**ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y AGROINDUSTRIA**

**MAESTRÍA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL Y PRODUCTIVIDAD**

**EXAMEN DE GRADO**

**III PARTE**

**EJEMPLO 1**

**Nombre \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Fecha:**

**INSTRUCCIONES GENERALES:**

* **Tiene 5 horas para resolver el siguiente caso. Por favor, lea completamente el caso antes de proceder a responder el cuestionario.**
* **Puede utilizar el software de Office disponible en la computadora provista.**
* **No se permite el uso teléfonos celulares.**
* **Con motivos de calificación, usted debe presentar un archivo en Power Point, en el cual conste en la primera diapositiva su nombre, cédula de ciudadanía, pensum al que pertenece, nombre del caso y fecha de elaboración del documento. En las siguientes diapositivas debe presentar los resultados correspondientes a la solución de cada pregunta del cuestionario, así como las consideraciones requeridas para su solución y las conclusiones respectivas, si las hubiera. Por favor, sea claro y ordenado. Como anexo, presente además un archivo Excel con los cálculos realizados. Se le recomienda reservar una hora para preparar el documento de calificación.**
* **Los archivos a presentar deben llamarse así: Apellido\_Nombre\_MIIP\_XXXXX**

**CASO: MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE ETIQUETADO EN UNA PLANTA DE MANUFACTURA DE ALIMENTOS EF&Cía.**

1. **Introducción**

La empresa Ficticia EF&Cía. desarrolla su actividad empresarial en el sector de alimentos desde 1990, con sus productos: salsas y aderezos. El área de etiquetado de la planta evidencia fallas en las operaciones del proceso, tales como:

* 1. Falta documentación de las operaciones
	2. Una programación no adecuada de las operaciones (genera cuellos de botella)

Este proceso de manufactura es el cuello de botella en la producción, por lo que se pide al maestrante ayudar al gerente de producción a emprender un proyecto de mejora del proceso de la planta de salsas y aderezos, tomando en cuenta los siguientes objetivos de mejora:

* Estudiar la velocidad de flujo de las actividades
* Mejorar la productividad
1. **Descripción de las actividades: situación actual**

El área de etiquetado está físicamente dividida en las zonas que se describen en la Tabla 1.

Tabla 1. División física de las áreas de etiquetado.

|  |  |
| --- | --- |
| ZONA | NOMBRE |
| A | Área de “Etiquetado en display” |
| B | Área de “Inventario en tránsito o WIP” |
| C | Área de “Etiquetado de Galoneras"  |
| D | Área de “Etiquetado con etiquetas de papel” |
| E | Área de “Etiquetado automático 100” |
| F | Área de "Etiquetado automático" ; " Etiquetado con fajilla" y "Etiquetado Skuisi" |
| G | Área de “Etiquetado normal” |

Los flujos de la planta están orientados al producto (flujos lineales), donde el producto que tiene que ser etiquetado llega del proceso de producción denominado “Proceso de Envasado”, que se convierte en el proceso proveedor del “Proceso de Etiquetado”. El levantamiento de la información (actividades ejecutadas actualmente) en cada uno de los procesos anidados se recoge en el formato denominado “Levantamiento de la información”, mismos que se indican en las tablas 2 a 9.

Tabla 2. Levantamiento de la información del proceso ETIQUETADO AUTOMÁTICO 100

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **FUNCIONARIO:** |  |  |  |  |  |  |
| **FUNCIÓN/ÁREA/DEPARTAMENTO: ETIQUETADO** |  | **NOMBRE DEL PROCESO: ETIQUETADO AUTOMÁTICO 100** |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **N°** | **COMO hacer** | **QUE ingresa** | **QUIÉN**  | **CUANTO** | **DÓNDE se ejecuta** | **QUE se entrega** | **QUIÉN** | **QUÉ usa** | **QUÉ debe cumplir** |
| **ACTIVIDADES** | **INSUMO** | **PROVEEDOR** | **FRECUENCIA** | **VOLUMEN** | **RESPONSABLE** | **PRODUCTO** | **CLIENTE/PROCESO** | **RECURSOS** | **REQUISITOS** |
| 1 | Recibir producto envasado del departamento de producción | Producto envasado |   |   |   | Área de etiquetado |   |   |   |   |
| 2 | Alimentar la banda |
| 3 | Etiquetar envase según indicaciones |
| 4 | Codificar el producto |
| 5 | Termoencoger |
| 6 | Controlar el resultado  |
| 7 | Colocar en bandeja |
| 8 | Embalar el producto etiquetado |
| 9 | Enviar producto etiquetado a bodega |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

Tabla 3. Levantamiento de la información del proceso ETIQUETADO AUTOMÁTICO

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **FUNCIONARIO:** |  |  |  |  |  |  |
| **FUNCIÓN/ÁREA/DEPARTAMENTO: ETIQUETADO** |  | **NOMBRE DEL PROCESO: ETIQUETADO AUTOMÁTICO** |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **N°** | **COMO hacer** | **QUE ingresa** | **QUIÉN**  | **CUANTO** | **DÓNDE se ejecuta** | **QUE se entrega** | **QUIÉN** | **QUÉ usa** | **QUÉ debe cumplir** |
| **ACTIVIDADES** | **INSUMO** | **PROVEEDOR** | **FRECUENCIA** | **VOLUMEN** | **RESPONSABLE** | **PRODUCTO** | **CLIENTE/PROCESO** | **RECURSOS** | **REQUISITOS** |
| 1 | Recibir producto envasado del departamento de producción | Producto envasado |   |   |   | Área de etiquetado |   |   | Una máquina; un operador para alimentar la banda; 2 operadores para colocar el capuchón; un operador para codificar y uno para colocar en la bandeja y uno para embalar. |   |
| 2 | Alimentar la banda |
| 3 | Etiquetar |
| 4 | Colocar capuchón |
| 5 | Termoencoger |
| 6 | Codificar el producto |
| 7 | Controlar el resultado  |
| 8 | Colocar en bandeja |
| 9 | Embalar el producto etiquetado |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 10 | Enviar a bodega |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

Tabla 4. Levantamiento de la información del proceso ETIQUETADO CON FAJILLA

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **FUNCIONARIO:** |  |  |  |  |  |  |
| **FUNCIÓN/ÁREA/DEPARTAMENTO: ETIQUETADO** |  | **NOMBRE DEL PROCESO: ETIQUETADO CON FAJILLA** |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **N°** | **COMO hacer** | **QUE ingresa** | **QUIÉN**  | **CUANTO** | **DÓNDE se ejecuta** | **QUE se entrega** | **QUIÉN** | **QUÉ usa** | **QUÉ debe cumplir** |
| **ACTIVIDADES** | **INSUMO** | **PROVEEDOR** | **FRECUENCIA** | **VOLUMEN** | **RESPONSABLE** | **PRODUCTO** | **CLIENTE/PROCESO** | **RECURSOS** | **REQUISITOS** |
| 1 | Recibir producto envasado del departamento de producción | Producto envasado |   |   |   | Área de etiquetado |   |   | No usa máquina; un operador para alimentar la banda; dos personaoas para colocar fajilla; un operador para colocar en bandeja y uno para embalaje |   |
| 2 | Alimentar la banda |
| 3 | Colocar fajilla |
| 4 | Termoencoger |
| 5 | Secar |
| 6 | Codificar el producto |
| 7 | Controlar el resultado  |
| 8 | Colocar en bandeja |
| 9 | Embalar el producto etiquetado |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 10 | Enviar a bodega |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

Tabla 5. Levantamiento de la información del proceso ETIQUETADO DE SKUISI

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **FUNCIONARIO:** |  |  |  |  |  |  |
| **FUNCIÓN/ÁREA/DEPARTAMENTO: ETIQUETADO** |  | **NOMBRE DEL PROCESO: ETIQUETADO DE SKUISI** |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **N°** | **COMO hacer** | **QUE ingresa** | **QUIÉN**  | **CUANTO** | **DÓNDE se ejecuta** | **QUE se entrega** | **QUIÉN** | **QUÉ usa** | **QUÉ debe cumplir** |
| **ACTIVIDADES** | **INSUMO** | **PROVEEDOR** | **FRECUENCIA** | **VOLUMEN** | **RESPONSABLE** | **PRODUCTO** | **CLIENTE/PROCESO** | **RECURSOS** | **REQUISITOS** |
| 1 | Recibir producto envasado del departamento de producción | Producto envasado |   |   |   | Área de etiquetado |   |   | No usa máquinas; un operador para alimentar la banda; unoperador para colocar la fajilla; una persona para codificar; un operador para colocar en la bandeja y un operador para embalar.  |   |
| 2 | Alimentar la banda |
| 3 | Colocar fajilla |
| 4 |  Termoencoger  |
| 5 | Codificar el producto |
| 6 | Controlar el resultado  |
| 7 | Colocar en bandeja |
| 8 | Embalar el producto etiquetado |
| 9 | Enviar a bodega |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

Tabla 6. Levantamiento de la información del proceso ETIQUETADO DE GALONERA

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **FUNCIONARIO:** |  |  |  |  |  |  |
| **FUNCIÓN/ÁREA/DEPARTAMENTO: ETIQUETADO** |  | **NOMBRE DEL PROCESO: ETIQUETADO DE GALONERA** |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **N°** | **COMO hacer** | **QUE ingresa** | **QUIÉN**  | **CUANTO** | **DÓNDE se ejecuta** | **QUE se entrega** | **QUIÉN** | **QUÉ usa** | **QUÉ debe cumplir** |
| **ACTIVIDADES** | **INSUMO** | **PROVEEDOR** | **FRECUENCIA** | **VOLUMEN** | **RESPONSABLE** | **PRODUCTO** | **CLIENTE/PROCESO** | **RECURSOS** | **REQUISITOS** |
| 1 | Recibir producto envasado del departamento de producción | Producto envasado; y galoneras | Bodega de galoneras |   |   | Área de etiquetado |   |   | Una máquina; un operador para alimentar la banda; un operador para verificar si lleva galonera y colocar agarradera; una persona para cerrar agarradera; un operador para etiquetar; un operador para colocar en la bandeja; un operador para codificar y un operador para embalar.  |   |
| 2 | Alimentar la banda |
| 3 | Recibir galoneras de bodega |
| 4 | Determinar si lleva agarredra |
| 5 | Afirmativo. Colocar agarradera |
| 6 | Cerrar agarradera |
| 7 | Etiquetar producto con agarradera |
| 8 | No lleva agarradera, entonces |
| 10 | Etiquetar producto sin agarradera |
| 11 | Negativo, entonces etiquetar |
| 12 | Codificar el producto |
| 13 | Controlar el resultado  |
| 14 | Colocar fajilla |
| 15 | Colocar en bandeja |
| 16 | Embalar el producto etiquetado |
| 17 | Enviar a bodega |

Tabla 7. Levantamiento de la información del proceso ETIQUETADO CON ETIQUETAS DE PAPEL

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **FUNCIONARIO:** |  |  |  |  |  |  |
| **FUNCIÓN/AREA/DEPARTAMENTO: ETIQUETADO** |  | **NOMBRE DEL PROCESO: ETIQUETADO CON ETIQUETAS DE PAPEL** |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **N°** | **COMO hacer** | **QUE ingresa** | **QUIÉN**  | **CUANTO** | **DÓNDE se ejecuta** | **QUE se entrega** | **QUIÉN** | **QUÉ usa** | **QUÉ debe cumplir** |
| **ACTIVIDADES** | **INSUMO** | **PROVEEDOR** | **FRECUENCIA** | **VOLUMEN** | **RESPONSABLE** | **PRODUCTO** | **CLIENTE/PROCESO** | **RECURSOS** | **REQUISITOS** |
| 1 | Recibir producto envasado del departamento de producción | Producto envasado; etiquetas y capuchones | Bodega deetiquetas y capuchones |   |   | Area de etiquetado |   |   | Una máquina; 5 personas para etiquetar y colocar capuchón; un operador para alimentar la banda; una persona paara colocar en bandeja y una persona para empacar |   |
| 2 | Recibir Etiquetas y capuchones |
| 3 | Etiquetar |
| 4 | Colocar capuchón |
| 5 | Alimentar la banda |
| 6 | Termoencoger |
| 7 | Codificar producto |
| 8 | Controlar el resultado  |
| 9 | Colocar en bandeja |
| 10 | Embalar el producto etiquetado |
| 11 | Enviar a bodega |

Tabla 8. Levantamiento de la información del proceso ETIQUETADO MANUAL

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **FUNCIÓN/ÁREA/DEPARTAMENTO: ETIQUETADO** |  | **NOMBRE DEL PROCESO: ETIQUETADO MANUAL** |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **N°** | **COMO hacer** | **QUE ingresa** | **QUIÉN**  | **CUANTO** | **DÓNDE se ejecuta** | **QUE se entrega** | **QUIÉN** | **QUÉ usa** | **QUÉ debe cumplir** |
| **ACTIVIDADES** | **INSUMO** | **PROVEEDOR** | **FRECUENCIA** | **VOLUMEN** | **RESPONSABLE** | **PRODUCTO** | **CLIENTE/PROCESO** | **RECURSOS** | **REQUISITOS** |
| 1 | Recibir producto envasado del departamento de producción | Producto envasado; y cartón | Bodega de cartones |   |   | Área de etiquetado |   |   | No usa máquinas; un operador para armar cartón y empacar; dos personas para etiquetar y una para embalar el producto |   |
| 2 | Alimentar la banda |
| 3 | Pegar etiqueta en cartón |
| 4 | Armar carton |
| 5 | Etiquetar producto  |
| 6 | Controlar el resultado  |
| 7 | Embalar el producto etiquetado |
| 8 | Enviar a bodega |

Tabla 9. Levantamiento de la información del proceso ETIQUETADO EN DISPLAY

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **FUNCIONARIO:** |  |  |  |  |  |  |
| **FUNCIÓN/ÁREA/DEPARTAMENTO: ETIQUETADO** |  | **NOMBRE DEL PROCESO: ETIQUETADO EN DISPLAY** |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **N°** | **COMO hacer** | **QUE ingresa** | **QUIÉN**  | **CUANTO** | **DÓNDE se ejecuta** | **QUE se entrega** | **QUIÉN** | **QUÉ usa** | **QUÉ debe cumplir** |
| **ACTIVIDADES** | **INSUMO** | **PROVEEDOR** | **FRECUENCIA** | **VOLUMEN** | **RESPONSABLE** | **PRODUCTO** | **CLIENTE/PROCESO** | **RECURSOS** | **REQUISITOS** |
| 1 | Recibir producto envasado del departamento de producción | Producto envasado; cinta y cartón | Bodega de cinta y cartones |   |   | Área de etiquetado |   |   | no usa máquinas; un operador para pegar cinta en tarjetón; un operador para armar tarjetón y una persona paara empacar |   |
| 2 | Recibir cinta y cartones |
| 3 | Alimentar la banda |
| 4 | Pegar etiqueta en cartón |
| 5 | Armar carton |
| 6 | Pegar cinta en tarjetón |
| 7 | Armar tarjetón |
| 8 | Controlar el resultado  |
| 9 | Embalar el producto etiquetado |
| 10 | Enviar a bodega |

**PREGUNTAS A DESARROLLAR**

**SECCIÓN A: DOCUMENTACIÓN DEL PROCESO**

*Pregunta 1. Con base en la información anterior, elaborar:*

*a) El Mapa de Proceso*

*b) Usando la metodología IDEF0 (Identificación de funciones de nivel cero) realizar la desagregación de los procesos del proceso denominado “Proceso de Etiquetado”*

*Pregunta 2. Documentar el proceso denominado “Proceso de Etiquetado con etiquetas de papel” a través de: Diagrama SIPOC (Supply Input Process Output Customer) y Diagrama de Proceso (tipificando las actividades: operación, transporte, inspección, demora y almacenamiento).*

*Pregunta 3. Establecer el catálogo de los procesos del “Proceso de Etiquetado”, codificando a cada uno de los subprocesos.*

*Pregunta 4. Construir el Flujograma del proceso “Etiquetado de skuisi”.*

*Pregunta 5. Proponer una distribución física de la planta y el Diagrama de recorrido con base en lo que se muestra en la figura A.1. Utilice bloques rectangulares de las mismas dimensiones (por ejemplo, de 10m x 15m). Explique las consideraciones realizadas para lograr lo que se pide.*



Figura A.1. Distribución de Área de Etiquetado – Vista de Planta

**SECCIÓN B: ANÁLISIS DE LA TASA DE PRODUCCIÓN O VELOCIDAD ESTÁNDAR**

Para calcular la velocidad estándar de cada subproceso, se seleccionaron los registros históricos como técnica de medición de trabajo. Se definió la velocidad promedio calculada como la velocidad estándar de cada subproceso. La demanda de los diferentes productos correspondientes a una semana de trabajo está registrada en la Tabla B.1**.**

Tabla B.1. Pedidos diarios en unidades de una semana de trabajo.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **PRODUCTO** | **LUNES** | **MARTES** | **MIERCOLES** | **JUEVES** | **VIERNES** | **TOTAL PEDIDO** |
| **A** | 1104 | 504 | 504 | 1464 | 600 | **4176** |
| **B** |   |   |   | 3360 |   | **3360** |
| **C** | 192 | 240 | 792 | 912 |   | **2136** |
| **D** | 156 | 156 | 156 | 2316 | 600 | **3384** |
| **E** | 228 | 132 | 408 | 108 | 300 | **1176** |
| **F** | 696 | 192 | 696 | 96 |   | **1680** |
| **G** | 504 | 452 | 504 | 342 | 324 | **2126** |
| **H** | 468 | 228 | 468 | 468 | 240 | **1872** |
| **TOTAL** | **3348** | **1904** | **3528** | **9066** | **2064** | **19910** |

El tiempo promedio de servicio en cada estación (proceso) está establecido en la Tabla B.2.

Tabla B.2. Tiempo de servicio de cada subproceso de etiquetado

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Proceso** | **Producto** | **Tiempo de servicio (h)** |
| Etiquetado automático | A | 1,70 |
| Etiquetado automático 100 | B | 2,26 |
| Etiquetado con fajilla | C | 0,87 |
| Etiquetado manual | D | 5,70 |
| Etiquetado de Skuisi | E | 0,39 |
| Etiquetado en galonera | F | 2,97 |
| Etiquetado display | G | 0,86 |
| Etiquetado con etiquetas de papel | H | 0,76 |

*Pregunta 6. Calcular la velocidad estándar en cada uno de los 8 subprocesos utilizando la Ley de Little.*

**SECCIÓN C: PRODUCTIVIDAD DE LA LÍNEA DE ETIQUETADO**

*Pregunta 7. Responda lo siguiente:*

1. *Calcular la productividad parcial (u/H-H) de la mano de obra del proceso de etiquetado (llenar la columna correspondiente en la Tabla C.1).*
2. *¿En qué mes se alcanzó la mayor productividad de la mano de obra? ¿En qué mes se obtuvo la menor productividad de la mano de obra?*
3. *¿Cuál es el coeficiente de variación de la productividad en los 6 meses de estudio?*

TABLA C.1. Horas totales utilizadas en el proceso de etiquetado

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| MES | UNIDADES ETIQUETADAS | N° TRABAJADORES | HORAS TOTALES TRABAJADAS  | PRODUCTIVIDAD (u/HH) |
| ABRIL | 553918 | 17 | 3812 |  |
| MAYO | 472673 | 17 | 3844 |  |
| JUNIO | 562284 | 17 | 3846 |  |
| JULIO | 569157 | 17 | 4116 |  |
| AGOSTO | 533909 | 17 | 3800 |  |
| SEPTIEMBRE | 640374 | 17 | 4334 |  |

**SECCIÓN D: CONTROL ESTADÍSTICO DEL PROCESO DE ETIQUETADO**

Para establecer si la velocidad del proceso de “Etiquetado automático” estaba bajo control estadístico (con una velocidad media de procesamiento igual a 2461,40 horas/unidad), se elaboraron las respectivas cartas de control con límites de Shewart. La evaluación de la velocidad media en los procesos se indica en la Tabla D.1. Las muestras tomadas para el análisis fueron de tamaño 9.

Tabla D.1. Velocidad media de los subprocesos de etiquetado.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Parámetros | Etiquetado automático | Etiquetado automático 100 | Etiquetado con fajilla | Etiquetado manual | Etiquetado de Skuisi |
| Velocidad media (u/h) | 2461,40 | 1487,97 | 2452,56 | 593,68 | 2989,34 |
| Desviación estándar | 158,78 | 52,18 | 123,79 | 58,67 | 102,37 |

Considere luego que, después de establecidos los límites de control del proceso, se tomaron muestras adicionales de tamaño 9, y son las indicadas en la Tabla N°: D.2.

Tabla D.2. Muestras adicionales para establecer la velocidad media del proceso “Etiquetado automático”

|  |  |
| --- | --- |
| **Lote** | **Velocidad (u/h)** |
| 1 | 2201,00 |
| 2 | 2682,00 |
| 3 | 2802,20 |
| 4 | 2398,80 |
| 5 | 2185,50 |
| 6 | 2400,50 |
| 7 | 2350,70 |
| 8 | 2461,60 |
| 9 | 2458,40 |
| 10 | 2398,00 |

*Pregunta 8. Elaborar las cartas de control para “Etiquetado automático”. Construya las cartas de control con límites de Shewart. Explique si el proceso está bajo control estadístico.*

Con anterioridad ya se estableció que el valor objetivo para la velocidad media o estándar del proceso “Etiquetado automático” debía centrarse en 2450,00 u/h, con especificación superior igual a 3000,00 u/h y especificación inferior igual a 1900,00 u/h. Se estableció un valor de referencia igual a 1,33 para evaluar la capacidad del proceso.

*Pregunta 9. Evaluar si el proceso “Etiquetado automático” es capaz de cumplir con las especificaciones del cliente. Explicar los resultados.*

**SECCIÓN E: CONTROL DE LA PRODUCCIÓN**

El control de la producción bajo la manufactura por lotes se lleva a cabo a través del enfoque de las gráficas de Gantt de carga, en términos de las cargas de trabajo para la semana de estudio, tal como se muestra en la Tabla E.1.

Tabla E.1. Horas diarias requeridas para el subproceso.

****

*Pregunta 10. Use una gráfica de Gantt para establecer la carga de trabajo en cada centro de operación (Subproceso) del “Proceso de etiquetado” de la semana de estudio*