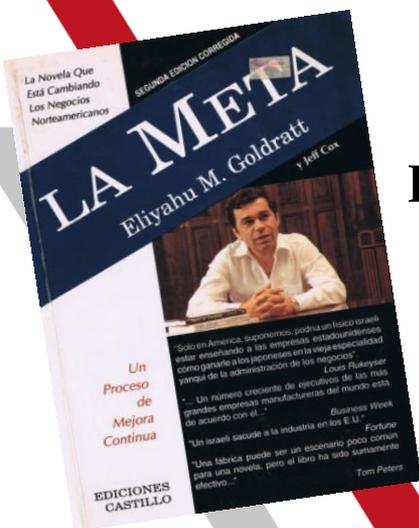




PRODUCCIÓN SINCRONIZADA Y TEORÍA DE RESTRICCIONES TOC



Ing. Álvaro Junior Caicedo Rolón



**Universidad Francisco
de Paula Santander**
Vigilada Mineducación

¿Cómo surgió TOC?

PROBLEMA: En 1980, Eli Goldratt sostuvo que los fabricantes no estaban programando debidamente ni controlando sus **RECURSOS E INVENTARIOS**



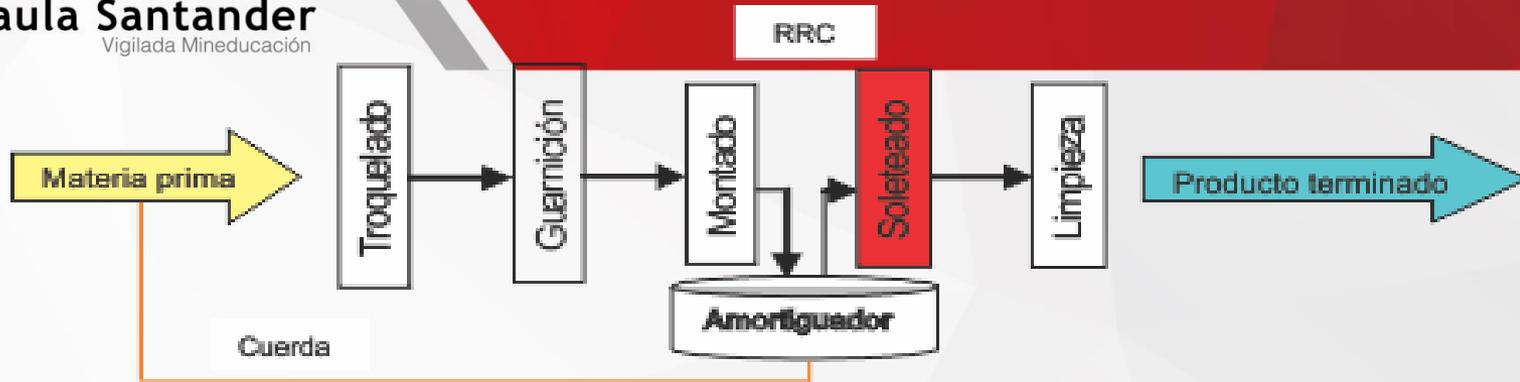
SOLUCIÓN: Creación de la Compañía Creative Output. Diseñaron un software que programa los trabajos mediante procesos automatizados tomando en cuenta: **LIMITACIONES** en máquinas, personal, herramientas, materiales que afectan la capacidad de la empresa para ajustarse a un programa.

La base de la teoría TOC

Chase (2009): **PRODUCCIÓN SINCRONIZADA**: Que significa que el proceso integral de producción debe trabajar en la forma coordinada para alcanzar la meta de las utilidades de la empresa. Cuando la producción tiene coordinación, ésta hace hincapié en el desempeño de todo el sistema y no de medidas localizadas, como la utilización de la mano de obra o de las máquinas.

Sipper (1998): **DEFINICIÓN DE RESTRICCIÓN**: Cualquier cosa que limita para lograr un desempeño alto en el cumplimiento de su meta

TOC ES UNA MANERA DE MANEJAR LAS RESTRICCIONES DEL SISTEMA



Contabilidad de Costos

- ✓ Reduce el costo de los productos
- ✓ Reduce el tiempo de proceso del producto en un recurso
- ✓ Asume que todos los recursos de la empresa son igualmente importantes
- ✓ No percibe a la empresa como un sistema
- ✓ *Margen de contribución*
- ✓ En el cálculo de costes variables, considera la mano de obra directa como un coste variable

Contabilidad del Throughput

- ✓ La gerencia piensa en la empresa como un todo
- ✓ Se puede incrementar el throughput al optimizar la restricción del sistema
- ✓ Hacer énfasis en el throughput, evita tratar de optimizar parte del sistema sin tener en consideración la meta de todo el sistema
- ✓ *Margen throughput*
- ✓ La mano de obra directa es esencialmente un coste fijo, particularmente a corto plazo

LA META DE UNA EMPRESA ES GANAR DINERO



La premisa básica de TOC es que la salida del sistema está determinada por sus restricciones.

CATEGORÍAS DE RESTRICCIONES:

Restricciones de recursos internos

Restricción de mercado

Restricción política



TOC PUEDE VERSE COMO UNA FILOSOFÍA CONSTRUIDA ALREDEDOR DE UNA GUÍA Y DISEÑADA PARA CREAR UN PROCESO DE MEJORA CONTINUA.

LA TEORÍA DE RESTRICCIONES ES UNA
EXTENSIÓN Y MEJORA AL OPT

TOC TAMBIÉN ES LLAMADA COMO
MANUFACTURA SINCRÓNICA O PRODUCCIÓN
SINCRONIZADA

La filosofía TOC Y OPT se creó para lograr la META!

MEDICIONES DE DESEMPEÑO

Medidas de las Operaciones:

Salidas: Velocidad a la cual el sistema genera dinero por medio de las ventas.

Inventario: Dinero que el sistema ha invertido en adquirir bienes el cual piensa que los venderá.

Gastos de operación: Dinero que el sistema gasta para convertir el inventario en rendimiento

MEDICIONES DEL DESEMPEÑO

Medidas de las finanzas:

La utilidad neta: una medida absoluta en unidades monetarias

El rendimiento de la inversión: una medida relativa basada en la inversión.

La liquidez: una medida de la posibilidad de sobrevivir.

CAPACIDAD DESEQUILIBRADA

La capacidad dentro de la secuencia del proceso no debe estar equilibrada con niveles iguales. En cambio, debemos tratar de equilibrar el flujo del producto a lo largo del sistema.

HECHOS DEPENDIENTES

Cuando un evento o serie de eventos deben llevarse a cabo antes de que otro pueda comenzar:

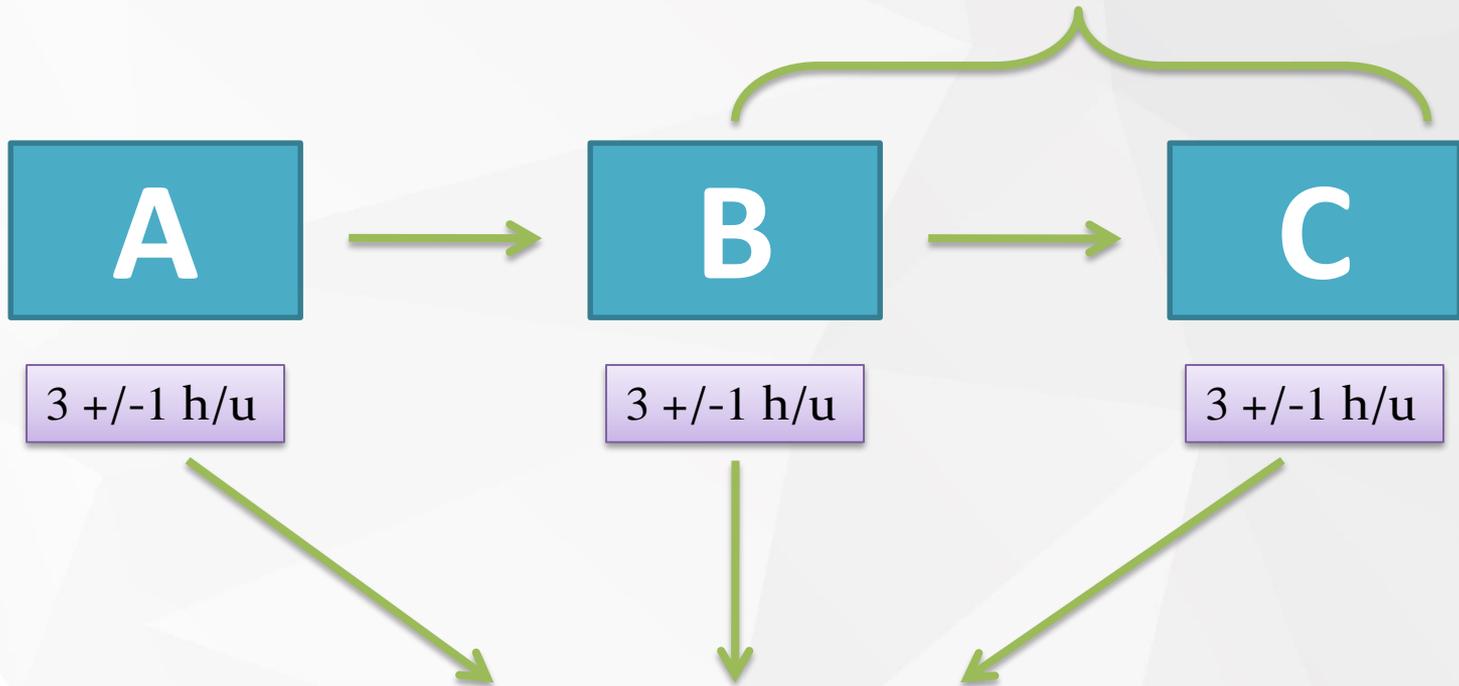
El evento subsecuente depende de los anteriores a él

FLUCTUACIONES ESTADÍSTICAS

Variación normal en una media o promedio.

Hay tipos de información que no podemos predecir con anticipación

HECHOS DEPENDIENTES

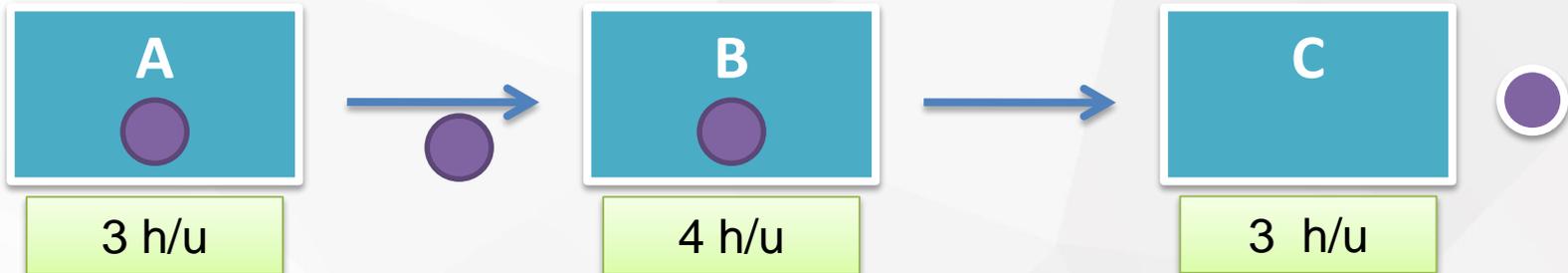


FLUCTUACIONES ESTADÍSTICAS

Una variación normal en los tiempos de producción provoca:

Que las estaciones que se encuentran corriente abajo tengan “tiempo muerto” cuando las que se encuentran corriente arriba tardan más tiempo en procesar algo.

Que haya inventario cuando las estaciones que están corriente arriba procesan en menos tiempo.



CUELLOS DE BOTELLA

Todo recurso que tiene una capacidad inferior a la demanda que se le impone.
Punto donde se estrecha la corriente del flujo.

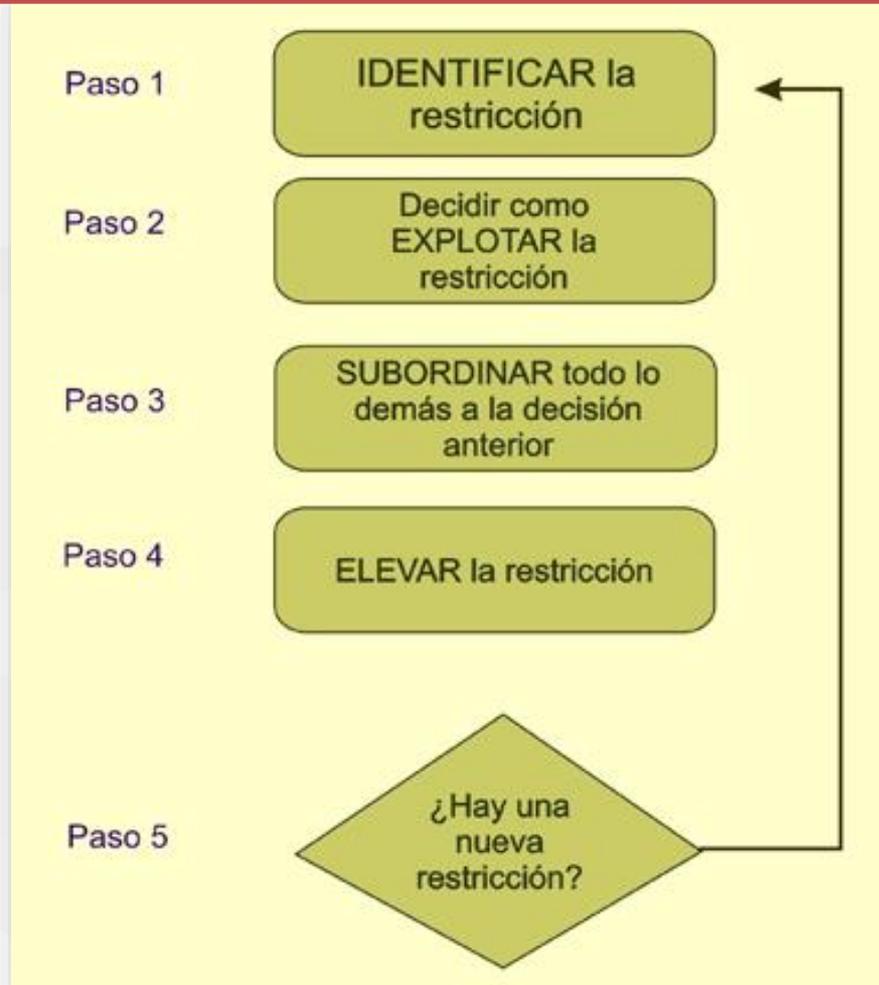
Una operación que no es cuello de botella no debe estar operando constantemente porque puede producir una cantidad superior a la que se necesita

RECURSO RESTRINGIDO POR LA CAPACIDAD

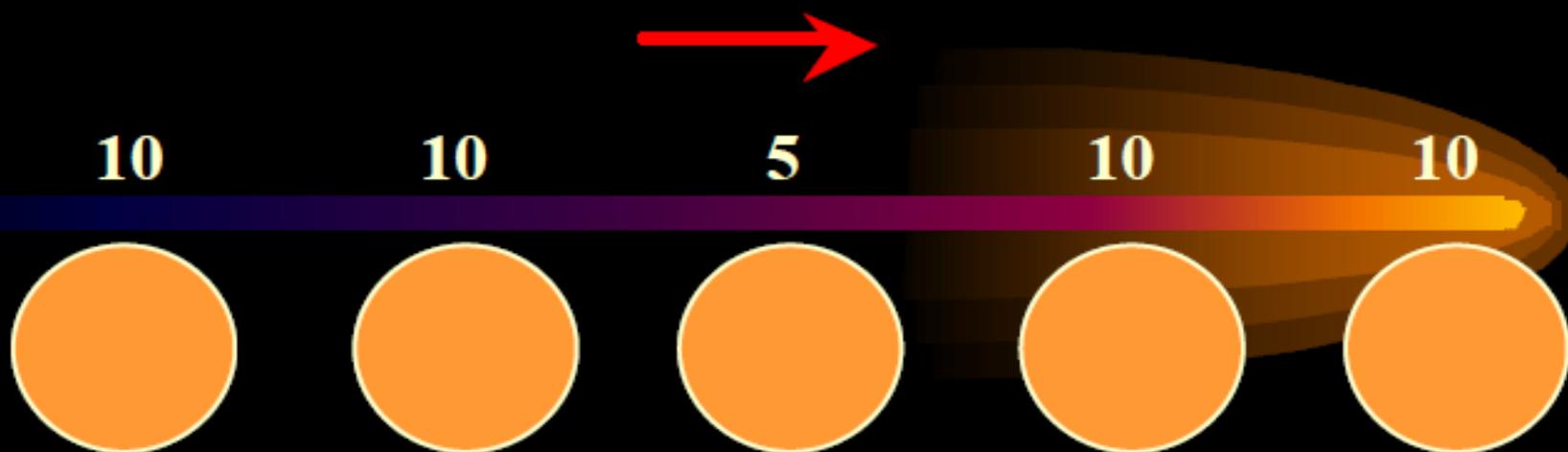
Aquel cuya utilización
esta cerca a la capacidad y
que podría convertirse en
un cuello de botella si no
se programa
adecuadamente.



PROCESO DE LA TEORIA DE RESTRICCIONES



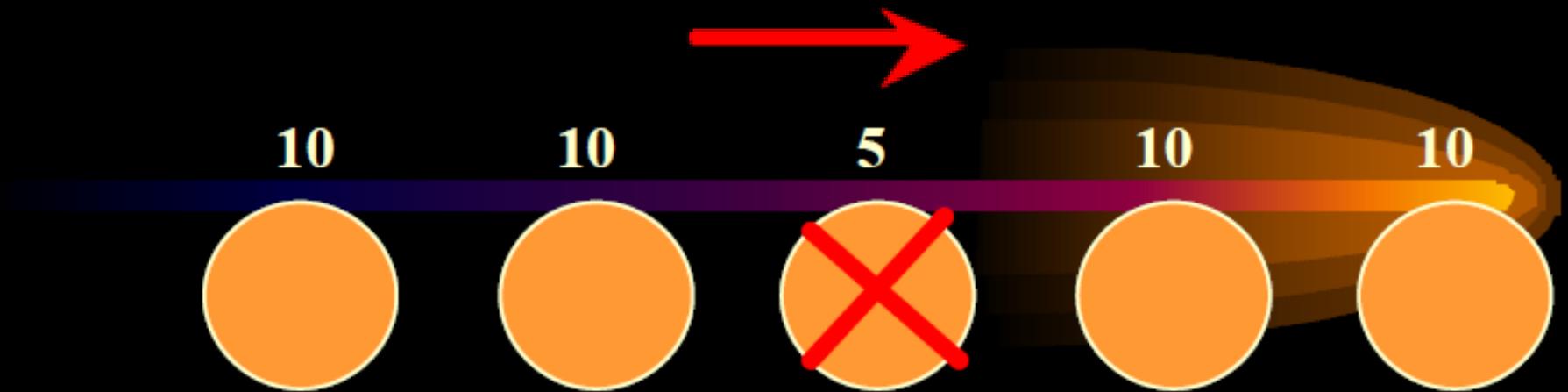
PASO 1: IDENTIFICAR LA RESTRICCIÓN



Si los números que se indican encima de los procesos son capacidades de operación,

¿Cuál es nuestra restricción?

PASO 1: IDENTIFICAR LA RESTRICCIÓN



La restricción es el recurso con menor capacidad.

IDENTIFICAR CUELLOS DE BOTELLA

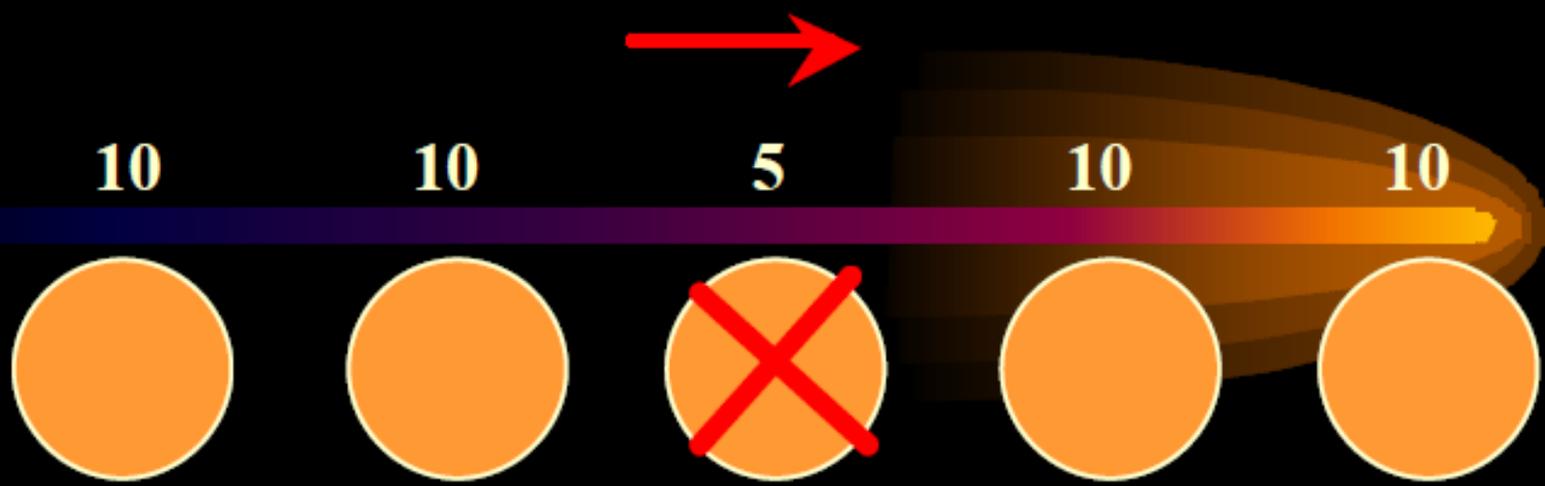
**Estimar la carga
de trabajo de
todas las
máquinas**

- Sumar los tiempos de procesado de todos los trabajos en cada máquina y dividir entre el horizonte de planeación.
- La máquina con el mayor porcentaje de carga es el cuello de botella.

**Analizar el
sistema de
operación**

- Identificar la máquina con mayor cantidad de inventario en proceso.

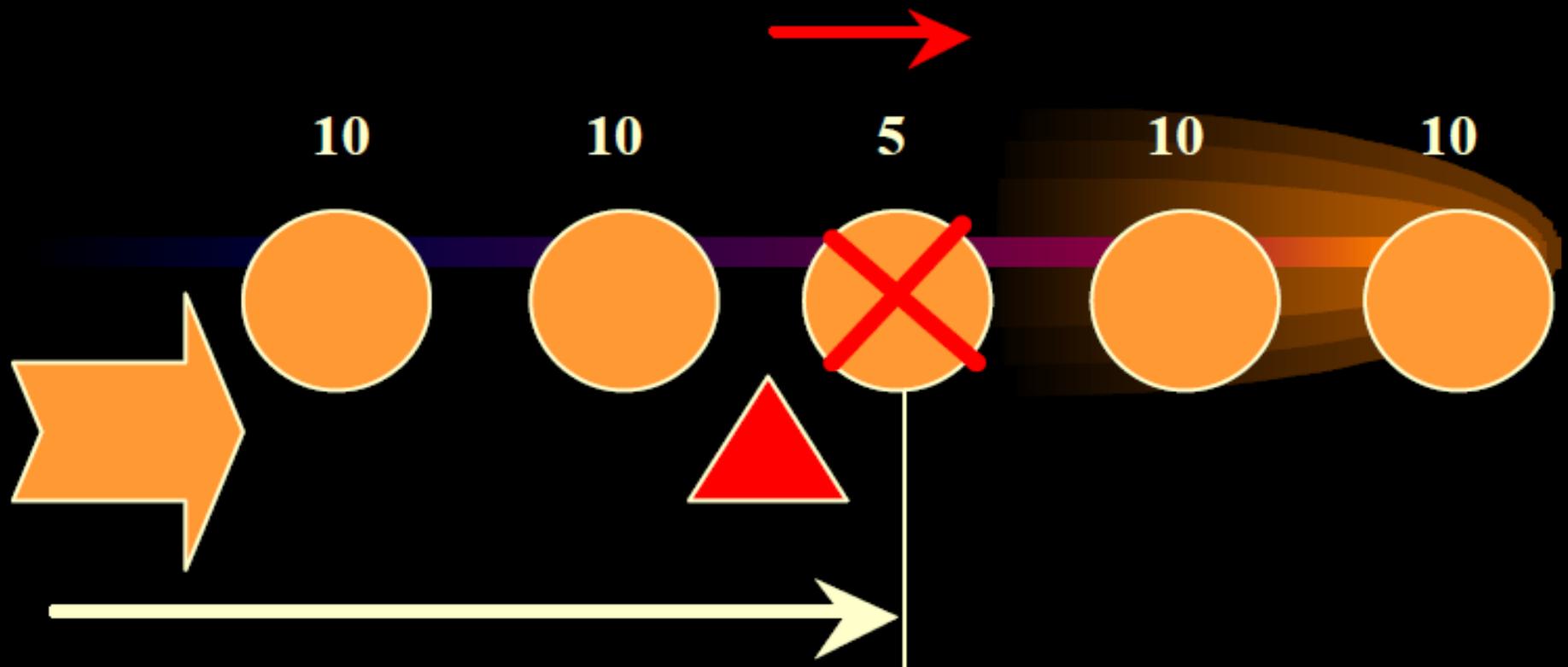
PASO 2: DECIDIR CÓMO EXPLOTAR LA RESTRICCIÓN



Debemos sacarle el jugo a nuestra restricción.

Tratar de que trabaje el mayor tiempo posible.

PASO 3: SUBORDINAR TODO A LA DECISIÓN ANTERIOR



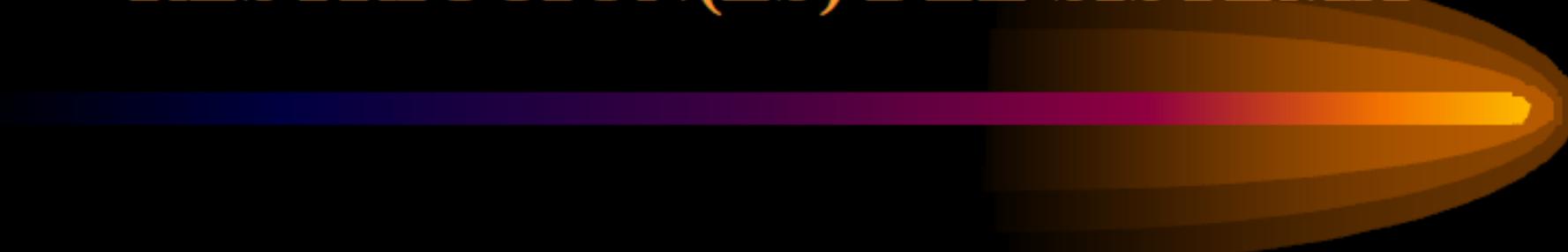
Planificar la entrada de recursos o materiales a la capacidad de la restricción. Lo contrario no beneficia al sistema.

PASO 4: ELEVAR LA(S) RESTRICCION(ES) DEL SISTEMA



Sólo después de haber hecho lo anterior, podemos pensar en adquirir nueva maquinaria, contratar más personal o en general, cualquier decisión que tenga que ver con un incremento de capacidad de la restricción.

PASO 4: ELEVAR LA(S) RESTRICCION(ES) DEL SISTEMA



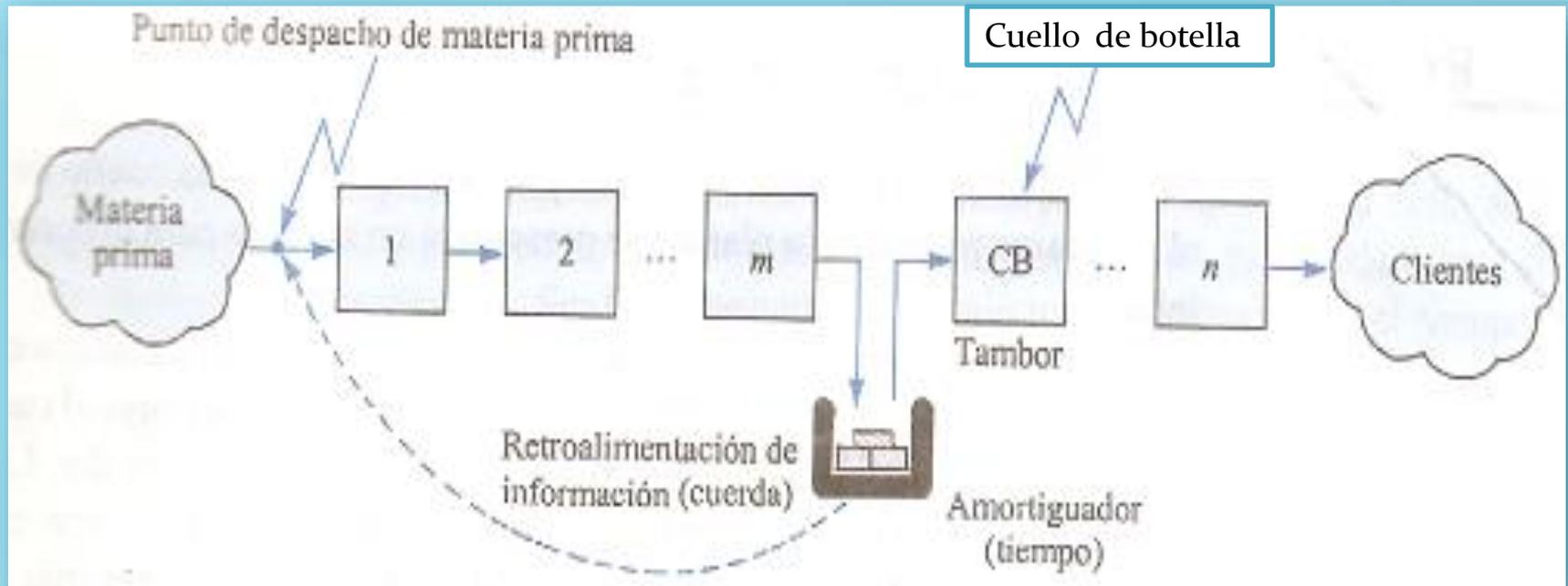
Sólo después de haber hecho lo anterior, podemos pensar en adquirir nueva maquinaria, contratar más personal o en general, cualquier decisión que tenga que ver con un incremento de capacidad de la restricción.

PASO 5: REGRESAR AL PASO 1, PERO NO PERMITIR QUE LA INERCIA CAUSE UNA RESTRICCIÓN

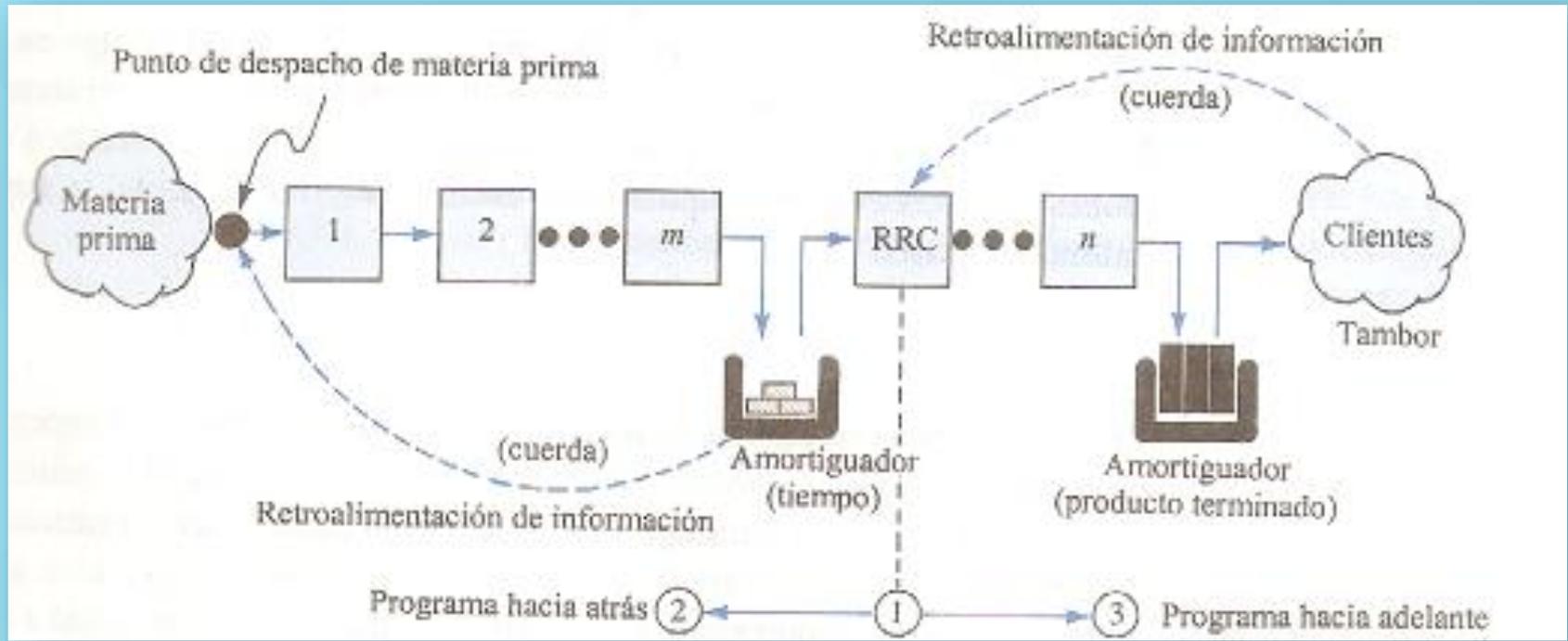
Luego de haber solucionado los problemas de nuestra línea de operación, debemos revisar nuestros procesos ya que podría darse el caso de que supongamos que nuestra restricción sigue siendo tal; por lo tanto, si no la identificamos claramente, no contribuiremos al sistema.

SISTEMA DE PROGRAMACION Y CONTROL

Tambor (cuello de botella)-amortiguador-cuerda (TAC)



Tambor (CCR)-amortiguador-cuerda (TAC)



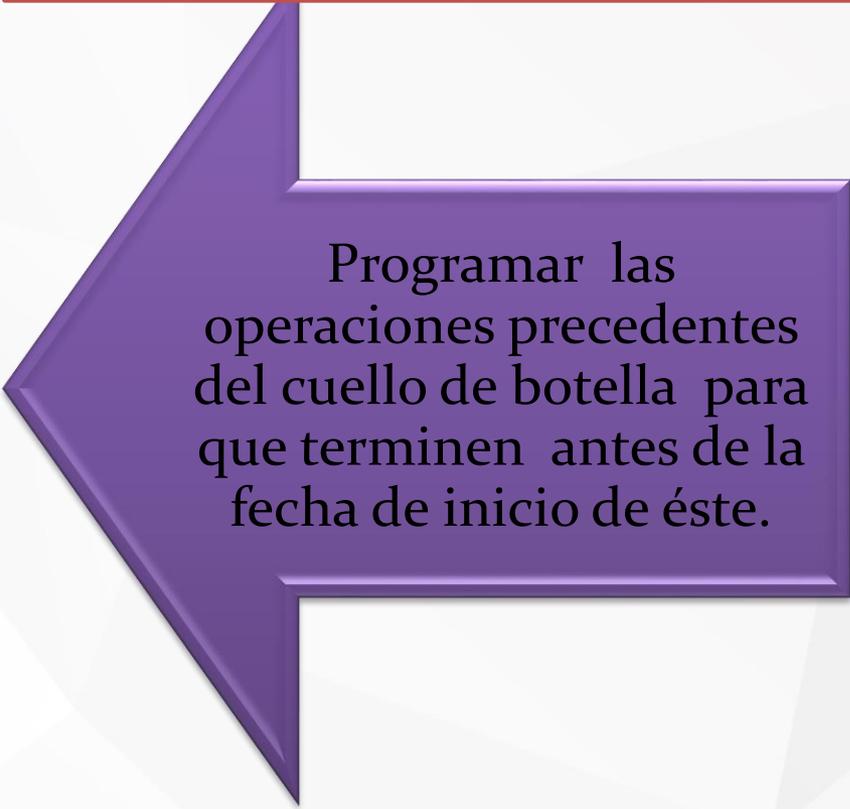
Proceso de programación TAC

**Identificación de
restricciones**

**Programación de
restricciones**

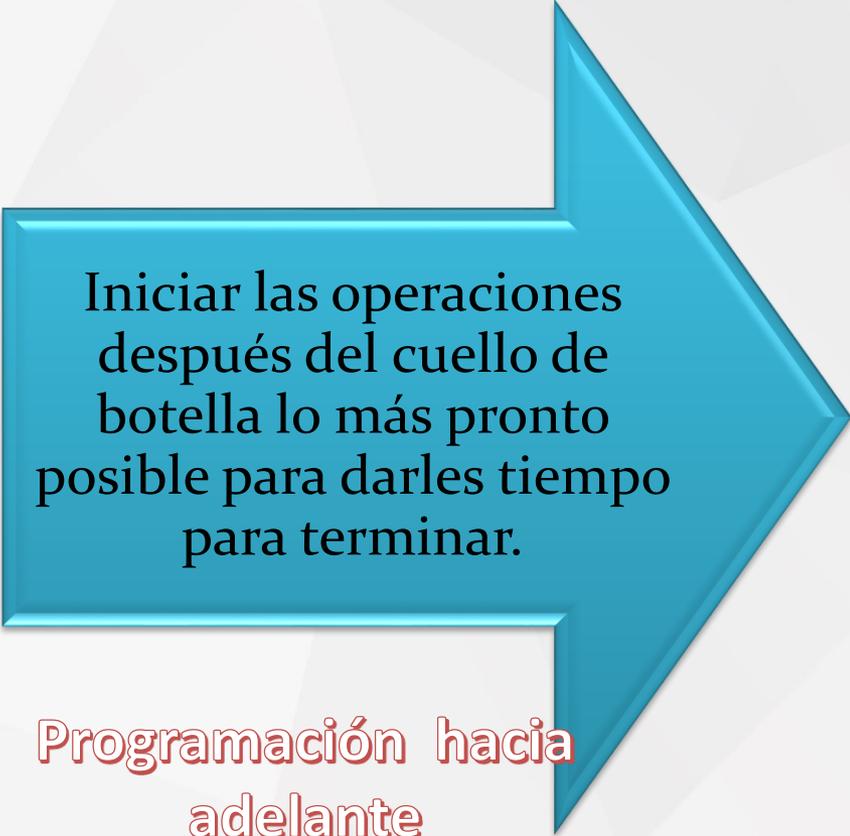
**Decidir el tamaño
del amortiguador**

Programas hacia atrás y hacia adelante



Programar las operaciones precedentes del cuello de botella para que terminen antes de la fecha de inicio de éste.

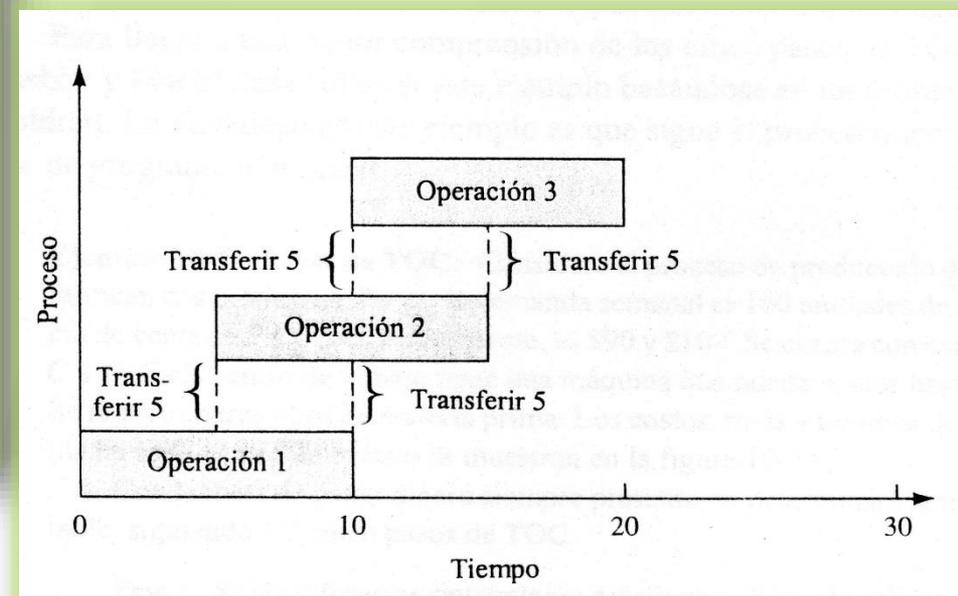
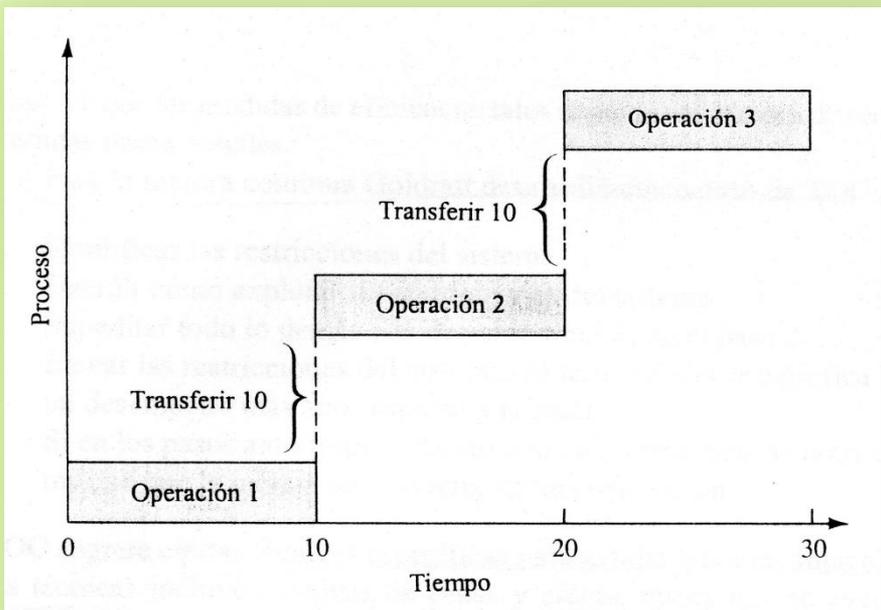
Programación hacia
atrás



Iniciar las operaciones después del cuello de botella lo más pronto posible para darles tiempo para terminar.

Programación hacia
adelante

Lotes de proceso y transferencia iguales y diferentes



Reglas de la programación de la producción

No equilibre la capacidad, equilibre el flujo.

El potencial de un recurso que no forma un cuello de botella no determina su grado de utilización, lo determina la restricción del sistema

La utilización de un recurso no es lo mismo que su activación

Una hora perdida en un cuello de botella, es una hora perdida del sistema

Una hora ahorrada en un no cuello de botella es un espejismo

Los cuellos de botella rigen el rendimiento y los inventarios del sistema

El lote del procesos debe ser variable en su ruta y también en su tiempo.

Sólo podemos establecer prioridades si analizamos las restricciones del sistema.

Programación de la producción

La mezcla óptima de productos es un tipo de problema de planificación para un solo período, cuya solución proporciona las cantidades óptimas de producción de un grupo de productos o servicios sujetos a restricciones de capacidad de los recursos disponibles y demanda del mercado (Krajewski *et al.*, 2008).

Contabilidad del Throughput

- Tanto en la teoría como en la práctica, las decisiones de mezcla de productos han sido un área de aplicación principal de TA (Souren, Ahn & Schmitz, 2005).
- Este enfoque contable no es inadecuado en la decisión de mezcla de productos, sin embargo, es comprensible que se necesite un análisis más detallado para esta decisión (Hilmola & Li, 2016).

Programación - Contabilidad del Throughput

- Se debe dar prioridad a los productos que tienen un mayor margen *throughput*, y al mismo tiempo, dar prioridad a los productos que usan el menor tiempo de la restricción. **Para decidir cuál contribuye más a las utilidades de la empresa, se necesita relacionar el margen *throughput* por producto con el tiempo que usa de la restricción (Corbett, 2001).**

Modelo matemático de programación lineal

- **Definición de variables de decisión del programa óptimo de producción**

- x_j = Cantidad de pares de zapatos tipo j a fabricar
- j : subíndice que identifica el tipo de calzado a fabricar, donde $j = 1, 2, \dots, N$

- **Definición de parámetros constantes del modelo**

- U_j = Margen throughput por par de zapatos tipo j fabricados
- D_j = Demanda en pares de zapatos tipo j en la semana
- T_{ij} = Tiempo requerido (s) por par de zapatos tipo j , para cada proceso tipo i , donde: $i = 1, 2, \dots, P$
- TD_i = Tiempo total disponible (s) para cada proceso tipo i en la semana
- i : subíndice que identifica el tipo de proceso a realizar

Modelo matemático de programación lineal

Función objetivo

$$\text{Max } Z = \sum_{j=1}^N U_j * X_j$$

Identificación de restricciones

Restricción de capacidad

$$\sum_{j=1}^N T_{i,j} * X_j \leq TD_i \quad \forall i=1,2,\dots,P$$

Restricción de demanda

$$X_j \leq D_j \quad \forall j=1,2,\dots,N$$

**Restricción de variables
enteras y no negativas**

$$X_j \in Z^+ \quad \forall j=1,2,\dots,N$$

Gracias

