja independientemente de las demás. En este último caso se tiene que encontrar el equilibrio entre las empresas privadas. Bajo este esquema, el hecho de tomar en cuenta la capacidad productiva de cada empresa nos conduce a tener el problema de la mochila para cada compañía privada. Se estudian algunas propiedades de los modelos y se ilustra la problemática mediante algunos ejemplos con instancias preliminares generadas de manera pseudo-aleatorias.

**Resumen 112****MODELO DE RUTA MÁS CORTA PARA UNA EMPRESA DEL SECTOR AGROINDUSTRIAL E INDUSTRIA CÁRNICA.**

Cesar Jesús Covarrubias Casco

Universidad de Guadalajara

César Alejandro Polo Navarro

Universidad de Guadalajara

Laura Plazola Zamora

Universidad de Guadalajara

Granjas RYC es una empresa mexicana con el giro en el sector agroindustrial y la industria cárnica, ubicada en Puebla, Puebla. Actualmente cuentan con más de 10 colaboradores y una red de distribución dentro de las tiendas de autoservicio a lo largo del país. Debido a su mano de obra especializada y su maquinaria con nueva tecnología, la empresa puede ofrecer productos innovadores y alta calidad.

La empresa en este momento no cuenta con una ruta definida para la distribución de su mercancía, por lo que se plantea el problema de qué ruta es mejor para pasar por todas las sucursales y recorrer los menos kilómetros posibles, en este trabajo se busca encontrar la ruta más eficiente que minimice la distancia recorrida.

**Resumen 56****Particiones primal-dual y refinada primal-dual de los problemas de programación lineal semi-infinita con coeficientes acotados.**

Abraham Barragán

BUAP

Lidia Rebollar

BUAP

Maxim Todorov

Universidad de las Américas,  
Puebla

Un problema de programación lineal semi-infinita es un problema de optimización lineal definido sobre un espacio finito pero con un número infinito de restricciones. El espacio de todos los problemas de programación lineal semi-infinita, considerando a la pareja primal-dual, se ha particionado de diferentes maneras. En este trabajo se consideran dos particiones de dicho espacio. La partición primal-dual, que resulta de clasificar los problemas primal y dual en inconsistentes, con valor optimal acotado y con valor optimal no acotado, y la partición refinada primal-dual que se obtiene de dividir, en la partición anterior, a los problemas con valor optimal acotado en solubles con conjunto optimal acotado y en no solubles o que tienen conjunto optimal no acotado. Además, estas dos particiones se aplican en el espacio de problemas con coeficientes continuos y en el espacio de problemas con coeficientes acotados. En trabajos previos se han caracterizado ambas particiones para el caso continuo. Ahora, se presentan resultados que buscan extender dichas caracterizaciones al caso de los problemas con coeficientes acotados.



## Resumen 34

### Ingeniería afectiva aplicada a modelos binivel de migración humana.

Edgar Camacho Esparza

Tecnológico de Monterrey

Vyacheslav Kalashnikov

Tecnológico de Monterrey,  
Campus Monterrey

Nataliya Kalashnykova

Universidad Autónoma de  
Nuevo León

Desarrollamos un modelo de migración humana de dos niveles que utiliza los conceptos de ingeniería afectiva (ingeniería de Kansei) y equilibrio de variaciones conjeturales (CVE). Los agentes de nivel superior son municipios de localidades competidoras, cuyas estrategias son inversiones en las infraestructuras de los emplazamientos (ciudades, pueblos, etc.). Estas inversiones tienen como objetivo hacer a los lugares más atractivos para los residentes y potenciales migrantes de otros lugares, lo que claramente exige herramientas de ingeniería afectiva. En el nivel inferior del modelo, los residentes actuales también son migrantes potenciales a otros lugares. Toman la decisión de migrar (si es que lo hacen) comparando los valores esperados de las funciones de utilidad de las ubicaciones de salida y llegada, que son estimados teniendo en cuenta los compromisos de su grupo en relación con los flujos migratorios de equilibrio entre los emplazamientos implicados. Las funciones de utilidad reflejan la técnica de ingeniería afectiva porque sus valores se basan en el afecto de los migrantes potenciales hacia los lugares objetivo. Aplicando una técnica especial para verificar la consistencia de los coeficientes de influencia, se establecen los resultados de existencia y unicidad para el equilibrio de las variaciones conjeturales consistentes (CCVE).

#### **Resumen 54**

#### **ADAPTACION DEL ALGORITMO DE BÚSQUEDA GRAVITACIONAL (GSA) APLICADO AL PROBLEMA DE ASIGNACIÓN GENERALIZADA.**

Gilberto Torres-Cockrell

Universidad Autónoma  
Metropolitana AZC.

Roman Anselmo Mora-Gutiérrez

Universidad Autónoma  
Metropolitana AZC.

Javier Ramírez-Rodríguez

Universidad Autónoma  
Metropolitana AZC.

En este trabajo, se presenta una adaptación del algoritmo de búsqueda gravitacional (GSA) para el problema de asignación generalizada (GAP). Por lo cual en este trabajo se propone una discretización de la técnica original de GSA.

La propuesta de este algoritmo se probó con 15 instancias de referencia, las cuales se tomaron de OR- Library del tipo "C, D, E" la técnica desarrollada presenta la capacidad de generar resultados de buena calidad y se puede considerar como una opción adecuada para abordar este problema.

# ÍNDICE POR SESIONES

---

<b>SESIÓN</b>	<b>PÁGINA</b>
<b>Sesión 1: Diseño de Cadena de Suministro (Auditorio Santander 1)</b>	<b>28</b>
<b>Sesión 2: Sistemas de Producción (Auditorio Santander 2)</b>	<b>33</b>
<b>Sesión 3A: Aplicaciones de la IO 1 (Aula Magna)</b>	<b>38</b>
<b>Sesión 3B: Aplicaciones multicriterio (Salón G25)</b>	<b>43</b>
<b>Sesión 4: Energía (Auditorio Santander 1)</b>	<b>47</b>
<b>Sesión 5: Empaquetamiento (Auditorio Santander 2)</b>	<b>51</b>
<b>Sesión 6: Diseño territorial (Aula Magna)</b>	<b>55</b>
<b>Sesión 7: Humanitaria y Desastres Naturales (Aula Panamericana)</b>	<b>59</b>
<b>Sesión 8: Ruteo 1 (Auditorio Santander 1)</b>	<b>63</b>
<b>Sesión 9: Transporte urbano (Auditorio Santander 2)</b>	<b>67</b>
<b>Sesión 10: Salud (Aula Panamericana)</b>	<b>71</b>
<b>Sesión 11: Planeación y Programación de la Producción (Auditorio Santander 1)</b>	<b>75</b>
<b>Sesión 12: Transporte (Auditorio Santander 2)</b>	<b>79</b>
<b>Sesión 13: Aplicaciones Agrícolas (Aula Panamericana)</b>	<b>83</b>
<b>Sesión 14: Proyectos y Procesos de Negocio (Auditorio Santander 1)</b>	<b>87</b>
<b>Sesión 15: Aplicaciones de la IO 2 (Auditorio Santander 2)</b>	<b>91</b>
<b>Sesión 16: Localización (Auditorio Santander)</b>	<b>95</b>
<b>Sesión 17: Programación de producción (Salón Central 2)</b>	<b>99</b>
<b>Sesión 18: Métodos estadísticos (Salón Central 11)</b>	<b>103</b>
<b>Sesión 19: Inventarios (Auditorio Santander)</b>	<b>107</b>
<b>Sesión 20: Ruteo 2 (Salón Central 2)</b>	<b>112</b>
<b>Sesión 21: Aplicaciones de la IO 3 (Salón Central 11)</b>	<b>117</b>

# ÍNDICE POR NÚMERO DE RESUMEN

---

RESUMEN	PÁGINA
4	46
5	93
6	69
10	108
11	78
13	100
16	114
17	82
20	54
21	43
22	63
24	52
25	48
26	72
28	64
29	49
30	50
31	41
33	84
34	120
35	101
37	60
47	74
50	30
52	79
53	66
54	121
56	119
63	102
65	81
66	88
68	83

RESUMEN	PÁGINA
69	40
70	91
71	113
73	42
75	39
76	86
77	35
78	106
80	95
81	96
82	28
83	103
85	59
86	89
87	61
88	67
89	33
90	56
91	57
92	53
93	117
94	76
96	47
97	36
100	77
105	107
106	110
107	55
108	94
109	109
111	37
112	118

RESUMEN	PÁGINA
113	75
114	73
116	115
117	112
120	71
122	51
123	104
124	87
127	68
128	65
129	58
130	80
131	38
132	44
133	99
134	98
136	70
137	97
139	85
142	90
143	32
144	105
145	92
146	111
147	34
148	62
150	45
151	31
152	29
154	116

# ÍNDICE POR AUTORES

---

Autor	Páginas
Aguilar-Mejía, Omar	48
Aguirre Ricartti, Karla Cristina	87
Alejo-Reyes, Avelina	108
Almaráz Mendoza, Juan Guillermo	35
Alonso Pecina, Federico	65
Alvarado-Iniesta, Alejandro	46, 94
Alvarez Carrillo, Pavel Anselmo	43
Alvarez Jarquin, Nohemi	58
Andrade Stellet, Rodrigo	84
Angulo-Cedeño, J Reyes	90
Apolonio, Santiago	62
Avalos Gaytán, Vanesa	77
Avalos-Rosales, Oliver	99
Aviles, Jonnatan	59
Avilés, Víctor J.	34
Balderas Jaramillo, Fausto Antonio	89
Balderas-Canas, Patricia	91
Bard, Jonathan	72, 99
Barragán, Abraham	119
Bennell, Julia A.	54
Bermúdez, Liliana	53
Briones, Demetrio	81, 83
Brotcorne, Luce	42
Cabo Nodar, Marta	54, 75, 100
Calderon, Ruben	36
Camacho Esparza, Edgar	120
Camacho Vallejo, José Fernando	28, 29, 42, 55, 95, 96, 97, 117
Cantu, Eduardo	40
Cárdenas Barrón, Leopoldo Eduardo	95, 107, 110
Cardona Valdés, Yajaira	41, 47, 71, 77
Casas Ramírez, Martha Selene	28, 55, 97
Castillo Villar, Krystel	47
Castillo, Alejandro	93
Cid Garcia, Nestor Miguel	58
Cordero Franco, Alvaro Eduardo	105

Autor	Páginas
Corona Gutiérrez, Karina	114
Correa Medina, Juan Gabriel	58
Covarrubias Casco, Cesar Jesús	118
Cruz, Oscar	62
Cruz-Reyes, Laura	51, 89
Da Costa Almeida, Lucas	84
Dávila Soria, Dámaris Arizhay	95
De León-Almaraz, Sofía	50
De Souza Gomes Brito, Eliane	84
Díaz Medina, Eduardo	64
Díaz, Juan A	28, 33, 55, 57
Domínguez Casasola, Saúl	81, 83
Erthal Júnior, Milton	84
Espinosa Mulia, Beatriz Nora	61
Estrada, Alejandro	51, 92
Faria Salles, Sérgio Augusto	84
Félix Cabada, Christopher	43
Fernandez, Eduardo	89
Fernández, Miguel	102
Fernández-García, María Del Carmen	66
Figuroa Fernández, Vicente	35, 37, 87, 92
Flores Muñiz, José Guadalupe	79
Flores, Idalia	92
Fraire, Héctor	51
Franco, José E.	34
Frausto, Juan	51
García C., Irma	71
García de Alba V., Hector R.	101
García Vélez, Juan Carlos	96
García, David	109
García-Gutierrez, Javier	68
García-Nájera, Abel	66
Gastelum Chavira, Diego Alonso	44, 45
Gaytán Iniestra, Juan	61, 90
Gómez Padilla, Alejandra	64
Gomez Vargas, Mariana	116
Gómez, Claudia	51, 89
González Reyes, David Alejandro	103

Autor	Páginas
González Velarde, José Luis	29, 100
Guerrero Campanur, Aaron	31
Guillen Anaya, Luis Gonzalo	94
Gutierrez, Edith	98
Gutiérrez-Andrade, Miguel Ángel	66
Hernández González, Salvador	32, 34, 35, 37, 87, 92
Hernández Landa, Leonardo Gabriel	70, 115
Hernández Miramontes, Cindhia	
Guadalupe	104
Hernández Ripalda, Manuel Darío	104
Hernández Rodríguez, Diego De	
Jesús	112
Hernandez, Eva	36
Hernandez-Baez, Irma Yázmin	65
Hernández-Gómez, Andrés	46
Ian Samuels, Richard	84
Ibarra Rojas, Omar Jorge	75, 115
Ibarra, Atziri	111
Jiménez García, José Alfredo	32, 34, 35, 37, 87, 92, 104
Kalashnikov, Vyacheslav	79, 120
Kalashnykova, Nataliya	79, 120
Kreinovich, Vladik	79
Labbe, Martine	29
Larreta, Elsa Verónica	44
León, Edgar	49
Leyva López, Juan Carlos	43, 44, 45
Litvinchev, Igor	52
Loera Martínez, Pedro Inés	113
López, Eduardo Manuel	78
López, Lilian	42
Lopez-Daz, Roberto Enrique	65
Lujan Moreno , Gustavo Adolfo	106
Luna, Dolores Edwiges	28, 33, 55
Luquín-García , Dolores	39
Luviano-Cruz, David	46
Maravillo, Héctor	117
Marín Limón, Mario Eduardo	88
Marmolejo Saucedo, Jose Antonio	52

Autor	Páginas
Martínez Salazar, Iris Abril	112, 113
Martínez Sykora, Antonio	54
Mavolo, Luca	85
Medina Santana, Alfonso Angel	107
Mejía Argueta, Christopher	69
Mejía, Yamil	32
Melchor Navarro, Miguel Ángel	35
Mendoza, Abraham	108
Mendoza, Adel	109
Minor-Popocatl, Hertwin	48, 49
Monroy, Rodolfo	76
Monteiro Da Hora, Henrique Rêgo	84
Montes Tadeo, Jose Luis	93
Montufar, Marco Antonio	36
Mora Del Bosque, Jessica	77
Mora Ochomogo, Elma Irais	60
Mora-Gutiérrez, Roman Anselmo	30, 121
Morales Marroquín, Miguel Lorenzo	70
Mora-Vargas, Jaime	60
Moreno Vega, Marcos	114
Moreno, Miguel A.	41
Mosquera Artamonov, José Daniel	52
Navarro, Carlos	76
Neriz, Liliana	74
Nieto-Yañez, Alma Delia	65
Nucamendi-Guillén, Samuel	41, 64, 101, 114
Nunez, Nicolas A.	80
Ñeco Caberta, Raúl	94
Olivares Benítez, Elias	31
Olvera, Citlali	82
Ortiz Servin, Juan Jose	93
Ozuna, Edith	115
Pacheco, Joaquín	71
Palafox-Roca, Alfredo Omar	86
Palencia, Daniel	109
Peláez, Canek	56
Pérez, Rodolfo E.	31
Pérez-Dominguez, Luis	46



Autor	Páginas
Pérez-Gallardo, Jorge R.	50
Perusquia Del Cueto, Raul	93
Plazola Zamora, Laura	76, 111, 118
Polo Navarro, César Alejandro	118
Ponsich, Antonin	30, 102
Possani, Edgar	75, 100
Quiroz, Sandra	111
Ramírez-Nafarrate, Adrián	67
Ramírez-Rodríguez, Javier	121
Ramis, Francisco	74
Rangel Valdez, Nelson	89
Rebollar, Lidia	119
Riascos Alvarez, Lizeth Carolina	72
Rincón, Eric	102
Ríos-Mercado, Roger	72
Rios-Solis, Yasmin	70, 75, 82, 100
Rivera López, Omar	37
Rodríguez Picón, Luis Alberto	94
Rodríguez-Espíndola, Oscar	61
Rojas, Omar	39, 101
Romero, David	56
Romero-Torres, Javier	68
Ruiz, Efrain	63
Ruvalcaba Sanchez, Ma. Loecelia Guadalupe	58
Salazar Zendeja, Luis Alberto	29
San José Nieto, Luis A.	110
Sandoval Esquivel, María Gabriela	57
Santillan-Lemus, Daniel	48
Santos, Cipriano	90
Saucedo, Jania	53
Segura, Esther	38, 73
Serrato, Marco	60
Sicilia Rodríguez, Joaquín	110
Smith, Neale	59
Solano, Cristian	109
Soria Arguello, Isidro	69
Tapia Esquivias, Moisés	104

Autor	Páginas
Téllez Macías, Ángel David	30
Tercero Gómez, Victor Gustavo	105
Todorov, Maxim	119
Torres Escobar, Rafael	52
Torres-Cockrell, Gilberto	121
Trigos, Federico	78
Tuão Gava, Carlos	84
Valdés Montoro, Jessica Ivonne	105
Vázquez, Luis Enrique	73
Velasco, Jonás	81, 83
Velasco, Lara	71
Vertiz, Gaston	62
Xodo, Daniel	85
Zanabria, Martín	38

# INFORMACIÓN DE REGISTRO Y DEL LUGAR DE ENCUENTRO

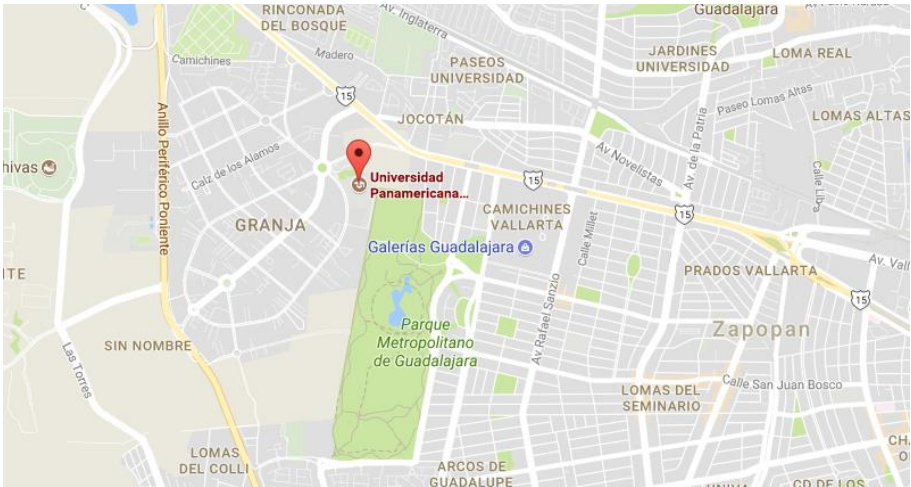
---

## LUGAR DE ENCUENTRO

**UNIVERSIDAD PANAMERICANA – CAMPUS GUADALAJARA** – La Universidad Panamericana cuenta con tres campus y una sede que atienden a cerca de 12 mil alumnos en 33 carreras. El primer campus se inauguró en la ciudad de México en el año de 1968, después Guadalajara en 1981 y Aguascalientes en 1989. La sede Santa Fe, también en la ciudad de México, se inauguró en 2011. Además cuenta con la Escuela de Administración de Instituciones ESDAI. Siendo una sola Universidad, con un mismo espíritu, la UP trabaja todos los días en tres pilares fundamentales: la docencia, la investigación y la difusión de la cultura.







## REGISTRO

<b>Día</b>	
<b>1 de marzo de 2017</b>	Inicio de registro de participantes y/o recepción de resúmenes
<b>26 de mayo de 2017</b>	Fecha límite de envío de resúmenes
<b>23 de junio de 2017</b>	Notificación de aceptación/rechazo de resúmenes
<b>31 de julio de 2017</b>	Fecha límite de registro y pago de inscripción de autores ponentes

**La cuota incluye:** el libro de resúmenes del congreso, servicios del encuentro, brindis de bienvenida y cena de gala

	Hasta el 31 de julio del 2017	Después del 31 de julio del 2017
<b>Miembro SMIO</b>	\$2,400 MXN	\$3,000 MXN
<b>No Miembro SMIO</b>	\$3,200 MXN	\$3,800 MXN
<b>Estudiante Miembro SMIO</b>	\$1,200 MXN	\$1,500 MXN
<b>Estudiante No Miembro SMIO</b>	\$1,600 MXN	\$1,900 MXN
<b>Boleto Extra - Cena de Gala</b>	\$450 MXN	

Los miembros de ALIO o sus sociedades miembros podrán pagar como miembros de SMIO.

Para aplicar el descuento por membresías se deberá enviar un comprobante de membresía como estudiante o de membresía completa.

Para incluir la presentación de un resumen aceptado en el programa de ponencias se deberá haber hecho el pago de la inscripción a más tardar el 31 de julio. Un participante puede ser ponente solamente de un trabajo, pero no es necesario ser ponente para inscribirse. En caso de requerir factura se pide incluir los datos al momento del registro. Si la factura se pide posteriormente o se solicita una corrección, estas solicitudes podrían demorar en ser atendidas.

Para mayores informes escribir a **smio@up.edu.mx**

## PÁGINA OFICIAL

<https://vicongresosmio.up.edu.mx/>

**Edición de las memorias**

Elias Olivares Benítez (Universidad Panamericana)

María José Bárcena Ramírez (Universidad Panamericana)

Gloría Sofía Parra Félix (Universidad Panamericana)

Septiembre, 2017

# PATROCINADORES

---



ESCUELA DE EMPRESARIALES 



INGENIERÍA INDUSTRIAL E INNOVACIÓN DE NEGOCIOS 

Bodegas de  
**SANTO TOMÁS**<sup>SM</sup>  
Desde 1888