



RED DE LOCALIZACIÓN Y PROBLEMAS AFINES

Workshop on Locational Analysis and Related Problems

y

Reunión de la Red de Localización y Problemas Afines 2012

MTM2010-12053-E

Granada, 10-12 de Mayo de 2012



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE ECONOMÍA
Y COMPETITIVIDAD



Ugr

Universidad
de Granada



UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS
DE GRAN CANARIA



RED DE LOCALIZACIÓN Y PROBLEMAS AFINES

**Workshop on Locational Analysis and Related Problems
y
Reunión de la Red Temática de Localización y Problemas Afines 2012
MTM2010-12053-E
Granada, 10-12 de Mayo de 2012**

Presentación

La *Red de Localización y Problemas Afines* es un grupo consolidado de investigadores de universidades españolas y extranjeras que trabajan en el ámbito de la localización y problemas relacionados. Iniciada en el año 2002, con antecedentes en el *Grupo Español de Localización* (GELOCA), actualmente la Red tiene más de 140 investigadores, distribuidos en 16 nodos, interviniendo 21 universidades españolas y 9 extranjeras. Sus miembros acumulan una gran experiencia en temas de localización, diseño de redes, y transporte, así como en técnicas de optimización en general, reconocida a nivel internacional.

La *Localización* es un área de investigación dirigida a determinar las ubicaciones óptimas de proveedores de servicios, instalaciones, objetos o estructuras de cierto tipo, de manera que se alcancen ciertos objetivos. Lleva inherente el concepto de espacio y de su uso, y está fuertemente ligada a las áreas del transporte, las comunicaciones y la logística. Los fines perseguidos dependen del objeto de la localización, puede tratarse de la maximización de los beneficios derivados del funcionamiento de las instalaciones que se van a localizar, de la minimización de costes de desplazamiento, de la maximización de la población cubierta por unos puntos de servicio, o de la minimización de los efectos no deseados o nocivos producidos por estas instalaciones.

La Red persigue varios objetivos. Por un lado, se desea potenciar el desarrollo científico del área, fomentando la comunicación entre sus miembros, facilitando la formación de los investigadores novedosos y ampliando la de otros con experiencia. Por otro lado, la Red quiere impulsar la transferencia de conocimientos entre la Universidad y la Industria, Empresa y Sociedad. Ambos objetivos no son independientes ya que el desarrollo de cualquiera de ellos influirá en los avances que puedan llevarse a cabo en el otro.

En la convocatoria del año 2012, la Reunión de la Red aparece integrada en el *Workshop on Locational Analysis and Related Problems 2012*. Este encuentro combinará la participación de investigadores invitados con la presentación de trabajos por parte de varios miembros de la Red.



RED DE LOCALIZACIÓN Y PROBLEMAS AFINES

Comité Científico

José Miguel Díaz Báñez
Elena Fernández Aréizaga
José A. Moreno Pérez
Justo Puerto Albandoz
Dolores R. Santos Peñate

Comité Organizador

Victor Blanco Izquierdo (UGR)
José Miguel Díaz Báñez (US-MA)
Pablo Dorta González (ULPGC)
Elena Fernández Aréizaga (UPC-EIO)
José A. Moreno Pérez (ULL)
Justo Puerto Albandoz (US)
Dolores R. Santos Peñate (ULPGC, coordinadora)
Rafael R. Suárez Vega (ULPGC)



RED DE LOCALIZACIÓN Y PROBLEMAS AFINES

PROGRAMA

JUEVES 10 DE MAYO 2012

9:00-9:30	Entrega de documentación
9:30-10:30	Charla Martine Labbé A branch-and-cut -and-price algorithm for the piecewise linear network flow problem
10:30-11:30	Charla Stefan Voß MATHEURISTICS: Hybridizing Metaheuristics and Mathematical Programming
11:30-12:00	Descanso
12:00-13:00	Manuel Laguna Enhanced Decision Making with Black Box Optimization
13:00-14:00	Charlas de los miembros Red
14:00-16:00	Comida
16:00-18:00	Reunión de la Red Temática

EXPOSICIÓN PERMANENTE DE PÓSTERES

VIERNES 11 DE MAYO 2012

9:30-10:30	Charlas de los miembros Red
10:30-11:30	Charla Richard Church Locating Short Term Empty Container Storage Facilities
11:30-12:00	Descanso
12:00-13:00	Charla Aníbal Ollero Optimización en sistemas con múltiples vehículos aéreos no tripulados
13:00-14:00	Sesión Universidad-Sociedad-Empresa
14:00-16:00	Comida
16:00-17:00	Charlas de los miembros Red

EXPOSICIÓN PERMANENTE DE PÓSTERES

SÁBADO 12 DE MAYO 2012

10:00-13:00	Reunión de grupos para la planificación de trabajos conjuntos
-------------	---

Lugar de celebración:

Edificio Mecenas, Sala ENIAC
Universidad de Granada
Granada

<http://csirc.ugr.es/informatica/Contactar/localizacion/mecenas.html>

Contacto:

drsantos@dmc.ulpgc.es tebadm@gi.ulpgc.es

Web:

www.ugr.es/~wlarp2012



RED DE LOCALIZACIÓN Y PROBLEMAS AFINES

CONFERENCIANTES INVITADOS

Richard Church

Department of Geography

University of California, Santa Barbara

church@geog.ucsb.edu

<http://www.geog.ucsb.edu/~forest/RLC/>

Título de la charla: *Locating Short Term Empty Container Storage Facilities*

Martine Labbé

Faculty of Sciences

Computer Science Department

Université Libre de Bruxelles

mlabbe@ulb.ac.be

<http://homepages.ulb.ac.be/~mlabbe/>

Título de la charla: *A branch-and-cut -and-price algorithm for the piecewise linear network flow problem*

Manuel Laguna

Leeds School of Business

University of Colorado

laguna@colorado.edu

<http://leeds-faculty.colorado.edu/laguna/>

Título de la charla: *Enhanced Decision Making with Black Box Optimization*

Aníbal Ollero

[Escuela Superior de Ingenieros](#)

Asociación para la Investigación y Cooperación Industrial de Andalucía ([AICIA](#)).

Centro Avanzado de Tecnologías Aeroespaciales([CATEC](#))

aollero@cartuja.us.es

<http://grvc.us.es/aollero/>

Título de la charla: *Optimización en sistemas con múltiples vehículos aéreos no tripulados*

Stefan Voß

Institute of Information Systems within the Department of Business and Economics at the University of Hamburg

[Institute of Information Systems](#)

[Department for Business and Economics](#)

[University of Hamburg](#)

stefan.voss@uni-hamburg.de

<http://iwi.econ.uni-hamburg.de/IWIWeb/Default.aspx?tabid=1010>

Título de la charla: *MATHEURISTICS: Hybridizing Metaheuristics and Mathematical Programming*



RED DE LOCALIZACIÓN Y PROBLEMAS AFINES

Sesión Universidad-Sociedad-Empresa

Aureli Alabert

Departament de Matemàtiques

Universitat Autònoma de Barcelona

Vicepresidente de Red Española Matemática-Industria math-in.net

Aureli.Alabert@uab.cat



RED DE LOCALIZACIÓN Y PROBLEMAS AFINES

INTERVENCIONES DE MIEMBROS DE LA RED

I. Presentaciones orales

Sesión 1. Jueves de 13:00 a 14:00

Moderador: Pablo Dorta González

1. Inmaculada Espejo, Antonio Rodríguez-Chía y Alfredo Marín
El problema del p-centro con capacidades y previsión de fallo
2. Jose-Miguel Díaz-Báñez, Matias Korman, Pablo Pérez-Lantero, Inmaculada Ventura
The 1-Center and 1-Highway problem
3. Alondra de Santiago, Belén Melián y Ada Álvarez
Una heurística de solución al problema dinámico de ruteo de vehículos con ventanas de tiempo

Sesión 2. Viernes de 09:30 a 10:30

Moderador: Rafael Suárez Vega

1. Emilio Carrizosa, Carmen-Ana Domínguez-Bravo, Enrique Fernández-Cara y Manuel Quero
Localización óptima de heliotrojos en el diseño de plantas solares con tecnología de torre
2. Concepción Valero Franco, Antonio M. Rodríguez Chía y Inmaculada Espejo Miranda
Aceleración de la convergencia para el problema de localización minisum con normas L_p
3. Blas Pelegrín y Pascual Fernández
How to solve ties in customer choice for competitive location modelling?

Sesión 3. Viernes de 16:00 a 17:00

Moderador: Dolores R. Santos Peñate

1. Luis Cadarso y Ángel Marín
Robustez recuperable para el diseño de redes de transporte rápido
2. Julio Brito, Francisco J. Martínez, José A. Moreno
Problemas de rutas de vehículos para la distribución de productos congelados



RED DE LOCALIZACIÓN Y PROBLEMAS AFINES

II. Pósteres

1. Eva Barrena Algara, Francisco A. Ortega Riejos, Miguel A. Pozo Montaño, Isabel Ternero Robles.
Generating touristical paths in Doñana under environmental criteria
2. Pablo Dorta-González, María Isabel Dorta-González, Dolores Rosa Santos-Peña, Rafael Suárez-Vega
Principales diferencias en los hábitos de publicación y citación entre la Investigación Operativa y el resto de campos científicos
3. Rafael Suárez Vega, Dolores R. Santos Peña y P. Dorta González
Empleo de herramientas SIG como apoyo a la toma de decisiones en localización cuando una firma desea ampliar el número de establecimientos



RED DE LOCALIZACIÓN Y PROBLEMAS AFINES

RESÚMENES / ABSTRACTS

Conferenciantes invitados

Richard Church

Locating Short Term Empty Container Storage Facilities

This paper presents two new models for the location of storage facilities for empty marine shipping containers. With the exception of bulk commodities, like oil and grain, most global shipping involves a standard shipping container that is 20 or 40 feet long. In the Los Angeles region, more than 20 million of these containers move each year through the port complexes of Los Angeles and Long Beach. This paper discusses the logistics of port and drayage operations and demonstrates that the transport of shipping containers within southern California can be substantially reduced by the strategic placement of storage yards. Existing models of storage yard location fail to capture important logistic elements found in most countries. This paper addresses these issues and proposes a new modeling perspective. Two new models are developed and applied to Southern California. Solutions are presented and their implementation is discussed. Results suggest that truck transport can be reduced by up to 225,000 km per day!

Tue R.L. Christensen and Martine Labbé

A branch-and-cut -and-price algorithm for the piecewise linear network flow problem

In this talk we present an exact solution method for the network flow problem with piecewise linear costs. This problem is fundamental within supply chain management and extends the fixed-charge transportation problem in a straightforward way. Two Dantzig -Wolfe reformulations are initially considered and their relative strength with respect to the linear programming relaxation is investigated both theoretically and practically through tests on a number of instances. Next, we present an exact method based on one of the two reformulations to which cover inequalities, coming from GUB constraints, are added when violated. Computational experiments show that this solution method compares favorably to a standard MIP solver with a reduction of 75% of the runtime on the largest instances tested.

Manuel Laguna

Enhanced Decision Making with Black Box Optimization

The optimization of black boxes provides a flexible framework to find solutions to complex problems found in practice. There are three main advantages of this approach: (1) separation of the solution method and the model, (2) an almost unrestrictive modeling environment and (3) the availability of existing research and commercial codes to create computerized models of physical and conceptual systems. The challenge, from the optimization point of view, is the development of general-purpose search procedures capable of delivering solutions of a desired quality within a time that is reasonable



for the application. We discuss advances in the optimization technologies applied to black boxes and present several engineering and business applications.

Aníbal Ollero

Optimización en sistemas con múltiples vehículos aéreos no tripulados

Los sistemas de múltiples vehículos aéreos no tripulados pueden contemplarse mediante una jerarquía en cuyo nivel superior se involucra la planificación de la misión. A continuación deben asignarse tareas a los diferentes UAVs involucrados. En el nivel siguiente se generan trayectorias para cada uno de los UAVs. Finalmente se ejecutan las trayectorias y en caso de que exista un conflicto en su ejecución, es necesario modificar las trayectorias para evitar los conflictos.

En la presentación se introducirán en primer lugar arquitecturas computacionales de sistemas con múltiples UAVs y a continuación se plantearán problemas de optimización que tienen como objetivo permitir resolver de forma eficiente desde la planificación de las misiones hasta la generación en tiempo real de las trayectorias.

En particular se consideran métodos involucrados en los proyectos integrados del séptimo programa marco de la Comisión Europea EC-SAFEMOBIL (FP7 288082) y ARCAS ("Aerial Robotics Cooperative Assembly System" (FP7 287617) ambos coordinados por el ponente, así como el Proyecto FP7 People "Multi-UAV Cooperation for long endurance application" de la Comisión Europea, y el Proyecto del Plan Nacional "Cooperative Long Endurance Missions with Aerial Robots (CLEAR)" ambos dedicados a misiones cooperativas de larga duración y también coordinados por el ponente.

Se mostrarán entornos de aplicación y algunos resultados obtenidos en los proyectos mencionados más arriba, y en otros previos. Dichos resultados se ilustrarán mediante videos y gráficas de experimentos realizados tanto en el "testbed" para vuelos en interiores del Centro Avanzado de Tecnologías Aeroespaciales (FADA-CATEC) como en vuelos en exteriores realizados con varios vehículos aéreos no tripulados.

Stefan Voß

MATHEURISTICS: Hybridizing Metaheuristics and Mathematical Programming

The field of metaheuristics has traditionally been very receptive to proposals about how to structure algorithms in order to effectively solve optimization problems. Innovation of solution approaches has always been one of the traits of the field, and design paradigms have succeeded as inspiration for algorithm designers: inspiration from nature, improvements of local search, logics and probability, etc.

In this presentation we aim to show how both metaheuristics and mathematical programming (MP) can leverage on one another. This especially relates to the term Matheuristics, which describes works that are along these lines, e.g., exploiting MP techniques in (meta)heuristic frameworks or on granting to MP approaches the cross-problem robustness and constrained CPU-time effectiveness which may characterize metaheuristics. This follows a trend in hybridization, which appeared in several forms in the last years: metaheuristics are being hybridized with artificial intelligence, with constraint programming, with statistics, not to mention among themselves. However, the combination of metaheuristics and MP has a set-apart condition. Including MP techniques for a metaheuristic designer does not mean looking



for contributions, which could possibly derive from another research area, it means looking inside one's own cultural baggage, it means using in a different way something one has already had experience with.

Examples and applications of matheuristics in various problem domains are surveyed. A special focus is put on examples from computational logistics / maritime shipping.

Miembros de la Red

Presentaciones

Julio Brito, Francisco J. Martínez, José A. Moreno

Problemas de rutas de vehículos para la distribución de productos congelados

Los problemas de rutas de vehículos que surgen en la distribución de productos congelados necesitan incorporar restricciones para evitar la ruptura de la cadena de frío. Se presentan extensiones del problema de rutas de vehículos con ventanas de tiempo (VRPTW) incluyendo ingredientes que permiten garantizar que no se deteriora la calidad de los productos antes de llegar a su destino. La flexibilidad en las medidas adoptadas contra la ruptura de la cadena de frío da lugar a una imprecisión en los parámetros y restricciones de las correspondientes formulaciones que requieren de la metodología apropiada para su tratamiento diferenciado. Las soluciones propuestas están siendo contrastadas en instancias obtenidas de datos reales proporcionados por una empresa de la distribución de alimentos.

Luis Cadarso y Ángel Marín

Robustez recuperable para el diseño de redes de transporte rápido

En sistemas de transporte rápido es frecuente la aparición de largas interrupciones. Tales incidentes incluyen rotura de las infraestructuras, eventos sociales extraordinarios, etc. Un diseño robusto de la red es demasiado caro para su operación diaria cuando no hay interrupciones. Se propone un diseño menos robusto para tener en cuenta estas interrupciones y el coste de recuperación del sistema, definiendo un modelo que considere los escenarios de fallo con su probabilidad y la planificación normal de la misma. Para comprobar la bondad del modelo para reducir los costes de robustez y recuperabilidad algunas pruebas computacionales serán presentadas.



RED DE LOCALIZACIÓN Y PROBLEMAS AFINES

Emilio Carrizosa, Carmen-Ana Domínguez-Bravo, Enrique Fernández-Cara y Manuel Quero

Localización óptima de heliostatos en el diseño de plantas solares con tecnología de torre

En el diseño de una planta solar con tecnología de torre aparecen variables ligadas al diseño de la torre (altura, dimensión del receptor de cavidad, etc.) y otras relacionadas con el campo de heliostatos (número de heliostatos, localización de los mismos). Las variables están sometidas a múltiples restricciones, cuyo origen puede ser muy diverso: limitaciones físicas o mecánica , mantenimiento de las instalaciones, etc.

En esta charla se describe el problema de optimización resultante, y una metodología heurística de resolución.

Alondra De Santiago, Belén Melián y Ada Álvarez

Una heurística de solución al problema dinámico de ruteo de vehículos con ventanas de tiempo

En las últimos años los avances en tecnologías de información y sistemas de comunicación, tales como sistemas de información geográfica, móviles, posicionamiento por satélite, entre otros, han permitido que se pueda llevar a cabo en "tiempo real" la gestión de pedidos de los clientes y las flotas de vehículos, lo cual facilita que se realicen cambios en los planes de las flotas de vehículos, incluso cuando éstas ya hayan iniciado el recorrido. Por ello es que este tipo de problemas se ha convertido en uno de los principales retos en el contexto actual de los problemas de ruteo.

En este trabajo se aborda el problema de ruteo dinámico de vehículos con ventanas de tiempo (DVRPTW, por sus siglas en inglés), donde se tienen dos tipos de clientes, por un lado clientes estáticos cuya posición, demanda, tiempo de servicio y ventana de tiempo es conocido, y por otro lado tenemos clientes dinámicos cuya información se desconoce hasta que estos llegan dentro del horizonte de tiempo. El objetivo es enviar los vehículos sobre el horizonte de planeación para cubrir la demanda tanto de los clientes dinámicos como estáticos, de manera que se minimice la distancia total recorrida. Sin embargo, también debemos contemplar que el método de solución debe considerar un proceso eficaz para resolver cada problema estático y un proceso de re-optimización eficiente para actualizar las rutas de acuerdo a la llegada de los nuevos clientes. Se propone una heurística de inserción y una heurística de intercambio entre rutas. Las instancias utilizadas para comprobar la eficacia de nuestro método, parten de las ya conocidas instancias de Solomon y los datos dinámicos propuestos por Lackner.

Jose-Miguel Díaz-Báñez, Matias Korman, Pablo Pérez-Lantero, Inmaculada Ventura

The 1-Center and 1-Highway problem

We study a variation of the 1-center problem in which, in addition to a single supply facility, we are allowed to locate a highway. This highway increases the transportation speed between any demand point and the facility. That is, given a set S of points and $v > 1$, we are interested in locating the facility point f and the highway h that minimize the expression $\max_{p \in S} dh(p; f)$, where dh is the time needed to travel between p and f . We consider two types of highways (*freeways* and *turnpikes*) and study the cases in which the highway's length is fixed by the user (or can be modified to further decrease the transportation time). In the case of turnpike, we solve the problem in $O(n^2)$ or $O(n \log n)$ time,



RED DE LOCALIZACIÓN Y PROBLEMAS AFINES

depending on whether or not the turnpike's length is fixed. In the freeway case, we show that we can find the optimal location in $\mu(n \log n)$ time. All cases need $O(n)$ space.

Inmaculada Espejo, Antonio Rodríguez-Chía, Alfredo Marín

El problema del p-centro con capacidades y previsión de fallo

Estudiamos el problema del p-centro, en el que se desea minimizar la máxima distancia entre cualquier usuario y su centro de referencia, con la restricción adicional siguiente: en caso de fallo de cualquiera de los centros, la capacidad de los restantes debe bastar para satisfacer la demanda de todos los usuarios teniendo en cuenta que éstos tendrán como referencia el centro superviviente más cercano. Consideramos diferentes formulaciones para este problema de particular índole e indudable utilidad práctica en la determinación de las ubicaciones de servicios de emergencia susceptibles de ser afectados por la propia catástrofe.

Blas Pelegrín y Pascual Fernández

How to solve ties in customer choice for competitive location modelling?

Ties breaking is a key point in many competitive location models. Market share and profit depend on how ties are solved in binary customer choice rules, so ties have to be solved in order to model a variety of competitive location problems. If ties are solved by assigning a fixed proportion of the customer demand to the entering firm, then market share maximization is possible by mixed integer linear programming. Otherwise, building an appropriated optimization model for market share maximization is quite complicated. We present a computational study showing how often ties occurs in a variety of scenarios with thousands of demand points. and discuss on different alternatives for tie breaking.

Concepción Valero Franco, Antonio M. Rodríguez Chía, Inmaculada Espejo Miranda

Aceleración de la convergencia para el problema de localización minisum con normas L_p

Este trabajo presenta un procedimiento para acelerar la convergencia del algoritmo Weiszfeld en el problema de localización minisum o problema de Weber, cuando las distancias están medidas con una norma L_p . Para ello se combinan los métodos de aceleración basados en la transformación del algoritmo Weiszfeld al introducir un factor de salto función de p , con el método de Steffesen, un esquema de aceleración genérico aplicado a los procesos iterativos para resolver ecuaciones de punto fijo. Se analiza la convergencia de la metodología propuesta y las condiciones bajo las cuales está garantizada. Además se realiza un análisis computacional que ilustra la eficiencia del procedimiento de resolución propuesto.

Pósteres

Eva Barrena Algara, Francisco A. Ortega Riejos, Miguel A. Pozo Montaño, Isabel Ternero Robles
Generating touristical paths in Doñana under environmental criteria

The main objective of the Nature parks is to conserve the diversity and integrity of biotic communities for present and future use. This proposal integrates several functions such as research, resource management, monitoring, training and education in order to help solve problems of local, national and international scales. The National Park of Doñana in the Guadalquivir river marshlands at the Spanish Atlantic coast is recognized as Biosphere Reserve from 1981 and UNESCO World Heritage Site from 1994.

Nature parks can contribute to invigorating the sustainable development and culture heritage of the region and to strengthening the environmental education for visitors by means direct experiences along touristic tours. From this point of view, tourism is gaining acceptance as a tool for sustainable development since visitors to protected areas can contribute significantly to support the economy of protected areas and rural communities.

The general purpose of this paper is to scientifically explore the compatibility between a successful management of environmental conservation and the sustainable development through rural tourism, by designing and assessing optimal routes for visiting a representative set of environmental units (cells) in the Natural Park assuming two types of scenarios: from the perspective of safari route, where the objective is to minimizing the total distance travelled during supervising all the cells (option appropriate for a ranger route), and from the perspective of zookeeper's route, where it is not possible to penetrate inside environmental units (orientated to the external visiting population).

Pablo Dorta-González, María Isabel Dorta-González, Dolores Rosa Santos-Peña, Rafael Suárez-Vega

Principales diferencias en los hábitos de publicación y citación entre la Investigación Operativa y el resto de campos científicos

El indicador de impacto de revistas científicas más empleado por la comunidad científica es el Impact Factor (IF). Este IF fue desarrollado por el Institute of Scientific Information (ISI) y se publica cada año en el Journal Citation Reports (JCR) por Thomson Reuters. Como principal inconveniente, el IF no es comparable entre campos científicos diferentes debido, principalmente, a los distintos hábitos de publicación y citación. En este trabajo se presenta una descomposición del IF en términos de sus variables más significativas. Además, se muestra una aplicación empírica comparando la Investigación Operativa con el resto de categorías tanto de la edición de ciencias como de la edición de ciencias sociales del JCR.



RED DE LOCALIZACIÓN Y PROBLEMAS AFINES

Rafael Suárez Vega, Dolores R. Santos Peñate y P. Dorta González

Empleo de herramientas SIG como apoyo a la toma de decisiones en localización cuando una firma desea ampliar el número de establecimientos

En este trabajo se aborda un problema de localización competitiva en redes en el que una firma desea añadir un nuevo centro de servicio a los que ya tiene operando en el mercado. Se considera que el nuevo centro puede estar localizado en cualquier punto de una red de transporte y que los clientes presentan preferencias proporcionales. En este contexto, suelen aparecer dos objetivos, muchas veces no compatibles, que la empresa ha de tener en cuenta. El objetivo principal de la firma es la maximización de la cuota de mercado. Sin embargo, la firma también ha de considerar el efecto que puede tener la localización del nuevo centro sobre la cuota de mercado de sus centros ya establecidos (canibalización). En este trabajo se presenta una herramienta basada en Sistemas de Información Geográfica (SIG) que permite la evaluación de ambos objetivos, tanto por separado como combinados, obteniendo así una información más amplia a la hora de tomar la decisión sobre la ubicación del nuevo centro. Por otro lado, el empleo de los SIG permite la eliminación de la región factible, de una forma bastante simple, de zonas prohibidas.