

Trabajo práctico

Alejandro García Marra, *Padrón Nro. 91.516*
`alemarra@gmail.com`

Sebastián Javier Bogado, *Padrón Nro. 91.707*
`sebastian.j.bogado@gmail.com`

1er. Cuatrimestre de 2013

71.14 Modelos y Optimization I

Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires

1. Ejercicio Principal

1.1. Análisis del caso

CAMBIAR

Una refinería tiene una producción diaria de distintos tipos de combustibles y aceites a partir de petróleo crudo de dos tipos distintos. A lo largo de los distintos procesos de destilación se consiguen los diversos productos. Cuanto más refinado es el producto, mas valioso es para su venta.

1.2. Objetivo

Determinar la cantidad de barriles de los distintos tipos de combustible, fueloil y lubricante a producir, así como la composición de los combustibles para maximizar las utilidades de la refinería por día.

1.3. Hipótesis y Aclaraciones

- Precio constante en el día
- No tengo stock inicial
- Se vende todo lo producido y, por ende, se puede hablar de fracciones de barril
- Se dispone de dinero suficiente para comprar toda la materia prima necesaria
- Puedo comprar cantidades fraccionarias de la materia prima
- Las máquinas no se rompen ni los empleados se rebelan
- Al hablar de “barriles” para refererirse a cantidad, un barril de un producto es igual al de otro
- No hay perdidas de producción ni transporte, excepto las indicadas en la destilación
- En las mezclas no se agrega nada que no esté mencionado, entonces las proporciones deben sumar 1
- El centro de destilación puede alternar entre crudo de tipo 1 y tipo 2 sin pérdidas de tiempo o costos adicionales. Lo mismo aplica para el centro de reformado y craqueo respecto de sus distintas entradas
- A menos que se indique lo contrario, puede no producirse alguno de los productos finales

1.4. Variables

1.4.1. Compra

$C1$ = Barriles de Crudo 1 por día

$C2$ = Barriles de Crudo 2 por día

1.4.2. Destilado

NL = Barriles de Nafta Liviana por día

NL^{REF} = Barriles de Nafta Liviana para Reformado por día

NL^{PR} = Barriles de Nafta Liviana para producir Premium por día

NL^{SU} = Barriles de Nafta Liviana para producir Super por día

NM = Barriles de Nafta Mediana por día

NM^{REF} = Barriles de Nafta Mediana para Reformado por día

NM^{PR} = Barriles de Nafta Mediana para producir Premium por día

NM^{SU} = Barriles de Nafta Mediana para producir Super por día

NP = Barriles de Nafta Pesada por día

NP^{REF} = Barriles de Nafta Pesada para Reformado por día

NP^{PR} = Barriles de Nafta Pesada para producir Premium por día

NP^{SU} = Barriles de Nafta Pesada para producir Super por día

AL = Barriles de Aceite Liviano por día

AL^{AV} = Barriles de Aceite Liviano para Aviones por día

AL^{GCR} = Barriles de Aceite Liviano para Gasolina Craqueada por día

AL^{ACR} = Barriles de Aceite Liviano para Aceite Craqueado por día

AL^{FO} = Barriles de Aceite Liviano para Fueloil por día

AP = Barriles de Aceite Mediano por día

AP^{AV} = Barriles de Aceite Pesado para Aviones por día

AP^{GCRA} = Barriles de Aceite Pesado para Gasolina Craqueada por día

AP^{ACRA} = Barriles de Aceite Pesado para Aceite Craqueado por día

AP^{FO} = Barriles de Aceite Pesado para Fueloil por día

$RDES$ = Barriles de Residuo Destilado por día

$RDES^{AV}$ = Barriles de Residuo Destilado para Aviones por día

$RDES^{LU}$ = Barriles de Residuo Destilado para Lubricante por día

$RDES^{FO}$ = Barriles de Residuo Destilado para Fueloil por día

1.4.3. Reformado

$GREF$ = Barriles de Gasolina Reformada por día

$GREF^{PR}$ = Barriles de Gasolina Reformada para nafta Premium por día

$GREF^{SU}$ = Barriles de Gasolina Reformada para nafta Super por día

1.4.4. Craqueo

$GCRA$ = Barriles de Gasolina Craqueada por día

$GCRA^{PR}$ = Barriles de Gasolina Craqueada para nafta Premium por día

$GCRA^{SU}$ = Barriles de Gasolina Craqueada para nafta Super por día

$ACRA$ = Barriles de Aceite Craqueado por día

$ACRA^{AV}$ = Barriles de Aceite Craqueado para Aviones por día

$ACRA^{FO}$ = Barriles de Aceite Craqueado para Fueloil por día

1.4.5. Ventas

PR = Barriles de Combustible Premium por día

SU = Barriles de Combustible Super por día

AV = Barriles de Combustible para Aviones por día

FO = Barriles de Fueloil por día

LU = Barriles de Lubricante por día

1.4.6. Constantes

$$\begin{aligned}OCTNL &= 100 \text{ Octanos} & OCTGREF &= 125 \text{ Octanos} \\OCTNM &= 90 \text{ Octanos} & OCTGCRA &= 115 \text{ Octanos} \\OCTNP &= 80 \text{ Octanos}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}PRESAL &= 1 \text{ Kg/cm}^2 & PRESACRA &= 1,5 \text{ Kg/cm}^2 \\PRESAP &= 0,6 \text{ Kg/cm}^2 & PRESRDES &= 0,05 \text{ Kg/cm}^2\end{aligned}$$

1.5. Ecuaciones

1.5.1. Destilado

$$\begin{aligned}NL &= 0,1 C1 + 0,15 C2 & = NL^{REF} + NL^{PR} + NL^{SU} \\NM &= 0,2 C1 + 0,25 C2 & = NM^{REF} + NM^{PR} + NM^{SU} \\NP &= 0,2 C1 + 0,18 C2 & = NP^{REF} + NP^{PR} + NP^{SU} \\AL &= 0,12 C1 + 0,08 C2 & = AL^{AV} + AL^{GCRA} + AL^{ACRA} + AL^{FO} \\AP &= 0,1 C1 & = AP^{AV} + AP^{GCRA} + AP^{ACRA} + AP^{FO} \\RDES &= 0,13 C1 + 0,12 C2 & = RDES^{AV} + RDES^{LU} + RDES^{FO}\end{aligned}$$

1.5.2. Reformado

$$GREF = 0,6 NL^{REF} + 0,52 NM^{REF} + 0,45 NP^{REF} = GREF^{PR} + GREF^{SU}$$

1.5.3. Craqueo

$$\begin{aligned}GCRA &= 0,28 AL^{GCRA} + 0,2 AP^{GCRA} & = GCRA^{PR} + GCRA^{SU} \\ACRA &= 0,68 AL^{ACRA} + 0,75 AP^{ACRA} & = ACRA^{AV} + ACRA^{FO}\end{aligned}$$

1.5.4. Ventas

$$PR = NL^{PR} + NM^{PR} + NP^{PR} + GCRA^{PR} + GREF^{PR}$$

$$SU = NL^{SU} + NM^{SU} + NP^{SU} + GCRA^{SU} + GREF^{SU}$$

$$1,8 FO = AL^{FO}$$

$$6 FO = AP^{FO}$$

$$4,5 FO = ACRA^{FO}$$

$$18 FO = RDES^{FO}$$

$$AV = AL^{AV} + AP^{AV} + ACRA^{AV} + RDES^{AV}$$

$$LU = RDES^{LU}$$

1.5.5. Funcional

$$Z = 700 \text{ \$/B} \cdot PR + 600 \text{ \$/B} \cdot SU + 400 \text{ \$/B} \cdot AV + 350 \text{ \$/B} \cdot FO + 150 \text{ \$/B} \cdot LU$$

1.6. Restricciones

$$C1 \leq 20000 \text{ B/d}$$

$$C2 \leq 30000 \text{ B/d}$$

$$C1 + C2 \leq 45000 \text{ B/d}$$

$$NL^{REF} + NM^{REF} + NP^{REF} \leq 10000 \text{ B/d}$$

$$AL^{GCRA} + AL^{ACRA} + AP^{GCRA} + AP^{ACRA} \leq 8000 \text{ B/d}$$

$$500B/d \leq LU \leq 1000 \text{ B/d}$$

$$PR \geq 0,4 \text{ SU}$$

$$PR \cdot 98 \text{ Oct} \leq OCTNL \cdot NL^{PR} + OCTNM \cdot NM^{PR} + OCTNP \cdot NP^{PR} +$$

$$OCTCRA \cdot GCRA^{PR} + OCTREF \cdot GREF^{PR}$$

$$SU \cdot 95 \text{ Oct} \leq OCTNL \cdot NL^{SU} + OCTNM \cdot NM^{SU} +$$

$$OCTNP \cdot NP^{SU} + OCTCRA \cdot GCRA^{SU} + OCTREF \cdot GREF^{SU} \leq SU \cdot 97,99 \text{ Oct}$$

$$AV \cdot 1 \text{ Kg/cm}^2 \geq PRESAL \cdot AL^{AV} + PRESAP \cdot AP^{AV} +$$

$$PRESACRA \cdot ACRA^{AV} + PRESRDES \cdot RDES^{AV}$$

1.7. Corrida de Prueba

Corrida de prueba del archivo tp2.mod con el software GLPK.

Problem: tp2 ;

Rows: 39 ; Columns: 42 ; Non-zeros: 149

Status: OPTIMAL

Objective: $Z = 18971019,9(MAXimum)$

No Row	name	St	Activity	Lower bound	Upper bound	Marginal
1	Z	B	\$18971019.9			
2	inProduccionNL	NS	0	-0	=	725.539
3	outProduccionNL	NS	0	-0	=	-725.539
4	inProduccionNM	NS	0	-0	=	597.844
5	outProduccionNM	NS	0	-0	=	-597.844
6	inProduccionNP	NS	0	-0	=	470.149
7	outProduccionNP	NS	0	-0	=	-470.149
8	inProduccionAL	NS	0	-0	=	400
9	outProduccionAL	NS	0	-0	=	-400
10	inProduccionAP	NS	0	-0	=	400
11	outProduccionAP	NS	0	-0	=	-400
12	inProduccionRDES	NS	0	-0	=	400
13	outProduccionRDES	NS	0	-0	=	-400
14	inProduccionGREF	NS	0	-0	=	1044.78
15	outProduccionGREF	NS	0	-0	=	-1044.78
16	inProduccionGCRA	NS	0	-0	=	1428.57
17	outProduccionGCRA	NS	0	-0	=	-1428.57
18	inProduccionACRA	NS	0	-0	=	533.333
19	outProduccionACRA	NS	0	-0	=	-533.333
20	finalPR	NS	0	-0	=	-551.41
21	finalSU	NS	0	-0	=	-551.41
22	ALpartFO	NS	0	-0	=	400
23	APpartFO	NS	0	-0	=	400
24	ACRApartFO	NS	0	-0	=	533.333
25	RDESpertFO	NS	0	-0	=	400
26	finalAV	NS	0	-0	=	400
27	finalLU	NS	0	-0	=	400
28	dispCrudo1	NU	20000		20000	3.23383
29	dispCrudo2	B	25000		30000	
30	maxDestilado	NU	45000		45000	422.919
31	maxReformado	B	7412.94		10000	
32	maxCraqueo	B	0		8000	
33	minLub	NL	500	500		-250
34	maxLub	B	500		1000	
35	minPremium	B	20422.9	-0		
36	minOCTPR	NU	0		-0	12.7695
37	minOCTSU	NU	0		-0	12.7695
38	maxOCTSU	B	0	-0		
39	maxPresAV	B	5645	-0		

No. Column	name	St	Activity	Lower bound	Upper bound	Marginal
1	C1	B	20000	0		
2	C2	B	25000	0		
3	NL	B	5750	0		
4	NLREF	NL	0	0		-98.6733
5	NLPR	B	5750	0		
6	NLSU	NL	0	0		<eps
7	NM	B	10250	0		
8	NMREF	NL	0	0		-54.5605
9	NMPR	B	10250	0		
10	NMSU	NL	0	0		<eps
11	NP	B	8500	0		
12	NPREF	B	7412.94	0		
13	NPPR	B	1087.06	0		
14	NPSU	B	0	0		
15	AL	B	4400	0		
16	ALAV	B	4400	0		
17	ALGCRA	B	0	0		
18	ALACRA	NL	0	0		-37.3333
19	ALFO	B	0	0		
20	AP	B	2000	0		
21	APAV	B	2000	0		
22	APGCRA	NL	0	0		-114.286
23	APACRA	B	0	0		
24	APFO	B	0	0		
25	RDES	B	5600	0		
26	RDESAV	B	5100	0		
27	RDESLU	B	500	0		
28	RDESFO	B	0	0		
29	GREF	B	3335.82	0		
30	GREFPR	B	3335.82	0		
31	GREFSU	B	0	0		
32	GCRA	B	0	0		
33	GCRAPR	NL	0	0		-511.49
34	GCRASU	NL	0	0		-511.49
35	ACRA	B	0	0		
36	ACRAAV	NL	0	0		-133.333
37	ACRAFO	B	0	0		
38	PR	B	20422.9	0		
39	SU	NL	0	0		-61.6915
40	AV	B	11500	0		
41	FO	NL	0	0		-12370
42	LU	B	500	0		

2. Ejercicio Complementario

2.1. Análisis del caso

Pepe desea fabricar sidra de manera artesanal para luego venderla a una cadena de locales gourmet. Para esto, cuenta con tres tipos distintos de manzanas como materia prima, a partir de las cuales se pueden obtener tanto sidra natural como sidra dulce. La diferencia entre una y otra surge de cambios en la proporción de las diferentes manzanas utilizadas.

2.2. Objetivo

Determinar la cantidad de sidra de uno y otro tipo a producir de forma tal de maximizar las ganancias que obtiene Pepe en un período. (En este caso utilizaremos un período de una semana, ya que lo consideramos razonable.)

2.3. Hipótesis

- Dispone del dinero para comprar toda la materia prima necesaria
- Dispone de tiempo suficiente para realizar toda la producción indicada
- No tiene stock previo
- La cadena de locales comprará toda la producción obtenida
- No hay pérdidas de materia prima en el proceso ni en el transporte
- No hay pérdidas de producción
- Los precios son constantes dentro del período.

2.4. Variables

2.4.1. Venta

SN = Litros/Sem de Sidra Natural

SD = Litros/Sem de Sidra Dulce

2.5. Ecuaciones

$$0,25 \cdot SD + 0,50 \cdot SN \leq 15$$

$$0,50 \cdot SD + 0,50 \cdot SN \leq 60$$

$$0,25 \cdot SD \leq 15$$

$$SD \geq 10$$

$$Z_{MAX} = 20 \$/L \cdot SN + 15 \$/L \cdot SD$$