



CATEDRA DE GERENCIA DE OPERACIONES

Práctica Segundo Parcial

La siguiente práctica es una recopilación de ejercicios tomados de exámenes hechos por la cátedra.

Lean Manufacturing

1- Un fabricante de botes de pesca, Pro Fishing Boats, tiene muchos problemas con piezas de importancia crítica que importa de varias partes del mundo. Pro Fishing tiene dos plantas manufactureras en Estados Unidos. La dependencia de esta compañía en operaciones esbeltas en cadenas de suministro globales es creciente a medida que este fabricante compra más y más piezas del extranjero, inclusive componentes críticos. Recientes problemas con varias de estas piezas críticas causaron suspensiones temporales de actividades.

En respuesta a esto, Pro Fishing impuso un inventario de seis semanas de todas las piezas adquiridas globalmente. La administración le pidió a usted que evalúe si es una decisión correcta. Primero debe usted entender la cadena de suministro de Pro Fishing. En la actualidad hay muy poca visibilidad (conocimiento del estado actual) del inventario en la cadena de suministro, y la comunicación con la base de suministro es mínima. De hecho, el fabricante de botes no tiene ninguna visibilidad fuera de los proveedores del Muelle I.

Para complicar el problema, distintos departamentos de la empresa manejan una pieza distinta de la cadena de suministro. Para entender la cadena de suministro, Pro Fishing le solicitó que elabore un esquema de su cadena de suministro. Para hacerlo, la compañía identificó un componente de importancia crítica para seguir en la cadena de suministro. Después de tener la oportunidad de entrevistar a los participantes de la cadena de suministro, incluso proveedores, usted recopiló la siguiente información.

El componente se manufactura en China por el proveedor del Muelle I, Manufacturing Inc. El programa de producción de Manufacturing Inc. se basa en pedidos (órdenes) enviados por fax desde el almacén de Pro Fishing. El proveedor opera con un pronóstico de 90-60-30 días con un pedido semanal. Al completar el componente, Manufacturing Inc. lo envía por camión al puerto de Shanghai, donde se carga en un barco con dirección a Estados Unidos. La carga en el puerto tarda una semana, y el transporte en camión, tres días. Manufacturing Inc. lleva a mano un inventario intermedio de nueve semanas de artículos terminados. El tiempo de manufactura de cada componente es de solo unos tres días.





El barco con destino a Estados Unidos tarda alrededor de 14 días de navegación. A su llegada a Estados Unidos, el componente se descarga en el puerto de Los Ángeles. Esto implica unos cinco días con inspecciones de aduana en Los Ángeles. Los artículos viajan en tren a Chicago, lo cual tarda unos siete días. Los bienes se llevan a mano en Chicago durante alrededor de media semana. De ahí, el componente se envía en camión a un almacén de Pro Fishing donde se estableció un inventario intermedio de seis semanas por obligación.

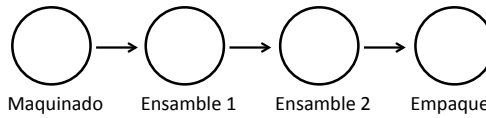
El envío al almacén de Pro Fishing tarda dos días. Del almacén, los componentes se envían en camión a plantas en Estados Unidos según órdenes electrónicas provenientes de cada una de las plantas de Pro Fishing. Al hablar con Manufacturing Inc., Pro Fishing se enteró de que su componente consta de dos materias primas principales: una de China y la otra de Estados Unidos.

Para evitar el riesgo de que se agoten estas materias primas, Manufacturing Inc. mantiene un inventario intermedio de cuatro semanas de las materias primas chinas y otro de 12 semanas de materia prima de Estados Unidos. Estas órdenes del proveedor Muelle II son solo por compra formal. Es interesante observar que Manufacturing Inc. usa estos proveedores para satisfacer estrictos requisitos de calificación de proveedor de Pro Fishing.

- a) Genere un mapa de flujo de valor (VSM) de esta cadena de suministro. ¿Qué otra información es necesaria?
- b) ¿En dónde hay riesgo de ruptura de la cadena de suministro o paros para la cadena de valor?
- c) ¿Dónde hay oportunidades de mejorar las operaciones de la cadena de suministro y cómo contribuyó el VSM para descubrirlas?

2- EED S.A., es una empresa de metalmecánica que provee partes fabricadas en aluminio, para un cliente que las utiliza como componentes en su proceso de producción. El cliente envía de manera electrónica al inicio de todos los meses su pronóstico de ventas mensuales por un monto de 10,000 unidades las cuales compra vía ordenes de compra diarias por un monto de 500 unidades. Con base en estos datos el departamento de producción establece su pronóstico de necesidades de materias primas semanales hacia su proveedor de aluminio por una cantidad de 2500 lingotes de aluminio los cuales compra por medio de órdenes semanales por la misma cantidad. El proveedor del aluminio envía semanalmente y por vía terrestre desde Guatemala lo solicitado por EED. El proceso de producción se presenta en las siguientes figuras y se tiene un operario para cada operación:





Operación	Maquinado	Ensamble 1	Ensamble 2	Empaque
Segundos por unidad	30	45	54	54
Alistamiento	0	0	0	0
% de Utilización	0.98	0.98	0.98	0.98

La empresa labora 7.5 horas productivas al día y los inventarios en proceso son de 300 partes entre maquinado y ensamble 1, 100 partes entre ensamble 1 y ensamble 2 y entre el ensamble 2 y el empaque no se maneja inventario en proceso. La empresa hace entregas diarias por 500 unidades vía terrestre a su cliente. El supervisor de la producción primero nivela la producción y posteriormente procede a programar las tandas de producción diarias las cuales programa para cada operación y éstas se empujan a lo largo de la línea de manufactura.

Haga el Mapa de Valor (Value Stream Map o VSM) de la empresa EED, calcule el tiempo de ciclo total, el takt time y los tiempos sin valor agregado.

3- Una compañía se dedica a torneear partes que pasan a través de diversos centros de trabajo. Suponga que el centro de trabajo A alimenta al centro de trabajo B con partes. Se proporcionan los siguientes tiempos (en minutos) para cada centro de trabajo.

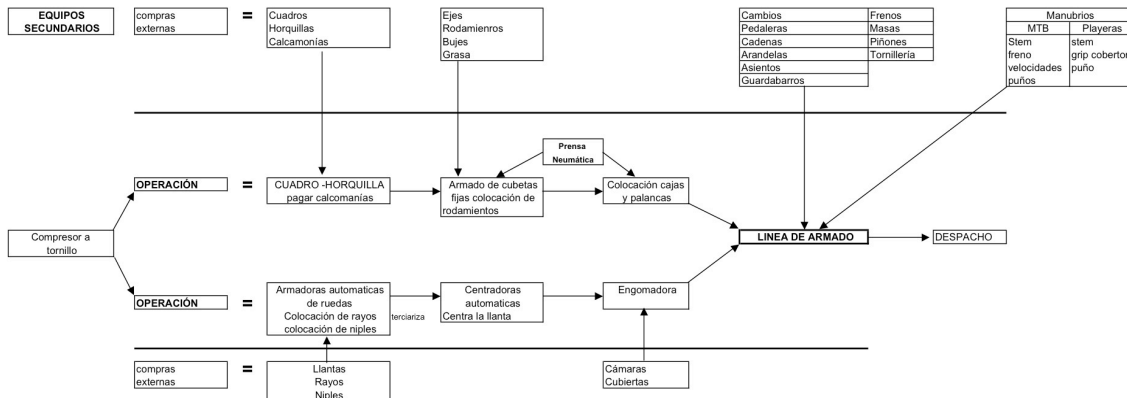
	Centro de trabajo	
	A	B
Tiempo de preparación de las máquinas	3	2
Tiempo de la corrida (por parte)	0.5	0.1
Tiempo de desplazamiento	6	8

Un contenedor Kanban estándar mantiene 50 partes que se transfieren del centro de trabajo A al centro de trabajo B. La tasa de demanda en el centro de trabajo B es de cuatro partes por minuto.

- ¿Cuántos contenedores Kanban se requieren para esta situación?
- Si el tiempo de desplazamiento se reduce a la mitad, ¿cómo afecta esto al número de contenedores que se necesitan? ¿Qué tanto reducirá esto el inventario?



4- Gifth S. A., es una empresa que se dedica a la fabricación de bicicletas, los componentes principales son: las ruedas, la dirección, la transmisión, los frenos, el marco y el asiento. La demanda mensual es de 500 unidades del modelo P, 300 unidades del modelo Q y 200 unidades del modelo S. La empresa labora 25 días al mes 7 horas productivas por día. La empresa desea instalar un sistema de células de trabajo que fabriquen con una estrategia de Lean Manufacturing para ello a logrado identificar tres procesos claves en la fabricación de las bicicletas los que se explican a continuación:



La duración de la operación uno dependerá del tipo de prensa neumática que se compre, se puede escoger entre la X-100, la X-200 o la X-300 y obtendríamos tiempos de ejecución de 10 min, 12 min y 14 min respectivamente. Para la operación dos se tienen que comprar armadoras automáticas de ruedas con su centradora automática y se puede escoger entre la Z-100, la Z-200 y la Z-300 con las cuales tendríamos tiempos de ejecución de 10 min, 13 min y 15 min respectivamente, por último, la línea de armado es semiautomática y logra tiempos de ejecución de hasta 3 minutos por bicicleta.

A continuación, se presenta una tabla con los primeros pedidos de los clientes mayoristas:

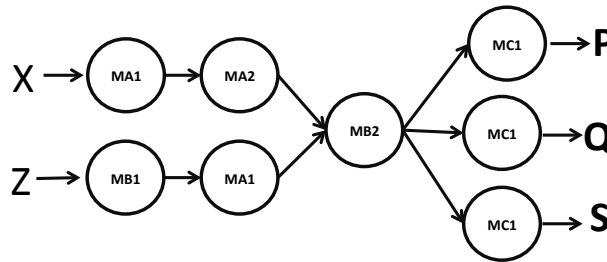
Cliente	Producto	Pedido	Fecha de Entrega
101	P	35	10/1/07
	Q	50	
	S	10	
102	P	15	12/1/07
	Q	10	
	S	6	
103	P	50	12/1/07
	Q	10	
	S	14	



Defina las células de trabajo y calcule la capacidad de producción bajo un sistema de Lean Manufacturing, no olvide indicar la ubicación de los Kanbanes.

¿Podría cumplir con sus entregas la empresa? ¿Cuál sería el costo de conservación del inventario si la empresa tiene un Ch de \$2 por unidad por día?

5- NOTSOCOMPLICATED S.A., es una nueva fábrica que se desea construir para producir 3 productos tal como se describe. La planta opera con un tiempo productivo disponible de 12 000 minutos mensuales 24 días al mes, sin embargo, la compañía desea que esta fábrica trabaje bajo la filosofía Lean por lo que la capacidad de la planta debe permanecer comprometida en un 80% como máximo para enfrentar eventualidades. A continuación, se presenta el diagrama de flujo del proceso, así como la tabla de demanda mensual y cantidad de componentes por producto, seguida de la tabla con los tiempos de carga por unidad y el precio unitario de compra de cada máquina.



Productos	Demanda	Componentes	
		X	Z
P	5000	5	2
Q	3000	2	3
S	6000	4	4

	MA1	MA2	MB1	MB2	MC1
Min/und	6	2	3	4	5
Precio	\$ 1,200.00	\$ 2,000.00	\$ 1,800.00	\$ 700.00	\$ 500.00

Gracias a los esfuerzos de SMED aplicados por la compañía en plantas similares se sabe que el alisto será de medio minuto por unidad. Si usted dispone de un presupuesto máximo de \$150,000 para invertir en maquinaria se le pide:

- Utilizando los indicadores de Lean defina su diseño de manufactura, a cuánto asciende la inversión necesaria.
- El Heijunka con el que trabajaría la empresa.
- Si el cliente más importante de la empresa les solicitara un pedido por 500 unidades de P, 200 unidades de Q y 700 unidades de S para entregar dentro de 3 días. ¿Cuál debería de ser el throughput de la empresa para cumplir con el pedido?





6- Un proveedor de equipos de medición para instrumentos usa un sistema de Kanbanes para controlar el flujo de materiales. Las cajas de los equipos de medición son transportadas de cinco en cinco. El centro de fabricación produce alrededor de diez equipos de medición por hora. Tarda aproximadamente dos horas para que la caja sea resurtida. Debido a variaciones en los tiempos de procesamiento, la gerencia ha decidido llevar 20% del inventario necesario como existencias de reserva. ¿Cuántos pares de tarjetas Kanban necesita?

7- El administrador de Ormonde Inc. recolectó datos del mapeo de flujo de valor en la célula de manufactura, que fabrica partes para lavadoras, que es la más problemática de la planta. Estos datos se muestran en la siguiente tabla. Con estos datos, calcule el desempeño del estado actual de la célula y conteste las siguientes preguntas.

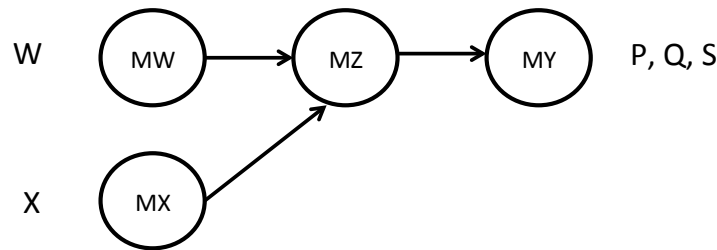
Atributos del proceso global	Demanda promedio: 550 partes/día Tamaño de lote: 20 unidades Turnos por día: 3 Disponibilidad: 8 horas por turno con descanso de 45 min.	
Paso 1 del proceso	Corte	Tiempo de ciclo: 120 segundos Tiempo de preparación: 3 minutos/lote Tiempo de operación: 100% Operarios: 1 WIP: 400 unidades (antes de corte)
Paso 2 del proceso	Doblado	Tiempo de ciclo: 250 segundos Tiempo de preparación: 5 minutos/lote Tiempo de operación: 99% Operarios: 2 WIP: 500 unidades (antes de doblado)
Paso 3 del proceso	Taladrado	Tiempo de ciclo: 140 segundos Tiempo de preparación: ninguno Tiempo de operación: 100% Operarios: 1 WIP: 200 unidades (antes de corte) WIP: 1.000 unidades (después de corte)
Envío al cliente	Un envío de 2.750 unidades cada semana	
Flujo de información	Todas las comunicaciones son electrónicas Existe la liberación de una orden semanal para corte Todos los materiales se empujan	





- ¿Cuál es el nivel de inventario actual de la célula?
- ¿Cuál es el takt time para esta célula?
- ¿Cuál es el tiempo de entrega de producción de cada proceso en la célula de manufactura?
- ¿Cuál es el tiempo total de procesado para esta célula de manufactura?
- ¿Cuál es la capacidad de esta célula de manufactura?

8- Think S. A., es una empresa que fabrica tres productos a saber, P, Q y S. La demanda mensual es de 1.200, 800 y 1.000 unidades respectivamente. La empresa trabaja 26 días al mes 7 horas productivas por día. A continuación, se presenta el diagrama de flujo, así como la tabla con la cantidad de componentes por producto y la tabla con los tiempos de carga por unidad los cuales van a depender del tipo de máquina que se compre:



	MW ₁	MW ₂	MW ₃	MX ₁	MX ₂	MX ₃	MZ ₁	MZ ₂	MY ₁	MY ₂
Min/und.	10	15	20	20	10	15	8	5	5	7
Costo compra por máquina	\$1200	\$1000	\$800	\$800	\$1200	\$1000	\$1800	\$2000	\$2000	\$1800

Productos	Componentes por producto	
	W	X
P	3	1
Q	3	1
S	3	1

Si la empresa dispone de un presupuesto máximo de \$15,000 para invertir en maquinaria, se le pide:

- Defina su diseño de manufactura para que la empresa opere bajo el concepto de Lean Manufacturing. No debe sobrepasar el presupuesto máximo.
- ¿Cuál sería la capacidad máxima de producción que se obtendría?





- c) ¿Sería suficiente para lograr las demandas del mercado? ¿Cuál sería el porcentaje de utilización esperado? ¿Es este porcentaje adecuado para una empresa que desea fabricar JIT?

9- La compañía de tractores Think S.A., produce un tractor de grano combinado (GC) además de los de tamaño grande (LT) y pequeño (SM). Su administrador de producción desea fabricar de acuerdo con la demanda de los clientes usando un modelo mixto para la línea de producción. La secuencia de producción actual, que se repite 30 veces durante un turno es: SM-GC-SM-LT-SM-GC-LT-SM. El throughput de la empresa es una nueva máquina cada dos minutos. La planta opera dos turnos de 8 horas. No hay tiempo de descomposturas porque las 4 horas entre cada turno se dedican a mantenimiento y reabastecimiento de materias primas. Con base en esta información conteste:

- a) ¿Cuánto tiempo tarda en completarse el ciclo de producción?
b) ¿Cuántas máquinas de cada tipo produce la empresa por turno?

10- Hasta el momento en que realicé la transición voluntaria de ser una trabajadora de clase profesional suburbana para convertirme en una empleada a destajo en una fábrica de ropa del sur de los Estados Unidos, un segundo, era para mí una unidad de tiempo casi sin significado. Pronto se convertiría en una medida importante de mi salud y bienestar económico. Había sido reportera durante diez años antes de sentirme insatisfecha con las limitaciones del periodismo frente a la condición humana. Quería escribir trabajos de ficción, lo cual es para mí la verdad emocional. La novela que tenía en mente necesitaba que yo capturara los ritmos de vida de una línea de ensamble en los Estados Unidos, la clase de vida que el fin de semana del Día del Trabajo conmemora. Con este fin, y para ganarme la vida mientras escribía, presenté una solicitud para trabajar en una fábrica. Una pequeña fábrica de ropa me contrató. Cuando entré al edificio de metal corrugado sin ventanas en el parque industrial en las afueras del poblado (el lugar de trabajo era equivalente a los parques de remolques donde vivían muchos de los trabajadores del vestido) comencé a aprender acerca del trabajo en los Estados Unidos en una forma enteramente nueva para mí.

Comencé trabajando como “pienera”, operando simultáneamente tres silbantes planchas que colocaban la raya de planchado permanente en pantalones militares. Satisfacer la producción significaba realizar rayas perfectas en 650 pantalones al día, 81 piernas cada hora, una pierna cada 42 segundos. A cambio de esto recibía el salario mínimo. Yo no esperaba que las pieneras más experimentadas fueran generosas y compartieran conmigo lo que habían aprendido acerca de la optimización del trabajo. El espíritu de colaboración en estas trabajadoras me sorprendió. Después de todo yo era una extraña que venía del norte.

Por otra parte, yo no había esperado encontrar que el trabajo físico fuera tan demandante. Con una libreta de anotaciones y un cronómetro, uno de los parientes del ausente dueño de la fábrica con frecuencia se detenía frente a mis planchas para sugerirme cómo ahorrar unos cuantos segundos en la forma en que alisaba la tela antes de bajar las cubiertas de las





planchas. Satisfecho de que yo estuviera trabajando al límite de mi capacidad física, continuaba a donde se encontraba la siguiente trabajadora, y la siguiente. Mi meta era trabajar tan rápido como pudiera sin cometer errores o lastimarme. Las cubiertas de metal caliente no tenían mangos de seguridad y con frecuencia se cerraban sin advertencia. Como otras pierneras, tenía algunas quemaduras ligeras en mis dedos y brazos. El saber que el tener las manos quemadas o vendadas impediría que alcanzara mi cuota de producción y el miedo de sufrir una lesión severa me mantenían alerta. No quería quedarme lisiada como otras pierneras habían quedado antes de mi llegada.

Para resistir todo el día aprendí a aceptar la presión (una especie de atención distraída) de trabajar con equipo peligroso. Y me volví insensible a la clase particular de fuertes dolores de piernas resultantes de estar parada sobre cemento durante ocho horas y nueve horas al día. Incluso me uní a las trabajadoras en la práctica de comer apresuradamente el almuerzo con el fin de robarle 10 minutos al descanso de media hora para regresar a las máquinas para llenar nuestra cuota diaria. Tenía muchos problemas para aceptar el hecho de que los niveles de producción eran determinados por el trabajador más rápido, aunque esto sea ilegal. Una de las prácticas estándares del experto en eficiencia era cambiar las cuotas hacia arriba cuando muchos trabajadores ya podían alcanzarlas.

Tampoco me pude acostumbrar al hecho de que nuestro patrón no nos garantizara un pago estable ni tampoco un número fijo de horas. Cuando, por ejemplo, el equipo se descomponía más adelante en la línea o cuando no se había preparado suficiente material para ser procesado por los trabajadores de acabado, éramos enviadas a nuestras casas a mitad del día, sin que se nos pagara. Con mayor frecuencia se nos pedía trabajar tiempo extra. Lo que nos molestaba era que no se nos decía que había que trabajar tiempo extra sino hasta unos minutos antes de la hora de salida con niños aburridos y esposos que necesitaban llegar a otras fábricas para trabajar en un segundo turno. La mayoría de los viernes en la tarde se nos decía que teníamos que trabajar cuando menos mediodía del sábado.

En la última línea de producción, en donde la temperatura estaba constantemente por arriba de los 40 grados, mis compañeras de producción, mujeres sudorosas en vestidos sin mangas, “la chica del horno”, las “muchachas del doblado”, las “pierneras” y las “camiseras” eran las mujeres más jóvenes y fuertes de la planta. En el otro extremo de la larga habitación, donde el calor no era tan sofocante, mujeres maduras casi todas ellas se inclinaban sobre la máquina de coser, haciendo bolsillos, ojales, colocando cierres, presillas para cinturones, todos los componentes de un pantalón militar.

La planta estaba llena de largas filas de afanosas abuelas, e hijas, cuñadas y primas, todas mujeres con excepción del jefe, el experto en eficiencia, los mecánicos y algunos de los inspectores.





En esta pequeña fabrica del sur de los Estados Unidos, se operaba bajo un contrato con el gobierno, todos eran blancos con la excepción de dos asiáticos y una sola mujer de color. Las mujeres con las que trabajaba tenían una actitud de fuerza y unidad. Varias veces la mejor pienera dejaba sus planchas con una de las cubiertas cerradas inesperadamente; les daba a las otras la fuerza suficiente para hacer lo mismo. Otra pienera dejaba de trabajar después de recibir un fuerte golpe de la pistola de vapor que utilizábamos para eliminar las rayas imperfectas. Después de eso nos quejamos repetidamente con el gerente de la planta acerca de la condición del equipo hasta que éste era reparado adecuadamente. Mucho de lo que aprendí de la fábrica de prendas de vestir provino de las mujeres con las que trabajaba. Pero lo que nunca descubrí era por qué trabajábamos tan duro. Sabíamos que cuando nuestras máquinas se descomponían, las tolerancias para tiempo perdido eran insuficientes. Sabíamos que estábamos ganando solamente el salario mínimo. Aun así, trabajamos cada vez más duro, siendo un trabajo bien hecho, la única recompensa visible, la satisfacción de alcanzar las cuotas de producción y, por supuesto, lo fundamental: mantener nuestros trabajos en una región y en una época en que el trabajo era escaso. Lo mejor que podía imaginar era que las mujeres con las que yo trabajaba eran valientes al tratar de pelear con las armas que tenían y permanecieran silenciosas frente a algo ante lo que se sentían impotentes para cambiar ellas solas.

En esa época yo no sabía que los productos textiles son la base de la economía de esa región. Las ventas de 16 a 18 mil millones de dólares al año de esta industria son entre el 30 y 50 por ciento superiores al volumen de las ventas de productos agrícolas del sur de los Estados Unidos. La industria textil proporciona una cuarta parte de todos los empleos en cinco estados del sur de los Estados Unidos. Tampoco sabía que los fabricantes textiles pagan los sueldos industriales más bajos de todo el país. Los trabajadores de esta industria ganan \$75 a la semana menos que los trabajadores promedio de los Estados Unidos. Y la industria textil es la única rama industrial importante del país que no está sindicalizada.

Tomado de Los Angeles Times Sección de Opiniones, domingo 2 de septiembre de 1979. "Trabajo en una compañía que explota a sus empleados: Un reporte". Por Mimi Conway.

¿Mencione los 5 aspectos de una cultura de Justo a Tiempo, que serían un aporte vital para cambiar las condiciones humanas, empresariales y motivacionales en las cuales laboran estas mujeres?

Nota: la respuesta de este caso NO puede exceder los 10 renglones de su cuaderno de examen, si escribe más de 10 renglones esos renglones NO serán leídos y NO contarán en la calificación del examen.





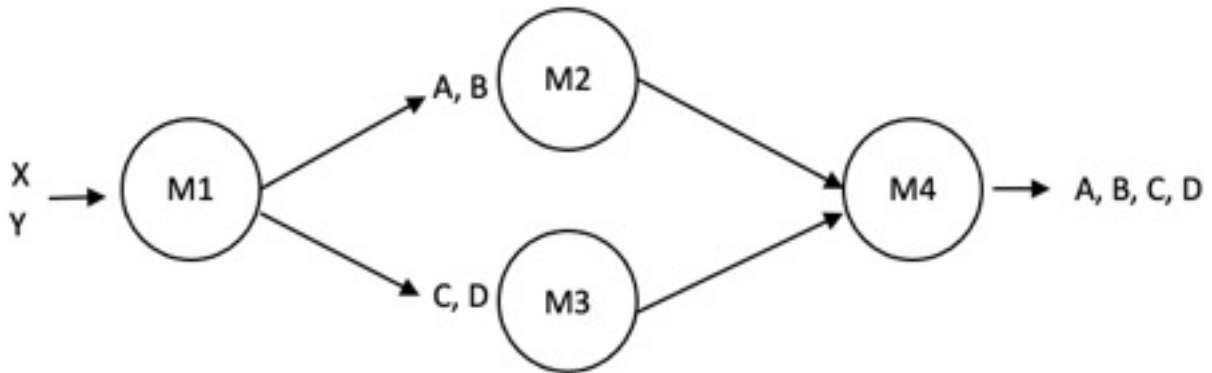
11- El Galletón S.A., es una empresa que tiene una sola línea de producción sobre la cual fabrica 10 tipos diferentes de galletas dulces las cuales vende al mercado de mayoreo. La gerencia considera que los altos tiempos de alistamiento que se ejecutan en la actualidad disminuyen la productividad, el servicio al cliente y la calidad del producto que se fabrica ya que esto los obliga a trabajar con lotes sumamente grandes de cada tipo de galleta. Revise la hoja de trabajo para el análisis del proceso de esta empresa. Si la política actual de la empresa es iniciar la producción una vez concluido todos los alistamientos, se le pide:

- Identifique los procesos de alistamiento y calcule el tiempo que le lleva a la empresa efectuar el alistamiento para cada corrida de producción.
- Aplice SMED para reducir estos tiempos de alistamiento. ¿Cuál sería el nuevo tiempo de alistamiento de la empresa?

#	Lugar	Actividad	Minutos	○	➡	D	□	↻	▽
1	Bodega de Materiales	Recolectar materiales para la preparación de la mezcla según receta	20						
2	Bodega de Materiales	Colocar materiales en perra hidráulica y dirigirse a tolva de preparación	5						
3	Tolva	Recepción e inspección de materiales para preparación de receta	10						
4	Tolva	Limpieza de la tolva	15						
5	Tolva	Elaboración y mezcla de la receta	25						
6	Tolva	Llenar perra hidráulica con la mezcla elaborada y dirigirse a la moldeadora	10						
7	Moldeadora	Recepción e inspección de materiales para control de calidad	15						
8	Moldeadora	Limpieza y cambio de moldes	30						
9	Moldeadora	Vaciado de la mezcla en la moldeadora	10						
10	Moldeadora	Deposita galletas moldeadas sobre banda transportadora	*						
11	Horno	Calibración del horno	15						
12	Horno	Producto sobre banda transportadora pasa al horno para el proceso de horneado	*						
13	Horno	Producto sobre banda transportadora se dirige a empaque	*						
14	Bodega de Materiales	Recolectar materiales de papel y cartón corrugado para preparar máquinas de empaque	15						
15	Bodega de Materiales	Colocar materiales en perra hidráulica y dirigirse a máquinas de empaque	5						
16	Empaque	Recepción e inspección de materiales para preparación de máquinas	10						
17	Empaque	Limpieza y cambio de materiales	30						
18	Empaque	Producto sobre banda transportadora ingresa para proceso de empaque	--						
19	Empaque	Proceso de empaque automatizado	*						
20	Empaque	Se coloca cajas de carton corrugado llenas de producto en perras hidráulicas y se envían a la bodega de producto terminado	*						



12- Motrinsa necesita cuatro procesos para fabricar los productos tal y como lo indica la figura:



La empresa trabaja 24 días al mes 8 horas por día con una utilización del 95%. Se tiene una demanda mensual de 5000 unidades de A, 7000 unidades de B, 3000 unidades de C y 2000 unidades de D. Los componentes necesarios para cada producto se presentan en la siguiente tabla:

	X	Y
A	2	3
B	3	1
C	2	2
D	4	3

Los alistamientos son por corrida y son de 2 minutos para M1, 4 minutos para M2, 3 minutos para M3 y 10 minutos para M4. Los tiempos de desplazamiento son de 3 minutos entre M1 y M2, 3 minutos entre M1 y M3, 4 minutos entre M2 y M4, 5 minutos entre M3 y M4 y para el despacho el desplazamiento toma 2 minutos. El contenedor que se utiliza en M1 tiene una capacidad de 15 unidades, el contenedor de M2 tiene una capacidad de 10 unidades, el contenedor de M3 tiene una capacidad de 10 unidades y el contenedor de M4 tiene una capacidad de 20 unidades.

En la siguiente tabla se presenta el costo de cada máquina y el tiempo de ciclo:

Máquinas	Costo unitario	Tc en minutos por unidad
M1	\$500	1
M2	\$2000	3
M3	\$1500	2
M4	\$2500	4

Si se desea trabajar con un sistema de Kanbans y con un buffer del 10% se le pide:



- a) Las máquinas necesarias para un sistema Lean si su presupuesto es ilimitado
- b) Su Heijunka.
- c) Los Kanbans totales necesarios (incluye los de producción como los de retiro).

13- Motrinsa fabrica cuatro productos U, X, Y, Z. Los pronósticos de ventas son de 750, 1500, 4500 y 3000 respectivamente. La compañía trabaja 8 horas productivas al día 24 días al mes. Se desea implementar políticas Lean para aumentar la competitividad del negocio por lo que se decide trabajar con un montaje mixto para la línea de producción de acuerdo con los pronósticos de ventas y los kanban jalarán la producción de acuerdo con la llegada de los pedidos. Se tienen dos operaciones y los tiempos de carga en minutos por unidad son:

Producto	Operación 1	Operación 2
U	2,5	2,5
X	1,95	1,95
Y	2,10	2,10
Z	1,5	1,5

La operación 1 tiene su kanban de producción y la operación 2 fabrica conforme llegan los pedidos de los clientes y cuenta con un kanban de transporte para mover los materiales entre la operación 1 y la operación 2. El movimiento de los materiales de la operación 1 a la operación 2 toma 5 minutos por contenedor y la señal que envía la operación 2 a la operación 1 para que inicie la producción es electrónica e inmediata. La empresa hace un solo alistamiento de 30 minutos al puro inicio del día y luego la producción puede ir corrida sin necesidad de parar para alisto o mantenimiento ya que los mantenimientos se hacen al final de la jornada de producción. El día de hoy se tienen que despachar los siguientes pedidos:

Clientes	Pedidos			
	U	X	Y	Z
A	1	0	5	0
B	1	2	0	3
C	0	1	4	3
D	0	2	10	7
E	0	0	8	4

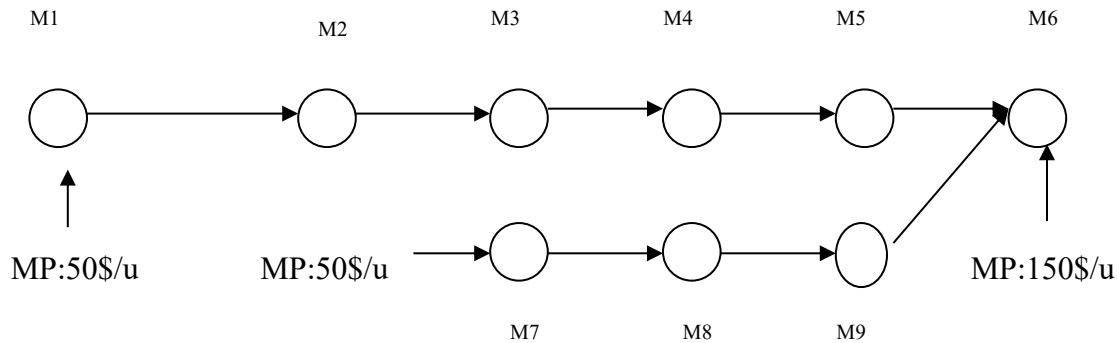
Si el costo de conservación es de \$5 por unidad por día y la política de la empresa es despachar los pedidos apenas haya el inventario necesario para completar el pedido del cliente calcule:

- a) La hora de despacho de los pedidos
- b) El costo de conservación



Manufactura Sincronizada

14- La empresa Eggenes S.A. está valorando la implementación de un sistema que le ayude a disminuir sus inventarios en proceso, al mismo tiempo que cumpla con sus plazos de entrega. El proceso de producción, tomando en cuenta las tres familias de producto que actualmente comercializa se describe como sigue.



Producto	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9
A	15	10	10	5	5	10	0	0	0
B	0	0	10	6	10	5	0	0	0
C	10	5	10	5	5	10	0	0	0
Z	0	0	0	0	0	0	5	5	10

Por cada A y B, se necesita 1 Z. Por cada C se necesitan 2 componentes Z. Tiempos en minutos por unidad.

La empresa actualmente está vendiendo 100 unidades de A, 50 de B y 100 C por semana. Estas cantidades las programa en esa secuencia, y cuenta con 115 horas por semana por centro de trabajo. Lo máximo que podría vender es 800 unidades de A, 400 de B y 200 de C semanales. Los tiempos de alistamiento representativos solo se presentan en las operaciones 1,3,5,7 y 8; y son en promedio de 2 horas. El ingreso por unidad de A es de 750\$/un, 450\$ para B y 900 \$/unidad para C. Actualmente se tienen gastos de operación semanales de \$ 60 000. La empresa no paga a destajo. El Gerente Financiero no está seguro de la propuesta del gerente de operaciones, en el sentido de que es mejor maximizar el Throughput que maximizar el margen de contribución.

- Se le ha pedido a usted que le ayude a despejar su duda. ¿Cuál es la utilidad máxima que puede lograr la empresa?
- Plantee las restricciones y la función objetivo con programación lineal para la solución del problema (No es necesario que lo resuelva de esta manera).





15- VENIN S.A. se ha dedicado a maximizar sus ventas en los últimos años de operación. Su gerente general fue a un seminario de Teoría de Restricciones y se dio cuenta que no era la forma adecuada de producir. Así que para el siguiente mes de operación ha decidido aplicar mejores prácticas de manufactura junto con el gerente de producción. En la planta se fabrican 3 productos tal y como se describe a continuación.

Producto	Demanda máxima	Precio \$	Costos MP \$
A	2200	235	225
B	7000	333	325
C	5500	125	118

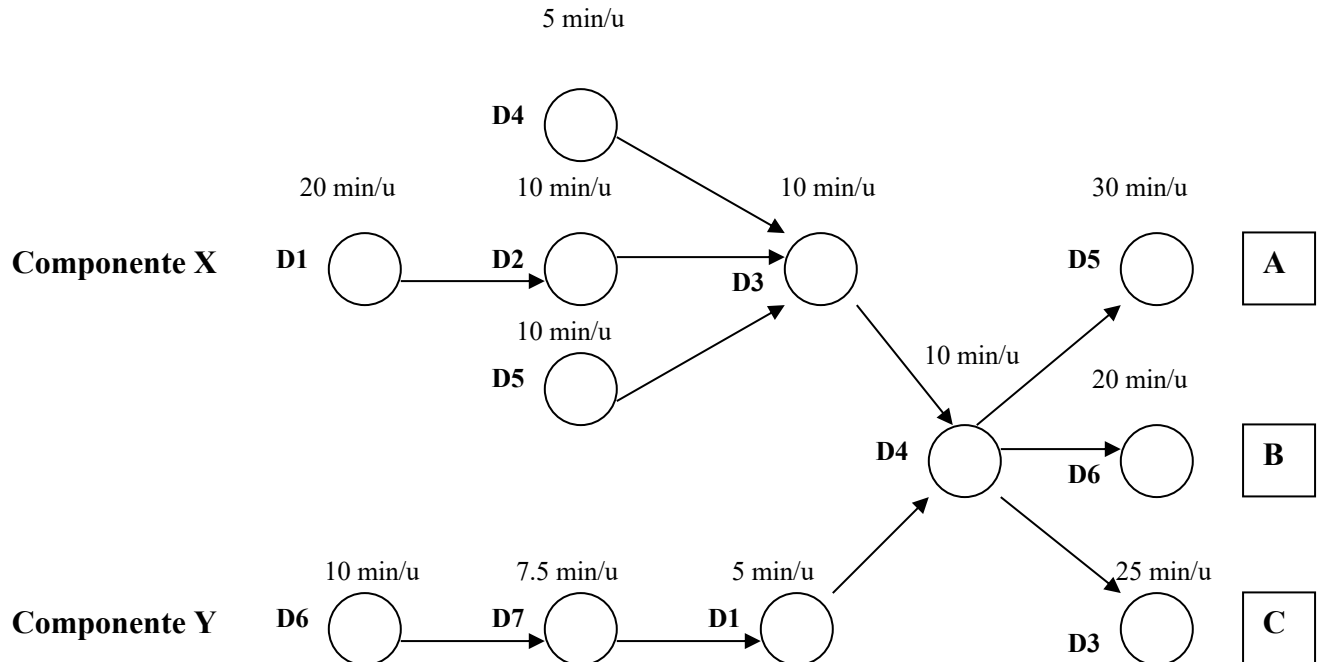
Los gastos de operación son de \$5.000. El tiempo disponible para la producción es de 95000 minutos por Departamento. Por los estudios realizados se ha determinado que la utilización de la planta es de 85%. Se ha determinado que se quiere una relación máxima de 1:5:3 entre el producto que más se hace y el que menos se produce, para mantener el posicionamiento del mercado de la empresa.

El número de componentes por producto es de:

Producto	Y	X
A	4	3
B	4	4
C	1	1

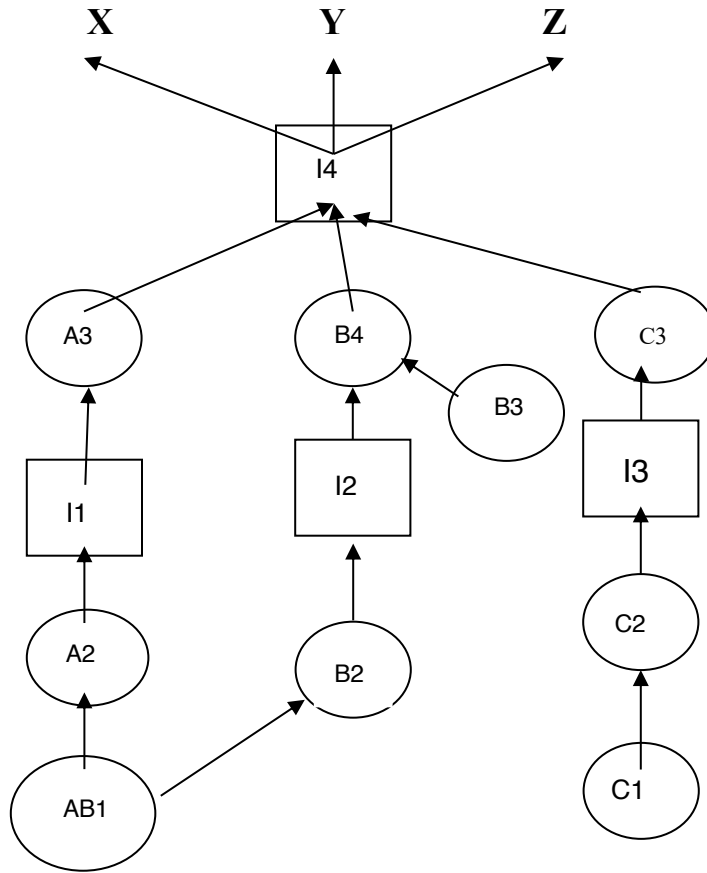
- Defina la mezcla de producción para la empresa priorizando ventas, priorizando margen de contribución y finalmente priorizando throughput.
- Haga el planteamiento para resolver el problema por programación lineal.





16- TRES ESES S.A. puede fabricar 3 productos tal como se describe en la figura. La planta opera con un tiempo normal disponible de 9100 minutos mensuales, sin embargo, por política de la compañía la capacidad de las plantas debe permanecer comprometida en un 95 % para enfrentar eventualidades. Los datos de producción y explosión de materiales se muestran en las siguientes figuras. El proceso tiene condiciones de capacidad fija e inamovible en cada centro de trabajo. Los gastos de operación totales son de 3 250 000\$ por mes.

- ¿Cuál es el plan de producción que logra la utilidad máxima dado que no es posible vender más que la demanda especificada para el pronóstico dado? Compare margen de utilidad con throughput. La relación en la mezcla de los productos debe ser de 2.5:1.
- Plantee el problema para ser resuelto por programación lineal.

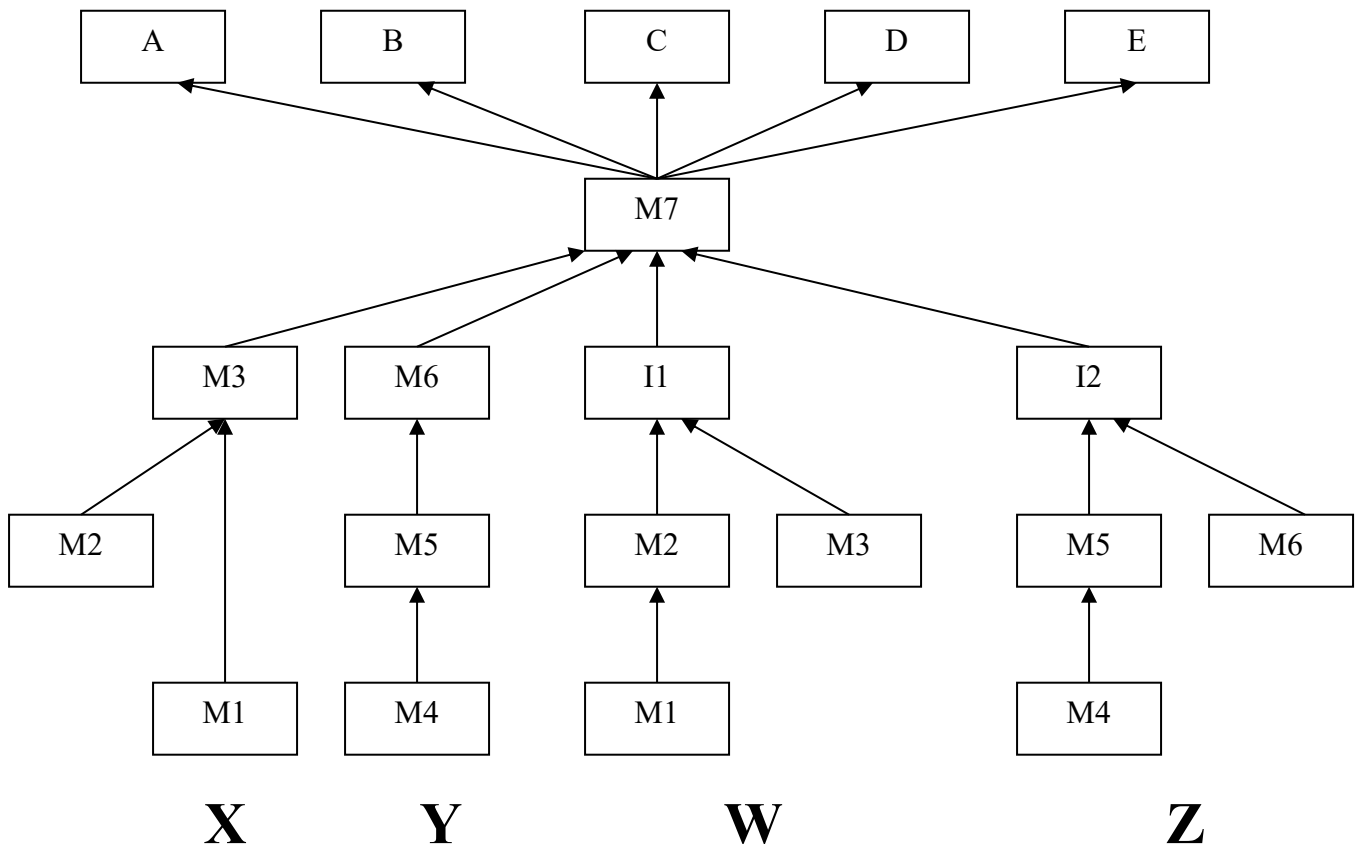


Producto	Precio un. \$/un	CMP \$/un	Plan Producción Mes 1	Plan Producción. Mes 2	A	B	C
X	800	400	2000	4000	2	2	1
Y	1000	450	5000	4000	3	2	1
Z	900	725	2000	3500		2	3

OP	A1	A2	A3	B1	B2	B3	B4	C1	C2	C3	I1	I2	I3	I4
TE min/u	0.25	0.3	0.3	0.3	0.2	0.25	0.1	0.45	0.4	0.4	0.1	0.15	0.2	0.1



17- Think S.A. es una empresa nacional que se dedica al diseño y fabricación de mobiliario para oficina. La competencia en este sector de la industria siempre ha sido muy fuerte. Sin embargo, con la llegada de Office Depot la compañía ha comenzado a tener pérdidas. Brian Stern, gerente general de la empresa, ha tomado varias medidas para tratar de paliar la situación. Una entre muchas medidas ha sido la contratación de usted para una asesoría profesional que le ayude a disminuir las pérdidas que se están teniendo en el corto plazo y si es posible generar utilidades mientras las nuevas estrategias ayudan a recuperar la posición de la empresa en el mercado. La planta trabaja 350 horas mensuales y fabrica cinco productos, a saber: A, B, C, D y E. La siguiente tabla presenta la lista de componentes para cada producto, así como los precios de venta y el costo de los materiales por unidad. La empresa actualmente tiene gastos de operación por \$250.000 al mes y utiliza una relación de 2 a 1 entre el que más produce y los demás. Las inspecciones toman 2 minutos por unidad con excepción de la inspección 4.





Producto	Demanda	Precio	CMP	X	Y	W	Z
A	300	1.750	1.300		1		2
B	300	1.700	1.400	2	1	2	1
C	300	1.650	1.200	1	1	1	1
D	300	1.800	1.450	2	1	2	1
E	300	1.600	1.220	3	1	1	1
Máquinas	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
Min/und.	5	4	4	10	6	5	22
Alistam.	2.000	1.500	1.000	2.500	500	1.000	2.500

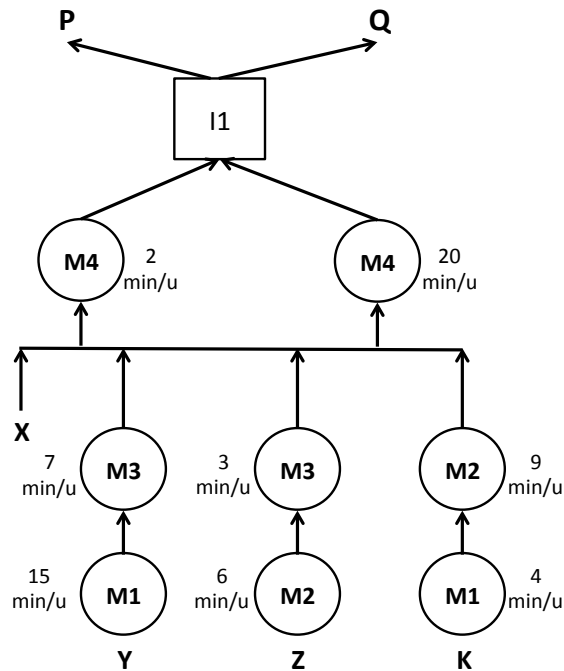
- a) ¿Cuál mezcla de productos recomendaría usted fabricar? Haga el análisis usando (1) la relación precio de venta/margen de contribución y (2) con throughput.
b) Plantee el problema para ser resuelto por medio de Programación Lineal.

18- GIMAT S.A. puede fabricar 2 productos tal y como se describe en la figura. La planta opera con un tiempo normal disponible de 2667 minutos semanales. Sin embargo, por política de compañía la capacidad de las plantas debe permanecer comprendida en un 90% para enfrentar eventualidades. Los datos de producción y explosión de materiales se muestran en las siguientes figuras.

Producto	Precio \$/u	CMP \$/u	Demanda semana 1	Demanda semana 2	X	Y	Z	K
P	120	60	100	70	1		1	1
Q	210	150	50	60		2	1	2

El proceso tiene condiciones de capacidad fija en cada centro de trabajo. Los gastos de operación totales son de \$5.500 por semana. ¿Cuál es el plan de producción que logra la utilidad máxima (resuelva sólo por throughput) dado que no es posible vender mas que la demanda específica? Se desea guardar una relación máxima de 2 a 1 en la mezcla de productos.





19- Probus S.A. puede fabricar 2 productos tal y como se describe en la figura. La planta opera con un tiempo normal disponible de 200 horas mensuales. La política de la compañía establece que la capacidad de la planta debe permanecer comprometida en un 95% para enfrentar eventualidades. Se destina un 5% para mantenimiento y un 10% para alistamientos. Por otro lado, se tiene una política de no exceder el 10% de la capacidad de tiempo normal como horas extra. Los datos de producción y explosión de materiales se muestran en las siguientes figuras.

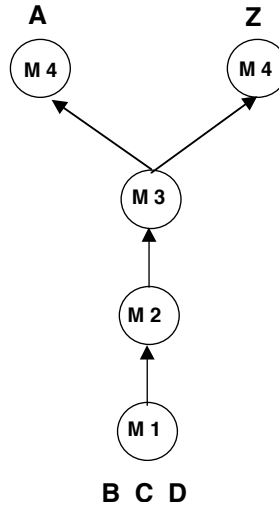
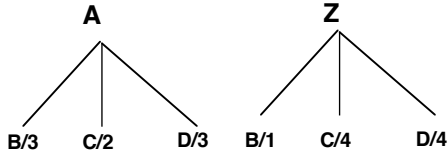
El proceso tiene condiciones de capacidad fija en todas sus líneas de fabricación. Cada centro de trabajo está compuesto por una máquina y tres operarios. Los tiempos de procesamiento, así como la eficiencia y utilización de cada máquina se muestran en las tablas siguientes.

Boleta de Producción	
Tipo de Máquina	Tiempo (horas/100 unds.)
M1	0.4
M2	0.3
M3	0.6



* SE TIENE SOLO UNA MAQUINA DE CADA TIPO

**Lista de
Materiales**



Producto	Precio venta €/ud	Precio €/ud	Demanda Mes 1	Demanda Mes 2
A	14.400	14.400	2.000	4.000
Z	18.000	18.000	3.000	3.000

Componente	CMP €/ud
B	1.000
C	2.000
D	1.000

Tiempos de ejecución en minutos por unidad

Productos o Componentes	M1	M2	M3	M4
A				1.5
Z				1.5
B				
C				
D				
%U	92	92	95	90
%E	95	95	95	100



2511-9180 / 2511-9188



www.ean.ucr.ac.cr



negocios@ucr.ac.cr



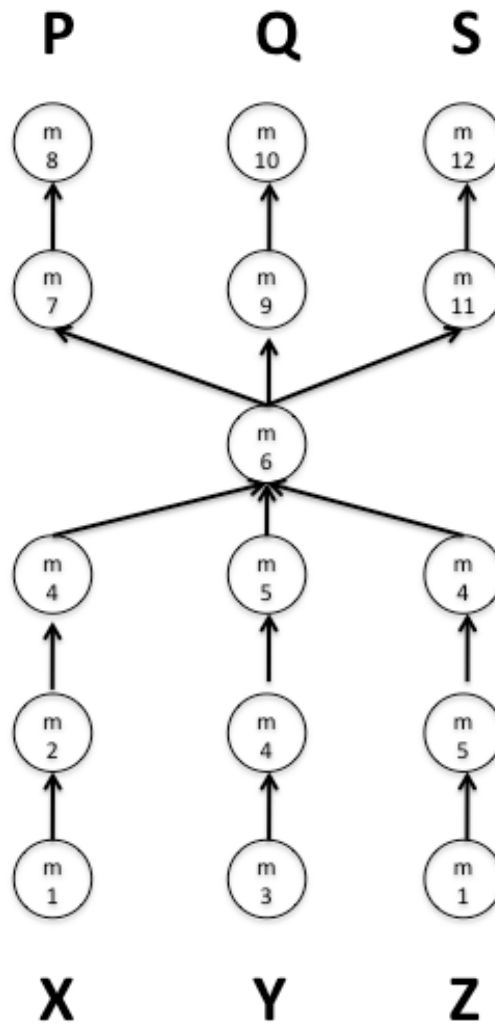
/eanucr



Los gastos de operación totales son de $\text{¢}7.500.000$ por mes. Debe considerar en su análisis que la empresa NO cuenta con capacidad financiera para trabajar más de un turno.

- ¿Cuál es la mezcla de producción para lograr la utilidad máxima, dado que no es posible vender más que la demanda especificada? No hay relación de producción.
- Plantee el problema para ser resuelto por programación lineal.

20- Always the Same S.A., puede fabricar 3 productos tal como se describe en la figura y en las tablas.





La planta opera con un tiempo productivo disponible de 10 000 minutos mensuales, sin embargo, por política de la compañía la capacidad de las plantas debe permanecer comprometida en un 95% para enfrentar eventualidades, suponga que no hay tiempos de alistamiento. Los gastos de operación totales son de $\$ 6 500 000$ por mes. En la actualidad la empresa puede vender todo lo que se fabrique ya que no hay limitantes de demanda, sin embargo, se debe tener presente que existe una demanda mínima del producto P por 500 unidades.

Producto	Precio en $\$$ /und.	CMP en $\$$ /und.	Demanda	Materiales		
				X	Y	Z
P	1,200	500		2	2	1
Q	2,000	700		2	2	3
S	1,800	300		1	1	1

Máquina	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
T en min/und.	0.3	0.4	0.2	0.3	0.5	0.3	2	3	2	3	2	3

- ¿Cuál es el plan de producción para lograr la utilidad máxima?
- Plantee el problema para ser resuelto por programación lineal.

21- Considere una línea de producción con cuatro estaciones, a saber 1, 2, 3 y 4, donde los productos pasan por las cuatro máquinas en orden ascendente. Tres productos diferentes denominados A, B y C se producen en la línea. Las horas requeridas para cada producto en cada estación y el margen de contribución de cada uno (r_i) se detalla a continuación:

	1	2	3	4	r_i
A	2.4	1.1	0.8	3.0	\$50
B	2.0	2.2	1.2	2.1	\$65
C	0.9	0.9	1.0	2.5	\$70

El número de horas disponibles en cada centro de trabajo (c_j) y los límites superior e inferior de demanda (D_i y d_i) para cada producto en los próximos dos trimestres se muestran a continuación:





t	1 TRIM	2 TRIM
c₁	640	1.280
c₂	640	640
c₃	1.920	1.920
c₄	1.280	2.560
D_A	100	75
d_A	0	0
D_B	100	100
d_B	20	25
D_C	300	400
d_C	0	50

- Determine el plan de producción para cada trimestre que logra la utilidad máxima cuando NO hay relación de producción.
- Determine el plan de producción para cada trimestre que logra la utilidad máxima dado que no es posible vender más o menos que las demandas especificadas. Utilice una relación de producción de 4 a 1 entre el producto que más se vende y el que menos.
- Plantee el problema para ser resuelto por medio de programación lineal.

22- Cía. Duda S.A., fabrica dos productos P y Q los cuales se venden a \$325 y \$500 respectivamente. En estos momentos existe una clara restricción física de mercado, sólo se pueden vender 875 unidades de P y 550 unidades de Q por mes. Los datos de producción se muestran en las siguientes figuras, además la empresa tiene disponible para cada centro de trabajo 173.33 horas por mes y se permite trabajar como máximo un 30% adicional como tiempo extra.

PRODUCTOS	COMPONENTES	
	B	A
P	2	1
Q	3	2

Se necesita un material W que es básico para fabricar el sub ensamble A a razón de una unidad de W por ensamble y se necesita un componente C que es necesario para realizar la operación en A3 a razón de una de C por ensamble. Por otro lado, B es necesario para realizar la operación 3 de cada producto. W, B y C se compran externamente a un costo de \$25/unidad, \$50/unidad y \$50/unidad respectivamente. La empresa trabaja con alistamientos de un 26.5% del tiempo disponible por máquina y solo se dispone de una máquina de cada tipo.





Producto P

Maquina	Horas por unidad
M1	0.211
M2	0.181
M3	0.236

Sub-ensamble A

Maquina	Horas por unidad
A1	0.1025
A2	0.0830
A3	0.1165

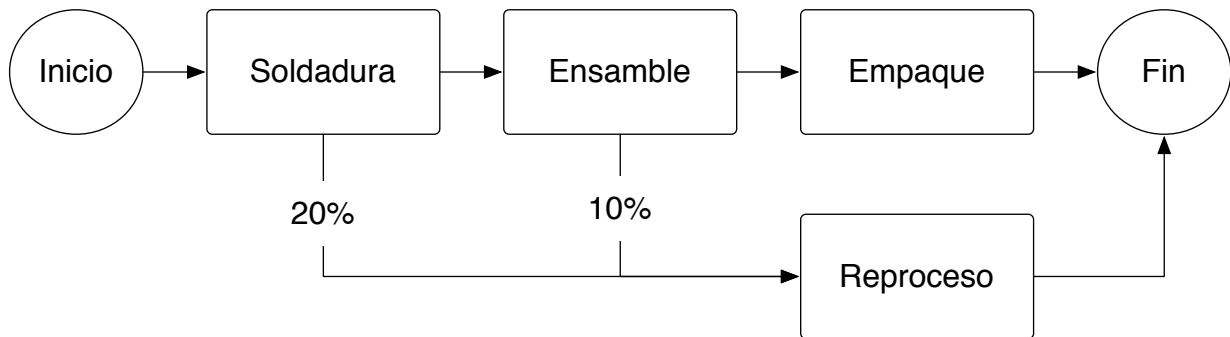
Producto Q

Maquina	Horas por unidad
M4	0.184
M5	0.356
M6	0.205

La empresa se queja porque actualmente está obteniendo pérdidas, aún cuando está tratando de maximizar el margen de contribución total. Si los gastos de operación son de \$171,200 calcule:

- ¿Por qué la empresa tiene pérdidas? ¿A cuánto ascienden?
- ¿Cuál es la utilidad máxima que podría lograr?
- Plantee el problema para ser resuelto por programación lineal

23- Un proceso de manufactura de bicicletas consta de tres etapas (soldadura, ensamble y empaque), como se muestra a continuación:



El proceso ha experimentado severos problemas de calidad por la falta de personal debidamente entrenado. En específico, 20% de las bicicletas que salen de la etapa de soldadura han presentado fallas, por lo que son enviadas a una estación con trabajadores altamente capacitados que las corrigen, terminan de fabricar la bicicleta y la empaican en un tiempo promedio de 20 minutos.

Este mismo problema también se presenta en la estación de ensamble, donde 10% de las bicicletas presentan fallas y son enviadas a la estación de reproceso. En este caso solo toman 10 minutos (en promedio) corregir el problema y empaclar el producto.





A continuación, se presentan los contenidos de trabajo y los recursos requeridos para cada actividad:

Actividad	Duración en minutos	ID del recurso utilizado
Soldadura	6	OS, SO
Ensamble	5	OEN, HE
Empaque	4	OEM
Reproceso (si viene de soldadura)	20	OR, SO, HE
Reproceso (si viene de ensamble)	10	OR, HE

Por otro lado, se sabe que la disponibilidad programada de todos los recursos es de 8 horas por día, con las siguientes unidades y factores de utilización:

ID	Recurso	# de unidades	Utilización
OS	Operador de soldadura	3	85%
SO	Máquina de soldar	4	85%
OEN	Operador de ensamble	2	85%
HE	Herramientas de ensamble	3	95%
OEM	Operador de empaque	2	85%
OR	Operador de reproceso	1	90%

- Determine las capacidades teórica y efectiva del proceso.
- Identifique el cuello de botella teórico. ¿Es igual al cuello de botella efectivo?
- Se ha observado que los contenidos de trabajo de reproceso pueden reducirse 5 minutos si se evita empacar la bicicleta durante esta fase y en su lugar, se envía al área de empaque. Indique cómo se ve afectada la capacidad efectiva del proceso si se implementa esta modificación.





24- La empresa Alto y Volando S.A. es un productor de papелotes y mangas de viento. Los datos relevantes de una operación de cuello de botella en el taller para el próximo año fiscal están dados en la siguiente tabla:

Artículo	Papelotes	Mangas de viento
Pronóstico de demanda	30.000 unidades por año	12.000 unidades por año
Tamaño de lote	20 unidades	70 unidades
Tiempo de procesamiento estándar	0,3 horas por unidad	1 horas por unidad
Tiempo de preparación estándar	3 horas por lote	4 horas por lote

El taller trabaja dos turnos por día, ocho horas por turno, 200 días por año. En la actualidad, la compañía opera cuatro máquinas y desea un amortiguador de 25%. ¿Cuántas máquinas deben comprarse para cumplir la demanda el año próximo sin recurrir a soluciones de corto plazo?

25- El señor Problemón es el gerente de Industrias Rancias S.A. Debe decidir la estrategia de producción de dos productos secretos, para los cuales por razones de seguridad vamos a llamar A y B. Las dudas que le conciernen son (1) si tan siquiera debe fabricar estos productos y (2) cuánto debe producir de cada uno. Ambos productos pueden fabricarse en una sola máquina, y hay tres marcas de máquinas que se pueden arrendar para este propósito.

Sin embargo, debido a problemas de disponibilidad, Industrias Rancias puede arrendar hasta un máximo de tres máquinas en total, pero el proveedor solo tiene una máquina de cada marca. Por lo tanto, el Sr. Problemón debe decidir cuántas y cuál, si es que alguna, máquina debe arrendarse. Los datos relevantes de los productos y las máquinas se muestran a continuación:

Máquina	Horas de producción para una unidad de A	Horas de producción para una unidad de B	Capacidad semanal en horas	Costo semanal de arrendamiento
Marca 1	0.5	1.2	80	\$20.000
Marca 2	0.4	1.2	80	\$22.000
Marca 3	0.6	0.8	80	\$18.000

Producto	Demanda máxima (unidades / semana)	Margen bruto (\$ / unidad)
A	200	150
B	100	225





¿Cuál es el plan de producción que logra la utilidad máxima dado que no es posible vender más que la demanda especificada? Determine si se deben o no arrendar máquinas, cuántas de cada tipo y la utilidad neta de cada producto.

26- El Hospital Arcángel tiene un proceso de aplicación de rayos X. Con el fin de poder brindar a los clientes un servicio de mejor calidad, se desea estudiar la capacidad de este. Las cantidades de unidades por cada tipo de recurso se presentan en la siguiente tabla:

Recurso	Número de unidades disponibles
Mensajero	6
Recepcionista	1
Técnico de rayos X	4
Sala de rayos X	2
Técnico de revelado	3
Sala de revelado	2
Sala de vestido	2

En la siguiente tabla se muestran los datos relevantes:

ID	Actividad	Contenido de trabajo (minutos/paciente)	Predecesores	Recursos asignados
1	Paciente camina a sala de rayos X	7	Ninguno	Ninguno
2	Mensajero envía solicitud a sala de rayos X	20	Ninguno	Mensajero
3	Técnico de rayos X llena un formulario con los datos que proporciona el médico	6	2	Técnico de rayos X
4	Recepcionista recibe información del paciente sobre su seguro y la envía a la compañía	5	1, 3	Recepcionista
5	Paciente se coloca una bata	3	4	Sala de vestido
6	Técnico de laboratorio de rayos X toma la placa	7,5	5	Técnico de rayos X, sala de rayos X
7	Técnico de revelado de rayos X revela la placa	15	6	Técnico de revelado, sala de revelado
8	Técnico de laboratorio de rayos X inspecciona la placa. Si la placa no es satisfactoria se repiten los pasos 6, 7 y 8 (75% pasa a la primera y 25% debe hacerse una segunda vez)	2,5	7	Técnico de rayos X
9	El paciente se quita la bata y se viste	3	8	Sala de vestido
10	El paciente camina al consultorio	7	9	Ninguno
11	Un mensajero lleva la placa al consultorio	20	8	Mensajero





La disponibilidad programada de cada uno de los recursos es de 8 horas por día, aunque cada uno experimenta un factor de pérdida de disponibilidad del 15%. Con base en esto responda:

- Calcule las capacidades teórica y efectiva (en pacientes por día) para cada uno de los recursos.
- Identifique las capacidades teórica y efectiva de todo el proceso.
- ¿Cuál es el tiempo de ciclo del proceso?
- ¿Cuántos pacientes se pueden atender simultáneamente?

27- Un proveedor de frenos de automóvil trabaja dos turnos de ocho horas, cinco días a la semana, 52 semanas al año. La siguiente tabla presenta los estándares de tiempo, tamaño de los lotes y pronósticos de demanda para tres componentes. Debido a la incertidumbre que existe en torno a la demanda, el gerente de operaciones obtuvo tres pronósticos de demanda (pesimista, esperado, optimista). El gerente cree que lo más conveniente es un colchón de capacidad de 20%.

Componente	Estándar de tiempo			Pronóstico de demanda		
	Procesamiento (h/unidad)	Preparación (h/lote)	Tamaño del lote (uds/lote)	Pesimista	Esperado	Optimista
A	0.05	1	60	15.000	18.000	25.000
B	0.20	4.5	80	10.000	13.000	17.000
C	0.05	8.2	120	17.000	25.000	40.000

- ¿Cuál es el número mínimo necesario de máquinas? ¿El número esperado? ¿Y el número máximo?
- Si la operación tiene actualmente tres máquinas y el gerente está dispuesto a expandir la capacidad en 20% por medio de opciones a corto plazo, en caso de que se presente la demanda optimista, ¿cuál es la brecha de capacidad?
- ¿Cuál es la capacidad máxima que tiene la empresa con tres máquinas si desea mantener una relación de 2 a 1 entre el producto que más se hace y los que menos? Utilice un margen de contribución de \$20, \$35 y \$15 para A, B y C respectivamente.

Una larga trayectoria de excelencia...

