PROGRAMACIÓN ENTERA

ACTIVIDAD

Objetivo— Al finalizar esta actividad, el estudiante debe hacer estar en capacidad de realizar operaciones elementales que permitan reemplazar un sistema lineal por otro equivalente.

Tipo de actividad— Grupo de Trabajo.

Formato— Parejas.

Duración— 60:00 minutos.

Descripción— El problema de programación entera es similar al problema de la programación lineal, pero se adicionan restricciones adicionales a las soluciones. Los tipos de problemas son los siguientes:

- Programación lineal entera: las variables solo pueden tomar valores enteros.
- Programación lineal binaria: las variables solo pueden tomar valores cero o uno.
- Programación lineal entera mixta (o binaria): algunas de las variables solo pueden tomar valores enteros (o binarios).

Para ilustrar la complejidad de este problema considere el siguiente modelo:

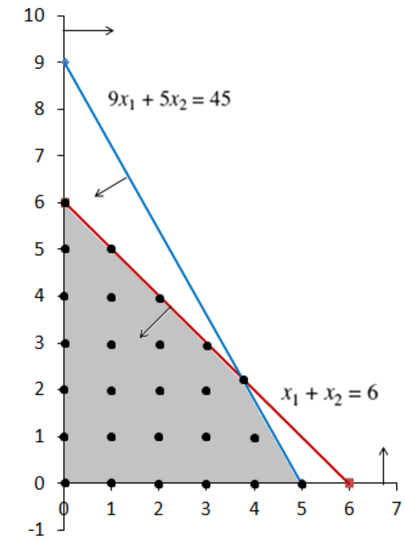
$$\max z = +8x_1 \quad +5x_2$$

S/a:

$$\begin{array}{c} +x_1 \quad +x_2 \quad \leq 6 \\ +9x_1 \quad +5x_2 \quad \leq 45 \\ x_1, x_2 \geq 0 \\ x_1, x_2\ enteros \end{array}$$

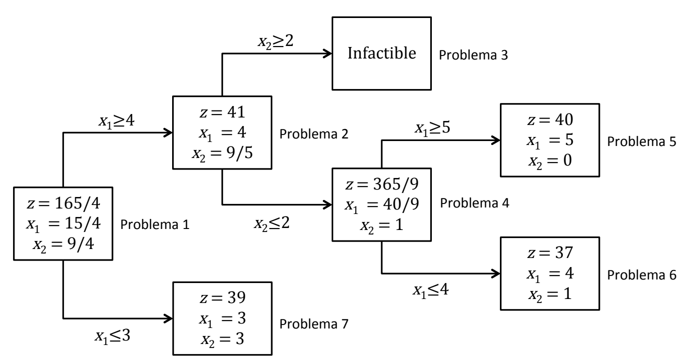
La región factible es presentada en la figura de la siguiente columna. Las restricciones y los ejes definen la región factible como tal, de igual manera que en el caso anterior; pero, la restricción de que x_1 y x_2 sean enteras, implica que las soluciones factibles son únicamente los puntos que aparecen en la gráfica.

En el método de ramificación y acotación se relaja el problema original eliminando la restricción de enteros. En el primer paso se soluciona el problema relajado usando el método simplex tradicional. Como solución se obtiene que $x_1 = 3{,}75$ y $x_2 = 2{,}25$. Este problema se ramifica en dos problemas diferentes agregando una nueva restricción al problema relajado: para la primera ramificación se hace $x_1 \leq 3$ y para la segunda $x_1 \geq 4$. Los dos nuevos problemas se solucionan usando el método simplex y se siguen agregando restricciones.



El término acotación se refiere a que no es necesario explorar todas las ramas, ya que si se esta maximizando es posible descartar ramas que tienen peor desempeño que la solución actual; esto es, las soluciones derivadas de problemas con restricciones adicionales (en un problema de maximización) siempre obtiene un valor de la función objetivo más bajo que el problema actual (sin dichas restricciones).

La ramificación obtenida para el problema anterior es la siguiente:



JUAN DAVID VELÁSQUEZ HENAO, MSc, PhD
Profesor Titular
Departamento de Ciencias de la Computación y la Decisión
Facultad de Minas
Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín

jdvelasq@unal.edu.co
@jdvelasquezh
https://github.com/jdvelasq
https://goo.gl/prkjAq
https://goo.gl/vXH8jy

```
## carga la librería
library(lpSolveAPI)

## crea el modelo de PL
m <- make.lp(nrow = 0, ncol = 2)

## función objetivo: min -8 x1 - 5 x2
set.objfn(m, c(-8, -5))

## restricción 1:  x1 + x2 <= 6
add.constraint(m, c( 1, 1), "<=", 6)

## restricción 2: 9x1 + 5x2 <= 45
add.constraint(m, c(9, 5), "<=", 45)

## variables enteras
set.type(m, c(1,2), type = "integer")

solve(m)
## [1] 0

get.variables(m)
## [1] 5 0

get.objective(m)
## [1] -40
```

<u>Actividad</u>:

Verifique las soluciones anteriores usando R y la librería lpSolve (actividad anterior).