

Auxiliar 4

Gestión de Calidad – Opción de Capacidad

Pregunta 1 (Control 1 - Otoño 2004)

Quicii Casting ha desarrollado un nuevo modelo de un producto (Q-10) el cual tiene un proceso corto y de tres etapas. Los costos de materiales y de trabajo por unidad en cada una de las etapas se dan a continuación:

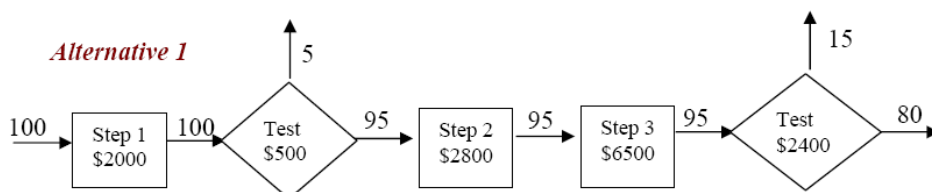
	<u>Direct Labor</u>	<u>Materials</u>
Step 1	\$2,000	0
Step 2	1250	\$1,550
Step 3	3600	2900
Test	2400	0

Existe un test al final del proceso (después del paso 3), el cual cuesta \$2400 en trabajo, y actualmente, en este punto, se encuentra que un 20% de las unidades están defectuosas. Asuma que todas las unidades defectuosas se eliminan, por lo que no pueden ser reparadas.

a) Encuentre el costo de una unidad del producto Q-10.

Cost of a Good Q-0 = (2000+1250+1550+3600+2900+2400) / 80% = \$17,125 per unit.

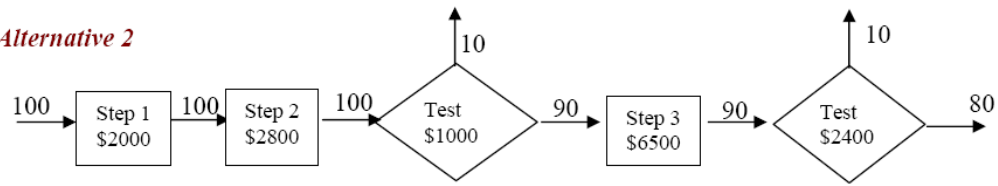
b) Suponga que usted puede agregar un nuevo test en el proceso. Este test adicional se puede colocar después de la primera etapa o de la segunda. El costo es de \$500 por unidad, si se coloca después de la etapa 1, o de \$1000 por unidad, si se coloca después de la etapa 2. Se espera que el porcentaje de unidades en buena condición sea de 95% después de la primera etapa y 90% después de la segunda etapa. Asuma que al agregar este test no cambia el porcentaje de todo el proceso. ¿Es conveniente agregar el nuevo test? Si lo es, ¿dónde se coloca?



(Note: The values on the arcs represent the number of units at every point of the process if we start we 100 units)

$$\text{Cost of Good Q-10} = \frac{\text{Total Cost}}{\text{Number Good Units}} = \frac{100 \times (2000 + 500) + 95 \times (2800 + 6500 + 2400)}{80} = \$17,018.8$$

Alternative 2



$$\text{Cost of Good } Q-10 = \frac{\text{Total Cost}}{\text{Number Good Units}} = \frac{100 \times (2000 + 2800 + 1000) + 90 \times (6500 + 2400)}{80} = \$17,262.5$$

Since the cost of Good Q-10 using Alternative 1 (\$17018.8) is cheaper than the current process (\$17125) as well as cheaper than Alternative 2 (\$17262.5), the optimal strategy is to adopt Alternative 1.

Pregunta 2

Una compañía de productos electrónicos llamada "Blackberry" fabrica aparatos de mano. Actualmente, sus productos están aumentando tremendamente su participación de mercado con respecto a sus competidores como Palm, HP, etc. Los ejecutivos de Blackberry están preocupados por el peso de sus productos. Para esto han instalado una herramienta de control estadístico de calidad para monitorear los productos de salida, los cuales tienen un objetivo de 5oz. Especialistas han deducido que la desviación estándar de los productos de salida es de $\sigma_w = 0.2\text{oz}$.

a) Al construir la carta de control, los especialistas decidieron agrupar los productos de salida en muestras. Explique brevemente por qué es necesario hacer esto. Finalmente se escoge que el tamaño de cada muestra es de $n = 4$.

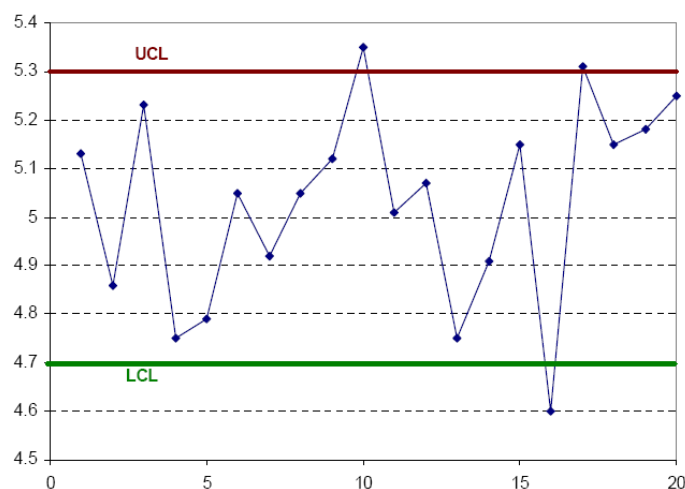
Individual units have higher variability than the sample average. Hence, the larger the sample size the more accurate is the information that we collect.

b) Basado en las expectativas del consumidor y en los estándares de la industria, Blackberry dedujo los siguientes límites de control superior e inferior: 5,3oz y 4,7oz. Identifique el rendimiento actual del proceso, es término de porcentaje de unidades en buen estado que salen del proceso.

Given the mean of 5oz and the standard deviation of 0.2oz, the 5.3oz UCL and the 4.7oz LCL imply that the company operates within 1.5 standard deviations (1.5-sigma). From the z-score table (page 781 in custom text), the yield of the process is $\text{Yield} = \text{Prob}(\text{LCL} \leq \text{Outcome} \leq \text{UCL}) = 1 - 2 \cdot (1 - 0.933) = 86.6\%$

c) Basado en la tabla a continuación y la información dada con anterioridad, grafique la información en una carta de control.

Item	W	Item	W	Item	W	Item	W
1	5.13	6	5.05	11	5.01	16	4.6
2	4.86	7	4.92	12	5.07	17	5.31
3	5.23	8	5.05	13	4.75	18	5.15
4	4.75	9	5.12	14	4.91	19	5.18
5	4.79	10	5.35	15	5.15	20	5.25



d) El equipo que monitorea la calidad de Blackberry continua el proceso por un día para decidir si el proceso está controlado o fuera de control. Después de un día de recopilar datos, tienen 2 muestras fuera de los límites de control y 43 dentro. El encargado ha decidido parar el proceso. Uno de los trabajadores no está de acuerdo con él, argumentando que los dos defectos son por causas naturales. ¿Con quién concuerda usted, el encargado o el trabajador? Explique su respuesta.

Based on part B2, the process is in control (on average) if 86.6% of the samples follow within the control limit. If 43 out of 45 samples are within the control limits, the process (during this particular) day had a yield of 95.6%. Hence, based on this information it seems that the process was under control that day.

(Note: Additional information regarding the magnitude of the deviation of the two out-of-control samples is required in order to rule out a major quality problem during the time those two samples were taken.)

Pregunta 3

Uno de los principales atributos de los circuitos hechos de cobre es el peso (expresados en gramos). Cuando se opera en control, se producen planchas con un peso que se distribuye con una media y una desviación estándar de:

$$\mu = 50.9 \text{ and } \sigma = 15.3, \text{ respectivamente}$$

a) Encuentre el LCI y LCS para una carta de control si usted desea que la probabilidad de detener el proceso sea menor que el 5%.

A 5% rejection is almost identical to a 2-sigma operation. The upper and lower controls are

$$UCL = 50.9 + 2 \times 15.3 = 81.5 \text{ and } LCL = 50.9 - 2 \times 15.3 = 20.3$$

Suppose we want the probability of stopping the line to be less than 1%. By symmetry, this is the same as requiring that the probability that the process exceeds the UCL to be 0.5% and the probability that process follows below the LCL to be 0.5%. Using the z-score table (page 781 in custom text), we would like to find the value of z such that

$$\Pr ob\left(\frac{UCL - \mu}{\sigma} \leq z\right) = 1 - 0.5\% = 99.5\%$$

We get that this value of z is approximately 2.57. Therefore

$$UCL = \mu + z \times \sigma = 50.9 + 2.57 \times 15.3 = 90.2$$

By the symmetry of the normal distribution we get that

$$LCL = \mu - z \times \sigma = 50.9 - 2.57 \times 15.3 = 11.6$$

b) Como el encargado de esta operación, se da cuenta que la calidad de sus productos de salida se determina por consideraciones del mercado. Un estudio de marketing ha revelado que la variabilidad de su producción determina la calidad de su producto y por lo tanto su precio en el mercado. Suponga que si el peso de las planchas de cobre tienen un rango de

$$[\mu - k \sigma ; \mu + k \sigma],$$

Entonces el precio de mercado (P) al cual usted puede vender su producto satisface $P = 100 - 20k$. Asuma que k puede tomar solo valores enteros, i.e., $k=1,2,\dots$

Si el costo de producción por unidad es \$20 (sin considerar unidades defectuosas o eliminadas) determine el nivel óptimo de calidad que debería ofrecer, o sea, el valor óptimo de k.

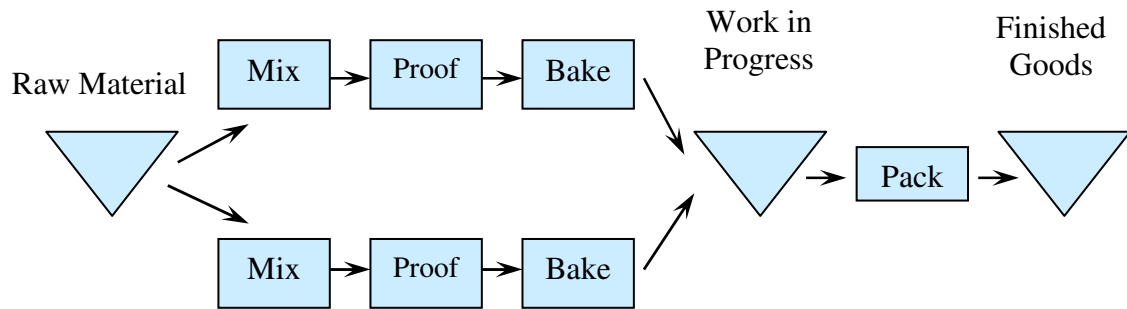
The following table summarizes, for different values of k, the market price (P), the yield of the process, the effective production cost (cost/yield), and the net profit per unit (Price minus Effective Cost).

k	Price (\$/unit)	Yield (%)	Eff. Cost (\$/unit)	Net Profit (\$/unit)
0	100	0.00%	INF	-INF
1	80	68.27%	29.30	50.70
2	60	95.45%	20.95	39.05
3	40	99.73%	20.05	19.95
4	20	99.99%	20.00	0.00
5	0	100.00%	20.00	-20.00

The optimal strategy is to offer a variability of $k=1$ for a net profit per unit of \$50.7 per unit

Pregunta 4

Considere una panadería que trabaja con el proceso mostrado en el siguiente diagrama de flujo:



Step	Cycle time (per hundred loaves)
Mix	0.75 hours
Proof	0.75 hours
Bake	1.0 hours
Pack	0.75 hours

La panadería está considerando dos alternativas: (1) automatizar al equipo de empaque para que el ciclo se reduzca a 0,5hrs por 100 panes, y (2) reemplazar uno o ambos hornos por un modelo más moderno que tendrá un tiempo de ciclo de 0,75hrs. ¿Qué sugiere?

In the current operation the capacity for every station is:

Mixing = $2 / 0.375 = 5.33$ loaves per hour.

Proof = $2 / 0.75 = 2.67$ loaves per hour.

Bake = $2 / 1.0 = 2.0$ loaves per hour.

Pack = $1 / 0.75 = 1.33$ loaves per hour.

For this operation the bottleneck is Packing and so alternative (a) will increase throughput.

Pregunta 5

La compañía Blitz produce planchas para circuitos. Una etapa clave para producirlas es la etapa de enchapado. Esta operación tiene un tiempo de setup de 50 minutos por orden y un tiempo de funcionamiento de 5 minutos por cada 8 planchas. Asuma que hay 2400 minutos por semana.

a) Calcule la capacidad efectiva de esta etapa asumiendo que se realizan 10 setups en una semana.

10 setups consume $10 \times 50 = 500$ minutes. So the available running time is $2400 - 500 = 1900$ minutes.

In 1900 minutes the system can produce $1900 / 5 = 380$ units of eight circuit boards each per week.

The total number of board is $380 \times 8 = 3040$ boards per week.

b) Asuma que el enchapado trabajo con un uso de 80% (tiempo usado/tiempo disponible) la semana pasada. Hubo 10 setups. Cuantaos planchas para circuitos se produjeron?

With 80% utilization the real time used for production is $(2400 - 500) \times 80\% = 1520$ minutes. Therefore, the number of circuits boards produced is $8 \times 1520 / 5 = 2432$ boards.

Pregunta 6

Considere las operaciones de Kristen's Cookies discutidas en clase. Suponga que Kristen ha recibido sugerencias para dos nuevos tipos de galletas: Galletas con chips de chocolate (CC) y galletas de avena con pasas (OR). Las siguientes tablas resumen las principales características para estos dos tipos de galletas:

	Sugerencia 1	Sugerencia 2
	Galletas con chips (CC)	Galletas de avena (OR)
Precio venta (\$ por docena)	5.00	5.50
Costo (\$ por docena)	2.50	2.40
Demanda (docena por semana) [†]	100	50

†: Estimador del máximo demandado por semana.

Tiempos de proceso para cada paso (1 bandeja= 1 docena de galletas)					
	Paso 1	Paso 2	Paso 3	Paso 4	Paso 5
	Mezclar y batir	Honear	Enfriar	Empacar	Pagar
Chips de Chocolate	Setup: 6 min Tiempo funcionamiento: 2 min/bandeja	10 min/bandeja	5 min	2 min/bandeja	1 min/orden
Avena	Setup: 3 min Tiempo funcionamiento: 2 min/tray	15 min/bandeja	2 min	2 min/bandeja	1 min/orden

Asuman que (i) el tamaño de la orden es igual a una docena, (ii) Kristen y su amigo trabajan 20 horas cada semana, (iii) tienen un único horno y cuentan con infinita cantidad de bandejas.

a) Calcular capacidad y tiempo de ciclo del proceso completo y el tiempo de salida de una orden si Kristen decide producir galletas CC. (2 pts)

For the CC cookies we have

Chocolate Chips Cookies					
	Step 1	Step 2	Step 3	Step 4	Step 5
	Mix & Spoon	Bake	Cool	Pack	Pay
Flow Time (min/tray)	8	10	5	2	1
Cycle Time (min/Tray)	8	10	0	2	1
Capacity (Tray/hr)	7.5	6	Inf	30	60

The bottleneck operation is Step 2 – Bake. Thus, the Cycle Time and Capacity of the system are 10 min/tray and 6 tray/hour, respectively. The Flow Time for an order is the sum of the Flow Times of the five steps, that is, 26 min/tray.

b) Repetir para las galletas OR. (2 pts)

For the OR cookies we have

	Oatmeal Raisin Cookies				
	Step 1 Mix & Spoon	Step 2 Bake	Step 3 Cool	Step 4 Pack	Step 5 Pay
Flow Time (min/tray)	5	15	2	2	1
Cycle Time (min/Tray)	5	15	0	2	1
Capacity (Tray/hr)	12	4	Inf	30	60

The bottleneck operation is again Step 2 – Bake. Thus, the Cycle Time and Capacity of the system are 15 min/tray and 4 tray/hour, respectively. The Flow Time for an order is the sum of the Flow Times of the five steps, that is, 25 min/tray.

c) ¿Cuantas galletas de cada tipo debiese producir Kristen en cada semana? (1,5 pts)

First note that

- Time taken to produce 100dz. of CC cookies = $100 / 6 = 16.67$ hrs.
- Time taken to produce 50dz. of OR cookies = $50 / 4 = 12.25$ hrs.

Therefore, Kristen and her friend do have enough capacity to meet the entire demand of both type of cookies. To decide the best production strategy in this case, let us compute the margin per unit of bottleneck time for each type of cookies.

- Margin per unit Bottleneck time for CC cookies = $\$(5.0-2.5) / 10 = \0.25 per min
- Margin per unit Bottleneck time for OR cookies = $\$(5.5-2.4) / 15 = \0.207 per min

Since CC cookies have higher margin per unit of bottleneck time, the best strategy is to satisfy all the demand for CC cookies and use the remaining time to produce OR cookies.

$$\text{Total Margin} = 0.25 (\$/\text{min}) \times 16.67 (\text{hr}) \times 60 (\text{min/hr}) + 0.207 (\$/\text{min}) \times (20 - 16.67) (\text{hr}) \times 60 (\text{min/hr}) = \$291.4$$

d) ¿Cambiaría la respuesta en c) si el tamaño de la orden aumentase a dos docenas? Explique. (0,5 pts)

If the other size increase to two dozen per order the answer in part c) will not change as oven will remain the bottleneck operation for both types of cookies and system capacity does not change.