



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

TÉCNICAS DE OPTIMIZACIÓN

Memoria de la práctica 4 y 5

Grado en Ingeniería Informática

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática

Curso 2020-21



Fabián Scherle Carboneres

Lishuang Sun (María)

ÍNDICE

1. Apartado 1 -----	3
1.1. Descripción de la solución óptima -----	3
1.2. Solución óptima Lingo -----	3
1.3. Modelo matemático en formato lenguaje de modelización Lingo -----	5
1.4. Modelo matemático en forma algebraica -----	5
2. Apartado 2 -----	11
2.1. Descripción de la solución óptima -----	11
2.2. Solución óptima Lingo -----	12
2.3. Modelo matemático en formato lenguaje de modelización Lingo -----	13
2.4. Modelo matemático en forma algebraica -----	14

1. Apartado 1

1.1. Descripción de la solución óptima

Se nos pide averiguar la cantidad a producir, vender y almacenar de cada tipo de producto mensualmente, de modo que se maximice el beneficio (u.m.).

La solución óptima consiste en la maximización del beneficio mensual obtenido dada una política óptima de producción, ventas y almacenamiento. Esta política va por periodos mensuales, desde el mes de enero hasta junio incluido.

- En **enero** se producen los productos de tipo 3, 4, 5 y 6; se venden todas las unidades producidas, por lo que no hay stock del mes enero.
- En **febrero** se producen los productos de tipo 1, 3, 5 y 6; se venden todas las unidades producidas, por lo que no hay stock del mes febrero.
- En **marzo** se producen los productos de tipo 3 y 6; se venden todas las unidades producidas, por lo que no hay stock del mes marzo.
- En **abril** se producen los productos de tipo 1, 2, 3, 5, 6 y 7; se venden todas las unidades producidas, excepto de los productos P2 y P7 que no se vende ninguna unidad, y se quedan en el stock del mes abril.
- En **mayo** se producen los productos de tipo 3, 4, 5 y 6; se venden todas las unidades del producto P4, pero de las demás quedan algunos en stock del mes mayo.
- En **junio** se producen los productos de tipo 1 y 4; se venden algunas unidades, pero de ambos quedan stock para el mes junio. Y como así se ha especificado, en el stock de junio quedan al menos 50 unidades de cada tipo de producto.

1.2. Solución óptima LINGO

Para calcular el valor óptimo Z^* de la función objetivo, hemos considerado multiplicar el beneficio correspondiente por cada unidad de producto vendido menos los costes de almacenamiento de cada mes. De modo que Z^* es:

$$\text{BENEFICIO_TOTAL} \quad 289247.4$$

Las variables de decisión son $U_{\text{Producidas}}(t,j)$, $U_{\text{Vendidas}}(t,j)$ y $U_{\text{Stock}}(t,j)$, dado un periodo t (Ene, Feb, Mar, Abr, May, Jun) y un producto j (P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7).

Todas estas variables deberían ser números enteros, @GIN(variables), pero debido a las limitaciones de dimensión de esta versión de LINGO, las consideraremos continuas.

A continuación, mostramos la solución LINGO de los valores de las variables de decisión.

UProducidas	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Ene	0	0	1440	825.8065	3261.935	867.0968	0
Feb	404.2105	0	378.9474	0	3637.895	1212.632	0
Mar	0	0	1440	0	0	1280	0
Abr	681.5789	50	1232.105	0	3444.211	509.7368	50
May	0	0	1440	412.9032	3550.968	433.5484	0
Jun	3072	0	0	1536	0	0	0

UVendidas	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Ene	0	0	1440	825.8065	3261.935	867.0968	0
Feb	404.2105	0	378.9474	0	3637.895	1212.632	0
Mar	0	0	1440	0	0	1280	0
Abr	681.5789	0	1232.105	0	3444.211	509.7368	0
May	0	0	1390	412.9032	3500.968	383.5484	0
Jun	3022	0	0	1486	0	0	0

UStock	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Ene	0	0	0	0	0	0	0
Feb	0	0	0	0	0	0	0
Mar	0	0	0	0	0	0	0
Abr	0	50	0	0	0	0	50
May	0	50	50	0	50	50	50
Jun	50	50	50	50	50	50	50

Observando las tablas, se puede apreciar que no es nada rentable producir los productos tipo 2 y 7, dado que solo se producen, en cantidad justa (50 ud.), por la restricción del stock de junio.

1.3. Modelo matemático en lenguaje de modelización LINGO

```
!Maximizar el beneficio total;
[Beneficio_Total] MAX = @SUM(Fabricacion(i,j): (Beneficio(j) * UVendidas(i,j) - CosteStock(i,j) * UStock(i,j)));

!Restricciones de equilibrio: Uds. Vendidas mes t + Uds. Stock mes t = Uds. Producidas mes t + Uds. Stock mes (t-1);
@FOR(Producto(j):
[Equilibrio_Ene] UVendidas(1,j) + UStock(1,j) = UProducidas(1,j) + 0;
);
@FOR(Periodo(t) | t #NE# 1:
@FOR(Producto(j):
[Equilibrio] UVendidas(t,j) + UStock(t,j) = UProducidas(t,j) + UStock(t-1,j);
));

!Capacidad de producción y disponibilidad de Máquina;
@FOR(Periodo(t):
@FOR(Maquina(i):
[Disponibilidad] @SUM(Producto(j): HrsNecesarias(i,j) * UProducidas(t,j))
<= (MaquinasDisp(t,i) - MaquinasMant(t,i)) * HrsDispMaquina(t,i);
));

!Existencias en el mes de Junio;
@FOR(Producto(j):
[Capacidad_Jun] UStock(6,j) >= 50;
);

!Capacidad de almacenamiento;
@FOR(Periodo(t):
@FOR(Producto(j):
[Capacidad] UStock(t,j) <= MaxStock(t,j);
));
```

1.4. Modelo matemático en forma algebraica

FUNCIÓN OBJETIVO

```
MODEL:
[BENEFICIO_TOTAL] MAX= 10 * UVENDIDAS_ENE_P1 - 0.5 * USTOCK_ENE_P1 + 6 *
UVENDIDAS_ENE_P2 - 0.5 * USTOCK_ENE_P2 + 8 * UVENDIDAS_ENE_P3 - 0.5 *
USTOCK_ENE_P3 + 4 * UVENDIDAS_ENE_P4 - 0.5 * USTOCK_ENE_P4 + 11 * UVENDIDAS_ENE_P5
- 0.5 * USTOCK_ENE_P5 + 9 * UVENDIDAS_ENE_P6 - 0.5 * USTOCK_ENE_P6 + 3 *
UVENDIDAS_ENE_P7 - 0.5 * USTOCK_ENE_P7 + 10 * UVENDIDAS_FEB_P1 - 0.5 *
USTOCK_FEB_P1 + 6 * UVENDIDAS_FEB_P2 - 0.5 * USTOCK_FEB_P2 + 8 * UVENDIDAS_FEB_P3
- 0.5 * USTOCK_FEB_P3 + 4 * UVENDIDAS_FEB_P4 - 0.5 * USTOCK_FEB_P4 + 11 *
UVENDIDAS_FEB_P5 - 0.5 * USTOCK_FEB_P5 + 9 * UVENDIDAS_FEB_P6 - 0.5 *
USTOCK_FEB_P6 + 3 * UVENDIDAS_FEB_P7 - 0.5 * USTOCK_FEB_P7 + 10 * UVENDIDAS_MAR_P1
- 0.5 * USTOCK_MAR_P1 + 6 * UVENDIDAS_MAR_P2 - 0.5 * USTOCK_MAR_P2 + 8 *
UVENDIDAS_MAR_P3 - 0.5 * USTOCK_MAR_P3 + 4 * UVENDIDAS_MAR_P4 - 0.5 *
USTOCK_MAR_P4 + 11 * UVENDIDAS_MAR_P5 - 0.5 * USTOCK_MAR_P5 + 9 * UVENDIDAS_MAR_P6
- 0.5 * USTOCK_MAR_P6 + 3 * UVENDIDAS_MAR_P7 - 0.5 * USTOCK_MAR_P7 + 10 *
UVENDIDAS_ABR_P1 - 0.5 * USTOCK_ABR_P1 + 6 * UVENDIDAS_ABR_P2 - 0.5 *
USTOCK_ABR_P2 + 8 * UVENDIDAS_ABR_P3 - 0.5 * USTOCK_ABR_P3 + 4 * UVENDIDAS_ABR_P4
- 0.5 * USTOCK_ABR_P4 + 11 * UVENDIDAS_ABR_P5 - 0.5 * USTOCK_ABR_P5 + 9 *
UVENDIDAS_ABR_P6 - 0.5 * USTOCK_ABR_P6 + 3 * UVENDIDAS_ABR_P7 - 0.5 *
USTOCK_ABR_P7 + 10 * UVENDIDAS_MAY_P1 - 0.5 * USTOCK_MAY_P1 + 6 * UVENDIDAS_MAY_P2
- 0.5 * USTOCK_MAY_P2 + 8 * UVENDIDAS_MAY_P3 - 0.5 * USTOCK_MAY_P3 + 4 *
UVENDIDAS_MAY_P4 - 0.5 * USTOCK_MAY_P4 + 11 * UVENDIDAS_MAY_P5 - 0.5 *
USTOCK_MAY_P5 + 9 * UVENDIDAS_MAY_P6 - 0.5 * USTOCK_MAY_P6 + 3 * UVENDIDAS_MAY_P7
- 0.5 * USTOCK_MAY_P7 + 10 * UVENDIDAS_JUN_P1 - 0.5 * USTOCK_JUN_P1 + 6 *
UVENDIDAS_JUN_P2 - 0.5 * USTOCK_JUN_P2 + 8 * UVENDIDAS_JUN_P3 - 0.5 *
USTOCK_JUN_P3 + 4 * UVENDIDAS_JUN_P4 - 0.5 * USTOCK_JUN_P4 + 11 * UVENDIDAS_JUN_P5
- 0.5 * USTOCK_JUN_P5 + 9 * UVENDIDAS_JUN_P6 - 0.5 * USTOCK_JUN_P6 + 3 *
UVENDIDAS_JUN_P7 - 0.5 * USTOCK_JUN_P7;
```

RESTRICCIONES

Equilibrio enero:

[EQUILIBRIO_ENE_P1] - UPRODUCIDAS_ENE_P1 + UVENDIDAS_ENE_P1 + USTOCK_ENE_P1 = 0;
[EQUILIBRIO_ENE_P2] - UPRODUCIDAS_ENE_P2 + UVENDIDAS_ENE_P2 + USTOCK_ENE_P2 = 0;
[EQUILIBRIO_ENE_P3] - UPRODUCIDAS_ENE_P3 + UVENDIDAS_ENE_P3 + USTOCK_ENE_P3 = 0;
[EQUILIBRIO_ENE_P4] - UPRODUCIDAS_ENE_P4 + UVENDIDAS_ENE_P4 + USTOCK_ENE_P4 = 0;
[EQUILIBRIO_ENE_P5] - UPRODUCIDAS_ENE_P5 + UVENDIDAS_ENE_P5 + USTOCK_ENE_P5 = 0;
[EQUILIBRIO_ENE_P6] - UPRODUCIDAS_ENE_P6 + UVENDIDAS_ENE_P6 + USTOCK_ENE_P6 = 0;
[EQUILIBRIO_ENE_P7] - UPRODUCIDAS_ENE_P7 + UVENDIDAS_ENE_P7 + USTOCK_ENE_P7 = 0;

Equilibrio febrero:

[EQUILIBRIO_FEB_P1] - USTOCK_ENE_P1 - UPRODUCIDAS_FEB_P1 + UVENDIDAS_FEB_P1 + USTOCK_FEB_P1 = 0;
[EQUILIBRIO_FEB_P2] - USTOCK_ENE_P2 - UPRODUCIDAS_FEB_P2 + UVENDIDAS_FEB_P2 + USTOCK_FEB_P2 = 0;
[EQUILIBRIO_FEB_P3] - USTOCK_ENE_P3 - UPRODUCIDAS_FEB_P3 + UVENDIDAS_FEB_P3 + USTOCK_FEB_P3 = 0;
[EQUILIBRIO_FEB_P4] - USTOCK_ENE_P4 - UPRODUCIDAS_FEB_P4 + UVENDIDAS_FEB_P4 + USTOCK_FEB_P4 = 0;
[EQUILIBRIO_FEB_P5] - USTOCK_ENE_P5 - UPRODUCIDAS_FEB_P5 + UVENDIDAS_FEB_P5 + USTOCK_FEB_P5 = 0;
[EQUILIBRIO_FEB_P6] - USTOCK_ENE_P6 - UPRODUCIDAS_FEB_P6 + UVENDIDAS_FEB_P6 + USTOCK_FEB_P6 = 0;
[EQUILIBRIO_FEB_P7] - USTOCK_ENE_P7 - UPRODUCIDAS_FEB_P7 + UVENDIDAS_FEB_P7 + USTOCK_FEB_P7 = 0;

Equilibrio marzo:

[EQUILIBRIO_MAR_P1] - USTOCK_FEB_P1 - UPRODUCIDAS_MAR_P1 + UVENDIDAS_MAR_P1 + USTOCK_MAR_P1 = 0;
[EQUILIBRIO_MAR_P2] - USTOCK_FEB_P2 - UPRODUCIDAS_MAR_P2 + UVENDIDAS_MAR_P2 + USTOCK_MAR_P2 = 0;
[EQUILIBRIO_MAR_P3] - USTOCK_FEB_P3 - UPRODUCIDAS_MAR_P3 + UVENDIDAS_MAR_P3 + USTOCK_MAR_P3 = 0;
[EQUILIBRIO_MAR_P4] - USTOCK_FEB_P4 - UPRODUCIDAS_MAR_P4 + UVENDIDAS_MAR_P4 + USTOCK_MAR_P4 = 0;
[EQUILIBRIO_MAR_P5] - USTOCK_FEB_P5 - UPRODUCIDAS_MAR_P5 + UVENDIDAS_MAR_P5 + USTOCK_MAR_P5 = 0;
[EQUILIBRIO_MAR_P6] - USTOCK_FEB_P6 - UPRODUCIDAS_MAR_P6 + UVENDIDAS_MAR_P6 + USTOCK_MAR_P6 = 0;
[EQUILIBRIO_MAR_P7] - USTOCK_FEB_P7 - UPRODUCIDAS_MAR_P7 + UVENDIDAS_MAR_P7 + USTOCK_MAR_P7 = 0;

Equilibrio abril:

[EQUILIBRIO_ABR_P1] - USTOCK_MAR_P1 - UPRODUCIDAS_ABR_P1 + UVENDIDAS_ABR_P1 +
USTOCK_ABR_P1 = 0;
[EQUILIBRIO_ABR_P2] - USTOCK_MAR_P2 - UPRODUCIDAS_ABR_P2 + UVENDIDAS_ABR_P2 +
USTOCK_ABR_P2 = 0;
[EQUILIBRIO_ABR_P3] - USTOCK_MAR_P3 - UPRODUCIDAS_ABR_P3 + UVENDIDAS_ABR_P3 +
USTOCK_ABR_P3 = 0;
[EQUILIBRIO_ABR_P4] - USTOCK_MAR_P4 - UPRODUCIDAS_ABR_P4 + UVENDIDAS_ABR_P4 +
USTOCK_ABR_P4 = 0;
[EQUILIBRIO_ABR_P5] - USTOCK_MAR_P5 - UPRODUCIDAS_ABR_P5 + UVENDIDAS_ABR_P5 +
USTOCK_ABR_P5 = 0;
[EQUILIBRIO_ABR_P6] - USTOCK_MAR_P6 - UPRODUCIDAS_ABR_P6 + UVENDIDAS_ABR_P6 +
USTOCK_ABR_P6 = 0;
[EQUILIBRIO_ABR_P7] - USTOCK_MAR_P7 - UPRODUCIDAS_ABR_P7 + UVENDIDAS_ABR_P7 +
USTOCK_ABR_P7 = 0;

Equilibrio mayo:

[EQUILIBRIO_MAY_P1] - USTOCK_ABR_P1 - UPRODUCIDAS_MAY_P1 + UVENDIDAS_MAY_P1 +
USTOCK_MAY_P1 = 0;
[EQUILIBRIO_MAY_P2] - USTOCK_ABR_P2 - UPRODUCIDAS_MAY_P2 + UVENDIDAS_MAY_P2 +
USTOCK_MAY_P2 = 0;
[EQUILIBRIO_MAY_P3] - USTOCK_ABR_P3 - UPRODUCIDAS_MAY_P3 + UVENDIDAS_MAY_P3 +
USTOCK_MAY_P3 = 0;
[EQUILIBRIO_MAY_P4] - USTOCK_ABR_P4 - UPRODUCIDAS_MAY_P4 + UVENDIDAS_MAY_P4 +
USTOCK_MAY_P4 = 0;
[EQUILIBRIO_MAY_P5] - USTOCK_ABR_P5 - UPRODUCIDAS_MAY_P5 + UVENDIDAS_MAY_P5 +
USTOCK_MAY_P5 = 0;
[EQUILIBRIO_MAY_P6] - USTOCK_ABR_P6 - UPRODUCIDAS_MAY_P6 + UVENDIDAS_MAY_P6 +
USTOCK_MAY_P6 = 0;
[EQUILIBRIO_MAY_P7] - USTOCK_ABR_P7 - UPRODUCIDAS_MAY_P7 + UVENDIDAS_MAY_P7 +
USTOCK_MAY_P7 = 0;

Equilibrio junio:

[EQUILIBRIO_JUN_P1] - USTOCK_MAY_P1 - UPRODUCIDAS_JUN_P1 + UVENDIDAS_JUN_P1 +
USTOCK_JUN_P1 = 0;
[EQUILIBRIO_JUN_P2] - USTOCK_MAY_P2 - UPRODUCIDAS_JUN_P2 + UVENDIDAS_JUN_P2 +
USTOCK_JUN_P2 = 0;
[EQUILIBRIO_JUN_P3] - USTOCK_MAY_P3 - UPRODUCIDAS_JUN_P3 + UVENDIDAS_JUN_P3 +
USTOCK_JUN_P3 = 0;
[EQUILIBRIO_JUN_P4] - USTOCK_MAY_P4 - UPRODUCIDAS_JUN_P4 + UVENDIDAS_JUN_P4 +
USTOCK_JUN_P4 = 0;
[EQUILIBRIO_JUN_P5] - USTOCK_MAY_P5 - UPRODUCIDAS_JUN_P5 + UVENDIDAS_JUN_P5 +
USTOCK_JUN_P5 = 0;
[EQUILIBRIO_JUN_P6] - USTOCK_MAY_P6 - UPRODUCIDAS_JUN_P6 + UVENDIDAS_JUN_P6 +
USTOCK_JUN_P6 = 0;
[EQUILIBRIO_JUN_P7] - USTOCK_MAY_P7 - UPRODUCIDAS_JUN_P7 + UVENDIDAS_JUN_P7 +
USTOCK_JUN_P7 = 0;

Disponibilidad de cada máquina en enero:

(3 cortadoras, 2 fresadoras V, 3 fresadores H, 1 taladro, 1 alisadora)

```
[DISPONIBILIDAD_ENE_CORTADORA] 0.5 * UPRODUCIDAS_ENE_P1 + 0.7 * UPRODUCIDAS_ENE_P2  
+ 0.3 * UPRODUCIDAS_ENE_P5 + 0.2 * UPRODUCIDAS_ENE_P6 + 0.5 * UPRODUCIDAS_ENE_P7  
<= 1152;  
[DISPONIBILIDAD_ENE_FRESADORAV] 0.1 * UPRODUCIDAS_ENE_P1 + 0.2 * UPRODUCIDAS_ENE_P2  
+ 0.3 * UPRODUCIDAS_ENE_P4 + 0.6 * UPRODUCIDAS_ENE_P6 <= 768;  
[DISPONIBILIDAD_ENE_FRESADORAH] 0.2 * UPRODUCIDAS_ENE_P1 + 0.8 * UPRODUCIDAS_ENE_P3  
+ 0.6 * UPRODUCIDAS_ENE_P7 <= 1152;  
[DISPONIBILIDAD_ENE_TALADRO] 0.05 * UPRODUCIDAS_ENE_P1 + 0.03 * UPRODUCIDAS_ENE_P2  
+ 0.07000000000000001 * UPRODUCIDAS_ENE_P4 + 0.1 * UPRODUCIDAS_ENE_P5 + 0.08 *  
UPRODUCIDAS_ENE_P7 <= 384;  
[DISPONIBILIDAD_ENE_ALISADORA] 0.01 * UPRODUCIDAS_ENE_P3 + 0.05 *  
UPRODUCIDAS_ENE_P5 + 0.05 * UPRODUCIDAS_ENE_P7 <= 384;
```

Disponibilidad de cada máquina en febrero:

(4 cortadoras, 2 fresadoras V, 1 fresadora H, 1 taladro, 1 alisadora)

```
[DISPONIBILIDAD_FEB_CORTADORA] 0.5 * UPRODUCIDAS_FEB_P1 + 0.7 * UPRODUCIDAS_FEB_P2  
+ 0.3 * UPRODUCIDAS_FEB_P5 + 0.2 * UPRODUCIDAS_FEB_P6 + 0.5 * UPRODUCIDAS_FEB_P7  
<= 1536;  
[DISPONIBILIDAD_FEB_FRESADORAV] 0.1 * UPRODUCIDAS_FEB_P1 + 0.2 * UPRODUCIDAS_FEB_P2  
+ 0.3 * UPRODUCIDAS_FEB_P4 + 0.6 * UPRODUCIDAS_FEB_P6 <= 768;  
[DISPONIBILIDAD_FEB_FRESADORAH] 0.2 * UPRODUCIDAS_FEB_P1 + 0.8 * UPRODUCIDAS_FEB_P3  
+ 0.6 * UPRODUCIDAS_FEB_P7 <= 384;  
[DISPONIBILIDAD_FEB_TALADRO] 0.05 * UPRODUCIDAS_FEB_P1 + 0.03 * UPRODUCIDAS_FEB_P2  
+ 0.07000000000000001 * UPRODUCIDAS_FEB_P4 + 0.1 * UPRODUCIDAS_FEB_P5 + 0.08 *  
UPRODUCIDAS_FEB_P7 <= 384;  
[DISPONIBILIDAD_FEB_ALISADORA] 0.01 * UPRODUCIDAS_FEB_P3 + 0.05 *  
UPRODUCIDAS_FEB_P5 + 0.05 * UPRODUCIDAS_FEB_P7 <= 384;
```

Disponibilidad de cada máquina en marzo:

(4 cortadoras, 2 fresadoras V, 3 fresadoras H, 0 taladros, 1 alisadora)

```
[DISPONIBILIDAD_MAR_CORTADORA] 0.5 * UPRODUCIDAS_MAR_P1 + 0.7 * UPRODUCIDAS_MAR_P2  
+ 0.3 * UPRODUCIDAS_MAR_P5 + 0.2 * UPRODUCIDAS_MAR_P6 + 0.5 * UPRODUCIDAS_MAR_P7  
<= 1536;  
[DISPONIBILIDAD_MAR_FRESADORAV] 0.1 * UPRODUCIDAS_MAR_P1 + 0.2 * UPRODUCIDAS_MAR_P2  
+ 0.3 * UPRODUCIDAS_MAR_P4 + 0.6 * UPRODUCIDAS_MAR_P6 <= 768;  
[DISPONIBILIDAD_MAR_FRESADORAH] 0.2 * UPRODUCIDAS_MAR_P1 + 0.8 * UPRODUCIDAS_MAR_P3  
+ 0.6 * UPRODUCIDAS_MAR_P7 <= 1152;  
[DISPONIBILIDAD_MAR_TALADRO] 0.05 * UPRODUCIDAS_MAR_P1 + 0.03 * UPRODUCIDAS_MAR_P2  
+ 0.07000000000000001 * UPRODUCIDAS_MAR_P4 + 0.1 * UPRODUCIDAS_MAR_P5 + 0.08 *  
UPRODUCIDAS_MAR_P7 <= 0;  
[DISPONIBILIDAD_MAR_ALISADORA] 0.01 * UPRODUCIDAS_MAR_P3 + 0.05 *  
UPRODUCIDAS_MAR_P5 + 0.05 * UPRODUCIDAS_MAR_P7 <= 384;
```


Disponibilidad de cada máquina en abril:

(4 cortadoras, 1 fresadora V, 3 fresadoras H, 1 taladro, 1 alisadora)

```
[DISPONIBILIDAD_ABR_CORTADORA] 0.5 * UPRODUCIDAS_ABR_P1 + 0.7 * UPRODUCIDAS_ABR_P2
+ 0.3 * UPRODUCIDAS_ABR_P5 + 0.2 * UPRODUCIDAS_ABR_P6 + 0.5 * UPRODUCIDAS_ABR_P7
<= 1536;
[DISPONIBILIDAD_ABR_FRESADORAV] 0.1 * UPRODUCIDAS_ABR_P1 + 0.2 * UPRODUCIDAS_ABR_P2
+ 0.3 * UPRODUCIDAS_ABR_P4 + 0.6 * UPRODUCIDAS_ABR_P6 <= 384;
[DISPONIBILIDAD_ABR_FRESADORAH] 0.2 * UPRODUCIDAS_ABR_P1 + 0.8 * UPRODUCIDAS_ABR_P3
+ 0.6 * UPRODUCIDAS_ABR_P7 <= 1152;
[DISPONIBILIDAD_ABR_TALADRO] 0.05 * UPRODUCIDAS_ABR_P1 + 0.03 * UPRODUCIDAS_ABR_P2
+ 0.07000000000000001 * UPRODUCIDAS_ABR_P4 + 0.1 * UPRODUCIDAS_ABR_P5 + 0.08 *
UPRODUCIDAS_ABR_P7 <= 384;
[DISPONIBILIDAD_ABR_ALISADORA] 0.01 * UPRODUCIDAS_ABR_P3 + 0.05 *
UPRODUCIDAS_ABR_P5 + 0.05 * UPRODUCIDAS_ABR_P7 <= 384;
```

Disponibilidad de cada máquina en mayo:

(3 cortadoras, 1 fresadora V, 3 fresadoras H, 1 taladro, 1 alisadora)

```
[DISPONIBILIDAD_MAY_CORTADORA] 0.5 * UPRODUCIDAS_MAY_P1 + 0.7 * UPRODUCIDAS_MAY_P2
+ 0.3 * UPRODUCIDAS_MAY_P5 + 0.2 * UPRODUCIDAS_MAY_P6 + 0.5 * UPRODUCIDAS_MAY_P7
<= 1152;
[DISPONIBILIDAD_MAY_FRESADORAV] 0.1 * UPRODUCIDAS_MAY_P1 + 0.2 * UPRODUCIDAS_MAY_P2
+ 0.3 * UPRODUCIDAS_MAY_P4 + 0.6 * UPRODUCIDAS_MAY_P6 <= 384;
[DISPONIBILIDAD_MAY_FRESADORAH] 0.2 * UPRODUCIDAS_MAY_P1 + 0.8 * UPRODUCIDAS_MAY_P3
+ 0.6 * UPRODUCIDAS_MAY_P7 <= 1152;
[DISPONIBILIDAD_MAY_TALADRO] 0.05 * UPRODUCIDAS_MAY_P1 + 0.03 * UPRODUCIDAS_MAY_P2
+ 0.07000000000000001 * UPRODUCIDAS_MAY_P4 + 0.1 * UPRODUCIDAS_MAY_P5 + 0.08 *
UPRODUCIDAS_MAY_P7 <= 384;
[DISPONIBILIDAD_MAY_ALISADORA] 0.01 * UPRODUCIDAS_MAY_P3 + 0.05 *
UPRODUCIDAS_MAY_P5 + 0.05 * UPRODUCIDAS_MAY_P7 <= 384;
```

Disponibilidad de cada máquina en junio:

(4 cortadoras, 2 fresadoras V, 2 fresadoras H, 1 taladro, 0 alisadoras)

```
[DISPONIBILIDAD_JUN_CORTADORA] 0.5 * UPRODUCIDAS_JUN_P1 + 0.7 * UPRODUCIDAS_JUN_P2
+ 0.3 * UPRODUCIDAS_JUN_P5 + 0.2 * UPRODUCIDAS_JUN_P6 + 0.5 * UPRODUCIDAS_JUN_P7
<= 1536;
[DISPONIBILIDAD_JUN_FRESADORAV] 0.1 * UPRODUCIDAS_JUN_P1 + 0.2 * UPRODUCIDAS_JUN_P2
+ 0.3 * UPRODUCIDAS_JUN_P4 + 0.6 * UPRODUCIDAS_JUN_P6 <= 768;
[DISPONIBILIDAD_JUN_FRESADORAH] 0.2 * UPRODUCIDAS_JUN_P1 + 0.8 * UPRODUCIDAS_JUN_P3
+ 0.6 * UPRODUCIDAS_JUN_P7 <= 768;
[DISPONIBILIDAD_JUN_TALADRO] 0.05 * UPRODUCIDAS_JUN_P1 + 0.03 * UPRODUCIDAS_JUN_P2
+ 0.07000000000000001 * UPRODUCIDAS_JUN_P4 + 0.1 * UPRODUCIDAS_JUN_P5 + 0.08 *
UPRODUCIDAS_JUN_P7 <= 384;
[DISPONIBILIDAD_JUN_ALISADORA] 0.01 * UPRODUCIDAS_JUN_P3 + 0.05 *
UPRODUCIDAS_JUN_P5 + 0.05 * UPRODUCIDAS_JUN_P7 <= 0;
```

Inventario final:

```
[EXISTENCIAS_JUN_P1] USTOCK_JUN_P1 >= 50;  
[EXISTENCIAS_JUN_P2] USTOCK_JUN_P2 >= 50;  
[EXISTENCIAS_JUN_P3] USTOCK_JUN_P3 >= 50;  
[EXISTENCIAS_JUN_P4] USTOCK_JUN_P4 >= 50;  
[EXISTENCIAS_JUN_P5] USTOCK_JUN_P5 >= 50;  
[EXISTENCIAS_JUN_P6] USTOCK_JUN_P6 >= 50;  
[EXISTENCIAS_JUN_P7] USTOCK_JUN_P7 >= 50;
```

Capacidad de inventario en enero:

```
[CAPACIDAD_ENE_P1] USTOCK_ENE_P1 <= 100;  
[CAPACIDAD_ENE_P2] USTOCK_ENE_P2 <= 100;  
[CAPACIDAD_ENE_P3] USTOCK_ENE_P3 <= 100;  
[CAPACIDAD_ENE_P4] USTOCK_ENE_P4 <= 100;  
[CAPACIDAD_ENE_P5] USTOCK_ENE_P5 <= 100;  
[CAPACIDAD_ENE_P6] USTOCK_ENE_P6 <= 100;  
[CAPACIDAD_ENE_P7] USTOCK_ENE_P7 <= 100;
```

Capacidad de inventario en febrero:

```
[CAPACIDAD_FEB_P1] USTOCK_FEB_P1 <= 100;  
[CAPACIDAD_FEB_P2] USTOCK_FEB_P2 <= 100;  
[CAPACIDAD_FEB_P3] USTOCK_FEB_P3 <= 100;  
[CAPACIDAD_FEB_P4] USTOCK_FEB_P4 <= 100;  
[CAPACIDAD_FEB_P5] USTOCK_FEB_P5 <= 100;  
[CAPACIDAD_FEB_P6] USTOCK_FEB_P6 <= 100;  
[CAPACIDAD_FEB_P7] USTOCK_FEB_P7 <= 100;
```

Capacidad de inventario en marzo:

```
[CAPACIDAD_MAR_P1] USTOCK_MAR_P1 <= 100;  
[CAPACIDAD_MAR_P2] USTOCK_MAR_P2 <= 100;  
[CAPACIDAD_MAR_P3] USTOCK_MAR_P3 <= 100;  
[CAPACIDAD_MAR_P4] USTOCK_MAR_P4 <= 100;  
[CAPACIDAD_MAR_P5] USTOCK_MAR_P5 <= 100;  
[CAPACIDAD_MAR_P6] USTOCK_MAR_P6 <= 100;  
[CAPACIDAD_MAR_P7] USTOCK_MAR_P7 <= 100;
```

Capacidad de inventario en abril:

```
[CAPACIDAD_ABR_P1] USTOCK_ABR_P1 <= 100;  
[CAPACIDAD_ABR_P2] USTOCK_ABR_P2 <= 100;  
[CAPACIDAD_ABR_P3] USTOCK_ABR_P3 <= 100;  
[CAPACIDAD_ABR_P4] USTOCK_ABR_P4 <= 100;  
[CAPACIDAD_ABR_P5] USTOCK_ABR_P5 <= 100;  
[CAPACIDAD_ABR_P6] USTOCK_ABR_P6 <= 100;  
[CAPACIDAD_ABR_P7] USTOCK_ABR_P7 <= 100;
```

Capacidad de inventario en mayo:

```
[CAPACIDAD_MAY_P1] USTOCK_MAY_P1 <= 100;  
[CAPACIDAD_MAY_P2] USTOCK_MAY_P2 <= 100;  
[CAPACIDAD_MAY_P3] USTOCK_MAY_P3 <= 100;  
[CAPACIDAD_MAY_P4] USTOCK_MAY_P4 <= 100;  
[CAPACIDAD_MAY_P5] USTOCK_MAY_P5 <= 100;  
[CAPACIDAD_MAY_P6] USTOCK_MAY_P6 <= 100;  
[CAPACIDAD_MAY_P7] USTOCK_MAY_P7 <= 100;
```

Capacidad de inventario en junio:

```
[CAPACIDAD_JUN_P1] USTOCK_JUN_P1 <= 100;  
[CAPACIDAD_JUN_P2] USTOCK_JUN_P2 <= 100;  
[CAPACIDAD_JUN_P3] USTOCK_JUN_P3 <= 100;  
[CAPACIDAD_JUN_P4] USTOCK_JUN_P4 <= 100;  
[CAPACIDAD_JUN_P5] USTOCK_JUN_P5 <= 100;  
[CAPACIDAD_JUN_P6] USTOCK_JUN_P6 <= 100;  
[CAPACIDAD_JUN_P7] USTOCK_JUN_P7 <= 100;
```

END

2. Apartado 2

2.1. Descripción de la solución óptima

Se nos pide averiguar la cantidad a producir, vender y almacenar de cada tipo de producto mensualmente, además se pide averiguar el tipo/número de máquinas para mantenimiento cada mes, de modo que se maximice el beneficio (u.m.).

- En **enero** se producen los productos de tipo 1, 3, 5 y 6; se venden todas las unidades producidas, por lo que no hay stock del mes enero.
- En **febrero** se producen los productos de tipo 1, 3, 5 y 6, la misma cantidad que el mes anterior; se venden todas las unidades producidas, por lo que no hay stock del mes febrero.
- En **marzo** se produce el producto de tipo 6; se venden todas las unidades producidas, por lo que no hay stock del mes marzo.
- En **abril** se producen los productos de tipo 1, 3, 5 y 6; se venden todas las unidades producidas, por lo que no hay stock del mes abril.
- En **mayo** se producen los productos de tipo 1, 3, 5 y 6, la misma cantidad que el mes anterior; se venden todas las unidades producidas, por lo que no hay stock del mes mayo.

- En **junio** se producen todos los tipos de producto existentes (1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7), de los cuales se han empezado a producir los productos de tipo 2, 4 y 7, que hasta ahora no se han producido, con la cantidad justa (50 ud.) para satisfacer la restricción de stock de este mes; podemos concluir que no es rentable producir de estos tres tipos. De modo que lo óptimo seguiría siendo vender todas las unidades producidas, pero como así se ha especificado, en el stock de junio deben quedar al menos 50 unidades de cada tipo de producto.

2.2. Solución óptima LINGO

Para calcular el valor óptimo Z^* de la función objetivo, hemos considerado multiplicar el beneficio correspondiente por cada unidad de producto vendido menos los costes de almacenamiento de cada mes. De modo que Z^* es:

$$\text{BENEFICIO_TOTAL} = 325411.6$$

Las variables de decisión son $U\text{Producidas}(t,j)$, $U\text{Vendidas}(t,j)$, $U\text{Stock}(t,j)$ y $\text{MaquinasMant}(t,i)$, dado un periodo t (Ene, Feb, Mar, Abr, May, Jun), un producto j (P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7) y una máquina i (Cortadora, FresadoraV, FresadoraH, Taladro, Alisadora).

Todas estas variables deberían ser números enteros, pero debido a las limitaciones de dimensión de esta versión de LINGO, las consideraremos continuas todas excepto $@\text{GIN}(\text{MaquinasMant}(t,i))$, un total de 30 variables enteras.

A continuación, mostramos la solución LINGO de los valores de las variables de decisión.

UProducidas	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Ene	404.2105	0	1338.947	0	3637.895	1212.632	0
Feb	404.2105	0	1338.947	0	3637.895	1212.632	0
Mar	0	0	0	0	0	1280	0
Abr	808.4211	0	1237.895	0	3435.789	505.2632	0
May	808.4211	0	1237.895	0	3435.789	505.2632	0
Jun	326.3158	50	1320.921	50	3586.842	1183.947	50

UVendidas	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Ene	404.2105	0	1338.947	0	3637.895	1212.632	0
Feb	404.2105	0	1338.947	0	3637.895	1212.632	0
Mar	0	0	0	0	0	1280	0
Abr	808.4211	0	1237.895	0	3435.789	505.2632	0
May	808.4211	0	1237.895	0	3435.789	505.2632	0
Jun	276.3158	0	1270.921	0	3536.842	1133.947	0

UStock	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Ene	0	0	0	0	0	0	0
Feb	0	0	0	0	0	0	0
Mar	0	0	0	0	0	0	0
Abr	0	0	0	0	0	0	0
May	0	0	0	0	0	0	0
Jun	50	50	50	50	50	50	50

MaquinasMant	Cortadora	FresadoraV	FresadoraH	Taladro	Alisadora
Ene	0	0	0	0	0
Feb	0	0	0	0	0
Mar	2	0	3	1	1
Abr	0	1	0	0	0
May	0	1	0	0	0
Jun	0	0	0	0	0

2.3. Modelo matemático en lenguaje de modelización LINGO

```

!Maximizar el beneficio total;
[Beneficio_Total] MAX = @SUM(Fabricacion(i,j): (Beneficio(j) * UVendidas(i,j) - CosteStock(i,j) * UStock(i,j)));

!Restricciones de equilibrio: Uds. Vendidas mes t + Uds. Stock mes t = Uds. Producidas mes t + Uds. Stock mes (t-1);
@FOR(Producto(j):
[Equilibrio_Ene] UVendidas(1,j) + UStock(1,j) = UProducidas(1,j) + 0;
);
@FOR(Fabricacion(t,j) | t #NE# 1: !#..;
[Equilibrio] UVendidas(t,j) + UStock(t,j) = UProducidas(t,j) + UStock(t-1,j);
);

!Máquinas para mantenimiento mensual;
@FOR(Maquina(i):
[Mantenimiento] @SUM(Periodo(t): MaquinasMant(t,i)) = TotalMantenimiento(i); !#;
);

```

```

!Capacidad de producción y disponibilidad de Máquina;
@FOR(CapMaquinas(t,i): !#.;
[Enteras] @GIN(MaquinasMant(t,i)); !#;
[Disponibilidad] @SUM(Producto(j): HrsNecesarias(i,j) * UProducidas(t,j))
<= (MaquinasDisp(t,i) - MaquinasMant(t,i) * HrsDispMaquina(t,i);
);

!Existencias en el mes de Junio;
@FOR(Producto(j):
[Existencias_Jun] UStock(6,j) >= 50;
);

!Capacidad de almacenamiento;
@FOR(Fabricacion(t,j): !#.;
[Capacidad] UStock(t,j) <= MaxStock(t,j);
);

```

2.4. Modelo matemático en forma algebraica

FUNCIÓN OBJETIVO

MODEL:

```

[BENEFICIO TOTAL] MAX= 10 * UVENDIDAS_ENE_P1 - 0.5 * USTOCK_ENE_P1 + 6 *
UVENDIDAS_ENE_P2 - 0.5 * USTOCK_ENE_P2 + 8 * UVENDIDAS_ENE_P3 - 0.5 *
USTOCK_ENE_P3 + 4 * UVENDIDAS_ENE_P4 - 0.5 * USTOCK_ENE_P4 + 11 * UVENDIDAS_ENE_P5
- 0.5 * USTOCK_ENE_P5 + 9 * UVENDIDAS_ENE_P6 - 0.5 * USTOCK_ENE_P6 + 3 *
UVENDIDAS_ENE_P7 - 0.5 * USTOCK_ENE_P7 + 10 * UVENDIDAS_FEB_P1 - 0.5 *
USTOCK_FEB_P1 + 6 * UVENDIDAS_FEB_P2 - 0.5 * USTOCK_FEB_P2 + 8 * UVENDIDAS_FEB_P3
- 0.5 * USTOCK_FEB_P3 + 4 * UVENDIDAS_FEB_P4 - 0.5 * USTOCK_FEB_P4 + 11 *
UVENDIDAS_FEB_P5 - 0.5 * USTOCK_FEB_P5 + 9 * UVENDIDAS_FEB_P6 - 0.5 *
USTOCK_FEB_P6 + 3 * UVENDIDAS_FEB_P7 - 0.5 * USTOCK_FEB_P7 + 10 * UVENDIDAS_MAR_P1
- 0.5 * USTOCK_MAR_P1 + 6 * UVENDIDAS_MAR_P2 - 0.5 * USTOCK_MAR_P2 + 8 *
UVENDIDAS_MAR_P3 - 0.5 * USTOCK_MAR_P3 + 4 * UVENDIDAS_MAR_P4 - 0.5 *
USTOCK_MAR_P4 + 11 * UVENDIDAS_MAR_P5 - 0.5 * USTOCK_MAR_P5 + 9 * UVENDIDAS_MAR_P6
- 0.5 * USTOCK_MAR_P6 + 3 * UVENDIDAS_MAR_P7 - 0.5 * USTOCK_MAR_P7 + 10 *
UVENDIDAS_ABR_P1 - 0.5 * USTOCK_ABR_P1 + 6 * UVENDIDAS_ABR_P2 - 0.5 *
USTOCK_ABR_P2 + 8 * UVENDIDAS_ABR_P3 - 0.5 * USTOCK_ABR_P3 + 4 * UVENDIDAS_ABR_P4
- 0.5 * USTOCK_ABR_P4 + 11 * UVENDIDAS_ABR_P5 - 0.5 * USTOCK_ABR_P5 + 9 *
UVENDIDAS_ABR_P6 - 0.5 * USTOCK_ABR_P6 + 3 * UVENDIDAS_ABR_P7 - 0.5 *
USTOCK_ABR_P7 + 10 * UVENDIDAS_MAY_P1 - 0.5 * USTOCK_MAY_P1 + 6 * UVENDIDAS_MAY_P2
- 0.5 * USTOCK_MAY_P2 + 8 * UVENDIDAS_MAY_P3 - 0.5 * USTOCK_MAY_P3 + 4 *
UVENDIDAS_MAY_P4 - 0.5 * USTOCK_MAY_P4 + 11 * UVENDIDAS_MAY_P5 - 0.5 *
USTOCK_MAY_P5 + 9 * UVENDIDAS_MAY_P6 - 0.5 * USTOCK_MAY_P6 + 3 * UVENDIDAS_MAY_P7
- 0.5 * USTOCK_MAY_P7 + 10 * UVENDIDAS_JUN_P1 - 0.5 * USTOCK_JUN_P1 + 6 *
UVENDIDAS_JUN_P2 - 0.5 * USTOCK_JUN_P2 + 8 * UVENDIDAS_JUN_P3 - 0.5 *
USTOCK_JUN_P3 + 4 * UVENDIDAS_JUN_P4 - 0.5 * USTOCK_JUN_P4 + 11 * UVENDIDAS_JUN_P5
- 0.5 * USTOCK_JUN_P5 + 9 * UVENDIDAS_JUN_P6 - 0.5 * USTOCK_JUN_P6 + 3 *
UVENDIDAS_JUN_P7 - 0.5 * USTOCK_JUN_P7;

```

RESTRICCIONES

Equilibrio enero:

[EQUILIBRIO_ENE_P1] - UPRODUCIDAS_ENE_P1 + UVENDIDAS_ENE_P1 + USTOCK_ENE_P1 = 0;
[EQUILIBRIO_ENE_P2] - UPRODUCIDAS_ENE_P2 + UVENDIDAS_ENE_P2 + USTOCK_ENE_P2 = 0;
[EQUILIBRIO_ENE_P3] - UPRODUCIDAS_ENE_P3 + UVENDIDAS_ENE_P3 + USTOCK_ENE_P3 = 0;
[EQUILIBRIO_ENE_P4] - UPRODUCIDAS_ENE_P4 + UVENDIDAS_ENE_P4 + USTOCK_ENE_P4 = 0;
[EQUILIBRIO_ENE_P5] - UPRODUCIDAS_ENE_P5 + UVENDIDAS_ENE_P5 + USTOCK_ENE_P5 = 0;
[EQUILIBRIO_ENE_P6] - UPRODUCIDAS_ENE_P6 + UVENDIDAS_ENE_P6 + USTOCK_ENE_P6 = 0;
[EQUILIBRIO_ENE_P7] - UPRODUCIDAS_ENE_P7 + UVENDIDAS_ENE_P7 + USTOCK_ENE_P7 = 0;

Equilibrio febrero:

[EQUILIBRIO_FEB_P1] - USTOCK_ENE_P1 - UPRODUCIDAS_FEB_P1 + UVENDIDAS_FEB_P1 + USTOCK_FEB_P1 = 0;
[EQUILIBRIO_FEB_P2] - USTOCK_ENE_P2 - UPRODUCIDAS_FEB_P2 + UVENDIDAS_FEB_P2 + USTOCK_FEB_P2 = 0;
[EQUILIBRIO_FEB_P3] - USTOCK_ENE_P3 - UPRODUCIDAS_FEB_P3 + UVENDIDAS_FEB_P3 + USTOCK_FEB_P3 = 0;
[EQUILIBRIO_FEB_P4] - USTOCK_ENE_P4 - UPRODUCIDAS_FEB_P4 + UVENDIDAS_FEB_P4 + USTOCK_FEB_P4 = 0;
[EQUILIBRIO_FEB_P5] - USTOCK_ENE_P5 - UPRODUCIDAS_FEB_P5 + UVENDIDAS_FEB_P5 + USTOCK_FEB_P5 = 0;
[EQUILIBRIO_FEB_P6] - USTOCK_ENE_P6 - UPRODUCIDAS_FEB_P6 + UVENDIDAS_FEB_P6 + USTOCK_FEB_P6 = 0;
[EQUILIBRIO_FEB_P7] - USTOCK_ENE_P7 - UPRODUCIDAS_FEB_P7 + UVENDIDAS_FEB_P7 + USTOCK_FEB_P7 = 0;

Equilibrio marzo:

[EQUILIBRIO_MAR_P1] - USTOCK_FEB_P1 - UPRODUCIDAS_MAR_P1 + UVENDIDAS_MAR_P1 + USTOCK_MAR_P1 = 0;
[EQUILIBRIO_MAR_P2] - USTOCK_FEB_P2 - UPRODUCIDAS_MAR_P2 + UVENDIDAS_MAR_P2 + USTOCK_MAR_P2 = 0;
[EQUILIBRIO_MAR_P3] - USTOCK_FEB_P3 - UPRODUCIDAS_MAR_P3 + UVENDIDAS_MAR_P3 + USTOCK_MAR_P3 = 0;
[EQUILIBRIO_MAR_P4] - USTOCK_FEB_P4 - UPRODUCIDAS_MAR_P4 + UVENDIDAS_MAR_P4 + USTOCK_MAR_P4 = 0;
[EQUILIBRIO_MAR_P5] - USTOCK_FEB_P5 - UPRODUCIDAS_MAR_P5 + UVENDIDAS_MAR_P5 + USTOCK_MAR_P5 = 0;
[EQUILIBRIO_MAR_P6] - USTOCK_FEB_P6 - UPRODUCIDAS_MAR_P6 + UVENDIDAS_MAR_P6 + USTOCK_MAR_P6 = 0;
[EQUILIBRIO_MAR_P7] - USTOCK_FEB_P7 - UPRODUCIDAS_MAR_P7 + UVENDIDAS_MAR_P7 + USTOCK_MAR_P7 = 0;

Equilibrio abril:

[EQUILIBRIO_ABR_P1] - USTOCK_MAR_P1 - UPRODUCIDAS_ABR_P1 + UVENDIDAS_ABR_P1 +
USTOCK_ABR_P1 = 0;
[EQUILIBRIO_ABR_P2] - USTOCK_MAR_P2 - UPRODUCIDAS_ABR_P2 + UVENDIDAS_ABR_P2 +
USTOCK_ABR_P2 = 0;
[EQUILIBRIO_ABR_P3] - USTOCK_MAR_P3 - UPRODUCIDAS_ABR_P3 + UVENDIDAS_ABR_P3 +
USTOCK_ABR_P3 = 0;
[EQUILIBRIO_ABR_P4] - USTOCK_MAR_P4 - UPRODUCIDAS_ABR_P4 + UVENDIDAS_ABR_P4 +
USTOCK_ABR_P4 = 0;
[EQUILIBRIO_ABR_P5] - USTOCK_MAR_P5 - UPRODUCIDAS_ABR_P5 + UVENDIDAS_ABR_P5 +
USTOCK_ABR_P5 = 0;
[EQUILIBRIO_ABR_P6] - USTOCK_MAR_P6 - UPRODUCIDAS_ABR_P6 + UVENDIDAS_ABR_P6 +
USTOCK_ABR_P6 = 0;
[EQUILIBRIO_ABR_P7] - USTOCK_MAR_P7 - UPRODUCIDAS_ABR_P7 + UVENDIDAS_ABR_P7 +
USTOCK_ABR_P7 = 0;

Equilibrio mayo:

[EQUILIBRIO_MAY_P1] - USTOCK_ABR_P1 - UPRODUCIDAS_MAY_P1 + UVENDIDAS_MAY_P1 +
USTOCK_MAY_P1 = 0;
[EQUILIBRIO_MAY_P2] - USTOCK_ABR_P2 - UPRODUCIDAS_MAY_P2 + UVENDIDAS_MAY_P2 +
USTOCK_MAY_P2 = 0;
[EQUILIBRIO_MAY_P3] - USTOCK_ABR_P3 - UPRODUCIDAS_MAY_P3 + UVENDIDAS_MAY_P3 +
USTOCK_MAY_P3 = 0;
[EQUILIBRIO_MAY_P4] - USTOCK_ABR_P4 - UPRODUCIDAS_MAY_P4 + UVENDIDAS_MAY_P4 +
USTOCK_MAY_P4 = 0;
[EQUILIBRIO_MAY_P5] - USTOCK_ABR_P5 - UPRODUCIDAS_MAY_P5 + UVENDIDAS_MAY_P5 +
USTOCK_MAY_P5 = 0;
[EQUILIBRIO_MAY_P6] - USTOCK_ABR_P6 - UPRODUCIDAS_MAY_P6 + UVENDIDAS_MAY_P6 +
USTOCK_MAY_P6 = 0;
[EQUILIBRIO_MAY_P7] - USTOCK_ABR_P7 - UPRODUCIDAS_MAY_P7 + UVENDIDAS_MAY_P7 +
USTOCK_MAY_P7 = 0;

Equilibrio junio:

[EQUILIBRIO_JUN_P1] - USTOCK_MAY_P1 - UPRODUCIDAS_JUN_P1 + UVENDIDAS_JUN_P1 +
USTOCK_JUN_P1 = 0;
[EQUILIBRIO_JUN_P2] - USTOCK_MAY_P2 - UPRODUCIDAS_JUN_P2 + UVENDIDAS_JUN_P2 +
USTOCK_JUN_P2 = 0;
[EQUILIBRIO_JUN_P3] - USTOCK_MAY_P3 - UPRODUCIDAS_JUN_P3 + UVENDIDAS_JUN_P3 +
USTOCK_JUN_P3 = 0;
[EQUILIBRIO_JUN_P4] - USTOCK_MAY_P4 - UPRODUCIDAS_JUN_P4 + UVENDIDAS_JUN_P4 +
USTOCK_JUN_P4 = 0;
[EQUILIBRIO_JUN_P5] - USTOCK_MAY_P5 - UPRODUCIDAS_JUN_P5 + UVENDIDAS_JUN_P5 +
USTOCK_JUN_P5 = 0;
[EQUILIBRIO_JUN_P6] - USTOCK_MAY_P6 - UPRODUCIDAS_JUN_P6 + UVENDIDAS_JUN_P6 +
USTOCK_JUN_P6 = 0;
[EQUILIBRIO_JUN_P7] - USTOCK_MAY_P7 - UPRODUCIDAS_JUN_P7 + UVENDIDAS_JUN_P7 +
USTOCK_JUN_P7 = 0;

Número total de cada máquina para mantenimiento:

```
[MANTENIMIENTO_CORTADORA] MAQUINASMANT_ENE_CORTADORA + MAQUINASMANT_FEB_CORTADORA +  
MAQUINASMANT_MAR_CORTADORA + MAQUINASMANT_ABR_CORTADORA +  
MAQUINASMANT_MAY_CORTADORA + MAQUINASMANT_JUN_CORTADORA = 2;  
[MANTENIMIENTO_FRESADORAV] MAQUINASMANT_ENE_FRESADORAV +  
MAQUINASMANT_FEB_FRESADORAV + MAQUINASMANT_MAR_FRESADORAV +  
MAQUINASMANT_ABR_FRESADORAV + MAQUINASMANT_MAY_FRESADORAV +  
MAQUINASMANT_JUN_FRESADORAV = 2;  
[MANTENIMIENTO_FRESADORAH] MAQUINASMANT_ENE_FRESADORAH +  
MAQUINASMANT_FEB_FRESADORAH + MAQUINASMANT_MAR_FRESADORAH +  
MAQUINASMANT_ABR_FRESADORAH + MAQUINASMANT_MAY_FRESADORAH +  
MAQUINASMANT_JUN_FRESADORAH = 3;  
[MANTENIMIENTO_TALADRO] MAQUINASMANT_ENE_TALADRO + MAQUINASMANT_FEB_TALADRO +  
MAQUINASMANT_MAR_TALADRO + MAQUINASMANT_ABR_TALADRO + MAQUINASMANT_MAY_TALADRO +  
MAQUINASMANT_JUN_TALADRO = 1;  
[MANTENIMIENTO_ALISADORA] MAQUINASMANT_ENE_ALISADORA + MAQUINASMANT_FEB_ALISADORA +  
MAQUINASMANT_MAR_ALISADORA + MAQUINASMANT_ABR_ALISADORA +  
MAQUINASMANT_MAY_ALISADORA + MAQUINASMANT_JUN_ALISADORA = 1;
```

Disponibilidad de cada máquina en enero:

(4 cortadoras, 2 fresadoras V, 3 fresadores H, 1 taladro, 1 alisadora)

```
[DISPONIBILIDAD_ENE_CORTADORA] 0.5 * UPRODUCIDAS_ENE_P1 + 0.7 * UPRODUCIDAS_ENE_P2  
+ 0.3 * UPRODUCIDAS_ENE_P5 + 0.2 * UPRODUCIDAS_ENE_P6 + 0.5 * UPRODUCIDAS_ENE_P7 +  
384 * MAQUINASMANT_ENE_CORTADORA <= 1536;  
[DISPONIBILIDAD_ENE_FRESADORAV] 0.1 * UPRODUCIDAS_ENE_P1 + 0.2 * UPRODUCIDAS_ENE_P2  
+ 0.3 * UPRODUCIDAS_ENE_P4 + 0.6 * UPRODUCIDAS_ENE_P6 + 384 *  
MAQUINASMANT_ENE_FRESADORAV <= 768;  
[DISPONIBILIDAD_ENE_FRESADORAH] 0.2 * UPRODUCIDAS_ENE_P1 + 0.8 * UPRODUCIDAS_ENE_P3  
+ 0.6 * UPRODUCIDAS_ENE_P7 + 384 * MAQUINASMANT_ENE_FRESADORAH <= 1152;  
[DISPONIBILIDAD_ENE_TALADRO] 0.05 * UPRODUCIDAS_ENE_P1 + 0.03 * UPRODUCIDAS_ENE_P2  
+ 0.07000000000000001 * UPRODUCIDAS_ENE_P4 + 0.1 * UPRODUCIDAS_ENE_P5 + 0.08 *  
UPRODUCIDAS_ENE_P7 + 384 * MAQUINASMANT_ENE_TALADRO <= 384;  
[DISPONIBILIDAD_ENE_ALISADORA] 0.01 * UPRODUCIDAS_ENE_P3 + 0.05 *  
UPRODUCIDAS_ENE_P5 + 0.05 * UPRODUCIDAS_ENE_P7 + 384 * MAQUINASMANT_ENE_ALISADORA  
<= 384;
```

Disponibilidad de cada máquina en febrero:

(4 cortadoras, 2 fresadoras V, 3 fresadores H, 1 taladro, 1 alisadora)

```
[DISPONIBILIDAD_FEB_CORTADORA] 0.5 * UPRODUCIDAS_FEB_P1 + 0.7 * UPRODUCIDAS_FEB_P2  
+ 0.3 * UPRODUCIDAS_FEB_P5 + 0.2 * UPRODUCIDAS_FEB_P6 + 0.5 * UPRODUCIDAS_FEB_P7 +  
384 * MAQUINASMANT_FEB_CORTADORA <= 1536;  
[DISPONIBILIDAD_FEB_FRESADORAV] 0.1 * UPRODUCIDAS_FEB_P1 + 0.2 * UPRODUCIDAS_FEB_P2  
+ 0.3 * UPRODUCIDAS_FEB_P4 + 0.6 * UPRODUCIDAS_FEB_P6 + 384 *  
MAQUINASMANT_FEB_FRESADORAV <= 768;  
[DISPONIBILIDAD_FEB_FRESADORAH] 0.2 * UPRODUCIDAS_FEB_P1 + 0.8 * UPRODUCIDAS_FEB_P3  
+ 0.6 * UPRODUCIDAS_FEB_P7 + 384 * MAQUINASMANT_FEB_FRESADORAH <= 1152;  
[DISPONIBILIDAD_FEB_TALADRO] 0.05 * UPRODUCIDAS_FEB_P1 + 0.03 * UPRODUCIDAS_FEB_P2  
+ 0.07000000000000001 * UPRODUCIDAS_FEB_P4 + 0.1 * UPRODUCIDAS_FEB_P5 + 0.08 *  
UPRODUCIDAS_FEB_P7 + 384 * MAQUINASMANT_FEB_TALADRO <= 384;  
[DISPONIBILIDAD_FEB_ALISADORA] 0.01 * UPRODUCIDAS_FEB_P3 + 0.05 *  
UPRODUCIDAS_FEB_P5 + 0.05 * UPRODUCIDAS_FEB_P7 + 384 * MAQUINASMANT_FEB_ALISADORA  
<= 384;
```

Disponibilidad de cada máquina en marzo:

(2 cortadoras, 2 fresadoras V, 0 fresadores H, 0 taladro, 0 alisadora)

```
[DISPONIBILIDAD_MAR_CORTADORA] 0.5 * UPRODUCIDAS_MAR_P1 + 0.7 * UPRODUCIDAS_MAR_P2
+ 0.3 * UPRODUCIDAS_MAR_P5 + 0.2 * UPRODUCIDAS_MAR_P6 + 0.5 * UPRODUCIDAS_MAR_P7 +
384 * MAQUINASMANT_MAR_CORTADORA <= 1536;
[DISPONIBILIDAD_MAR_FRESADORAV] 0.1 * UPRODUCIDAS_MAR_P1 + 0.2 * UPRODUCIDAS_MAR_P2
+ 0.3 * UPRODUCIDAS_MAR_P4 + 0.6 * UPRODUCIDAS_MAR_P6 + 384 *
MAQUINASMANT_MAR_FRESADORAV <= 768;
[DISPONIBILIDAD_MAR_FRESADORAH] 0.2 * UPRODUCIDAS_MAR_P1 + 0.8 * UPRODUCIDAS_MAR_P3
+ 0.6 * UPRODUCIDAS_MAR_P7 + 384 * MAQUINASMANT_MAR_FRESADORAH <= 1152;
[DISPONIBILIDAD_MAR_TALADRO] 0.05 * UPRODUCIDAS_MAR_P1 + 0.03 * UPRODUCIDAS_MAR_P2
+ 0.07000000000000001 * UPRODUCIDAS_MAR_P4 + 0.1 * UPRODUCIDAS_MAR_P5 + 0.08 *
UPRODUCIDAS_MAR_P7 + 384 * MAQUINASMANT_MAR_TALADRO <= 384;
[DISPONIBILIDAD_MAR_ALISADORA] 0.01 * UPRODUCIDAS_MAR_P3 + 0.05 *
UPRODUCIDAS_MAR_P5 + 0.05 * UPRODUCIDAS_MAR_P7 + 384 * MAQUINASMANT_MAR_ALISADORA
<= 384;
```

Disponibilidad de cada máquina en abril:

(4 cortadoras, 1 fresadora V, 3 fresadores H, 1 taladro, 1 alisadora)

```
[DISPONIBILIDAD_ABR_CORTADORA] 0.5 * UPRODUCIDAS_ABR_P1 + 0.7 * UPRODUCIDAS_ABR_P2
+ 0.3 * UPRODUCIDAS_ABR_P5 + 0.2 * UPRODUCIDAS_ABR_P6 + 0.5 * UPRODUCIDAS_ABR_P7 +
384 * MAQUINASMANT_ABR_CORTADORA <= 1536;
[DISPONIBILIDAD_ABR_FRESADORAV] 0.1 * UPRODUCIDAS_ABR_P1 + 0.2 * UPRODUCIDAS_ABR_P2
+ 0.3 * UPRODUCIDAS_ABR_P4 + 0.6 * UPRODUCIDAS_ABR_P6 + 384 *
MAQUINASMANT_ABR_FRESADORAV <= 768;
[DISPONIBILIDAD_ABR_FRESADORAH] 0.2 * UPRODUCIDAS_ABR_P1 + 0.8 * UPRODUCIDAS_ABR_P3
+ 0.6 * UPRODUCIDAS_ABR_P7 + 384 * MAQUINASMANT_ABR_FRESADORAH <= 1152;
[DISPONIBILIDAD_ABR_TALADRO] 0.05 * UPRODUCIDAS_ABR_P1 + 0.03 * UPRODUCIDAS_ABR_P2
+ 0.07000000000000001 * UPRODUCIDAS_ABR_P4 + 0.1 * UPRODUCIDAS_ABR_P5 + 0.08 *
UPRODUCIDAS_ABR_P7 + 384 * MAQUINASMANT_ABR_TALADRO <= 384;
[DISPONIBILIDAD_ABR_ALISADORA] 0.01 * UPRODUCIDAS_ABR_P3 + 0.05 *
UPRODUCIDAS_ABR_P5 + 0.05 * UPRODUCIDAS_ABR_P7 + 384 * MAQUINASMANT_ABR_ALISADORA
<= 384;
```

Disponibilidad de cada máquina en mayo:

(4 cortadoras, 1 fresadora V, 3 fresadores H, 1 taladro, 1 alisadora)

```
[DISPONIBILIDAD_MAY_CORTADORA] 0.5 * UPRODUCIDAS_MAY_P1 + 0.7 * UPRODUCIDAS_MAY_P2
+ 0.3 * UPRODUCIDAS_MAY_P5 + 0.2 * UPRODUCIDAS_MAY_P6 + 0.5 * UPRODUCIDAS_MAY_P7 +
384 * MAQUINASMANT_MAY_CORTADORA <= 1536;
[DISPONIBILIDAD_MAY_FRESADORAV] 0.1 * UPRODUCIDAS_MAY_P1 + 0.2 * UPRODUCIDAS_MAY_P2
+ 0.3 * UPRODUCIDAS_MAY_P4 + 0.6 * UPRODUCIDAS_MAY_P6 + 384 *
MAQUINASMANT_MAY_FRESADORAV <= 768;
[DISPONIBILIDAD_MAY_FRESADORAH] 0.2 * UPRODUCIDAS_MAY_P1 + 0.8 * UPRODUCIDAS_MAY_P3
+ 0.6 * UPRODUCIDAS_MAY_P7 + 384 * MAQUINASMANT_MAY_FRESADORAH <= 1152;
[DISPONIBILIDAD_MAY_TALADRO] 0.05 * UPRODUCIDAS_MAY_P1 + 0.03 * UPRODUCIDAS_MAY_P2
+ 0.07000000000000001 * UPRODUCIDAS_MAY_P4 + 0.1 * UPRODUCIDAS_MAY_P5 + 0.08 *
UPRODUCIDAS_MAY_P7 + 384 * MAQUINASMANT_MAY_TALADRO <= 384;
[DISPONIBILIDAD_MAY_ALISADORA] 0.01 * UPRODUCIDAS_MAY_P3 + 0.05 *
UPRODUCIDAS_MAY_P5 + 0.05 * UPRODUCIDAS_MAY_P7 + 384 * MAQUINASMANT_MAY_ALISADORA
<= 384;
```

Disponibilidad de cada máquina en junio:

(4 cortadoras, 2 fresadoras V, 3 fresadores H, 1 taladro, 1 alisadora)

```
[DISPONIBILIDAD_JUN_CORTADORA] 0.5 * UPRODUCIDAS_JUN_P1 + 0.7 * UPRODUCIDAS_JUN_P2  
+ 0.3 * UPRODUCIDAS_JUN_P5 + 0.2 * UPRODUCIDAS_JUN_P6 + 0.5 * UPRODUCIDAS_JUN_P7 +  
384 * MAQUINASMANT_JUN_CORTADORA <= 1536;  
[DISPONIBILIDAD_JUN_FRESADORAV] 0.1 * UPRODUCIDAS_JUN_P1 + 0.2 * UPRODUCIDAS_JUN_P2  
+ 0.3 * UPRODUCIDAS_JUN_P4 + 0.6 * UPRODUCIDAS_JUN_P6 + 384 *  
MAQUINASMANT_JUN_FRESADORAV <= 768;  
[DISPONIBILIDAD_JUN_FRESADORAH] 0.2 * UPRODUCIDAS_JUN_P1 + 0.8 * UPRODUCIDAS_JUN_P3  
+ 0.6 * UPRODUCIDAS_JUN_P7 + 384 * MAQUINASMANT_JUN_FRESADORAH <= 1152;  
[DISPONIBILIDAD_JUN_TALADRO] 0.05 * UPRODUCIDAS_JUN_P1 + 0.03 * UPRODUCIDAS_JUN_P2  
+ 0.07000000000000001 * UPRODUCIDAS_JUN_P4 + 0.1 * UPRODUCIDAS_JUN_P5 + 0.08 *  
UPRODUCIDAS_JUN_P7 + 384 * MAQUINASMANT_JUN_TALADRO <= 384;  
[DISPONIBILIDAD_JUN_ALISADORA] 0.01 * UPRODUCIDAS_JUN_P3 + 0.05 *  
UPRODUCIDAS_JUN_P5 + 0.05 * UPRODUCIDAS_JUN_P7 + 384 * MAQUINASMANT_JUN_ALISADORA  
<= 384;
```

Inventario final:

```
[EXISTENCIAS_JUN_P1] USTOCK_JUN_P1 >= 50;  
[EXISTENCIAS_JUN_P2] USTOCK_JUN_P2 >= 50;  
[EXISTENCIAS_JUN_P3] USTOCK_JUN_P3 >= 50;  
[EXISTENCIAS_JUN_P4] USTOCK_JUN_P4 >= 50;  
[EXISTENCIAS_JUN_P5] USTOCK_JUN_P5 >= 50;  
[EXISTENCIAS_JUN_P6] USTOCK_JUN_P6 >= 50;  
[EXISTENCIAS_JUN_P7] USTOCK_JUN_P7 >= 50;
```

Capacidad de inventario en enero:

```
[CAPACIDAD_ENE_P1] USTOCK_ENE_P1 <= 100;  
[CAPACIDAD_ENE_P2] USTOCK_ENE_P2 <= 100;  
[CAPACIDAD_ENE_P3] USTOCK_ENE_P3 <= 100;  
[CAPACIDAD_ENE_P4] USTOCK_ENE_P4 <= 100;  
[CAPACIDAD_ENE_P5] USTOCK_ENE_P5 <= 100;  
[CAPACIDAD_ENE_P6] USTOCK_ENE_P6 <= 100;  
[CAPACIDAD_ENE_P7] USTOCK_ENE_P7 <= 100;
```

Capacidad de inventario en febrero:

```
[CAPACIDAD_FEB_P1] USTOCK_FEB_P1 <= 100;  
[CAPACIDAD_FEB_P2] USTOCK_FEB_P2 <= 100;  
[CAPACIDAD_FEB_P3] USTOCK_FEB_P3 <= 100;  
[CAPACIDAD_FEB_P4] USTOCK_FEB_P4 <= 100;  
[CAPACIDAD_FEB_P5] USTOCK_FEB_P5 <= 100;  
[CAPACIDAD_FEB_P6] USTOCK_FEB_P6 <= 100;  
[CAPACIDAD_FEB_P7] USTOCK_FEB_P7 <= 100;
```

Capacidad de inventario en marzo:

```
[CAPACIDAD_MAR_P1] USTOCK_MAR_P1 <= 100;  
[CAPACIDAD_MAR_P2] USTOCK_MAR_P2 <= 100;  
[CAPACIDAD_MAR_P3] USTOCK_MAR_P3 <= 100;  
[CAPACIDAD_MAR_P4] USTOCK_MAR_P4 <= 100;  
[CAPACIDAD_MAR_P5] USTOCK_MAR_P5 <= 100;  
[CAPACIDAD_MAR_P6] USTOCK_MAR_P6 <= 100;  
[CAPACIDAD_MAR_P7] USTOCK_MAR_P7 <= 100;
```

Capacidad de inventario en abril:

```
[CAPACIDAD_ABR_P1] USTOCK_ABR_P1 <= 100;  
[CAPACIDAD_ABR_P2] USTOCK_ABR_P2 <= 100;  
[CAPACIDAD_ABR_P3] USTOCK_ABR_P3 <= 100;  
[CAPACIDAD_ABR_P4] USTOCK_ABR_P4 <= 100;  
[CAPACIDAD_ABR_P5] USTOCK_ABR_P5 <= 100;  
[CAPACIDAD_ABR_P6] USTOCK_ABR_P6 <= 100;  
[CAPACIDAD_ABR_P7] USTOCK_ABR_P7 <= 100;
```

Capacidad de inventario en mayo:

```
[CAPACIDAD_MAY_P1] USTOCK_MAY_P1 <= 100;  
[CAPACIDAD_MAY_P2] USTOCK_MAY_P2 <= 100;  
[CAPACIDAD_MAY_P3] USTOCK_MAY_P3 <= 100;  
[CAPACIDAD_MAY_P4] USTOCK_MAY_P4 <= 100;  
[CAPACIDAD_MAY_P5] USTOCK_MAY_P5 <= 100;  
[CAPACIDAD_MAY_P6] USTOCK_MAY_P6 <= 100;  
[CAPACIDAD_MAY_P7] USTOCK_MAY_P7 <= 100;
```

Capacidad de inventario en junio:

```
[CAPACIDAD_JUN_P1] USTOCK_JUN_P1 <= 100;  
[CAPACIDAD_JUN_P2] USTOCK_JUN_P2 <= 100;  
[CAPACIDAD_JUN_P3] USTOCK_JUN_P3 <= 100;  
[CAPACIDAD_JUN_P4] USTOCK_JUN_P4 <= 100;  
[CAPACIDAD_JUN_P5] USTOCK_JUN_P5 <= 100;  
[CAPACIDAD_JUN_P6] USTOCK_JUN_P6 <= 100;  
[CAPACIDAD_JUN_P7] USTOCK_JUN_P7 <= 100;
```

Variable entera *MaquinasMant*:

```
@GIN( MAQUINASMANT_ENE_CORTADORA); @GIN( MAQUINASMANT_ENE_FRESADORAV);  
@GIN( MAQUINASMANT_ENE_FRESADORAH); @GIN( MAQUINASMANT_ENE_TALADRO);  
@GIN( MAQUINASMANT_ENE_ALISADORA); @GIN( MAQUINASMANT_FEB_CORTADORA);  
@GIN( MAQUINASMANT_FEB_FRESADORAV); @GIN( MAQUINASMANT_FEB_FRESADORAH);  
@GIN( MAQUINASMANT_FEB_TALADRO); @GIN( MAQUINASMANT_FEB_ALISADORA);  
@GIN( MAQUINASMANT_MAR_CORTADORA); @GIN( MAQUINASMANT_MAR_FRESADORAV);  
@GIN( MAQUINASMANT_MAR_FRESADORAH); @GIN( MAQUINASMANT_MAR_TALADRO);  
@GIN( MAQUINASMANT_MAR_ALISADORA); @GIN( MAQUINASMANT_ABR_CORTADORA);  
@GIN( MAQUINASMANT_ABR_FRESADORAV); @GIN( MAQUINASMANT_ABR_FRESADORAH);  
@GIN( MAQUINASMANT_ABR_TALADRO); @GIN( MAQUINASMANT_ABR_ALISADORA);  
@GIN( MAQUINASMANT_MAY_CORTADORA); @GIN( MAQUINASMANT_MAY_FRESADORAV);  
@GIN( MAQUINASMANT_MAY_FRESADORAH); @GIN( MAQUINASMANT_MAY_TALADRO);  
@GIN( MAQUINASMANT_MAY_ALISADORA); @GIN( MAQUINASMANT_JUN_CORTADORA);  
@GIN( MAQUINASMANT_JUN_FRESADORAV); @GIN( MAQUINASMANT_JUN_FRESADORAH);  
@GIN( MAQUINASMANT_JUN_TALADRO); @GIN( MAQUINASMANT_JUN_ALISADORA);  
END
```