# *Taller presentado por: Steven Mejía y Carlos Moreno*

# BREEEDING MANUFACTURING

La Breeding Manufacturin Inc., fabrica y vende dos tipos de bombas hidráulicas: (1) *Normal* y (2) *Extragrande*. El proceso de manufactura asociado con la fabricación de las bombas implica tres **actividades**: ensamblado, pintura y prueba (control de calidad). Los requerimientos de recursos para ensamble, pintura y prueba de las bombas se muestran en la Tabla 1. La **contribución** a las **utilidades** por la venta de una bomba normal es **$50**, en tanto que la utilidad por una bomba extra grande es **$75**. Existen **disponibles** por semana 4800 horas de **tiempo** **de ensamble**, 1980 de **tiempo de pintura** y 900 horas de **tiempo de prueba**. Las experiencias anteriores de venta señalan que la compañía **puede esperar** vender **cuando menos** 300 bombas normales y 180 de las extra grandes por semana. A la Breeding le gustaría determinar la cantidad de cada tipo de bomba que debe fabricar semanalmente con el objeto de **maximizar** sus utilidades.

**TABLA 1.** Requerimientos de manufactura (horas): Breeding Manufacturing.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *Tipo* | *Tiempo de Ensamble.* | *Tiempo de Pintado.* | *Tiempo de prueba.* |
| Normal | 3.6 | 1.6 | 0.6 |
| Extragrande | 4.8 | 1.8 | 0.6 |

## Solución

### Variables:

### R**ecursos:**

Tiempos para ensamble, pintura y prueba

* Ensamble: 4800
* Pintura: 1980
* Prueba: 900

### Función objetivo:

### Restricciones

#### Tiempo de ensamble

#### Tiempo de Pintura

#### Tiempo de Prueba

#### Mínimo de bombas a realizar

#### Rango de valores permitidos

# SEÑORA GENERAL HOSPITAL.

La señora B.M. Haddox, dietista del Senora General Hospital, es responsable de planeación y administración de los requerimientos alimenticios de los pacientes. La señora Haddox examina en estos momentos un caso de un paciente que se le ha restringido una dienta especial que consta de dos fuentes alimenticias. Al paciente no se le ha restringido la cantidad de los dos alimentos que puede consumir; sin embargo, se deben satisfacer los siguientes requerimientos nutritivos **mínimos** por día: 1000 unidades del **nutriente A**, 2000 del **nutriente B** y 1500 unidades de **nutriente C**. Cada ***onza*** de la **fuente alimenticia No. 1** contiene 100 unidades del nutriente A, 400 unidades de nutriente B y 200 unidades de nutriente C; cada onza de la **fuente alimenticia No. 2** contiene 200 unidades de nutriente A, 250 unidades del nutriente B y 200 unidades del nutriente C. Ambas fuentes alimenticias son algo costosas (la fuente No. 1 cuesta $6.00 por ***libra*** y la fuente No. 2 cuesta $8.00 por ***libra***); por tanto, la señora Haddox desea determinar la combinación de fuentes alimenticias que arroje el **menor costo** y que satisfaga rodos los requerimientos nutritivos.

## Solución

### Variables:

### Valores a satisfacer:

Nutrientes para el hospital

### Función objetivo:

### Restricciones:

#### Manejo de nutrientes

Equivalencia de onza a libra

Entonces, si esa es la equivalencia entonces 1 onza afecta el factor multiplicativo

#### Nutriente A

Se divide por su equivalente de libra por onza para quedar en términos de libras

#### Nutriente B

Lo mismo aplicaría para los demás nutrientes quedando así:

#### Nutriente C

#### Rango de valores

# EVANS OIL DISTRIBUTORS.

La Evans Oil Distributors comercializa gasolina de dos grados: la ***extra***y la ***normal****.* Cada gasolina debe satisfacer ciertas especificaciones, tales como la **presión máxima** de vapor aceptable y el **octanaje mínimo**. Los requerimientos de manufactura para las gasolinas y el precio por barril se muestran en la tabla 2.

**TABLA 2** Especificaciones de manufactura y precio por barril: Evans Oil Distributors.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *Gasolina.* | *Octanaje Mínimo.* | *Presión máxima de vapor.* | *Precio de venta (por barril).* |
| Normal | 80 | 9 | $21.00 |
| Extra | 100 | 6 | $24.00 |

Se utilizan **tres** tipos de gasolinas para fabricar las gasolinas normal y extra. Las características de las gasolinas base se muestran en la tabla 3. La ***Evans*** ***Oil*** se ha comprometido con un comprador a proporcionarle 30,000 barriles de gasolina **normal** por semana. No se tienen compromisos con respecto a la gasolina extra. A la compañía le gustaría determinar el plan de manufactura para las dos clases de gasolina que **maximice** las utilidades.

**TABLA 3** Especificaciones de manufactura y precio por barril: Evans Oil Distributors.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| *Gasolina Base* | *Octanaje* | *Presión de vapor* | *Disponibilidad máxima (barriles)* | *Costo por barril* |
| Tipo 1 | 108 | 4 | 32,000 | $22.00 |
| Tipo 2 | 90 | 10 | 20,000 | $20.00 |
| Tipo 3 | 73 | 5 | 38,000 | $19.00 |

## Solución

### Variables:

### Recursos:

Los 3 tipos de combustible

* Tipo 1: 32000
* Tipo 2: 20000
* Tipo 3: 38000

### Función objetivo:

### Restricciones:

#### Compromiso con el comprador semanal

#### Control para Octanaje y Presión

Las variables deben quedar de forma lineal es decir sin división ni multiplicación es decir factorizado, para ello como todos los elementos están con el mismo denominador (homogéneo) se agrupa, aplicando agrupación al *Octanaje para normal*.

Se lleva el dividendo al lado derecho de la desigualdad

Resolver la factorización

Y agrupar las variables al lado izquierdo de la desigualdad

#### Octanaje para normal

#### Octanaje para extra

Las demás desigualdades son de características similares, por lo cual se lleva a cabo un proceso similar.

#### Presión para normal

Para el manejo de la presión entre tipos de combustible se efectúa por medio de la misma estrategia utilizada en el **octanaje**

#### Presión para extra

#### Límite de recursos

Límite de recursos dado a la capacidad que tiene la empresa

#### Rango de valores permitidos

# FONDO DE JUBILACIÓN DE EMPLEADOS DEL ESTADO.

El señor F.T. Wells en un analista financiero para el Estado Utah. El comité financiero le ha pedido al señor Wells que prepare recomendaciones de inversión para los $2,000,000 del Fondo de Jubilación de Empleados del Estado. El comité ha sugerido diversificar las inversiones asignando el fondo entre los siguientes instrumentos: **certificados de depósito**, **bonos de la tesorería**, **acciones con buen historial**, **acciones especulativas**, **bonos de compañías y bienes raíces**. El señor Wells ha estimado un rendimiento anual para cada clase de inversión y asimismo, ha desarrollado un factor de riesgo para cada una de ellas, que señala la probabilidad de que el rendimiento real de las inversiones en esa clase sea inferior al rendimiento esperado. Por último, ha elaborado un pronóstico del número promedio de años que se espera obtener el rendimiento esperado para la clase respectiva de inversión. Esta información se presenta en la Tabla 4.

El comité de finanzas del Estado ha indicado que le gustaría tener un promedio ponderado de inversión de **cuando menos cinco años.** El comité ha señalado también que el factor promedio ponderado de riesgo **no debe ser superior a 0.20**. La ley prohíbe que se inviertan *más del 25%* de las inversiones estatales en **bienes raíces** *y* **acciones especulativas**. ¿Qué recomendación debe hacer el señor Wells si se pretende maximizar el rendimiento sobre la inversión de $2,000,000?

**TABLA 4.** Rendimientos esperados y factores de riesgo: Fondo de Jubilación de Empleados del Estado

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *Clase de inversión* | *Rendimiento esperado anual (%)* | *Factor de riesgo* | *Plazo promedio de la inversión* |
| Certificados de depósito () | 8.5 | 0.02 | 8 |
| Bonos de la tesorería (  ) | 9.0 | 0.01 | 2 |
| Acciones comunes con buen historial(  ) | 8.5 | 0.38 | 5 |
| Acciones especulativas (  ) | 14.3 | 0.45 | 6 |
| Bonos de compañías (  ) | 6.7 | 0.07 | 2 |
| Bienes raíces (  ) | 13.0 | 0.35 | 4 |

## Solución

### Variables:

### Recursos

* promedio de inversión 5 años
* 6 clases de inversión
* plazo promedio de inversión esperado
* Factor de riesgo
* Plazo promedio de la inversión

### Función objetivo:

### Restricciones

#### Mínimo de inversión:

Promedio ponderado de inversión de acuerdo a lo que el comité de finanzas solicita

#### 

#### Máximo de inversiones de acuerdo a la ley

#### Factor de riesgo ponderado

El comité tiene un factor límite de riesgo ponderado

#### Rango de valores permitidos

# THE FERGUSON COMPANY.

La Ferguson Company enfrenta el problema de determinar qué proyectos de *“crecimiento”* debe emprender en los próximos 4 años. La compañía tiene una cantidad **limitada de fondos** para inversiones de capital; por tanto, no puede financiar todos los proyectos. A cada uno de estos se le ha caracterizado determinando su valor presente y el requerimiento (costo) asociado de capital. Cada proyecto tiene diferentes requerimientos de capital para los próximos 4 años. En la Tabla 5 se muestran el **valor presente estimado**, los requerimientos de capital y el **capital disponible** proyectado para cada uno de ellos.

**TABLA 5.** Valor actual, requerimientos de capital y capital disponible para la Ferguson Company

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *Tipo de proyecto* | *Valor presente estimado* | *Req. de capital*  *Año 1* | *Req. de capital*  *Año 2* | *Req. de capital*  *Año 3* | *Req. de capital*  *Año 4* |
| A () | 80,000 | 30,000 | 40,000 | 40,000 | 30,000 |
| B () | 20,000 | 12,000 | 8,000 | 0 | 40,000 |
| *C* () | 72,000 | 30,000 | 20,000 | 20,000 | 20,000 |
| *D* () | 80,000 | 20,000 | 30,000 | 40,000 | 10,000 |
| Fondos disponibles de capital |  | 65,000 | 80,000 | 80,000 | 50,000 |

A los administradores de la Ferguson les gustaría desarrollar un plan de asignación de capital que muestra las **erogaciones** que debe hacer para cada uno de los 4 años y qué proyectos se deben financiar bajo el plan general.

## Solución

### Variables:

### Función objetivo

### Restricciones

#### Capital requerido por cada año en cada proyecto

#### Rango de valores permitidos

# THE WHITNEY COMPANY.

Un área de mercadotecnia en la que se ha aplicado la programación lineal es la publicidad. En términos más específicos, se ha aplicado la PL al problema de la selección de medios de publicidad. El problema de la selección de medios de publicidad consiste básicamente en determinar la asignación de un presupuesto fijo de publicidad en diversos medios. En la mayoría de los casos, el objetivo consiste **maximizar la exposición a la audiencia**. Se presentan **restricciones** sobre las asignaciones permisibles debido a requerimientos contractuales, disponibilidad de los medios y/o reglas de la compañía. El ejemplo que sigue ilustra cómo puede plantearse un problema simple de publicidad utilizando programación lineal.

Considérese el de la Whitney Company, un fabricante grande de rasuradoras eléctricas. Los administradores de la Whitney han decidido invertir **hasta** $38,000 en **publicidad** para las rasuradoras eléctricas para **caballeros**. Algunos estudios de investigación de mercados realizados por la compañía han mostrado que el mercado que desea para las rasuradoras está compuesto en su mayor parte por **hombres** entre 20 y 45 años de edad, que tienen **ingresos** de $15,000 o más y han **cursado** dos o más años de educación universitaria. A partir de estos descubrimientos, el grupo de investigación de mercados ha decidido que las características de los clientes tienen una importancia relativa de acuerdo con los siguientes pesos:

*Características del cliente: Peso*

Edad (20-45) 0.40

Ingresos ($15,000 o más) 0.35

Educación (2 años de universidad) 0.25

Los administradores del departamento de mercadotecnia de la Whitney han decidido utilizar los servicios de una agencia de publicidad para que les ayude a desarrollar un plan de publicidad que les permita alcanzar al cliente potencial en forma más efectiva. Después de estudiar los datos de características de los clientes, la agencia de publicidad ha sugerido que la compañía considere colocar publicidad en **tres** revistas de consumo popular. Por brevedad simplemente denominaremos a las revistas como A, B y C. La Tabla 6 señala cuáles son las características de los consumidores de las tres revistas.

**TABLA 6** características de los lectores de revistas: The Whitney Company

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *Característica del cliente* | *Porcentaje de consumidores*  *Revista A* | *Porcentaje de consumidores*  *Revista B* | *Porcentaje de consumidores*  *Revista C* |
| Edad (20-45) | 40 | 70 | 60 |
| Ingresos ($15,000 o más) | 60 | 50 | 40 |
| Educación (2 años o más de universidad) | 30 | 20 | 60 |
| Público lector | 780,000 | 940,000 | 1,250,000 |

La agencia de publicidad ha indicado a la Whitney que una meta apropiada sería maximizar el número de exposiciones efectivas, dado el presupuesto de publicidad que se tiene. El objetivo **no debe ser maximizar** el número de exposiciones para todos los lectores de publicidad, sino más bien, maximizar el número de **clientes potenciales** que se exponen a la publicidad. Para desarrollar un factor efectivo de exposición, debe calcularse un ***índice de lectura*** para cada revista. El índice de lectura se calcula sumando los **productos del porcentaje de lectores** que tienen una característica determinada (edad, ingresos o educación) y el peso que la compañía ha asignado a esa característica. Por ejemplo, , el índice para la revista A es:

Así, el índice de lectura es un promedio ponderado de los porcentajes característicos de lectura para la revista respectiva. La agencia de publicidad ha señalado que debe elaborarse un *coeficiente de efectividad*, , para los lectores, multiplicando el índice de lectura de cada revista por su respectiva audiencia. Para la revista A, el coeficiente de efectividad es:

Por último, la *exposición efectiva, ,* por anuncio se determina dividiendo el coeficiente de efectividad entre el costo por anuncio. La agencia indica que el costo por anuncio de las tres revistas es $500, $750 y $800, respectivamente; por tanto, la exposición efectiva para la revista A es:

De análisis y estudios conjuntos de la Whitney ya la agencia de publicidad, se ha decidido que el número **máximo de anuncios** que debe colocarse en cada revista es 36, 40 y 45, respectivamente. Además, se ha decidido que deben colocarse **cuando menos nueve** anuncios en la revista A y cuando menos cinco en la C.

Es necesario determinar el **número de dólares** de publicidad que debe invertirse en cada revista para maximizar la exposición efectiva, y determinar **también el número de anuncios** que debe colocarse en cada revista.

## Solución

### Variables:

### Recursos

* Dinero para invertir en publicidad: hasta $38000
* Costo por revista A: $500
* Costo por revista B: $750
* Costo por revista C: $800
* “Peso” por la característica **edad**: 0.4
* “Peso” por la característica **ingresos**: 0.35
* “Peso” por la característica **educación**: 0.25

### Función objetivo

Para la ganancia del dinero se establecerá su **coeficiente de efectividad** y lo que se obtiene de acuerdo a la **exposición efectiva**.

#### Ganancias con Publicidad A

#### Ganancias con Publicidad B

#### Ganancias con Publicidad C

#### Diferencia del gasto respecto al dinero entrante es la ganancia

De esta manera se “maximiza” el cliente potencial de acuerdo a los lectores por dólares invertidos

### Restricciones

#### Límite de inversión

#### Límite de cantidad de publicidades

#### Cantidad de anuncios mínimos que deben de colocarse

#### Rango de valores permitidos

# B & Z BREWING COMPANY.

La B & Z Brewing Company fabrica una marca de cerveza muy popular. Para mantener la calidad, la compañía fabrica la cerveza en **sólo tres plantas**, en las que existen disponibles **ojos de agua** (cerca de Boulder, Colorado; Minneápolis, Minnesota; y Olympia, Washington). De estas plantas se envía la cerveza por camión a **cuatro almacenes** de distribución ubicados en la parte occidental de los Estados Unidos en Norteamérica (en San Diego, California; Provo, Utah; Albuquerque, Nuevo México; y Lincoln, Nebraska). Debido a los aumentos en los precios de la gasolina y del combustible diésel, el gasto de transporte es un concepto importante de los **costos**. Los administradores han comenzado a realizar un estudio para determinar si es posible **reducir los costos** de transporte. Los gerentes de producción de cada una de las tres plantas han estimado la producción **mensual esperada** para sus respectivas plantas. Se fabricará en total en las tres plantas han estimado la producción mensual esperada para sus respectivas plantas. Se fabricará en total en **las tres plantas** una cantidad suficiente de cerveza para cargar **300 camiones**. Los administradores generales de la B & Z han asignado la producción total a los respectivos almacenes examinando datos de meses anteriores. En la Tabla 7 se presenta la información de oferta (**producción**) y demanda. Debe observarse que las **unidades de oferta y demanda** se expresan en **camiones de cerveza**, en tanto que las cifras de costos que aparecen en el cuerpo de la tabla se expresan en **dólares por camión**. El problema que enfrentan los administradores de la B & Z consiste en **determinar la cantidad** (es decir, el número de camiones) de cerveza que debe enviarse de cada planta a cada almacén para **minimizar** los costos totales de transporte.

**TABLA 7** Costos de transporte ($) para la B & Z Brewing Company

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *Fuente* | *Almacén de destino*  *1* | *Almacén de destino*  *2* | *Almacén de destino*  *3* | *Almacén de destino*  *4* | *Producción (oferta)* |
| Planta 1 | 464 | 513 | 654 | 867 | 75 |
| Planta 2 | 352 | 416 | 690 | 791 | 125 |
| Planta 3 | 995 | 682 | 388 | 685 | 100 |
| Asignación (demanda) | 80 | 65 | 70 | 85 | 300 |

## Solución

### Variables

### Función objetivo

### Restricciones

#### Límite de oferta de la planta 1

### 

#### Límite de oferta de la planta 2

### 

#### Límite de oferta de la planta 3

### 

#### Asignación del almacén 1

### 

### 

#### Asignación del almacén 2

### 

### 

#### Asignación del almacén 3

### 

### 

#### Asignación del almacén 4

### 

### 

#### Rango de valores permitidos

### 

# LA JUNTA DE MEJORAMIENTO DE CAMINOS DEL CONDADO COOK, ILLINOIS

La junta de Mejoramiento de Caminos del Condado de Cook, Illinois, tiene tres proyectos diferentes de construcción de caminos, que se aprobaron en última reunión mensual. Ahora, la junta tiene el problema de determinar **qué contratistas llevarán** a cabo los proyectos. Se buscaron cotizaciones para los proyectos entre los contratistas locales y **tres de ellos** presentaron cotizaciones. Las cotizaciones presentadas por los respectivos contratistas se muestran en la Tabla 8, en donde ***c1***, ***c2***, ***c3*** denotan a los contratistas y ***p1***, ***p2*** y ***p3*** los proyectos. Las cantidades en las cotizaciones se expresan en decenas de millares de dólares. El problema consiste en determinar **cómo asignar** los proyectos para **minimizar** los costos totales de todos ellos. Se **asume que a cada contratista** se le asignará **un solo** proyecto.

**TABLA 8** Cotizaciones de mejoramiento de caminos (decenas de millares de dólares) Condado de Cook, Illinois

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *Contratista* | *Proyecto p1* | *Proyecto p2* | *Proyecto p3* |
| ***c1*** | 28 | 32 | 36 |
| ***c2*** | 36 | 28 | 30 |
| ***c3*** | 38 | 34 | 40 |

## Solución

### Variables

### Función objetivo

### Restricciones

#### Cada contratista solo puede tener 1 solo proyecto

#### Rango de valores permitidos

### 

# D & M POWER PRODUCTS INC.

La D & M Power Products Inc., fabrica tres tipos de aisladores de uso industrial en compañías de servicios electrónico: aisladores de aplicación general, de aplicación especial y de alto voltaje. Cada producto pasa a través de tres operaciones de producción en la planta de la D & M: horneado, lavado y laminado y pulimiento. Sólo existe disponible una máquina en cada una de las respectivas operaciones. La tasa de producción (en unidades por hora) para cada tipo de aislador, y en cada operación, se muestran en la Tabla 9. Los costos de las materias primas asociados con la fabricación de los aisladores son de $5 (aplicación general), $6 (aplicación especial) y $10 (alto voltaje). Los costos por hora de las respectivas operaciones de producción son $250 (horneado), $200 (lavado y laminado), y $100 (pulimiento). Los pesos unitarios de venta son $25, $39.75 y $67.50 para los tres productos, respectivamente. A la compañía le gustaría asignar el tiempo utilizado en las diferentes operaciones de manera que se maximicen las utilidades por hora.

**TABLA 9** Tasas de producción: D & M Power Products Inc.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *Tipo de aislador.* | *Horneado.* | *Lavado y*  *Laminado.* | *Pulimiento.* |
| De aplicación general. | 50 | 40 | 25 |
| De aplicación especial. | 40 | 20 | 20 |
| De alto voltaje. | 25 | 10 | 10 |

## 

## Solución

### Variables:

Aislador de aplicación general

Aislador de aplicación especial

Aislador de alto voltaje

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Precio de venta y costo materia prima** | | | |
|  | Aislador de aplicación general | Aislador de aplicación especial | Aislador de alto voltaje |
| Precio de venta | 25 | 39.75 | 67.50 |
| Costo materiales | 5 | 6 | 10 |
| **Costo del proceso** | | | |
|  | Aislador de aplicación general | Aislador de aplicación especial | Aislador de alto voltaje |
| Horneado | =5 | =6.25 | =10 |
| Lavado y Laminado | =5 | =10 | =10 |
| Pulido | =4 | =10 | =10 |
| **Costo total por proceso** | 14 | 26.25 | 30 |
| **Total de costo materia prima y procesos, ganancias** | | | |
|  | Aislador de aplicación general | Aislador de aplicación especial | Aislador de alto voltaje |
| Costo total de materiales y proceso | 19 | 32.25 | 40 |
| Ganancia | 6 | 7.5 | 27.5 |

### Función objetivo:

### Restricciones

#### Costo de materias primas contra hora de producción de horneado

#### Costo de materias primas contra hora de producción de lavado y laminado

#### Costo de materias primas contra hora de producciónde pulimiento

#### Rango de valores permitidos