

## Actividad

Expresa el siguiente modelo de manera gráfica e identifique todos los conceptos vistos en clase.

$$\begin{aligned} \max z = & x_1 + x_2 \\ \text{sujeto a: } g_1(x_1, x_2) = & 7x_1 + 8x_2 \leq 9 \\ g_2(x_1, x_2) = & 8x_1 + 7x_2 \leq 9 \\ g_3(x_1, x_2) = & 2(0.25 - x_1)^2 + x_2 \leq 1 \\ & x_1, x_2 \in \{0, 1\} \end{aligned}$$

¿Qué tipo de problema de optimización es este modelo?

## Actividad

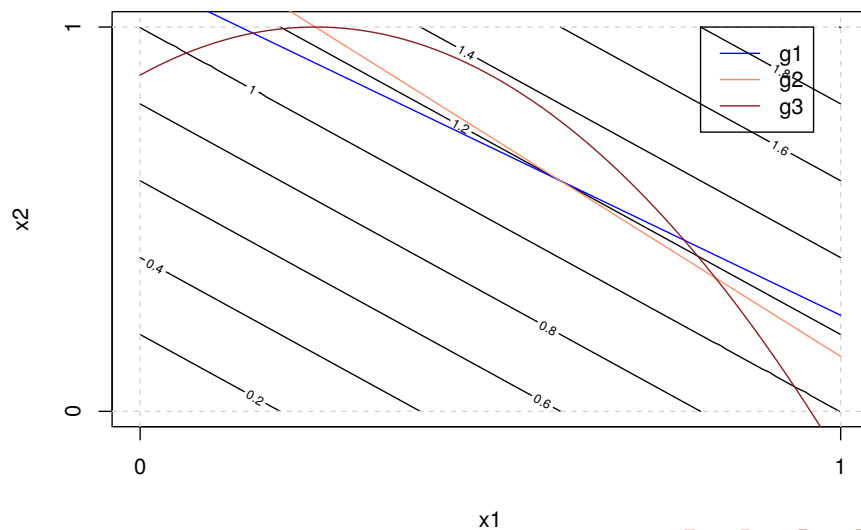
Expresa el siguiente modelo de manera gráfica e identifique todos los conceptos vistos en clase.

$$\begin{aligned} \max z = & x_1 + x_2 \\ \text{sujeto a: } g_1(x_1, x_2) = & 7x_1 + 8x_2 \leq 9 \\ g_2(x_1, x_2) = & 8x_1 + 7x_2 \leq 9 \\ g_3(x_1, x_2) = & 2(0.25 - x_1)^2 + x_2 \leq 1 \\ & x_1, x_2 \in \{0, 1\} \end{aligned}$$

¿Qué tipo de problema de optimización es este modelo?

Es un modelo de programación no lineal entera

## Actividad



## Actividad

Expresa el siguiente modelo de manera gráfica e identifique todos los conceptos vistos en clase.

$$\begin{aligned} \max z = & x_1 + x_2 \\ \text{sujeto a: } g_1(x_1, x_2) = & (x_1 - 2)^2 + (x_2 + 1)^2 \leq 36 \\ g_2(x_1, x_2) = & 3x_1 - x_2 \leq 6 \\ & x_1 \geq 0, x_2 \leq 5 \\ & x_2 \in \mathbb{Z} \end{aligned}$$

¿Qué tipo de problema de optimización es este modelo?

## Actividad

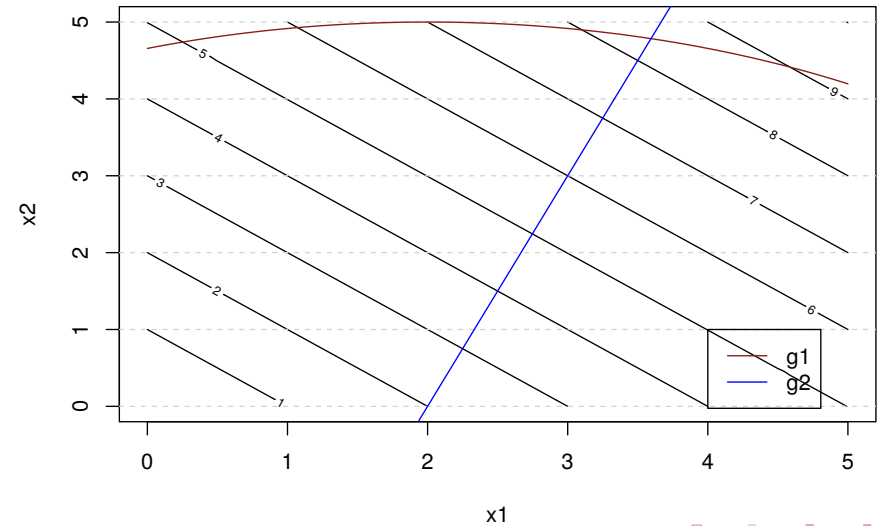
Expresa el siguiente modelo de manera gráfica e identifique todos los conceptos vistos en clase.

$$\begin{aligned} \max z = & x_1 + x_2 \\ \text{sujeto a: } g_1(x_1, x_2) = & (x_1 - 2)^2 + (x_2 + 1)^2 \leq 36 \\ g_2(x_1, x_2) = & 3x_1 - x_2 \leq 6 \\ & x_1 \geq 0, x_2 \leq 5 \\ & x_2 \in \mathbb{Z} \end{aligned}$$

¿Qué tipo de problema de optimización es este modelo?

Es un modelo de programación no lineal entera mixta

## Actividad



## Actividad

Expresa el siguiente modelo de manera gráfica e identifique todos los conceptos vistos en clase.

$$\begin{aligned} \max z = & x_1 + x_2 \\ \text{sujeto a: } g_1(x_1, x_2) = & (x_1 - 2)^2 + (x_2 + 1)^2 \leq 36 \\ g_2(x_1, x_2) = & 3x_1 - x_2 \leq 6 \\ & x_1 \geq 0, x_2 \leq 5 \\ & x_2 \in \mathbb{R} \end{aligned}$$

¿Qué tipo de problema de optimización es este modelo?

## Actividad

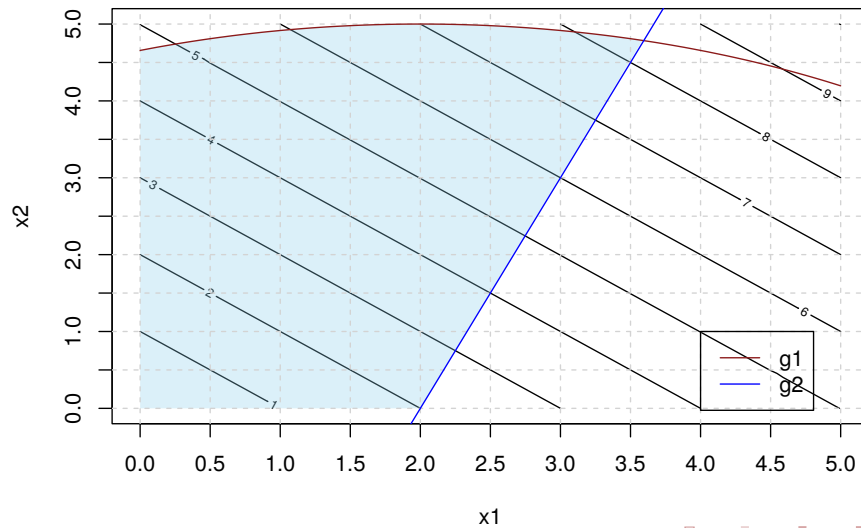
Expresa el siguiente modelo de manera gráfica e identifique todos los conceptos vistos en clase.

$$\begin{aligned} \max z = & x_1 + x_2 \\ \text{sujeto a: } g_1(x_1, x_2) = & (x_1 - 2)^2 + (x_2 + 1)^2 \leq 36 \\ g_2(x_1, x_2) = & 3x_1 - x_2 \leq 6 \\ & x_1 \geq 0, x_2 \leq 5 \\ & x_2 \in \mathbb{R} \end{aligned}$$

¿Qué tipo de problema de optimización es este modelo?

Es un modelo de programación no lineal

## Actividad



Dr. Jonás Velasco Álvarez

COM158: Opt. & Meta. I

57 / 83

## Actividad

- ¿En qué modelo es más fácil de identificar una solución? **programación no lineal entera mixta o programación no lineal.**

Dr. Jonás Velasco Álvarez

COM158: Opt. & Meta. I

58 / 83

## Actividad

- ¿En qué modelo es más fácil de identificar una solución? **programación no lineal entera mixta o programación no lineal.**
- ¿Por qué?

## Actividad

- ¿En qué modelo es más fácil de identificar una solución? **programación no lineal entera mixta o programación no lineal.**
- ¿Por qué?
- ¿Qué pasaría si del modelo de programación no lineal la variable  $x_2 \in \mathbb{R}$  la convertimos en una variable entera ( $x_2 \in \mathbb{N}$ ) a través de redondear el valor al entero inmediato?. ¿Qué ocurre con la solución encontrada?

Dr. Jonás Velasco Álvarez

COM158: Opt. & Meta. I

58 / 83

Dr. Jonás Velasco Álvarez

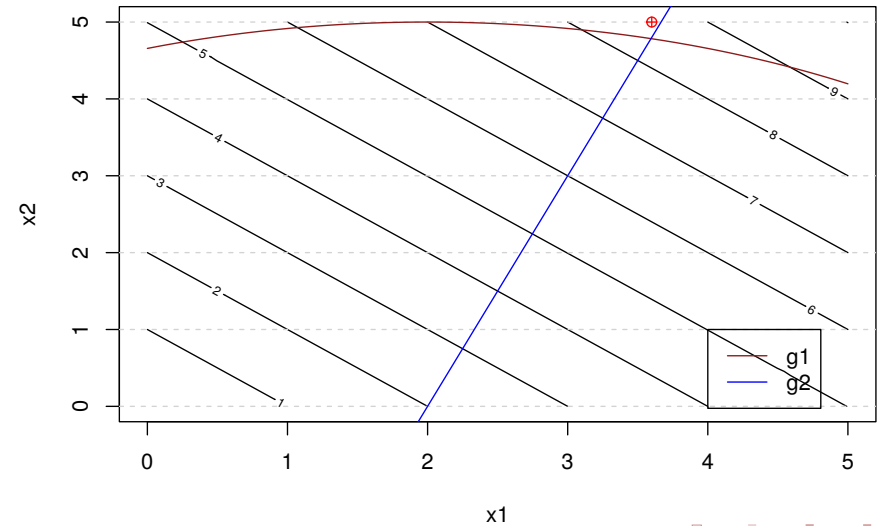
COM158: Opt. & Meta. I

58 / 83

## Actividad

- ¿En qué modelo es más fácil de identificar una solución? **programación no lineal entera mixta o programación no lineal.**
- ¿Por qué?
- ¿Qué pasaría si del modelo de programación no lineal la variable  $x_2 \in \mathbb{R}$  la convertimos en una variable entera ( $x_2 \in \mathbb{N}$ ) a través de redondear el valor al entero inmediato?. ¿Qué ocurre con la solución encontrada? **se convierte en una solución infactible al problema no lineal entero mixto**

## Actividad



## Actividad

Expresa el siguiente modelo de manera gráfica e identifique todos los conceptos vistos en clase.

$$\begin{aligned} \min z = & \quad x_1^2 + (x_2 - 1)^2 \\ \text{sujeto a: } h_1(x_1, x_2) = & \quad x_2 - x_1^2 = 0 \\ & -1 \leq x_1, x_2 \leq 1 \end{aligned}$$

¿Qué tipo de problema de optimización es este modelo?

## Actividad

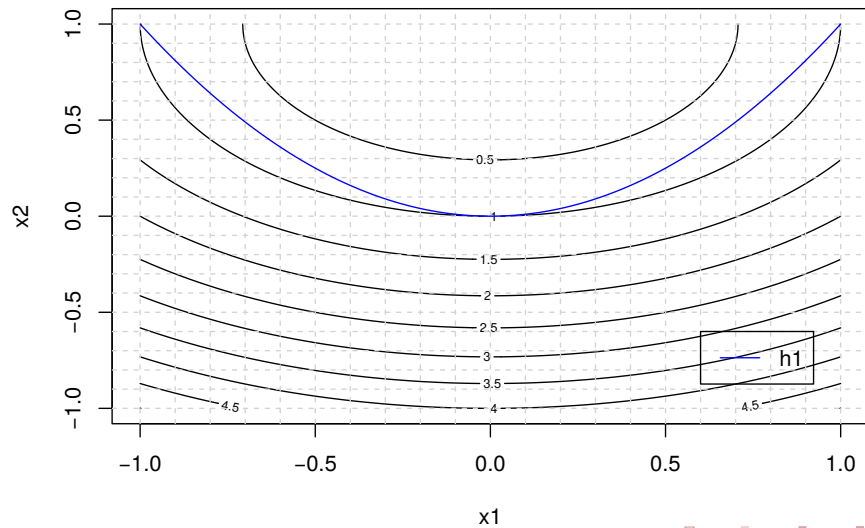
Expresa el siguiente modelo de manera gráfica e identifique todos los conceptos vistos en clase.

$$\begin{aligned} \min z = & \quad x_1^2 + (x_2 - 1)^2 \\ \text{sujeto a: } h_1(x_1, x_2) = & \quad x_2 - x_1^2 = 0 \\ & -1 \leq x_1, x_2 \leq 1 \end{aligned}$$

¿Qué tipo de problema de optimización es este modelo?

Es un modelo de programación no lineal

## Actividad



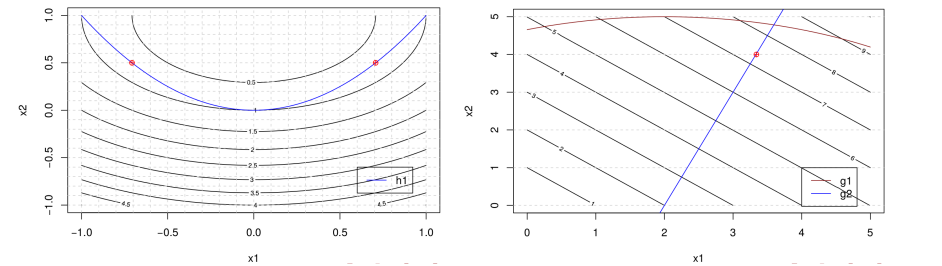
Dr. Jonás Velasco Álvarez

COM158: Opt. & Meta. I

61 / 83

## Tarea

Realizar un ensayo donde exponga sobre la dificultad de encontrar una solución óptima para un problema no lineal con una restricción de igualdad (figura izquierda) y, la dificultad de encontrar una solución óptima para un problema no lineal entero mixto (figura derecha). ¿Cuál es más simple de resolver?, ¿Por qué?.



Dr. Jonás Velasco Álvarez

COM158: Opt. & Meta. I

62 / 83

## Optimización estocástica vs determinista

En algunos problemas de optimización, el modelo no puede ser completamente especificado porque depende de **cantidades desconocidas** al momento de la formulación.

Con frecuencia, sin embargo, se pueden predecir o estimar las cantidades desconocidas con un cierto grado de confianza. Por ejemplo, se puede llegar a una serie de posibles **escenarios** para dichas cantidades desconocidas e incluso asignar una probabilidad a cada escenario.

Los **algoritmos de optimización estocástica** utilizan estas cuantificaciones de la incertidumbre para producir soluciones que optimizan el **desempeño esperado** del modelo.

## Optimización estocástica vs determinista

Por otro lado, **en los problemas de optimización determinista**, el modelo queda **completamente especificado**.

Muchos de los algoritmos de optimización estocástica proceden mediante la formulación de uno o más subproblemas deterministas. Dichos algoritmos son conocidos como **técnicas de descomposición**. La idea principal de las técnicas es **resolver problemas más pequeños** de forma secuencial asegurando la convergencia al óptimo del problema completo.

Dr. Jonás Velasco Álvarez

COM158: Opt. & Meta. I

63 / 83

Dr. Jonás Velasco Álvarez

COM158: Opt. & Meta. I

64 / 83

## Optimización estocástica vs determinista

$$\begin{aligned} \min z = & 2x_1 + 3x_2 \\ \text{sujeto a: } g_1(x_1, x_2) = & x_1 + x_2 \leq 100 \\ g_2(x_1, x_2) = & a_1x_1 + a_2x_2 \geq b \\ & x_1, x_2 \geq 0 \end{aligned}$$

donde  $x_1$  y  $x_2$  son las materias primas utilizadas en un proceso de producción y,  $b$  la demanda de un producto.

## Optimización estocástica vs determinista

$$\begin{aligned} \min z = & 2x_1 + 3x_2 \\ \text{sujeto a: } g_1(x_1, x_2) = & x_1 + x_2 \leq 100 \\ g_2(x_1, x_2) = & a_1x_1 + a_2x_2 \geq b \\ & x_1, x_2 \geq 0 \end{aligned}$$

donde  $x_1$  y  $x_2$  son las materias primas utilizadas en un proceso de producción y,  $b$  la demanda de un producto.

Si seleccionamos  $a_1 = 5$ ,  $a_2 = 8$  y  $b = 640$ , ¿Que solución obtendremos?. Utilice el método gráfico.

## Optimización estocástica vs determinista

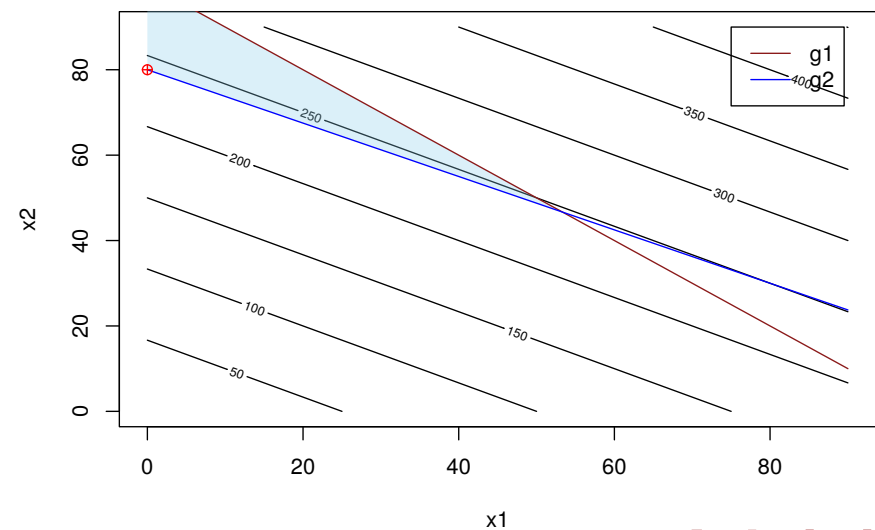
$$\begin{aligned} \min z = & 2x_1 + 3x_2 \\ \text{sujeto a: } g_1(x_1, x_2) = & x_1 + x_2 \leq 100 \\ g_2(x_1, x_2) = & a_1x_1 + a_2x_2 \geq b \\ & x_1, x_2 \geq 0 \end{aligned}$$

donde  $x_1$  y  $x_2$  son las materias primas utilizadas en un proceso de producción y,  $b$  la demanda de un producto.

Si seleccionamos  $a_1 = 5$ ,  $a_2 = 8$  y  $b = 640$ , ¿Que solución obtendremos?. Utilice el método gráfico.

$x_1^* = 0$ ,  $x_2^* = 80$ ,  $z^* = 240$ .

## Actividad



## Optimización estocástica vs determinista

$$\begin{aligned} \min z = & 2x_1 + 3x_2 \\ \text{sujeto a: } g_1(x_1, x_2) = & x_1 + x_2 \leq 100 \\ g_2(x_1, x_2) = & a_1x_1 + a_2x_2 \geq b \\ & x_1, x_2 \geq 0 \end{aligned}$$

Se asume que los parámetros  $a_1$ ,  $a_2$  y  $b$  son estocásticamente independientes, por ejemplo, variables aleatorias que siguen una distribución normal que no dependen de  $x_1$  y  $x_2$ ,

$$a_1 \sim \mathcal{N}(5, 0.2), a_2 \sim \mathcal{N}(8, 0.6) \quad \text{y} \quad b \sim \mathcal{N}(640, 14)$$

## Optimización estocástica vs determinista

$$\begin{aligned} \min z = & 2x_1 + 3x_2 \\ \text{sujeto a: } g_1(x_1, x_2) = & x_1 + x_2 \leq 100 \\ g_2(x_1, x_2) = & a_1x_1 + a_2x_2 \geq b \\ & x_1, x_2 \geq 0 \end{aligned}$$

Se asume que los parámetros  $a_1$ ,  $a_2$  y  $b$  son estocásticamente independientes, por ejemplo, variables aleatorias que siguen una distribución normal que no dependen de  $x_1$  y  $x_2$ ,

$$a_1 \sim \mathcal{N}(5, 0.2), a_2 \sim \mathcal{N}(8, 0.6) \quad \text{y} \quad b \sim \mathcal{N}(640, 14)$$

¿Cómo interpretas el modelo bajo tales circunstancias?.

## Optimización estocástica vs determinista

$$\begin{aligned} \min z = & 2x_1 + 3x_2 \\ \text{sujeto a: } g_1(x_1, x_2) = & x_1 + x_2 \leq 100 \\ g_2(x_1, x_2) = & a_1x_1 + a_2x_2 \geq b \\ & x_1, x_2 \geq 0 \end{aligned}$$

Se asume que los parámetros  $a_1$ ,  $a_2$  y  $b$  son estocásticamente independientes, por ejemplo, variables aleatorias que siguen una distribución normal que no dependen de  $x_1$  y  $x_2$ ,

$$a_1 \sim \mathcal{N}(5, 0.2), a_2 \sim \mathcal{N}(8, 0.6) \quad \text{y} \quad b \sim \mathcal{N}(640, 14)$$

¿Cómo interpretas el modelo bajo tales circunstancias?. ¿cómo lo resolverías?.