

# Modelo Matematico para la Acomodación de un Basurero en una Ciudad.

Maria Andrea Cruz Blandon 0831816  
Hebert Vargas Tello 1124798

Edgar Andres Moncada Taborda 0832294  
Luis Felipe Vargas Rojas 0836342

1 de enero de 2013

## Índice

<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
<b>2. Modelo Programación Lineal</b>	<b>1</b>
2.1. Datos de Entrada . . . . .	1
2.2. Variables del Problema . . . . .	2
2.3. Variables Binarias del Problema . . . . .	2
2.4. Restricciones Obvias . . . . .	2
2.5. Restricciones del Problema . . . . .	2
2.6. Función Objetivo. . . . .	3
<b>3. Implementación</b>	<b>4</b>

## 1. Introducción

En el siguiente documento se explicará el modelo contruido a través del paradigma de la programacion linea (lp), para resolver el problema de la acomodación de un basurero en una ciudad, el problema se basa en que la construcción del basurero se debe realizar en el lugar más alejado posible de la ciudad mas cercana, esto debido a los malos olores que genera y a las molestias de cada ciudad por dicha construcción.

Los principales problemas a los que nos enfrentamos al tratar de modelar este problema con lp fueron definir los dominios las variables, establecer una forma para definir distancias entre ciudades y el basurero a través de un valor absoluto, definir a traves de restricciones la ciudad más cercana entre otros detalles que se explicaran en el documento.

Para la implementación del modelo usamos el programa lpsolve y una libreria de java que genera el archivo de entrada para el lpsolve teniendo en cuenta los valores de entrada.

## 2. Modelo Programación Lineal

### 2.1. Datos de Entrada

- $T$  Tamaño de la grilla ( $T \times T$ )
- $N$  Numero de ciudades.
- $X_i$  Coordenada x de la ciudad i.
- $Y_i$  Coordenada y de la ciudad i.

## 2.2. Variables del Problema

$Xb$	Coordenada x del basurero
$Yb$	Coordenada y del basurero
$Xc$	Coordenada x de la ciudad más cercana al basurero
$Yc$	Coordenada y de la ciudad más cercana al basurero
$Zx_i$	Diferencia entre la coordenada x del basurero ( $Xb$ ) y la coordenada x de la ciudad i
$Zy_i$	Diferencia entre la coordenada y del basurero ( $Yb$ ) y la coordenada y de la ciudad i
$Zx_{ia}$	Usada para el valor absoluto de la diferencia entre la ciudad i y el basurero representa la parte positiva de la
$Zx_{ib}$	Usada para el valor absoluto de la diferencia entre la ciudad i y el basurero, representa la parte negativa de la varia
$Zy_{ia}$	Usada para el valor absoluto de la diferencia entre la ciudad i y el basurero representa la parte positiva de la varia
$Zy_{ib}$	Usada para el valor absoluto de la diferencia entre la ciudad i y el basurero representa la parte negativa de la varia
$dx$	Diferencia entre $Xc - Xb$ Usado para la función objetivo
$dy$	Diferencia entre $Yc - Yb$ Usado para la función objetivo
$Zx$	Valor absoluto de $dx$
$Zy$	Valor absoluto de $dy$

## 2.3. Variables Binarias del Problema

Usadas para el Valor Absoluto de la Diferencia de cada Ciudad con el Basurero:

$Bx_{ia}$	Usada en las restricciones del valor absoluto para la ciudad i coordenada x
$Bx_{ib}$	Usada en las restricciones del valor absoluto para la ciudad i coordenada x
$By_{ia}$	Usada en las restricciones del valor absoluto para la ciudad i coordenada y
$By_{ib}$	Usada en las restricciones del valor absoluto para la ciudad i coordenada y

Usadas para que  $Xc \in X_i$  y  $Yc \in Y_i$ .

$Bc_i$	Toma el valor de 1 si la ciudad i es la más cercana
--------	---

Usadas para el valor absoluto de la función objetivo.

$Bx_0$	Usada para el valor absoluto en la función objetivo coordenada x
$By_0$	Usada para el valor absoluto en la función objetivo coordenada y

## 2.4. Restricciones Obvias

Dominios de las Variables

$$0 \leq Xb, Yb, Xc, Yc, Zx, Zy \leq T$$

$Zx_i, Zy_i$  Son variables irrestrictas.

## 2.5. Restricciones del Problema

Garantizar que:  $Xc \in X_i$  y  $Yc \in Y_i$ .

$$\begin{aligned} Xc &= \sum_i X_i * Bc_i \\ Yc &= \sum_i Y_i * Bc_i \\ \sum_i Bc_i &= 1 \\ i &\in [1, N] \end{aligned}$$

En la implementación se debe normalizar las restricciones por eso la sumatoria pasa al otro lado a restar y queda igual a cero la restricción, esto se hace con todas las restricciones.

Diferencias de distancias entre el basurero y la ciudad  $i$ ,  $Zx_i, Zy_i$

$$\begin{aligned} Zx_i &= X_i - Xb \\ Zy_i &= Y_i - Yb \\ i &\in [1, N] \end{aligned}$$

Valor absoluto para  $Zx_i, Zy_i$

$$\begin{aligned} Zx_i &= Zx_i a - Zx_i b \\ Zy_i &= Zy_i a - Zy_i b \\ M * Bx_{ia} - Zx_i a &\geq 0 \\ M * By_{ib} - Zy_i b &\geq 0 \\ Bx_{ia} + Bx_{ib} &= 1 \\ By_{ia} + By_{ib} &= 1 \\ i &\in [1, N] \\ M &= T + 1 \\ |Zx_i| &= Zx_i a + Zx_i b \\ |Zy_i| &= Zy_i a + Zy_i b \end{aligned}$$

Para que  $Zx, Zy$  tomen los valores de la ciudad mas cercana al basurero se debe cumplir que:

$$\begin{aligned} |Zx_i| + |Zy_i| &\geq Zx + Zy \\ i &\in [1, N] \end{aligned}$$

Diferencia entre ciudad más cercana y basurero:

$$\begin{aligned} dx &= Xc - Xb \\ dy &= Yc - Yb \end{aligned}$$

## 2.6. Función Objetivo.

Para la función objetivo nos encontramos de nuevo con el problema del valor absoluto ya que calculamos diferencias y podemos obtener resultados con valores negativos.

La función objetivo definida es:

$$\text{MAX}( Zx + Zy )$$

Donde  $Zx$  y  $Zy$  son la representación en valor absoluto de  $dx$  y  $dy$ , respectivamente por lo cual esta función objetivo esta sujeta a :

$$\begin{aligned} dx + MB - Zx &\geq 0 \\ dx + MB + Zx &\leq M \\ dx &\leq Zx \\ -dx &\leq Zx \\ dy + MB - Zy &\geq 0 \\ dy + MB + Zy &\leq M \\ dy &\leq Zy \\ -dy &\leq Zy \end{aligned}$$

### 3. Implementación

Para la implementación del modelo presentado anteriormente usamos el programa lpSolver, lpSolver es un programa para resolver problemas de programación lineal y programación entera.

LpSolver es un programa de código abierto licencia LGPL basado en el método simplex para resolver problemas de programación lineal y en el método branch and bound para resolver problemas de programación entera.