



DEPARTAMENTO DE INGENIERIA INDUSTRIAL Optimización Avanzada–IIND4101

PROFESOR: Andrés Medaglia (<http://wwwprof.uniandes.edu.co/~amedaglia>)

ASISTENTE: Felipe Pulido (fpulidop@uniandes.edu.co)

Taller 1: Optimizadores y Xpress-MP Interactivo

Actividad #1: Formulación Explícita en LP.

Considere el siguiente problema de mezcla de petróleos:

2Crudos Inc. es una empresa petrolera que tiene una refinería en la costa de Texas. La refinería procesa crudo proveniente de Arabia Saudita y Venezuela, produciendo gasolina, diésel y lubricantes.

Los dos crudos se diferencian en su composición química, por lo que producen diferentes cantidades de cada producto. Un barril de crudo proveniente de Arabia Saudita produce 0.3 barriles de gasolina, 0.4 barriles de diésel, y 0.2 barriles de lubricantes. Por otro lado, un barril proveniente de Venezuela produce 0.4 barriles de gasolina, 0.2 barriles diésel, y 0.3 barriles de lubricantes. El restante 10% del crudo se pierde en el proceso de refinación.

Los dos crudos también se difieren en precio y disponibilidad. 2Crudos Inc. puede comprar a Arabia Saudita hasta 9000 barriles por día a un precio de \$20 por barril. Puede comprar a Venezuela hasta 6000 barriles por día a un precio de \$15 por barril. Los contratos establecidos por 2Crudos Inc. lo obligan a producir 2000 barriles diarios de gasolina, 1500 barriles diarios de diésel, y 500 barriles diarios de lubricantes. ¿Cómo se pueden cumplir estos requerimientos de la forma más eficiente?

Para resolver este problema de optimización, siga los siguientes pasos:

- Formule de forma explícita en formato LP este modelo. Puede utilizar la Ilustración 1 para guiarse. También, puede encontrar más información acerca de este formato en: <http://web.mit.edu/lpsolve/doc/lp-format.htm>.

Nota: Para generar el archivo puede trabajar en un bloc de notas y luego puede guardarlo como 'MezclaPetroleos.lp'.

```
\* Mezcla petroleos *\nMinimize\nCosto_petroleo: 20 Arabia + 15 Venezuela\nSubject To\ncontrato_diesel: 0.4 Arabia + 0.2 Venezuela >= 1500\ncontrato_gasolina: 0.3 Arabia + 0.4 Venezuela >= 2000\ncontrato_lubricantes: 0.2 Arabia + 0.3 Venezuela >= 500\nBounds\nArabia <= 9000\nVenezuela <= 6000\nEnd
```

Ilustración 1. Mezcla de Petróleos en Formato LP

- Neos es un servidor gratuito que ofrece acceso a más de 60 solvers para resolver problemas numéricos de optimización. Usted debe correr su formulación 'MezclaPetroleos.lp' a través de Neos. Para esto:

- I. Entre a la página de Neos: <https://neos-server.org/neos/>
- II. En la pestaña Neos Server, presione sobre *Submit a job to Neos*, como ilustra la Ilustración 2.

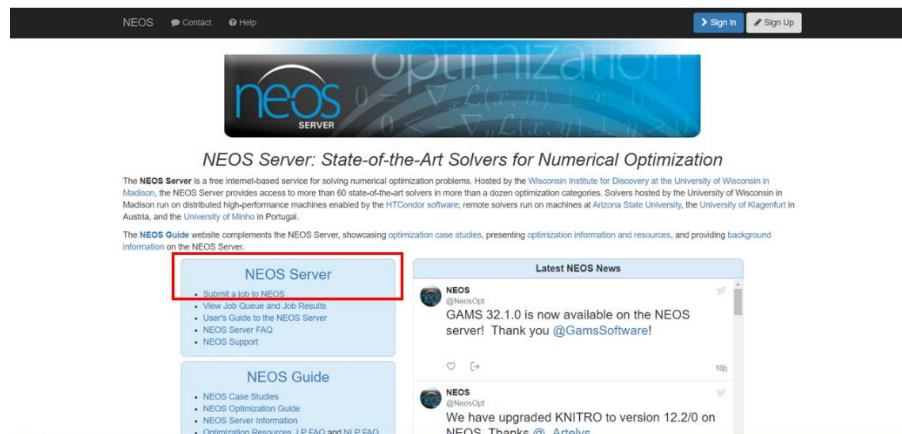


Ilustración 2. Submit a job to Neos

- III. Luego, como vera, aparece una lista de solvers organizados por tipo de problemas. En este caso, al tener un problema de optimización lineal, busque la pestaña *Linear Programming*, identifique el solver *Gurobi* y presione sobre la opción correspondiente *LP input*. Apóyese en la ilustración 3.



Ilustración 3. Gurobi - LP input

- IV. En el formulario *Web Submission form* cargue su archivo LP (bajo la pestaña LP file) y vaya al final de la página. Allí, ingrese su correo electrónico y presione sobre '*Submit to Neos*'.
- V.¡y, Listo! Neos le avisará por correo cuando haya corrido su problema.

Actividad #2: Xpress Interactivo.

Interactuar dinámicamente con el optimizador puede ser de gran importancia para correr instancias de gran escala, realizar análisis de sensibilidad del modelo, evaluar el desempeño de la formulación, hacer *tuning* de los parámetros, entre otras labores importantes. Por esto, usted puede correr *Xpress-MP* de forma interactiva siguiendo los siguientes pasos:

- a. Identifique la ruta a la carpeta `./xpressmp/bin` (e.g., `C:/xpressmp/bin`). Guarde dicha ruta y, en esa carpeta, guarde el archivo `MezclaPetroleos.lp`.
- b. Abra la consola o terminal de su computador. Para esto, si está usando Windows puede presionar la tecla Windows, buscar `CMD` y abrir el Command Prompt; si está usando Mac OS puede presionar `Command + Espacio`, buscar la terminal y abrirla.
- c. Una vez en la consola, ingrese el comando `cd` seguido por un espacio y la ruta completa encontrada en el punto a.
- d. Ingrese el comando `optimizer` para acceder al optimizador de Xpress.
- e. Instrúyale al optimizador que lea el problema. Para esto, utilice el comando `readprob MezclaPetroleos.lp`. Verifique que la información cargada por el optimizador es correcta.
- f. Ahora, corra su modelo. Para esto, utilice el comando `lpoptimize`.

Puede guiarse con el siguiente vídeo: <https://youtu.be/hf3jh3jBp7c> o con la documentación: <https://www.fico.com/fico-xpress-optimization/docs/latest/opttuning/sectuneguideconsole.html>

Actividad #3: Comparación de Optimizadores.

Hay una gran cantidad de optimizadores para resolver los modelos de optimización. Es importante entender el rendimiento, las ventajas y las desventajas de cada uno de ellos. Para esto, usted comparará tres diferentes optimizadores resolviendo el problema de *Single-Source Capacity Facility Location*. Para esto:

- a. Descargue los archivos `sscflp.mps` (formato MPS) y `sscflp.lp` (formato LP) de la carpeta del taller en Bloque Neón.
- b. Diríjase a Neos (<https://neos-server.org/neos/>) y resuelva el problema utilizando tres optimizadores diferentes (uno comercial, uno híbrido y uno libre).
- c. Discuta sus hallazgos. ¿Varían los tiempos de solución? ¿Varía la calidad de la solución?

Actividad #4: Fine-tuning de un Modelo de Optimización.

Al construir modelos es importante hacer un *tuning* sobre los diferentes parámetros. Correr el optimizador en consola como se hizo en la actividad #2 permite realizar dicha afinación de los parámetros del modelo. En este caso, usted debe afinar el parámetro `MIPRELSTOP`. Para esto:

- a. Descargue el archivo `sscflp_exp.mps` y córralo a través de la consola (como hizo durante la actividad #2). ¿Cuánto es el tiempo computacional? ¿Cuánto es la solución óptima? ¿Cuánto es el *gap* (brecha de optimalidad)?
- b. Investigue que hace el parámetro `MIPRELSTOP`.
- c. Cambie el parámetro `MIPRELSTOP` a 0.01. En este caso, ¿Cuánto es el tiempo computacional? ¿Cuánto es la solución óptima? ¿Cuánto es el *gap*? Compare con el literal a.