



Pontificia Universidad Católica de Chile  
Escuela de Ingeniería  
Departamento de Ingeniería Industrial y de Sistemas

## Examen - PAUTA

ICS 3213 Gestión de Operaciones  
Sección 1 y Sección 2 – 1<sup>er</sup> semestre 2018  
Prof. Alejandro Mac Cawley  
Prof. Isabel Alarcón

### Instrucciones:

- **Poner nombre y número a todas y cada una de las hojas del cuadernillo.**
- **No descorchetear el cuadernillo en ningún momento durante la prueba o el formulario.**
- La prueba consta de 3 secciones. Debe contestar cada una de las preguntas en el espacio asignado.
- No se permiten resúmenes de clases, ni de casos, ni formularios.
- **Se descontará 10 puntos por no cumplir alguna de estas instrucciones.**
- La prueba tiene 120 puntos y dura 120 minutos.
- No se pueden utilizar laptops ni celulares.
- Se leerá la prueba al comienzo de clases y después se permitirán preguntas en voz alta. Posteriormente en la mitad de la prueba se volverá a permitir preguntas en voz alta. No se permitirán preguntas fuera de estos intervalos. Si su duda persiste indique el supuesto y continúe.
- Este curso adscribe el Código de Honor establecido por la Escuela de Ingeniería el que es vinculante. Todo trabajo evaluado en este curso debe ser propio. En caso de que exista colaboración permitida con otros estudiantes, el trabajo deberá referenciar y atribuir correctamente dicha contribución a quien corresponda. Como estudiante es su deber conocer la versión en línea del Código de Honor (<http://ing.puc.cl/codigodehonor>).

---

Firma Alumno

¡Muy Buena Suerte!

**PARTE I. (30 puntos) Responda solo 3 de las siguientes 4 preguntas. SI RESPONDE LAS 4 SOLO SE CONSIDERARÁN LAS PRIMERAS 3. [10 puntos c/u]**

1. Usted es contratado como Gerente de Operaciones de una empresa de retail digital que piensa colocar operaciones en Chile. El Gerente General le pide que establezca 2 focos en la estrategia de operación y 2 indicadores que midan el desempeño de estos. En su respuesta comente el por qué seleccionaría estos focos y la razón de por los indicadores miden el logro del foco seleccionado.

Focos de Estrategia: Deberian estar en línea con la estrategia del retailer, en este caso digital

(Aclaracion: Seria de esperar que tenga costos bajos y buena capacidad de reacción, considerando que ofrece calidad estable. La flexibilidad le podría dar la posibilidad de reaccionar, y suele ser un elemento importante en el caso de ofertas digitales, donde es mas amplia la gama que potencialmente se comercializa)

Focos y algunos indicadores factibles, están solo enunciados:

- Costo → costos de operación, provision, logística, etc
- Velocidad → velocidad de recibo, velocidad de procesamiento de orden, velocidad de entrega de producto
- Calidad → podrian estar vinculados a servicio, atención al cliente, o al producto en si. Este también podría ser un aspecto que se destaque como estrategia
- Flexibilidad → indicadores vinculados a opciones de compra, destinos alcanzados, cantidad de sku, mix, existencia y velocidad de reposicion, etc.

Mencionar y justificar con criterio porque se elige cada foco de estrategia > 2.5 ptos x foco, max 5 ptos

Indicadores y justificación > 2.5 por foco, max 5 ptos

2. En clases se presentó el concepto y metodología de Sales and Operations Planning (S&OP). Cuál es el objetivo que busca S&OP en la organización. Describa cada uno de los pasos de S&OP e indique cómo logran el objetivo buscado.

Es un método de planificación para aunar los conceptos financieros, logísticos, y de produccion con ventas.

Definicion > 3 ptos

- Pasos:
- Plan de demanda > Plan de suministros > Generacion conjunta de escenarios (con indicadores financieros/económicos) > Consenso de decisiones criticas para comunicar como S&OP

Por describir los pasos y nombrar los mas importantes > 4 ptos

- Logros mas importantes:
- Reducción de costos operativos al reducir el exceso de inventarios, los retrasos en la programación de producción y los gastos innecesarios de transporte.**
  - Mayor control de inventario, reduciendo la suspensión de ventas a causa de insuficiencia de productos en puntos de venta o almacenes.
  - Procesos de gestión más eficientes al generar situaciones hipóteticas que permiten detectar de manera anticipada posibles situaciones problemáticas.
  - Mejor control de desempeño y resultado de nuevos productos y promociones como parte del desarrollo de una estrategia global.

Describir como articulan par generar el logro, o describir los logros, al menos 3 > 3 ptos

3. En el juego de la cerveza se identificaron al menos 3 causas del efecto. Indique estas tres causas y comente la razón por la cual cada una produce el efecto látigo. ¿Cómo las empresas abordan estas causas para evitar el efecto látigo? Nombre al menos 2 medidas y explique brevemente.

Las razones que se pueden listar son:  
- falta de comunicación entre eslabones  
- lead time que no reacciona en forma instantánea  
- motivaciones o indicadores no globales para la cadena, sino gestionados en forma individual

Cada razón listada y explicada > 2 ptos, max 6 ptos

Medidas que se pueden tomar (la forma de expresarlo debe ir orientada a la disminución mitigación)  
Un causal que lo aminora es que la comuniacion existe, y hay algun tipo de intercambio, aunque no sea completo eso ayuda.  
Un causal que lo incrementa, es que puede ser multiproducto esto y las prioridades no son similares, por lo que podría incrementarse (si la gestión es difícil con 1, con mas productos se multiplica).  
Para aminorar los efectos tratan de compartir información, cotejar planes, e incluso ser mas transparentes en las demandas futuras, al menos parcialmente.

Nombrar y explicar cada medida > 2 ptos, max 4 ptos

4. En calidad se ha evolucionado primero desde Total Quality Management (TQM), hacia Calidad Robusta y ahora se orienta el proceso a Six Sigma. Describa cada uno de estos conceptos de calidad y comente que es lo que ha aportado cada uno a mejorar la calidad en las organizaciones.

TQM > es un sistema que alcanza a la organización y tiene como idea extender el concepto de calidad

Calidad Robusta > calidad pese a los errores de proceso, con foco en el diseño

Six Sigma > orientado a mejorar la variabilidad del proceso a trves de disminuirla

Descripción (mas completa que las anteriores pero que capture la esencia) > 2.0 ptos cada uno, [max 6 pto]

Que aportaron en la organización:

TQM > extender el concepto y hacer claro que el concepto de calidad se genera como consecuencia del comportmaiento organizacional

Calidad Robusta > la idea de la corrección se deja de lado, y se piensa de manera proactiva para lograr resultados estables frente a falla

Six sigma > los procesos deben atacarse por un elemento que genera incertidumbre, la variabiliad en el comportamiento. Esto permite aun acotar mas los resultados y tener mayor dominio de un sistema orientado a la calidad

Explicacion concreta del aporte de cada uno, con las ideas anteriores como ejes > 4.0 ptos

PARTE II (20 Puntos): Ejercicios Cortos. RESPONDA DOS DE LAS SIGUIENTES TRES PREGUNTAS. (10 PTOS C/U)

a) Demuestre matemáticamente que el modelo de suavizamiento exponencial se puede expresar como  $F_{t+1} = \sum_{k=0}^{\infty} (1 - \alpha)^k \alpha A_{t-k}$ .

$$F_{t+1} = \alpha A_t + (1 - \alpha)F_t$$
$$F_t = \alpha A_{t-1} + (1 - \alpha)F_{t-1}$$

$$F_{t+1} = \alpha A_t + (1 - \alpha)\alpha A_{t-1} + (1 - \alpha)^2 F_{t-1}$$
$$F_{t+1} = \alpha A_t + (1 - \alpha)\alpha A_{t-1} + (1 - \alpha)^2 \alpha A_{t-2} + (1 - \alpha)^3 F_{t-3}$$

$$F_{t+1} = \sum_{k=0}^{\infty} (1 - \alpha)^k \alpha A_{t-k} + (1 - \alpha)^{\infty} F_{t-\infty}$$
$$F_{t+1} = \sum_{k=0}^{\infty} (1 - \alpha)^k \alpha A_{t-k}$$

Desarrollo completo > 10 pts  
Por desarrollos parciales, solo hasta 3 pts.

b) Demuestre matemáticamente que cuando una SKU se almacena en espacio compartido en k lugares de igual tamaño, la eficiencia del uso del espacio es igual a  $ef = \frac{k}{(k+1)}$

La eficiencia de espacio es = Espacio Utilizado/Espacio Disponible.

Cuando se divide en k Unidades el espacio disponible se va ajustando de acuerdo a una sumatoria.

$$Disp = \sum_{n=1}^k n = \frac{k(k+1)}{2}$$

El espacio utilizado corresponde a los (k-1) espacios completamente utilizados más la media unidad en uso que se libera en cada periodo.

$$Util = \sum_{n=1}^{k-1} n + \frac{k}{2} = \frac{(k-1)(k)}{2} + \frac{k}{2}$$
$$Ef = \frac{Util}{Disp} = \frac{\frac{k^2}{2}}{\frac{k(k+1)}{2}} = \frac{k}{(k+1)}$$

Desarrollo completo > 10 pts  
Por desarrollos parciales, solo hasta 3 pts.

c) Demuestre matemáticamente que para una cadena de abastecimiento con un retailer que enfrenta una demanda  $Q=a-P$ , donde P es el precio y un productor con costos de \$c por unidad; el retailer venderá el doble de unidades en una cadena centralizada que en el caso de una cadena descentralizada.

Descentralizado

$$\Pi_{Ret}(P) = Q(P - w) = (a - P)(P - w) = aP - aw - P^2 + Pw$$
$$\frac{d \Pi_{RET}(P)}{dP} = a - 2P + w = 0$$
$$P^* = \frac{a + w}{2}$$

$$\Pi_{Fab}(w) = Q(w - c) = (a - P)(w - c)$$
$$\Pi_{Fab}(w) = \left(a - \frac{a + w}{2}\right)(w - c) = \left(\frac{a - w}{2}\right)(w - c) = \frac{aw - ac - w^2 + wc}{2}$$
$$\frac{d \Pi_{Fab}(w)}{dw} = \frac{a - 2w + c}{2} = 0$$
$$w^* = \frac{a + c}{2}$$
$$P^* = \frac{a + \left(\frac{a + c}{2}\right)}{2} = \frac{3a + c}{4}$$
$$Q^* = a - \frac{3a + c}{4} = \frac{a - c}{4}$$

Centralizado

$$\Pi_{sc}(P) = Q(P - c) = (a - P)(P - c) = aP - ac - P^2 + Pc$$
$$\frac{d \Pi(P)}{dP} = a - 2P + c = 0$$
$$P^* = \frac{a + c}{2} = 50.5$$
$$Q^* = a - \frac{a + c}{2} = \frac{a - c}{2}$$

Por ende, es el doble.

Desarrollo completo > 10 pts  
Por desarrollos parciales, solo hasta 3 pts.

PARTE II (70 Puntos): Ejercicios de Desarrollo. Responda las siguientes 3 Preguntas

1.- (20 Puntos) Usted es el Gerente de una planta de ácido sulfúrico que provee a la minería. Usted sabe que la demanda diaria de ácido que le compran sus clientes (En toneladas) depende directamente del precio diario del cobre (PCu en U\$ por libra). Acá se presenta la tabla con la relación entre el precio del cobre diario y la demanda diaria de ácido:

# Dato	Precio Cobre U\$/Lb	Cantidad Acido (Ton)	# Dato	Precio Cobre U\$/Lb	Precio Acido (Ton)
1	3.2	1200	10	3.5	1450
2	3.0	1000	11	2.6	750
3	3.1	1050	12	3.1	1100
4	3.3	1270	13	3.2	1200
5	2.7	800	14	2.9	990
6	3.4	1350	15	2.6	750
7	3.0	1025	16	2.8	900
8	2.8	850	17	3.0	1025
9	2.9	950	18	3.1	1050

De la tabla tiene:  $\sum PCu = 54.2$   $\sum QAcido = 18710$   $\sum (PCu)^2 = 164.3$   $\sum (QAcido)^2 = 20114250$  finalmente  $\sum (QAcido * PCu) = 57192$ . El proceso está compuesto por dos máquinas en serie que se detallan a continuación:



El proceso productivo funciona 3 turnos, 24 hrs al día los 7 días de la semana. Cada vez que se enciende una maquina se incurre en un costo de inicio o de setup. Los costos de inicio o setup de cada máquina son: Maquina 1: 80 \$/setup y Maquina 2: 120 \$/setup. Dada la antigüedad de la tecnología de las máquinas, estas no pueden ajustar su capacidad y deben funcionar siempre a su máxima capacidad. El costo anual de mantener inventario en proceso es de 30 \$ por tonelada, tanto de producto terminado como semielaborado.

- a) (10 ptos) Con esta información usted debe determinar la política optima de inventarios en proceso/terminado y los tiempos de producción de cada máquina para un precio promedio de 3.0 U\$/lb de cobre.
- b) (10 ptos) Dado un escenario optimista de 3.3 U\$/lb y un escenario pesimista de 2.7 U\$/lb, calcule nuevamente la política optima de inventarios en proceso/terminado y los tiempos de producción de cada máquina.

Respuesta de la Parte III Pregunta 1:

a)

Determinar la ecuación que vincula Q con P

Pregunta 2						Pcu	Qacido			
Los dato sinicials permiten establecer una relacion entre el volumen vendido y el precio.						3.2	1200	10.24	1440000	3840
Usando la regresion lineal:						3.0	1000	9	1000000	3000
						3.1	1050	9.61	1102500	3255
b						3.3	1270	10.89	1612900	4191
n						2.7	800	7.29	640000	2160
s[x]						3.4	1350	11.56	1822500	4590
s[y]						3.0	1025	9	1050625	3075
s[x^2]						2.8	850	7.84	722500	2380
s[y^2]						2.9	950	8.41	902500	2755
s[x*y]						3.5	1450	12.25	2102500	5075
b						2.6	750	6.76	562500	1950
a						3.1	1100	9.61	1210000	3410
a						3.2	1200	10.24	1440000	3840
						2.9	990	8.41	980100	2871
						2.6	750	6.76	562500	1950
						2.8	900	7.84	810000	2520
						3.0	1025	9	1050625	3075
						3.1	1050	9.61	1102500	3255
						54.2	18710	164.32	20114250	57192

Situacion A									
Demanda proyectada									
y	x								
1030.954274	3.00								
La demanda potencial sera 1031 43 demanda / hora									
La capacidad de produccion diaria es 960									
La demanda abastecida diariamente sera 960 Dado que la demanda es mayor que la velocidad de M1, el CB esta dentro del sistema									
La demanda se transforma en el cuello de botella									
Tasa de consumo diario maquina M2 40 ton/hr									
Tasa de produccion maquina M1 62.5 ton/hr 1500									
D	345600 demanda abastecida*360								
CO	80 Costo de orden = costo de setup en caso de produccion								
CH	30 Costo de mantenimiento inventario= \$/ton/ano								
p	62.5	tasa de produccion hora							
d	40	tasa de demanda ton/hr							
Q	2262.74 cantidad optima en Maquina 2								
Produccion de 1 semana									
\$/Politica									
Demanda Total 960 6720 ton/semana									
Arranques de maq 1 2.97 3.00 Cant. De arranques de produccion									
Costo Inicio Setup 130.00 390 Costo por setup									
Costo Diario de inventario 0.08 Mismo costo para semielaborados que para producto terminado >> Deberia tener otro valor									
	Demanda	Prod	Inv						
Dia 1	960	1500.00	540			45			
Dia2	960	762.74	343			29			
Dia3	960	1500.00	883			74			
Dia4	960	762.74	685			57			
Dia5	960	1500.00	1225			102			
Dia6	960	762.74	1028			86			
Dia7	960		68			6			
				Costo TOTAL		788			
Horas de marcha 6788.22 108.612 M1 168 M2									

Politica optima de inventarios: implica dar los datos bien del modelo p/p-d y el volumen de Q > 7 ptos, considerando el desarrollo correcto

Indicar cantidad de arranques de Maquina 1 y como funcionaria la maquina 2 (continuo) > 3 ptos

b) En la siguiente hoja. Puede haber una resolución con etapas separadas, o directamente considerando que la línea, maquina 1 y 2 trabajan juntas. Esta ultima también puede ser considerada valida.

Puntaje:

Indican para el caso de 3.3 que no cambia nada > 2 ptos

Identifican la demanda como el nuevo CB > 2 ptos

Desarrollo del problema correcto > 3 ptos

Resultados y conclusiones adecuadas > 3 ptos

Situacion B									
Demanda proyectada									
y	x								
801.7196819	2.7	Se transforma en CB							
1260.188867	3.3	Igual comportamiento que el anterior							
La demanda potencial sera			802						
La capacidad de produccion diaria es			960						
La demanda abastecida diariamente sera			802	33.4049867					
Hay cambio en el nivel de produccion									
Tasa de consumo diario maquina M2			40 ton/hr						
Tasa de produccion maquina M1			62.5 ton/hr		1500				
Calculos para Maquina M2									
D	288619.085	demanda abastecida*360							
CO	120	Costo setup M2							
CH	30	Costo de mantenimiento inventario= \$/ton/ano							
p	40	tasa de produccion hora							
d	33.405	tasa de consumo o demanda hora							
Q	3742.22	>>>>> Cantidad optima de produccion de acuerdo a los criterios del problema							
Produccion de 1 semana									
					\$/Politica				
Demanda Total		802	5612		ton/semana				
Arranques de Mq2			1.500	2.00	120				
Costo Inicio Setup		120			240	Costo por setup			
Costo Diario de inventario		0.083							
	Demanda	Prod	Inv			Prod. Acum			
Dia 1	802	960.00	158.28		13	960.00			
Dia2	802	960.00	316.56		26	960.00	Punto de corte de produccion		
Dia3	802	960.00	474.84		40	960.00	Reinicio de Produccion		
Dia4	802	860.00	533.12		44	860.00	Punto de corte de produccion		
Dia5	802	960.00	691.40		58	960.00	Reinicio de Produccion		
Dia6	802	960.00	849.68		71	960.00	Punto de corte de produccion		
Dia7	802	960	1007.96		84	960.00			
					Costo TOTAL	696			
Tiempo produccion		6620.00	106 M1						
			168 M2						
Demanda anual promedio		288619.085							
D	288619.085	demanda abastecida*360							
CO	80	Costo de orden = costo de setup en caso de produccion							
CH	30	Costo de mantenimiento inventario= \$/ton/ano							
p	62.5	tasa de produccion hora							
d	33	tasa de demanda ton/hr							
				La demanda es ahora la del mercado					
Q	1807.11	cantidad optima en Maquina 1							
Produccion de 1 semana									
					\$/Politica				
Demanda Total			5612.04		ton/semana				
Arranques de maq 1			3.11	4.00	Cant. De arranques de produccion				
Costo Inicio Setup		80			320	Costo por setup			
Costo Diario de inventario		0.08333333							
	Demanda	Prod	Inv			Prod. Acum			
Dia 1	802	1500	698		58	1500.00	inicio		
Dia2	802	307	204		17	1807.00			
Dia3	802	1500	902		75	3307.00	inicio		
Dia4	802	307	407		34	3614.00			
Dia5	802	1500	1105		92	5114.00	inicio		
Dia6	802	307	611		51	5421.00			
Dia7	802	1500	1309		109	6921.00			
					COSTO TOTAL	756			



(25 Puntos) Usted está a cargo de una autopista. Los autos llegan a una tasa  $\lambda$  [clientes/hr] y usted tiene una capacidad de atender los autos en la garita de atención a una tasa  $\mu$  [clientes/hr], ambas distribuidas en forma general. Actualmente tiene  $C$  garitas de atención para autos en los momentos peak. Mide el tiempo efectivo en un estudio de comportamiento, y determina la tasa de servicio  $\mu$ , el coeficiente de variabilidad del tiempo promedio de llegada es  $cv_a$  y el de atención es  $cv_s$ . Sakasegawa (1977) propone una aproximación al tiempo de espera para sistemas G/G/c dada por:

$$W_q \approx \left(\frac{CV_a^2 + CV_s^2}{2}\right) \frac{\rho^{(\sqrt{2c+2})-1}}{c(1-\rho)} \frac{1}{\mu}$$

El gobierno esta pensando en colocar un “impuesto” por la espera de los automovilistas dado por la siguiente función:  $IE(W_q) = 100 + W_q$ , que corresponde a la función del impuesto de espera (CE) de los clientes en la cola dado el tiempo de espera ( $W_q$ ). Como una forma de contrarrestar este “impuesto” está pensando realizar “descuentos” en el precio del peaje a los clientes que le permitan alterar la tasa de llegada. Por otro lado, usted determina una relación entre el descuento entregado al cliente ( $\Delta$ ) y la tasa de llegada de estos mismos ( $\lambda$ ), está dado por  $\lambda(\Delta) = \lambda e^{-\Delta}$ .

- a) (15 pts) Si no puede cambiar el número de garitas abiertas en momento peak. Plantee el modelo de programación matemática que permita modelar y optimizar el proceso productivo. Deje expresadas las condiciones de primer orden que permitan obtener el óptimo. No determine la derivada, despeje o resuelva. Si a usted se le abre la posibilidad de abrir garitas y aumentar su capacidad productiva a un costo de \$K por cada garita abierta (Las nuevas garitas tienen la misma capacidad de atención que las anteriores).
- b) (10 pts) Cómo cambia el modelo presentado en a). Sólo plantee el nuevo modelo.

Respuesta de la Parte III Pregunta 2:

a) Min CT >> CT=IE(WQ)+delta

que implica que en el sistema se minimiza el costo total que es el impuesto mas el descuento

s.a.

$$W_q \approx \left(\frac{CV_a^2 + CV_s^2}{2}\right) \frac{\rho^{(\sqrt{2c+2})-1}}{c(1-\rho)} \frac{1}{\mu}$$

Rho=lambda/c\*mu

Se debe reemplazar en la ecuación de CT, la función IE(WQ) por 100 + WQ. Luego se reemplaza este WQ por la ecuación de Sakasegawa y se deriva. La condición de primer orden es dejar planteada la derivada Al menos debe estar escrita la expresión de las derivadas parciales.

Funcion objetivo > 3 pts  
Listado de restricciones > 4 pts  
Planteo de la condición de primer orden planteada correctamente > 8 pts

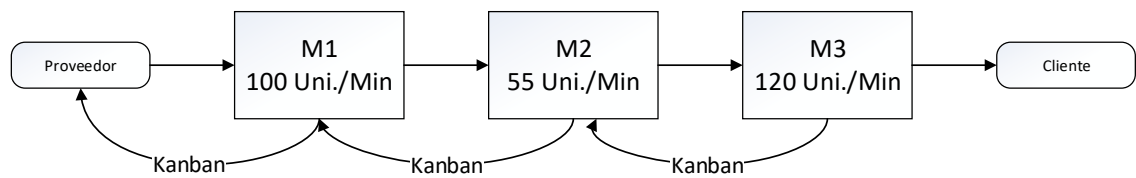
b) Min CT >> CT=IE(WQ)+delta+\$K\*deltac

con deltac como las garitas nuevas

Ahora la cantidad de servidores se incrementa en deltac pasando a ser (c+ deltac)

Funcion objetivo > 2 pts  
Listado de restricciones > 3 pts  
Planteo de la condición de primer orden planteada correctamente > 5 pts

III. (25 Puntos) Suponga el siguiente proceso que funciona mediante el uso de Just in Time y Kanbans. El sistema productivo produce un producto P1 y se produce a través de 3 máquinas que funcionan en serie y sus capacidades se indican en unidades por minuto, las cuales no tienen variabilidad.



- a) (10 puntos) La empresa ha establecido que los lotes de producción sean de 100 unidades y el tiempo que se demora un Kanban en arribar de una máquina a otra es de 2 minutos y el tiempo en que se demora el lote de moverse de una máquina a otra es de 6 minutos. El Kanban desde M1 al proveedor demora 3 minutos en llegar, el proveedor demora en producir el lote 15 minutos y 10 minutos en entregar el Kanban a la empresa. Si la demanda del cliente es de 22800 unidades al día, con una variación de 5%, y se trabaja un turno de 8 hrs al día. ¿Cuál sería el número óptimo de Kanbans entre cada máquina y el proveedor?
- b) (7 puntos) M1 presenta fallas. El tiempo entre una falla y otra es de 100 hrs y cuando falla, la reparación demora en promedio 25 minutos. ¿Afecta esto el número de Kanban y cuál sería del número óptimo?
- c) (8 puntos) Se le informa a usted que M1 también produce un 20% de unidades defectuosas que son descubiertas una vez que pasan el proceso de M3. Estas unidades deben ser desechadas. Con esta información ¿cuál sería del número óptimo de Kanbans (Tome en cuenta el tiempo de falla de b)? Si puede colocar un control de calidad en el proceso ¿En qué parte lo colocaría y cuál sería su efecto en las unidades producidas y costo? Si elimina los defectos ¿Cuál sería su efecto en las unidades producidas y el costo?

Respuesta de la Parte III Pregunta 3:

Prg 1

N=(D\*L)/C

	Capacidad		L ead Time	Nkanban	Con Epsilon	N Efectivo
Proveedor			28	13.3	13.965	14
M1	100	1.000	9.00	4.28	4.49	5
M2	55	1.818	9.82	4.66	4.90	5
M3	120	0.833	8.83	4.20	4.41	5

Demanda47.5

DD unidades/min

49.875 La demanda genera el TackT Time  
Esta demanda tiene un 5% extra asignado por la variabilidad de la demanda

Lead Time >>> tiempo de proceso + tiempo de llegada de kanban + tiempo de envio de lote  
Demanda >> es unica, y corresponde a la demanda de la punta de la cadena  
C >> tamano de contenedor, corresponde a la salida permitida de producto, que coincide con el lote  
  
Epsilon >> representa la correccion por efecto de la variabilidad

Desarrollo de los cálculos > 7 pts  
Resultados correctos > 3 pts

Pregunta 2 Fallas

El Lead Time se aumenta para cubrir la falla

	Capacidad		L ead Time	Nkanban	Con Epsilon	N Efectivo
M2	55	1.818182	34.81818182	16.53864	17.3655682	18

Aumenta a 18 el Kanban Efectivo

Calculo > 5 ptos  
Conclusion sobre si cambia o no > 2 ptos

Pregunta 3 Calidad

La tasa del CB cambia ya que hay un 20% de unidades defectuosas

Tasa M2 44

	Capacidad		L ead Time	Nkanban	N Efectivo
Proveedor			28	12.32	13
M1	80	1.25	9.25	4.07	4
M2	44	2.272727	35.27272727	15.52	16
M3	96	1.041667	9.041666667	3.978333	4

Demanda	47.5	49.875 La demanda genera el Tackt Time
Tackt Time	44	No hay epsilon

El tackt time lo define el CB y es 44.

Se produce a una tasa de 44 unid por minuto  
La cantidad producida es 21120

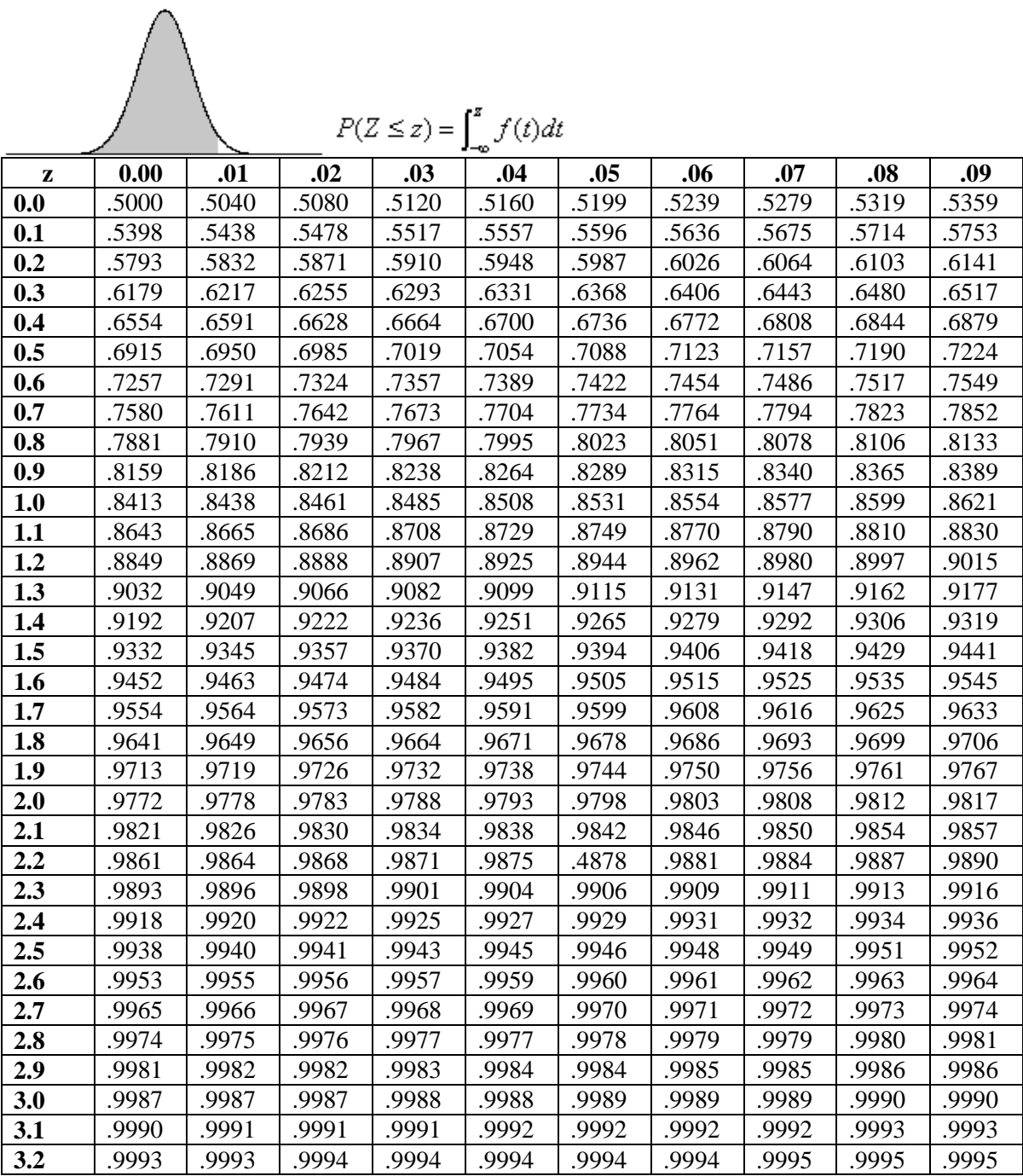
Si se coloca el control de calidad frente a M1  
Aumenta produccion 1680  
Costo -Ahorro costo produccion M2 y M3  
-Aumento de ventas

57 59.85  
27360

Se debe generar un buffer en el Cuellos de Botella. Es decir la maquina 2.

Donde se coloca el control de calidad > 2 pto  
Resultados numéricos > 4 pto  
Desarrollo > 2 pto

Tabla de distribución normal estándar



Formulario

$F_{t+1} = \alpha A_t + (1-\alpha)F_t$

$Q_w = \sqrt{\frac{2C_oD}{C_h}}$

$FIT_t = \underbrace{F_t}_{\text{Pronóstico}} + \underbrace{T_t}_{\text{Tendencia}}$ 
$$F_t = FIT_{t-1} + \alpha(A_{t-1} - FIT_{t-1})$$
$$T_t = T_{t-1} + \alpha\delta(A_{t-1} - FIT_{t-1})$$

$$CT = DC + \frac{D}{Q}S + \frac{Q}{2}H$$

$R = d * L$

$$b = \frac{n\sum xy - \sum x \sum y}{n\sum x^2 - (\sum x)^2}$$
$$\hat{y} = a + bx \quad a = \frac{\sum y}{n} - b \frac{\sum x}{n} = \bar{y} - b\bar{x}$$

$$B^* = Q \times \left( \frac{C_h}{C_h + \pi} \right)$$
$$Q^* = \sqrt{\frac{2DC_o}{C_h}} \times \sqrt{\frac{C_h + \pi}{\pi}} = Q_{eq} \times \sqrt{\frac{C_h + \pi}{\pi}}$$

$$L_t = \alpha \frac{y_t}{S_{t-s}} + (1-\alpha)(L_{t-1} + b_{t-1})$$
$$b_t = \beta (L_t - L_{t-1}) + (1-\beta)b_{t-1}$$
$$S_t = \gamma \frac{y_t}{L_t} + (1-\gamma)S_{t-s}$$
$$F_{t+m} = (L_t + mb_t)S_{t+m-s}$$

$$MAD_k = \frac{1}{k} \sum_{t=1}^k |e_t|$$
$$TS_k = \frac{\sum_{t=1}^k e_k}{MAD_k}$$

$$Q_{opt} = \sqrt{\frac{2DC_o}{C_H}} \sqrt{\frac{p}{p-d}}$$
$$Q^* = d \times (T + L) + z_\alpha \sigma \sqrt{(T + L)} - I_{existente}$$
$$Q_{opt} = \sqrt{\frac{2DC_o}{C_H}} \sqrt{\frac{p}{p-d}} \quad Q^* = F^{-1}\left(\frac{c_u}{c_o + c_u}\right)$$

$$CT(Q) = \frac{(Q - B)}{2} * C_h * \frac{(Q - B)}{Q} + \frac{B}{2} * \pi * \frac{B}{Q} + \frac{D}{Q} * C_o$$

$$Ben = sp_i - c_r d_i$$

$$Ben = s(p_i + D_i)$$

$$ef = \frac{k}{k + 1}$$

$$Beneficio_{min\_A} = \frac{s * p_i - c_r * d_i}{l_i}$$

$$Restocks = \frac{f_i}{V_i} \text{ Restocks/tiempo}$$

$$Beneficio_{adic\_A} = \frac{s * D_i + c_r * d_i}{u_i - l_i}$$

Costo Total= Costo Fijo + Costo Variable x Volumen

$$v_i^* = \left( \frac{\sqrt{f_i}}{\sum_{j=1}^n \sqrt{f_j}} \right) V$$

$$\frac{p_i}{\sqrt{f_i}}$$

$$C_x = \frac{\sum d_{ix} V_i}{\sum V_i} \qquad C_y = \frac{\sum d_{iy} V_i}{\sum V_i}$$

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu}$$

$$\rho = \frac{\lambda}{c\mu}$$

$$L = \lambda \times W$$

$$c_T = \frac{\sigma}{t} = \frac{\sqrt{\text{Var}(T)}}{E(T)}$$

$$L = \frac{\rho}{1 - \rho}, \quad W = \frac{1}{\mu(1 - \rho)}$$

$$L_q = \frac{\rho^2}{1 - \rho}, \quad W_q = \frac{\rho}{\mu(1 - \rho)}$$

$$WIP = TH \times TC$$

$$L=\lambda * W$$

$$A = \frac{m_f}{m_r + m_f}$$

$$t_e = \frac{t_o}{A}$$

$$\sigma^2_e = \left( \frac{\sigma^2_o}{A} \right) + \frac{(m_r + \sigma^2_r) (1 - A) t_o}{A m_r}$$

$$c^2_e = \frac{\sigma^2_e}{t_e^2} = c^2_o + (1 + c^2_r) A (1 - A) \frac{m_r}{t_o}$$

$$t_e = t_o + \frac{t_s}{N_s}$$

$$\sigma^2_e = \sigma^2_o + \frac{\sigma^2_s}{N_s} + \frac{N_s - 1}{N_s^2} t_s^2$$

$$c^2_e = \frac{\sigma^2_e}{t_e^2}$$

$$(c_S)^2 \approx \rho^2 (c_e)^2 + (1 - \rho^2) (c_a)^2$$

$$CT_q = \underbrace{\left( \frac{C_a^2 + C_e^2}{2} \right)}_{\check{V}} \underbrace{\left( \frac{\rho}{1 - \rho} \right)}_{\check{U}} \underbrace{t_e}_{\check{T}}$$

$$L = \frac{\rho}{1 - \rho} - \frac{(b + 1) \rho^{b+1}}{1 - \rho^{b+1}}$$

$$\lambda' = \lambda \left( \frac{1 - \rho^b}{1 - \rho^{b+1}} \right)$$

$$L_q = \frac{\rho}{1 - \rho} \times Prob(N > c)$$

$$W_q = \frac{\rho}{\lambda(1 - \rho)} \times Prob(N > c)$$

$$LCS = \bar{x} + Z * \sigma$$
$$LCI = \bar{x} - Z * \sigma$$

$$L = t_k + t_p + t_v$$

$$N = \frac{D \times L}{C}$$

$$N = \frac{D \times L}{C} (1 + \varepsilon)$$

$$LCS \ \bar{X} = \bar{\bar{X}} + A_2 * \bar{R}$$
$$LCI \ \bar{X} = \bar{\bar{X}} - A_2 * \bar{R}$$
$$LCS \ R = D_4 * \bar{R}$$
$$LCI \ R = D_3 * \bar{R}$$

$$C_{pk} = \frac{USL - Media}{3\sigma}$$
$$C_{pk} = \frac{Media - LSL}{3\sigma}$$

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma}$$

c	LTPD/AQL	n*AQL
0	44,890	0,052
1	10,946	0,355
2	6,509	0,818
3	4,890	1,366
4	4,057	1,97
5	3,549	2,613
6	3,206	3,286
7	2,957	3,981
8	2,768	4,695
9	2,618	5,426

Tamano Muestra	A <sub>2</sub>	d <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>
2	1.880	1.128	0	3.267
3	1.023	1.693	0	2.574
4	0.729	2.059	0	2.282
5	0.577	2.326	0	2.114
6	0.483	2.534	0	2.004
7	0.419	2.704	0.076	1.924
8	0.373	2.847	0.136	1.864
9	0.337	2.970	0.184	1.816
10	0.308	3.078	0.223	1.777
11	0.285	3.173	0.256	1.744
12	0.266	3.258	0.283	1.717
13	0.249	3.336	0.307	1.693
14	0.235	3.407	0.328	1.672
15	0.223	3.472	0.347	1.653
16	0.212	3.532	0.363	1.637
17	0.203	3.588	0.378	1.622
18	0.194	3.640	0.391	1.608
19	0.187	3.689	0.403	1.597
20	0.180	3.735	0.415	1.585
21	0.173	3.778	0.425	1.575
22	0.167	3.819	0.434	1.566
23	0.162	3.858	0.443	1.557
24	0.157	3.895	0.451	1.548
25	0.153	3.931	0.459	1.541