

Nombre: _____ Número Lista de Alumno: _____ Sección: _____



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

Interrogación 1

ICS 3213 Gestión de Operaciones
Sección 1 y Sección 2 – 1^{er} semestre 2018
Prof. Alejandro Mac Cawley
Prof. Isabel Alarcón

Instrucciones:

- Poner nombre y número de lista a todas y cada una de las hojas del cuadernillo.
- Responder todas las preguntas en el espacio asignado y no descorchetear sus hojas en ningún momento durante la prueba.
- La prueba consta de 3 secciones.
- 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 de bono 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. (20 puntos) Sección verdadero o falso. Indique si las siguientes afirmaciones son verdaderas (V) o falsas (F). En caso de ser falsas, indique la razón.

1. Para obtener una ventaja competitiva sustentable, las organizaciones deben sobresalir en todos los focos de la estrategia de operaciones.

Falso, las organizaciones deben priorizar sus focos operacionales de acción ya que de lo contrario pueden caer en “no hacer nada bien”. Deben focalizar sus esfuerzos en los ámbitos que permitan potenciar la ventaja corporativa de la organización.
2. En la matriz servicio-proceso, el cuadrante de baja customización y alta intensidad de mano de obra es recomendable para alcanzar una ventaja competitiva sustentable para la organización

Falso, un cuadrante de baja customización y alta intensidad de mano de obra nunca será competitivo.
3. Cuando el grado de estandarización del producto es elevado, el implementar un sistema de producción continua ayuda a disminuir el costo de transformación.

Verdadero
4. Los hospitales deben tener una estrategia orientada al producto, ya que el paciente es como el producto y es lo más importante.

Falso, los hospitales son un Job Shop y por lo tanto deben orientarse al proceso y entregar un buen servicio al paciente.
5. La casa de la calidad o QFD permite priorizar los atributos de calidad y diseño que el cliente valora y relacionarlos con atributos técnicos, de forma de priorizar estos últimos en el diseño del producto.

Falso
6. El suavizamiento exponencial solo dispone de la información de demanda del último periodo a través del valor real $A(t-1)$ y el último pronóstico $F(t-1)$.

Falso, el modelo contiene toda la información de demanda a través del último pronóstico.
7. Un bajo DMA (Desviación media absoluta) indica que tenemos un buen pronóstico.

Falso, el DMA debe evaluarse en conjunto con la Señal de Rastreo para determinar si el pronóstico es adecuado.

8. Ante múltiples productos en inventario, estos compiten por el espacio en bodega hasta que el costo marginal del producto en inventario se iguala al costo marginal del espacio que utiliza el producto.
- Verdadero.
9. El algoritmo de Wagner-Whitin permite reducir los costos de inventario/producción ya que toma en cuenta la demanda efectiva con su variabilidad, al momento de decidir el nivel de inventarios/producción.
- Verdadero.
10. En el caso Sport Obermeyer aprendimos que se debe pedir primero aquellos productos entregan la mayor utilidad o margen para la organización.
- Falso, primero se deben pedir aquellos productos con la menor variabilidad de demanda o certeza y en el segundo pedido, cuando se tiene mas certeza de la demanda, pedir los productos con mayor riesgo o variabilidad.

PARTE II (20 puntos) Responda las siguientes tres preguntas relacionadas con el libro “La Meta”.

a) (6 puntos) Al encontrarse Jonah y Alex en el aeropuerto, este ultimo le cuenta que esta muy emocionado, ya que la robotización de los procesos será la solución a todos los problemas de su planta. Sin embargo, Jonah no parece impresionado y le pregunta tres cosas: ¿Qué tres preguntas le hizo? Con las respuestas a esas preguntas ¿Qué se dio cuenta Alex? ¿Cuál es la relación de estas repuestas con la meta de la organización?

Las tres preguntas fueron: ¿Aumento la productividad, medida como producto final? ¿Qué paso con el inventario? ¿Qué paso con el costo operacional? Alex se dio cuenta que los robots no estaban teniendo un impacto en la línea final de la organización y que muy al contrario estaban aumentando el inventario de partes en proceso y el costo operacional de la organización. La meta de la organización es hacer dinero, para lograr esto se debe aumentar el throughput, disminuir el inventario y disminuir el costo operacional.

b) (7 puntos) ¿Qué lección aprendió Alex con la excursión de los niños? ¿Cómo aplico esta lección al proceso productivo? ¿Cómo el aplicar esto conlleva al logro de la meta de la organización? Por favor, describa lo que aprendio Alex, utilizando los siguientes indicadores: GMROI, cash-to-cash cycle, y rotación de inventario.

Con la excursión aprendió que el cuello de botella (Herbie) limita todo el proceso productivo y por ende debe colocarlo frente a todo el proceso. Para ello se dio cuenta que la NCX-10 era el CB y por ende se debía supeditar el proceso a ella. Por ende para aumentar la rotación del inventario, se debe disminuir este y por ende todo el proceso debe producir al ritmo del CB, esto conlleva a aumentar el GMROI y también el C-C cycle.

c) (7 puntos) ¿Qué son y cuál es el impacto de las fluctuaciones estadísticas sobre los procesos productivos? ¿Qué rol tiene el cuello de botella en las fluctuaciones estadísticas? La dependencia entre los procesos productivos entrega un problema extra ¿Cuál es? ¿Cómo podría corregirlo?

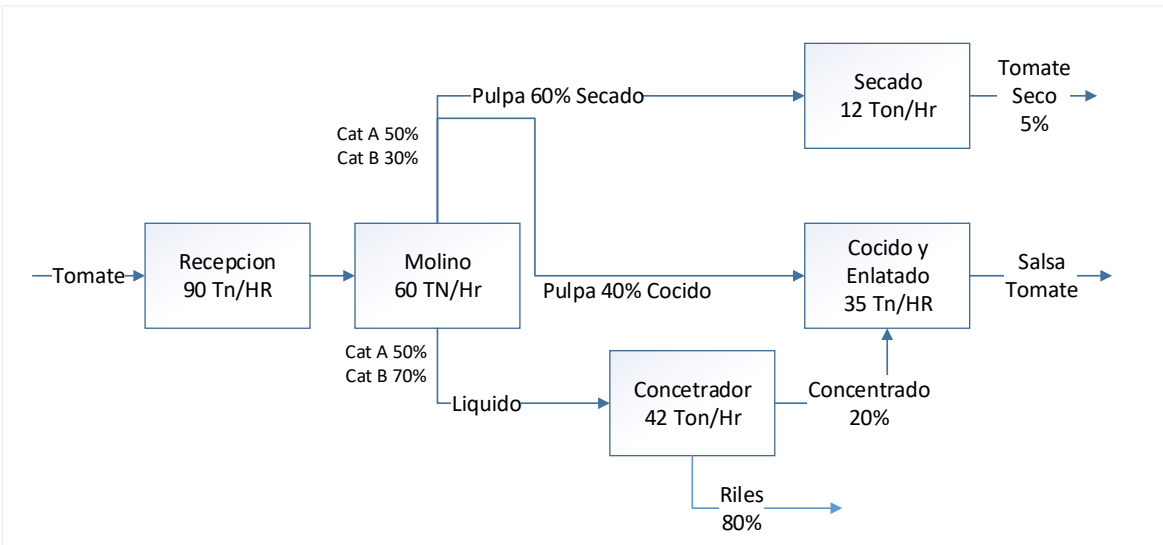
Ningún proceso funciona a una tasa constante y por ende existen variaciones en sus tasas de producción, estas son las fluctuaciones del proceso. Cuando integramos estos procesos se propagan las variaciones aumentando la variabilidad del sistema, provocándose fluctuaciones estadísticas del proceso. El impacto es que los procesos se ven disminuidos o degradados al tener variabilidad (Como era el caso del juego con los dados). El cuellos de botella debe ser protegido de estas variaciones, ya que si se pierde tiempo productivo en este no puede ser recuperado. La dependencia de los procesos hace que las variaciones se propaguen y amplifiquen a lo largo del proceso. Se utiliza un inventario de buffer frente al CB para protegerlo.

PARTE III (80 Puntos): Ejercicios. Responda las siguientes 3 Preguntas

Pregunta 1 (35 Puntos) Usted está a cargo de una fábrica de tomate seco (Paprika) y salsa de tomate. El proceso de producción comienza cuando el tomate llega a una tolva de recepción con capacidad de recibir 90 tn/hr de tomates. Posteriormente el tomate se lleva a un molino con capacidad de 60 ton/hr de moler tomate, en donde se muele y separa entre la pulpa y el líquido. Dependiendo de la calidad del tomate (CAT A o B) se obtienen distintos porcentajes de pulpa y líquido; para la CAT A se obtiene un 50% pulpa y un 50% liquido; para la CAT B se obtiene un 30% pulpa y 70% liquido. Por política de la empresa el 60% de la pulpa pasa a un secador con capacidad de 12 ton/hr para producir tomate seco o paprika. El rendimiento del secado es de 5 kgs de paprika por cada 100 kgs de pulpa de tomate. El restante de pulpa pasa a un proceso de cocinado y enlatado, con capacidad de 35 tn/hr para producir salsa de tomate. Por su parte, el líquido del tomate pasa a un proceso de extracción de agua en donde se obtiene por cada 100 kilos de líquido de tomate, 20 kilos de concentrado de tomate y 80 kg de riles de la planta los cuales deben ser desechados. La capacidad del concentrador es de 42 ton/hr. El concentrado obtenido se une a la pulpa en el cocido y enlatado para formar la salsa de tomate.

- a) (7 pto) Hacer diagrama de flujo del proceso.
- b) (5 pto) Si la empresa recibe un 50% de tomates CAT A y un 50% de tomates CAT B, determine el cuello de botella y la producción máxima de tomate seco, pasta y riles de la planta, suponiendo que no existe la posibilidad de contar con inventarios dentro del proceso.
- c) (8 pto) Si usted solo tiene la capacidad de alterar los porcentajes de la pulpa asignados para la producción de paprika. ¿Cambiaría los porcentajes y cuál sería la nueva asignación? Indique los nuevos niveles de producción.
- d) (15 pto) Si el precio de venta de 1 kg de tomate seco es de \$P por tonelada y de \$S por cada tonelada de salsa de tomate. Si los costos de operación de la línea son: T \$/ton para la tolva, M \$/Ton para el molino, SE \$/ton de tomate húmedo para el secado, C \$/Ton para el cocido y enlatado y finalmente de E \$/Ton de tomate líquido. Usted tiene una capacidad máxima de botar R toneladas de riles por hora al sistema de alcantarillado. El costo del tomate CAT A es de CA \$ por tonelada y para el CAT B es de CB \$/Ton. Con esta información plantee el problema de optimización que permita determinar las producciones optimas de tomate seco y salsa de tomate, y también las cantidades de tomate CAT A y B a comprar.

Pauta Pregunta 1:
Parte a)



Parte b)
Si transformamos las capacidades en terminos de ingreso de material.
Recepcion: 90 Ton/Hr
Molino: 60 Ton/Hr
Secado: $(12/0.6)= 20$ de ingreso al secado. Si $A*0.5+b*0.3=20$ y $A=B$ entonces de cada tipo de calidad ingresan 25 ton y en total 50 ton/hr.
Concentrador = $42/1.2=35$ ton/hr cada tipo 70 ton/hr en total.

El cuello de botella hasta el momento es el secado. Limitando el ingreso a 25 de CAT A y 25 de CAT B.
El cocido recibe 8 ton de pulpa y 6 ton del concentrador. Por ende procesa solo 14 Ton/Hr de Salsa.

El CB es el secador.
El sistema produce: 0.6 Ton/Hr de paprika, 14 Ton/Hr de Salsa y genbera 24 Ton/hr de Riles.

Parte c)

Se desea balancear el secado con el cocido. Inicialmente Si no concideramos el ingreso de concentrado nos entrega que la prporcion de pulpa para paprika y para salsa debe ser $35/x=12(1-x)$ $x=74.45\%$ para salsa y 25.05% para paprika. Con esto la capacidad de paprika de ingreso queda en $12/0.255$ que equivalen a 47 Ton/hr de pulpa. Que equivalen a 58.75 de CAT A y 28.75 CAT B. Superando la capacidad del molino, por ende el nuevo CB es el molino limitando el proceso a 30 TON/hr CAT A y 30 TON/Hr CAT B.

Parte D)

Sea TA cantidad tomate CAT A t TB Cantidad Tomate CAT B a ingresar al sistema. Sea RA y RB la salida de recepcion, MA y MB la salida del Molino, PS la pulpa para secado, TS el tomate seco, SS la salsa, PC la pulpa para cocido, L el liquido, RI los riles, C el concentrado.

Modelo:

$$\text{Max } TS \cdot P + SS \cdot S - (TA \cdot CA + TB \cdot CB + (RA + RB) \cdot T + (MA + MB) \cdot M + SE \cdot PS + PC \cdot SS + L \cdot E) \\ S/A$$

Restricciones de Capacidad

$$\text{Recepcion } RA + RB \leq 90$$

$$\text{Molino } MA + MB \leq 60$$

$$\text{Secado: } PS \leq 12$$

$$\text{Cocido y Enlatado } = PC + C \leq 35$$

$$\text{Concentrador: } L \leq 42$$

$$\text{Riles: } RI \leq R$$

Flujo

$$\text{Recepcion y Molino } TA = CA \text{ y } TB = CB \text{ y } CA = MA \text{ y } CB = MB$$

$$\text{Pulpa Secado } PS = 0.6 \cdot (0.5 \cdot MA + 0.3 \cdot MB) \text{ Pulpa Cocido } PC = 0.4 \cdot (0.5 \cdot MA + 0.3 \cdot MB)$$

$$\text{Liquido } = L = 0.5 \cdot MA + 0.7 \cdot MB$$

$$\text{Concetrado: } C = L \cdot 0.2$$

$$\text{Tomate Seco } TS = 0.05 \cdot PS$$

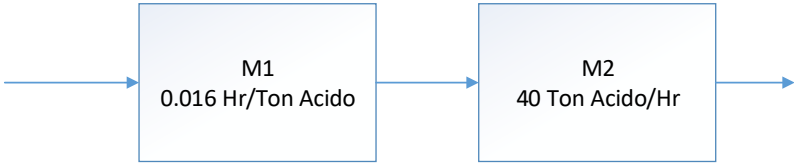
$$\text{Salsa } SS = C + PC$$

No negatividad en todas.

Pregunta 2. (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	3.2	1150
4	3.3	1270	13	3.3	1250
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: $\sum PCu = 54.4$ $\sum QAcido = 18810$ $\sum (PCu)^2 = 165.6$ $\sum (QAcido)^2 = 20349250$ finalmente $\sum (QAcido * PCu) = 57747$. 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: 90 \$/setup y Maquina 2: 130 \$/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 pts) 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 3.1 U\$/lb de cobre.
- b) (10 pts) Dado un escenario optimista de 3.4 U\$/lb y un escenario pesimista de 2.8 U\$/lb, calcule nuevamente la política optima de inventarios en proceso/terminado y los tiempos de producción de cada máquina.

Pregunta 2

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

a) Se debe generar el modelo de regresion.

Esto nos da que el modelo e $Y=254.7575 -1236.04$

Para un precio de 3.1 entrega una dda diaria de 1103.7 Ton lo que entrega una necesidad de produccion de por hora de $1103.7/24 = 45$ Ton/Hr. La capacidad maxima es de 40 Ton/Hr M2 por ende el CB esta dentro del proceso.

Como el CB es la Maquina 1 y el producto intermedio llega a una tasa de 62.5 debemos ocupar la formula, con un costo de orden del setup de M1 de 90:

$$Q_{opt} = \sqrt{\frac{2DC_o}{C_H}} \sqrt{\frac{p}{p-d}}$$

Esto entrega una produccion cada vez que inicie de 2400 Ton para la M1, producira $2400/62.5$ 38.4 hrs y se reiniciar el proceso cada $2400/40 = 60$ Hrs y la Maquina 2 esta produciendo constantemente.

b) Si el precio es de 3.4 sigue el mismo plan ya que el CB esta dentro de la empresa.

Con el precio de 2.8 cambia: Se requiere producir diariamente 877.3 lo que es 36.6 Ton/Hr por lo que el CB esta en el mercado.

Al funcionar las dos maquinas el costo de setup se suma M1 y M2, y se produce a M2 y consume a mercado.

Se debe producir 7163 Tons en la M1 y la M2. M1 trabaja 114.7 Hrs y M2 trabaja 179.075 Hrs y se reinicia la produccion cada 193 Hrs.

Pregunta 3 (25 Puntos): Usted es el Gerente de Operaciones de una empresa de alimentos. Su único insumo es fruta y debe determinar la cantidad de fruta que debe contratar. El producto es perecible y por ende si no es procesado el mismo día de la cosecha, debe ser vendido en un mercado secundario, a un menor valor que en el mercado regular. Actualmente el precio de la fruta en el mercado regular es de \$15 por kilo y en el mercado secundario es de \$6 por kilo. Usted determina que los costos directos por kilo de fruta son de \$9 por kilo y los costos de procesamiento son despreciables.

El cliente que compra su fruta, por razones de transporte, debe comprar en incrementos de 1500 kilos. Usted recopila la información histórica de ventas y llega a la siguiente tabla distribución:

Venta Kg	7000	8500	10000	11500	13000
Probabilidad	0.15	0.2	0.25	0.25	0.15

Con esta información:

- a) (7 Puntos) Desarrolle un modelo matemático que permita determinar la cantidad de fruta que debe contratar. Determine la cantidad de fruta a contratar/vender.
- b) (8 punto) ¿Cuál es la utilidad esperada de la planificación obtenida en a)?
- c) (10 punto) Si usted puede hacer un contrato con su cliente que reduce la incertidumbre en la venta a la siguiente distribución:

Venta Kg	7000	8500	10000	11500	13000
Probabilidad	0	0.3	0.4	0.3	0

¿Cuál es su máxima disposición a pagar por este contrato?

Pregunta 3

Pregunta a) Este problema es el standard de un vendedor de diarios.

Modelo:

Q Sobre Demanda: $c_L \max(0, Q - D)$ $c_L = 9 - 6 = 3$

Q Bajo Demanda: $c_M \max(0, D - Q)$ $c_M = 15 - 9 = 6$

Costo Total $C(Q) = E[c_L \max(0, Q - D) + c_M \max(0, D - Q)]$

$$\begin{aligned} C(Q) &= c_L \sum_{x=0}^{Q-1} (Q-x)P(x) + c_M \sum_{x=Q}^{\infty} (x-Q)P(x) \\ C(Q+1) - C(Q) &= c_L \sum_{x=0}^Q P(x) + c_M \sum_{x=Q+1}^{\infty} P(x) = c_L F(Q) - c_M [1 - F(Q)] = \\ &= (c_M + c_L)F(Q) - c_M = (c_M + c_L) \left\{ F(Q) - \frac{c_M}{c_M + c_L} \right\} \\ Q^* &= F^{-1} \left(\frac{c_M}{c_L + c_M} \right) = F^{-1} \left(\frac{6}{6 + 3} \right) = F^{-1}(0.66) \end{aligned}$$

El fractal óptimo es 0.66, de acuerdo en la tabla es 11.500 Kgs.

- a) La utilidad óptima se obtiene de la tabla de probabilidades:

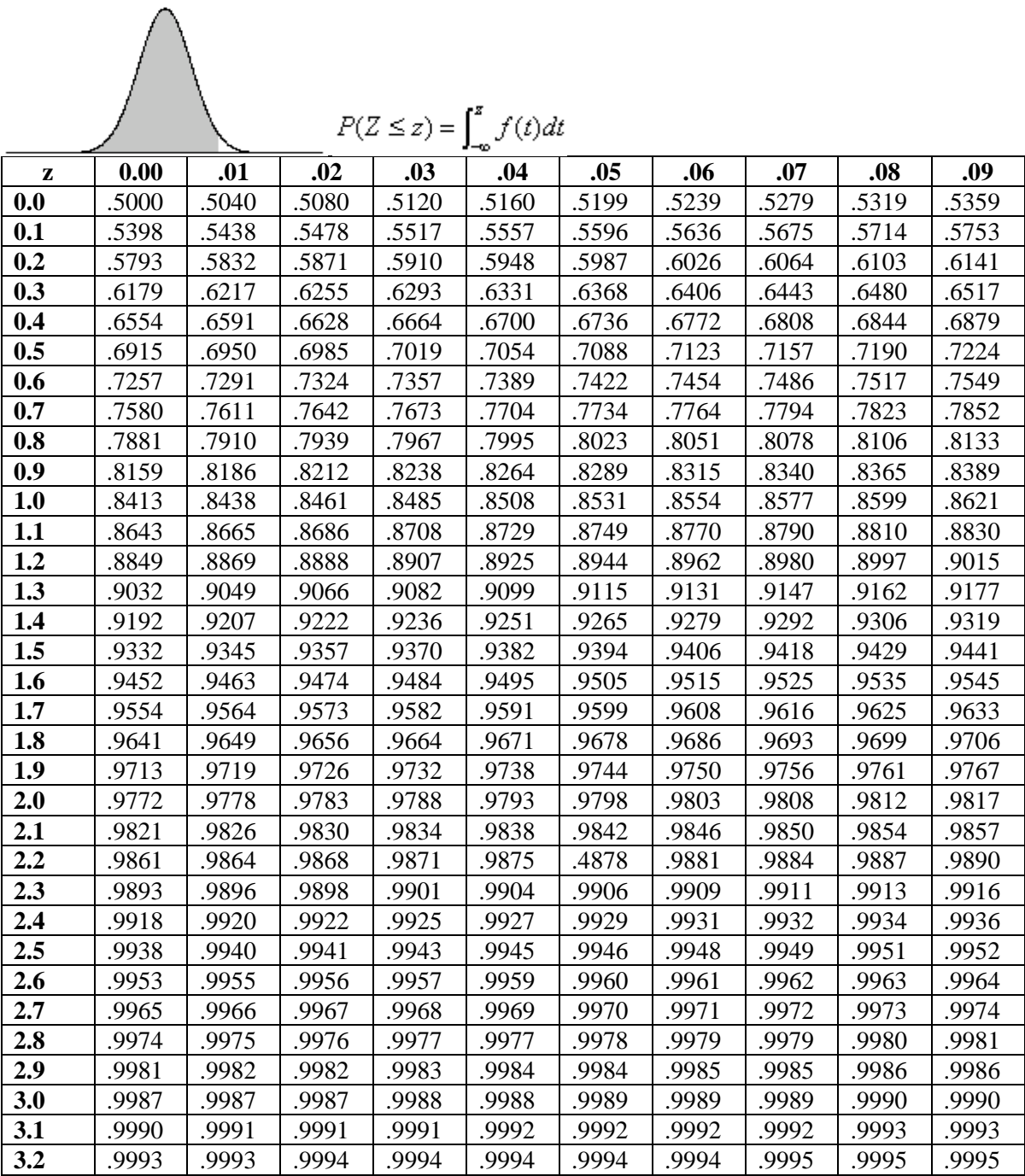
Venta	7,000	8,500	10,000	11,500	13,000	
Probabilidad	0.15	0.2	0.25	0.25	0.15	
Ganancia	\$ 42,000	\$ 51,000	\$ 60,000	\$ 69,000	\$ 69,000	
Perdida	\$ (13,500)	\$ (9,000)	\$ (4,500)	\$ -	\$ -	
Utilidad	\$ 28,500	\$ 42,000	\$ 55,500	\$ 69,000	\$ 69,000	
Esperada	\$ 4,275	\$ 8,400	\$ 13,875	\$ 17,250	\$ 10,350	\$ 54,150

Si cambian las probabilidades cambia el pedido y se pide 10.000 con la siguiente utilidad

Venta	7,000	8,500	10,000	11,500	13,000	
Probabilidad	0	0.3	0.4	0.3	0	
Ganancia		\$ 51,000	\$ 60,000	\$ 60,000		
Perdida		\$ (4,500)	\$ -	\$ -		
Utilidad		\$ 46,500	\$ 60,000	\$ 60,000		
Esperada	\$ -	\$ 13,950	\$ 24,000	\$ 18,000	\$ -	\$ 55,950

El diferencial es \$1800 que es lo que estoy dispuesto a pagar.

Tabla de distribución normal estándar



Formulario

$$F_{t+1} = \alpha A_t + (1-\alpha)F_t$$
$$Q_w = \sqrt{\frac{2C_0D}{C_h}}$$

$$FIT_t = \underbrace{F_t}_{\text{Pronóstico}} + \underbrace{T_t}_{\text{Tendencia}}$$
$$F_t = FIT_{t-1} + \alpha(A_{t-1} - FIT_{t-1})$$
$$T_t = T_{t-1} + \alpha\delta(A_{t-1} - FIT_{t-1})$$
$$CT = DC + \frac{D}{Q}S + \frac{Q}{2}H$$

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

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

$$R = d * L$$
$$\hat{y} = a + bx$$
$$B^* = Q \times \left(\frac{C_h}{C_h + \pi} \right)$$
$$Q^* = \sqrt{\frac{2DC_o}{C_h}} \times \sqrt{\frac{C_h + \pi}{\pi}} = Q_{eq} \times \sqrt{\frac{C_h + \pi}{\pi}}$$

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

$$Q_{opt} = \sqrt{\frac{2DC_o}{C_H}} \sqrt{\frac{p}{p-d}}$$
$$Q^* = F^{-1}\left(\frac{c_u}{c_o + c_u}\right)$$

$$R = d \times L + z_\alpha \sigma \sqrt{L}$$
$$Q^* = d \times (T + L) + z_\alpha \sigma \sqrt{(T + L)} - I_{existente}$$

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

Página

11 de 11