



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE INGENIERÍA

**“Prácticas de laboratorio para Planeación y Control de la
Producción y Manufactura Lean.”**

**TESIS
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

**PRESENTA:
VERA SANDOVAL MONSERRAT**

**DIRECTOR:
DRA. SUSANA CASY TÉLLEZ BALLESTEROS**



CIUDAD UNIVERSITARIA, CIUDAD DE MÉXICO. 2016



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradecimientos:

Agradezco a mi familia, especialmente a mis padres Mireya y Roberto, por apoyarme incondicionalmente a través del camino, por acompañarme en mis desvelos, por enseñarme a hacer las cosas bien, a no rendirme y a superarme día a día.

A mis hermanas Lucero y Lisset porque me impulsan a ser mejor, a darles un buen ejemplo y mostrarles lo lejos que se puede llegar, gracias por apoyarme y cuidarme.

A Bryan por la paciencia y los consejos, por acompañarme y apoyarme durante el desarrollo no sólo de éste trabajo sino en gran parte de mi formación como Ingeniera.

A Dios por darme la paciencia y perseverancia para llegar hasta aquí, por poner en mi camino a grandes personas y grandes lecciones, por los errores cometidos y los aciertos, por mi familia y amigos que siempre me han apoyado y por mis profesores de quienes he aprendido mucho.

A la UNAM por permitirme a través de sus académicos, instalaciones, becas, idiomas y todas las herramientas que me brindó, concluir de manera satisfactoria mi formación profesional.

Contenido

Introducción	5
1 Antecedentes	5
2 Objetivo.....	6
3 Hipótesis.....	6
Capítulo 1. Contexto del desarrollo de prácticas de laboratorio.	7
1.1 Definición de práctica de laboratorio	7
1.2 Elementos de la enseñanza en una práctica de laboratorio visto como un sistema.	8
1.3 Planeación y Control de la Producción.	10
1.4 Manufactura esbelta.	10
Capítulo 2. Procedimiento para realizar la propuesta para las prácticas	
2.1 Contexto	11
2.2 Revisión.....	12
2.3 Planteamiento de objetivos para las prácticas propuestas.	13
2.4 Formato para generar prácticas y contenido general.....	14
Capítulo 3. Análisis General. Planeación y Control de la Producción.....	15
3.1 Temario de Planeación y control de la Producción.....	15
3.2 Análisis de publicaciones considerando la existencia de la práctica por temática del nuevo plan de estudios de Ingeniería Industrial para Planeación y Control de la Producción.....	16
3.3 Análisis de las prácticas por tema.	16
Capítulo 4. Análisis General. Manufactura Lean.	17
4.1 Temario de Manufactura Lean para Temas Selectos de Producción.....	17
4.2 Análisis de publicaciones considerando la existencia de la práctica por temática del nuevo plan de estudios de Ingeniería Industrial para Manufactura Lean.....	18
4.3 Análisis de las prácticas por tema.	18
Capítulo 5. Propuesta para llevar a cabo las prácticas de Planeación y Control de la Producción.	19
Capítulo 6. Propuesta para llevar a cabo las prácticas de Manufactura Lean.	37
Conclusiones	68
Anexo 1. Revisión de las prácticas publicadas actualmente	70
1.1 Manual de López Visoso. (López Visoso J. C., 2014).....	70

1.2	Manual de Frey Aranza & Rodríguez Alvarado (Frey Aranza & Rodríguez Alvarado, 2005)	73
1.3	Manual de Peñaflor Zurita (Peñaflor Zurita, 2012)	75
1.4	Manual de Delgado Ramos (Delgado Ramos, 2013)	78
Anexo 2. Revisión de las prácticas documentadas en la Facultad de Ingeniería		80
2.1	Planeación y control de la producción	80
2.11	Práctica 1. Pronósticos	80
2.12	Práctica 2. EOQ y EPQ	82
2.13	Práctica 3. Pull y Push	91
Anexo 3. Análisis de las prácticas existentes		94
3.1	Tesis 1 (López Visoso J. C., 2014)	94
3.2	Tesis 2 (Frey Aranza & Rodríguez Alvarado, 2005)	98
3.3	Tesis 4 (Delgado Ramos, 2013)	101
Bibliografía		106

Introducción

1 Antecedentes

En la Facultad de Ingeniería se cuenta con diferentes laboratorios, teniendo destinados dos de ellos particularmente a la carrera de Ingeniería Industrial, estos son el laboratorio de Ingeniería Industrial y el laboratorio de métodos, ergonomía y logística.

El laboratorio de Métodos, Ergonomía y Logística fue habilitado en el año 2006 y dentro de las asignaturas que se imparten en él se encuentra Temas Selectos de Producción (específicamente el área de Lean Manufacturing). Así mismo el laboratorio de Ingeniería Industrial fue habilitado en el año 1974 y desde entonces ha sufrido cambios, dentro de las asignaturas que se imparten en dicho laboratorio se encuentra Planeación y Control de la Producción.

Actualmente existe la necesidad de certificar dichos laboratorios, para tal fin, se debe estructurar la operación de los mismos considerando un estándar de servicio establecido por un organismo certificador a través de la norma ISO 9001:2008. Alguno de los requisitos de certificación estipulados son: Contar con un manual de prácticas de laboratorio, establecer el reglamento interno del laboratorio, contar con un formato para préstamo de equipo y contar con un formato de sugerencias.

En el presente trabajo serán analizadas las asignaturas Planeación y Control de la Producción y Temas Selectos de Producción (Manufactura Lean) para las cuales se presentará una propuesta de manual de prácticas, actualmente se cuenta con diferentes tesis documentadas de prácticas, con estas se podrá realizar un análisis comparativo que permitirá realizar una propuesta más completa y así cumplir con uno de los requisitos necesarios para realizar la certificación de los laboratorios.

2 Objetivo

Analizar las prácticas que se están realizando actualmente para las asignaturas de Planeación y Control de la Producción y Temas Selectos de Producción (Manufactura Lean), así como el material documentado en las tesis que abordan los temas de las mismas, con el propósito de proponer una nueva estructura de prácticas que considere los recursos materiales disponibles en la actualidad, las temáticas consideradas por el nuevo plan de estudios y los requisitos mínimos de certificación de acuerdo con la norma ISO 9001:2008.

3 Hipótesis

Si se estructura un manual de prácticas que considere todos los recursos materiales actuales, será factible que los profesores implementen el mismo tipo de prácticas, lo que contribuirá con el proceso de certificación del laboratorio.

Capítulo 1. Contexto y procedimiento de prácticas de laboratorio.

1.1 Definición de práctica de laboratorio

Las prácticas de laboratorio fueron introducidas a la dinámica enseñanza- aprendizaje a finales del siglo XIX gracias a John Locke quien durante el siglo VII llegó a entender la importancia de realizar trabajos prácticos como parte del aprendizaje. (Cardona Buitrago, 2013)

Existen diferentes definiciones en cuanto a prácticas de laboratorio se refiere, las cuales obedecen a las diferentes concepciones que se le da desde el punto de vista del aprendizaje y la evolución del mismo. Dentro de las modificaciones que las prácticas de laboratorio han sufrido a través de los años se pueden encontrar la visión tradicional (en la que se asume que el estudiante no posee conocimientos sólidos previos), la visión constructivista (que considera que el estudiante cuenta con conocimientos previos a la experimentación) y la visión alternativa (en la que el estudiante posee experiencia previa a la dinámica establecida). (Arcos, García, & Barón Martínez)

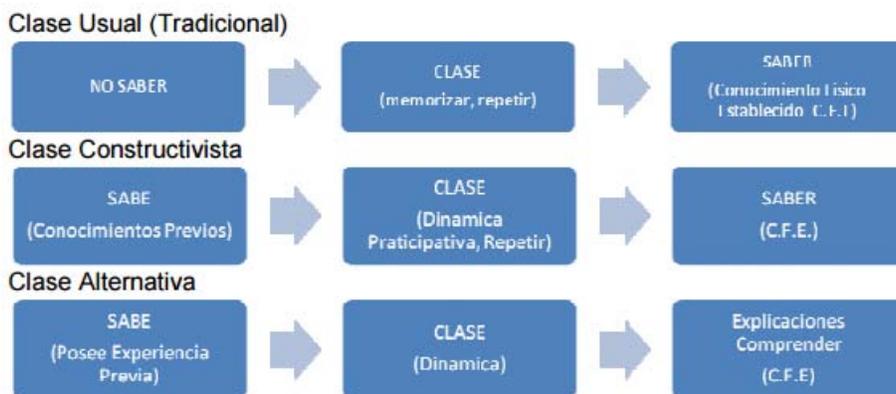


Fig. 1. Estructura de las Clase Usual, Constructivista y Alternativa.

Fuente: (Arcos, García, & Barón Martínez)

De acuerdo a esta división de visiones se puede decir que dentro de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) se llevan a cabo prácticas de laboratorio con un enfoque constructivista, en el que el alumno adquiere conocimientos teóricos y posteriormente los aplica en una serie de actividades, gracias a las cuales es capaz de visualizar de mejor manera los problemas que se le presentan y consolidar de esta manera los conocimientos adquiridos como parte del aprendizaje de la asignatura, por lo tanto se puede tomar como base la siguiente definición de práctica de laboratorio:

“La práctica de laboratorio es el tipo de clase que tiene como objetivos instructivos fundamentales que los estudiantes adquieran las habilidades propias de los métodos de la investigación científica, amplíen, profundicen, consoliden, realicen, y comprueben los fundamentos teóricos de la asignatura mediante la experimentación empleando los medios de enseñanza necesarios, garantizando el trabajo individual en la ejecución de la práctica”.
(Cañedo Iglesias & Cáceres Mesa)

1.2 Elementos de la enseñanza en una práctica de laboratorio visto como un sistema.

Un sistema es un conjunto de subsistemas interrelacionados e interdependientes, que trabajan de manera conjunta para llevar a cabo metas y objetivos determinados. (Kendall, Análisis y diseño de sistemas, 2005)

De acuerdo con lo antes mencionado se puede considerar al proceso enseñanza-aprendizaje como un sistema, esto nos permite verlo desde un enfoque experimental que proporcionará información relevante en el diseño e implantación de las estrategias de enseñanza como lo son las prácticas de laboratorio.

Existen dos tipos de sistemas: sistemas cerrados y sistemas abiertos, en los primeros no existe interacción con el entorno en el que se desarrollan y los segundos interactúan constantemente con el mismo.

Todos los sistemas independientemente de su naturaleza (abierto o cerrado) se conforman de las siguientes partes:

1. Entradas
2. Procesos
3. Salidas
4. Retroalimentación

Entonces se puede decir que dentro de un sistema de enseñanza que implementa prácticas de laboratorio se presentan los mismos elementos.

El funcionamiento de un sistema de enseñanza que implementa como estrategia prácticas de laboratorio se puede observar en la siguiente figura:

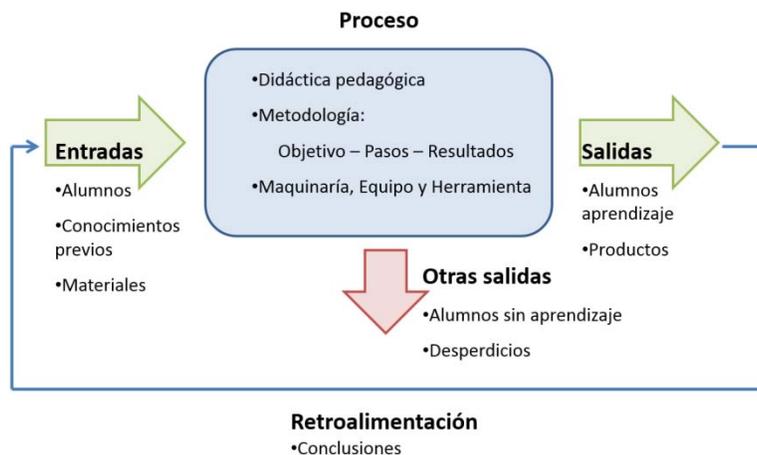


Fig. 2. Sistema de enseñanza en prácticas de laboratorio. Fuente: Elaboración propia.

Como se mencionó previamente en el laboratorio de métodos, ergonomía y logística se habilitó para impartir las asignaturas que requerían las prácticas de laboratorio para abordar de manera pedagógica los conceptos teóricos vistos en clase así como cumplir con los requerimientos de laboratorio que marcan las asignaturas del plan de estudios de Ingeniería industrial. Dentro de las asignaturas que marcan horas de laboratorio se encuentran las asignaturas de Estudio del Trabajo, Planeación y Control de la Producción y materias

optativas correspondientes al área de producción, tal es el caso de Temas Selectos de Producción, Ergonomía, entre otras. Para este documento se abordarán los requerimientos de prácticas de laboratorio para las asignaturas de Planeación y Control de la Producción y Manufactura Lean.

1.3 Planeación y Control de la Producción.

La Planeación y Control de la Producción, conocida como PCP, es la herramienta principal de la tecnología de administración de la producción la cual se encarga de dirigir los sistemas de producción.

“PCP es un sistema de información basado en el flujo de materiales integrado.” (Sipper & Bulfin Jr., 1998)

Actualmente se cuenta con 2 publicaciones para la asignatura de Planeación y Control de la Producción, al igual que 2 publicaciones que pueden tomarse como base para el estudio y aprendizaje de Lean Manufacturing, los títulos de dichas publicaciones se enlistan a continuación:

- Actualización del manual de prácticas del laboratorio de Planeación y Control de la Producción. (López Visoso J. C., 2014)
- Propuesta para la implementación de un laboratorio de Planeación y Control de la Producción dentro de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, así como el desarrollo de prácticas para el mismo. (Frey Aranza & Rodríguez Alvarado, 2005)

1.4 Manufactura esbelta.

Entendemos por Lean Manufacturing (en castellano se puede encontrar como “producción ajustada”, “manufactura magra” o “manufactura esbelta”), la persecución de una mejora del sistema de fabricación mediante la eliminación del desperdicio, entendiendo como desperdicio o despilfarro todas aquellas acciones que no aportan valor al producto y por las

cuales el cliente no está dispuesto a pagar. La producción ajustada (también llamada Toyota Production System), puede considerarse como un conjunto de herramientas que se desarrollaron en Japón inspiradas en parte, en los principios de William Edwards Deming. (Rajadell & Sánchez, Lean Manufacturing: La evidencia de una necesidad, 2010)

Actualmente se cuenta con 2 publicaciones que pueden tomarse como base para el estudio y aprendizaje de Lean Manufacturing, los títulos de dichas publicaciones se enlistan a continuación:

1. Manual de apoyo para la capacitación en Lean Manufacturing. (Peñaflor Zurita, 2012)
2. Diseño de prácticas para manufactura esbelta. (Delgado Ramos, 2013)

1.5 Contexto del procedimiento para realizar la propuesta de prácticas.

Renovación del plan de estudios (Facultad de Ingeniería, 2015)

Durante el año 1968 se crea el área de especialidad en Ingeniería Industrial para la carrera de Ingeniero Mecánico Electricista, presentando durante los siguientes años diferentes modificaciones de acuerdo a la demanda externa, es por eso que en el año 1993 se crea la carrera de Ingeniería Industrial, la cual a su vez ha sido sometida a modificaciones de manera periódica con el fin de que permanezca siendo una carrera actual y competitiva.

Recientemente se realizó la última modificación al plan de estudios de la carrera de Ingeniería Industrial. Para realizar el diagnóstico del plan de estudios de la carrera de Ingeniería Industrial se tomaron en cuenta las opiniones de profesores, alumnos, egresados y empleadores, así como de los cuerpos colegiados profesionales y de ingenieros de prestigio en el medio. Para el desarrollo del plan propuesto se llevaron a cabo diferentes actividades, entre las cuales destaca el trabajo colegiado de los académicos para la revisión y mejora de los contenidos en las asignaturas. La revisión del plan de estudios y programas de las asignaturas duró alrededor de dos años.

Tomando en cuenta la renovación del plan de estudios para la carrera de Ingeniería Industrial, así como los motivos que le dieron origen y con el objetivo de contribuir de manera directa a la implementación del mismo, las propuestas para las prácticas se

realizarán con base en los temarios para las asignaturas de Planeación y Control de la Producción y Manufactura Lean del nuevo plan de estudios.

1.6 Revisión

Para realizar la propuesta de las prácticas para las asignaturas de Planeación y Control de la Producción y Manufactura Lean se realizó una investigación de material generado por la UNAM que involucra no sólo los temas, también involucra el desarrollo de prácticas de laboratorio. Los documentos obtenidos de la investigación son los siguientes:

- Diseño de prácticas para manufactura esbelta.
- Propuesta para la implementación de un laboratorio de Planeación y Control de la Producción dentro de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, así como el desarrollo de prácticas para el mismo.
- Actualización del manual de prácticas del laboratorio de Planeación y Control de la Producción.
- Manual de apoyo para la capacitación en Lean Manufacturing.

Una vez que se identificaron los documentos que se utilizarían para el desarrollo de la propuesta de prácticas de laboratorio se realizó un análisis individual de los documentos donde los puntos de revisión fueron los siguientes:

- a. Objetivo
- b. Alcance
- c. Prácticas que incluye el documento
- d. Prácticas que se usarán para el análisis
- e. Partes que conforman las prácticas

Por otra parte, para complementar la información disponible se presenciaron algunas de las prácticas que se llevan a cabo actualmente para la asignatura de Planeación y Control de la Producción dentro de la Facultad de Ingeniería (con el plan de estudios que actualmente predomina). Para realizar el análisis de las prácticas presenciadas se revisaron los objetivos,

el desarrollo, los entregables y un ejemplo de solución y posteriormente se presentaron las observaciones correspondientes.

Para finalizar el análisis de la información disponible se revisaron las prácticas consideradas para el análisis de los documentos generados por la UNAM y se realizaron observaciones donde se consideraron los objetivos, los temas para los que se pueden presentar y las actividades desarrolladas.

1.7 Planteamiento de objetivos para las prácticas propuestas.

En 1948 un grupo de educadores decidieron clasificar los objetivos educativos, para lograrlo propusieron desarrollar un sistema de clasificación que tomara en cuenta tres aspectos: el cognitivo, el afectivo y el psicomotor.

El trabajo realizado para aspecto cognitivo fue concluido en el año 1956 y es llamado Taxonomía de Bloom o taxonomía de objetivos de la educación.

En la Taxonomía de Bloom los objetivos se clasifican en función de la dimensión a la que corresponden:

En el dominio cognitivo se distinguen 6 niveles: conocimiento, comprensión, aplicación, análisis, síntesis y evaluación. Estos niveles tienen una estructura jerárquica que va de lo más simple a lo más complejo. (Significados.com, 2016)

Para utilizar la taxonomía de Bloom se deben tener en cuenta estos niveles y mediante las diferentes actividades, se debe avanzar de nivel hasta conseguir los niveles de mayor jerarquía. (Fes Cuautitlán, UNAM)

De esta manera, tomando en cuenta la taxonomía de Bloom y los objetivos de cada tema se plantearán los objetivos que tendrán cada una de las prácticas de Planeación y Control de la producción, así como las de Manufactura Lean.

1.8 Formato para generar prácticas y contenido general.

Las propuestas de las prácticas se presentarán en el formato que generó el departamento de gestión de calidad de los laboratorios de la Facultad de Ingeniería y que actualmente se emplea en la asignatura de Estudio del Trabajo, de ésta manera se dará continuidad y uniformidad al trabajo que se realiza en el Departamento de Ingeniería Industrial.

El contenido general de las prácticas de laboratorio es el siguiente:

- Carátula
- Seguridad en la ejecución
- Objetivos de aprendizaje
- Introducción
- Material y equipo
- Desarrollo
- Conclusiones
- Bibliografía

Las prácticas también pueden incluir un apartado llamado “Bitácora” donde se incluyen formatos o información necesaria para el desarrollo de la misma.

Capítulo 3. Análisis General. Planeación y Control de la Producción.

3.1 Temario de Planeación y control de la Producción

El temario de la materia de Planeación y Control de la Producción del nuevo plan de Ingeniería Industrial (UNAM, 2015) contempla los siguientes temas y asignación de horas:

Tema	Horas
1. Introducción	4.0
2. Análisis de la demanda de producción	18.0
3. Sistemas y modelos de inventarios	18.0
4. Planeación agregada	12.0
5. Programación de operaciones	12.0
	64.0
Actividades prácticas	32.0
	Total 96.0

3.2 Análisis de publicaciones considerando la existencia de la práctica por temática del nuevo plan de estudios de Ingeniería Industrial para Planeación y Control de la Producción.

Tema	Tesis 1 (López Visoso J. C., 2014)	Tesis 2 (Frey Aranza & Rodríguez Alvarado, 2005)	Práctica observada
Introducción	NC	NC	SC
Análisis de la demanda de producción	SC (pronósticos)	SC (pronósticos)	SC (Pronósticos)
Sistemas y modelos de inventarios	SC (inventarios)	SC (EOQ, EPQ)	SC (EOQ, EPQ)
Planeación agregada	NC	NC	NC
Programación de operaciones	NC	NC	NC

Fuente: Anexos 1, 2 y 3.

NC: No cuenta con práctica; SC: Si cuenta con práctica

3.3 Análisis de las prácticas por tema.

Cuadro resumen del Análisis de la práctica de Pronósticos:

Cuenta con:	Tesis 1 (López Visoso J. C., 2014)	Tesis 2 (Frey Aranza & Rodríguez Alvarado, 2005)	Práctica observada
Objetivo	Si	Si	Si
Metodología	Si	Si	Si
Análisis de resultados	No	No	No
Cuestionario previo	Si	Si	No
Cuestionario final	No	No	No

Fuente: Anexos 1, 2 y 3.

Cuadro resumen del Análisis de la práctica de Inventarios:

Cuenta con:	Tesis 1 (López Visoso J. C., 2014)	Tesis 2 (Frey Aranza & Rodríguez Alvarado, 2005)	Práctica observada
Objetivo	Si	Si	Si
Metodología	Si	Si	Si
Análisis de resultados	No	No	Si
Cuestionario previo	Si	Si	No
Cuestionario final	Si	No	No

Fuente: Anexos 1, 2 y 3.

Capítulo 4. Análisis General. Manufactura Lean.

4.1 Temario de Manufactura Lean para Temas Selectos de Producción.

El temario de la materia de Manufactura Lean cuenta con los siguientes temas y asignación de horas:

Temas	Horas
1. Introducción a los sistemas de manufactura esbelta	6.0
2. Kaizen	6.0
3. Lean Kaizen, blackbelt	6.0
4. Los 7 desperdicios	8.0
5. Las 7 herramientas	
	32.0
Actividades prácticas	32.0
	Total 64.0

4.2 Análisis de publicaciones considerando la existencia de la práctica por temática del nuevo plan de estudios de Ingeniería Industrial para Manufactura Lean.

	Tesis 1 (López Visoso J. C., 2014)	Tesis 3 (Peñaflor Zurita, 2012)	Tesis 4 (Delgado Ramos, 2013)
Introducción a los sistemas de manufactura esbelta	NC	CI	NC
Kaizen	SC	CI	SC
Lean Kaizen, blackbelt	NC	CI	NC
Los 7 desperdicios	NC	CI	SC
Las 7 herramientas	SC (pokayoke)	CI	SC (6 prácticas)

Fuente: Anexos 1, 2 y 3.

NC: No cuenta con práctica; SC: Si cuenta con práctica; CI: Cuenta con información

4.3 Análisis de las prácticas por tema.

Cuadro resumen del Análisis de la práctica de Kaizen

	Tesis 1 (López Visoso J. C., 2014)	Tesis 4 (Delgado Ramos, 2013)
Objetivo	Si	Si
Metodología	Si	Si
Análisis de resultados	No	No
Cuestionario previo	Si	No
Cuestionario final	Si	No

Fuente: Anexos 1, 2 y 3.

Cuadro resumen del Análisis de la práctica de 7 herramientas

	Tesis 1 (López Visoso J. C., 2014)	Tesis 4 (Delgado Ramos, 2013)
Objetivo	Si	Si
Metodología	Si	Si
Análisis de resultados	No	No
Cuestionario previo	Si	No
Cuestionario final	Si	No

Fuente: Anexos 1, 2 y 3.

Capítulo 5. Propuesta para llevar a cabo las prácticas de Planeación y Control de la Producción.

Con la información obtenida del análisis presentado hasta este momento, así como información adicional de investigación, el material disponible en el Departamento de Ingeniería Industrial y las instalaciones destinadas a su realización, se plantearán las diferentes propuestas de prácticas para Planeación y Control de la Producción.

Las prácticas propuestas para la asignatura de Planeación y Control de la Producción son las siguientes:

1. Pronósticos
2. Inventarios
3. Planeación agregada
4. Programación de operaciones

CASO DE PRONÓSTICOS

N° de práctica: 1 PRONÓSTICOS

Nombre completo del alumno		Firma
N° de brigada:	Fecha de elaboración:	Grupo:

Elaborado por:	Revisado por:	Autorizado por:	Vigente desde:
Montserrat Vera Sandoval			Marzo 2016

1. Seguridad en la ejecución

	Peligro o Fuente de energía	Riesgo asociado
1		
2		
3		

2. Objetivos de aprendizaje

- El alumno reconocerá los patrones de comportamiento de la demanda de un producto.
- El alumno pronosticará el color del producto obtenido que sea más demandado para acaparar la mayor parte del mercado del producto.

3. Introducción

El pronóstico es un proceso de estimación de un acontecimiento futuro proyectando hacia el futuro datos del pasado. Los datos del pasado se combinan sistemáticamente en forma predeterminada para hacer una estimación del futuro.

Para cada problema de decisiones hay una estructura de pérdidas asociada. El objetivo del pronóstico es disminuir el efecto de la pérdida con la decisión tomada, si la toma de decisiones es atinada el pronóstico que se consideró ayudó al proceso; en caso contrario, las decisiones incorrectas conducen a pérdidas.

Se recomienda seguir los siguientes pasos para llevar a cabo un pronóstico:

1. Especificar objetivos.
2. Determinar lo que se quiere pronosticar.
3. Establecer la dimensión del tiempo para el pronóstico a calcular.
4. Identificar la base de datos disponibles.
5. Seleccionar un modelo de pronóstico.
6. Someter el modelo a prueba.
7. Preparar y presentar el pronóstico.
8. Dar seguimiento a los resultados del pronóstico.

3. Material y Equipo

- Gemas de colores (aproximadamente 200).
- Bolsas de plástico para la distribución del material (aproximadamente 10 bolsas).

4. Desarrollo

Actividad 1: Se integrarán equipos de entre 4 y 5 personas.

Actividad 2: Se realizarán 5 ensayos que constarán de los siguientes pasos:

1. El coordinador de la actividad entrega a cada equipo una bolsa de 20 gemas de diferentes colores (procurando que no predomine un solo color).
2. El equipo selecciona el color a consolidar.
3. Se realizará una negociación de un minuto para el intercambio de gemas.
4. Se identificará la cantidad obtenida de cada color del producto al finalizar el ensayo.
5. Se registra en la bitácora de demanda.
6. Cada equipo devuelve las gemas para el siguiente ensayo.

Actividad 3: Se revisa las bitácoras de demanda, el equipo ganador es el que haya acumulado más gemas del mismo color en más ocasiones.

5. Bitácora de demanda

Equipo:									
ENSAYO	Verde	Azul	Blanco	Amarillo	Naranja	Rosa	Rojo	Morado	Total
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									

6. Conclusiones

Responder las siguientes preguntas:

1. ¿Cómo selecciona el equipo el color de la gema en cada ensayo?
2. ¿El método de selección del color de la gema fue adecuado? Justifique su respuesta.
3. ¿Qué cambiaría el equipo para seleccionar el color de la gema?
4. ¿Algún otro factor afecta la decisión de color de la gema a negociar? Justifique su respuesta.

7. Bibliografía

Sipper, Daniel, et. al., Planeación y Control de la Producción, Mc Graw-Hill

CASO DE INVENTARIOS

N° de práctica: 2
Inventarios: EOQ y EPQ

Nombre completo del alumno		Firma
N° de brigada:	Fecha de elaboración:	Grupo:

Elaborado por:	Revisado por:	Autorizado por:	Vigente desde:
Montserrat Vera Sandoval			

1. Seguridad en la ejecución

	Peligro o Fuente de energía	Riesgo asociado
1		
2		
3		

2. Objetivos de aprendizaje

El alumno visualizará el comportamiento de los inventarios y realizará la comparación entre los costos de comprar y producir.

3. Introducción

La decisión de cantidad de producto a producir o a ordenar tiene un impacto considerable en el nivel de inventario que se mantiene y por lo tanto se influye directamente en los costos que este genera.

La Cantidad Económica a ordenar (EOQ) es el modelo fundamental de los modelos de inventarios; Harris lo introdujo en 1915. También se conoce como la fórmula de Wilson, ya que fue él quien promovió su uso. La importancia de este modelo es que todavía es uno de los modelos de inventarios que más se usan en la industria, y sirve como base para modelos más elaborados.

Se supone el siguiente ambiente para la toma de decisiones.

- Existe un solo artículo en el sistema de inventarios.
- La demanda es uniforme y determinística y el monto es de D unidades por unidad de tiempo (día, semana, mes o año). Se usará la demanda anual, pero puede ser cualquier otra unidad, siempre y cuando el resto de los parámetros se calculan en la misma unidad de tiempo.
- No se permiten faltantes.
- No hay tiempo de entrega (tiempo desde que se coloca la orden hasta que se recibe).
- Toda la cantidad ordenada llega al mismo tiempo; esto se llama tasa de reabastecimiento infinito.

El modelo EPQ relaja la suposición de una tasa de reabastecimiento infinita en su lugar se tiene una tasa finita, que es lo normal para artículos fabricados, en donde el lote se entrega a través del tiempo de acuerdo con la tasa de producción.

4. Material y Equipo

1. Máquina para hacer palomitas.
2. Vasos de PET con tapa (\$40 paquete con 50 bolsas).
3. Maíz palomero (\$10 pesos con 500 gramos).
4. 2 Recipientes con tapa para recepción de palomitas (Con capacidad para contener aproximadamente 1 kilogramo de crema o yogurt).
5. Recipiente de 450 gramos.
6. 1 balanza digital.
7. Sal (\$7.0 por 700 gramos. Una cucharada equivale a 7 gramos).

5. Desarrollo

Actividad 1: Se integrarán 2 equipos. Para cumplir con una demanda de 8 vasos de palomitas en 30 minutos.

Actividad 2: Un equipo trabaja en el modelo EOQ, significa que va a comparar las palomitas para empaquetarlas.

1. Adquirir palomitas de sal (ya hechas) en la tienda, se tiene que calcular el tiempo que toma ir a comprar el producto y el costo de comprar una bolsa de palomitas para envasar.
2. Se pesan las palomitas con sal para que los vasos cuenten con el mismo peso y se cierran.

Actividad 3: El segundo equipo trabaja en el modelo EPQ, significa que va a producir las palomitas, tiene que:

- Encender la máquina para palomitas y se deja calentar durante 2 minutos.
- Con ayuda de la balanza pesar 100 gramos de maíz palomero.
- Apagar la máquina transcurridos los 2 minutos de calentamiento.
- Agregar el maíz a la máquina y encender la misma.
- Se deja el maíz dentro de la máquina hasta que se deje de oír que se está reventando.
- Apagar la máquina.

*NOTA: la máquina debe dejarse enfriar durante 15 minutos para poder ser utilizada de nuevo.

- Se vacía el contenido dentro de los recipientes con tapa y se agrega una cucharada de sal a cada uno.
- Tapar el recipiente y se revolver.
- Llenado de los vasos de palomitas

- Se vacían las palomitas del contenedor principal al recipiente pequeño y con ayuda de la balanza se pesan los vasos para que cuenten con la misma cantidad en gramos.

Actividad 4

Si el salario mínimo es de \$73.04 diarios en una jornada de 8 horas. (Año 2016). Y la tasa de mantener el inventario es del 1% por hora del costo unitario del producto.

- ¿Cuál es el costo de emitir una orden de producción considerando el tiempo de preparación de la producción de la orden de palomitas?
- ¿Cuál el costo de producción considerando la materia prima?
- ¿Cuál es la tasa de producción de la máquina de palomitas (Ψ)?
- ¿Cuál es el costo de compra al cotizar con un proveedor?
- ¿Cuál es el costo de emitir una orden de compra considerando el tiempo para llevar a cabo la orden de compra?

6. Bitácora de inventarios

Rubro	Tiempo
Tiempo de compra de las palomitas	
Tiempo para envasar las palomitas	
Salario de la persona que compra las palomitas	
Tiempo total de preparación de la producción	
Salario empleado que compra las palomitas	
Costo unitario del producto	
Costo unitario de mantener	
Producción total	
Compra total	

7. Conclusiones

Responder la siguiente pregunta

¿Cuál es la mejor opción para cumplir con la demanda de palomitas minimizando el costo de los inventarios? Justifique su respuesta.

8. Bibliografía

Sipper, D., & Bulfin Jr., R. L. (1998). *Planeación y Control de la Producción*. México : Mc GrawHill.

CASO DE PLANEACIÓN

N° de práctica: 3

PLANEACIÓN AGREGADA

Nombre completo del alumno		Firma
N° de brigada:	Fecha de elaboración:	Grupo:

Elaborado por:	Revisado por:	Autorizado por:	Vigente desde:
Susana C. Téllez Ballesteros			Marzo 2016

1. Seguridad en la ejecución

	Peligro o Fuente de energía	Riesgo asociado
1		
2		
3		

2. Objetivos de aprendizaje

El alumno implementará la planeación agregada con apoyo de software especializado considerando la capacidad de planta, los recursos y sus costos.

3. Introducción

La planeación agregada genera un plan de producción en unidades agregadas (plan agregado), a partir de los pronósticos obtenidos, a su vez el plan agregado se desagrega en un plan para artículos individuales. Este plan se convierte en el plan maestro de producción.

Conforme mejoran la capacidad de las computadoras también los algoritmos de optimización y la necesidad de la planeación agregada disminuye. La mejor utilización de la capacidad implica que el sistema de planeación necesita mantener la producción planeada dentro de los límites de capacidad, balancear los costos de preparación y de inventario y producir una gran variedad de productos.

4. Material y Equipo

- Computadora: Win QSB y Excel.
- Lápiz.

5. Desarrollo

Actividad 1: Lectura y comprensión del primer caso de estudio.

Caso 1. Empresa Randolf

La empresa Randolf ha estimado sus necesidades de producción para el próximo año como aparece en la siguiente tabla:

Trimestre	1	2	3	4
Demanda	38000	73000	60000	30000
Días/mes	62	64	64	61

En la actualidad se cuenta con 100 empleados con una productividad normal de 12 unidades por empleado y por día. Los salarios por tiempo regular son, en promedio, de \$80 diarios por empleado. Los costos por mantener unidades en inventario son de \$2 por unidad y por mes. El manejar órdenes atrasadas por falta de inventario cuesta \$10 por unidad. Los costos de contratar y entrenar un empleado nuevo son \$3000 y el despido de un empleado tiene un costo de \$2000. Proponga un plan de la producción agregada adecuado para el próximo año.

Actividad 2: Ingreso de la información en el programa Win QSB para la evaluación de métodos de solución.

Actividad 3: Generación del reporte de resultados.

Actividad 4: Ingreso de la información en Excel para la evaluación de métodos de solución.

Actividad 5: Generación del reporte de resultados.

Actividad 6: Discusión de los resultados obtenidos.

Actividad 7: Lectura y comprensión del segundo caso de estudio.

Actividad 8: Lectura y comprensión del primer caso de estudio.

Caso 2. Michigan Manufacturing

Michigan Manufacturing fabrica un producto que tiene un ciclo de demanda de seis meses. Cada unidad requiere 10 horas por trabajador para producirla, con un costo de mano de obra de \$10 por hora a tasa normal. Se tienen normalmente 20 trabajadores empleados en el departamento, y los costos de contratación y capacitación para trabajadores nuevos son de \$3000 por persona, mientras que los costos de despido de trabajadores son de \$4000 por persona. Normalmente se tienen unidades en inventario con un costo de \$2 por unidad por mes. Los faltantes de unidades tienen asignado un costo de \$20 por unidad por mes. La empresa debe empezar el mes de Enero con un inventario disponible de 50 unidades.

Seleccione un plan agregado de producción que satisfaga las necesidades de la empresa de manera óptima considerando la siguiente demanda:

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Demanda pronosticada	300	500	400	100	200	300
Días de trabajo	22	19	21	21	22	20
Horas de trabajo por mes	176	152	168	168	176	160

Actividad 9: Ingreso de información en el programa Win QSB para la evaluación de métodos de solución.

Actividad 10: Generación del reporte de resultados.

Actividad 11: Ingreso de la información en Excel para la evaluación de métodos de solución.

Actividad 12: Generación del reporte de resultados.

Actividad 13: Discusión de los resultados obtenidos.

6. Conclusiones

Responder las siguientes preguntas

1. ¿Qué herramienta considera más versátil para el cálculo de los resultados, Excel o Win QSB? ¿Por qué?
2. ¿Qué aspectos mejora en la toma de decisiones la planeación agregada?

7. Bibliografía

Sipper, Daniel, et. al., Planeación y Control de la Producción, Mc Graw-Hill

PROGRAMACIÓN DE OPERACIONES

N° de práctica: 4

Programación de operaciones

Nombre completo del alumno		Firma
N° de brigada:	Fecha de elaboración:	Grupo:

Elaborado por:	Revisado por:	Autorizado por:	Vigente desde:
Montserrat Vera Sandoval			Marzo 2016

1. Seguridad en la ejecución

	Peligro o Fuente de energía	Riesgo asociado
1		
2		
3		

2. Objetivos de aprendizaje

El alumno utilizará el modelo de diagrama de Gant y las reglas de asignación para la programación de operaciones de producción evaluando diferentes alternativas.

3. Introducción

Programar implica asignar fechas de entrega a tareas específicas, pero muchas tareas compiten al mismo tiempo por los mismos recursos. Para ayudar a analizar las dificultades inherentes a la programación, las técnicas de programación se pueden clasificar en:

1. Programación hacia adelante
2. Programación hacia atrás.

La programación hacia adelante inicia tan pronto como se conocen los requerimientos del trabajo, suele estar diseñada para producir un programa que se puede cumplir, aun cuando esto signifique no cumplir con la fecha de entrega.

La programación hacia atrás inicia con la fecha de entrega, y programa primero la operación final. Después programa uno por uno los pasos del trabajo en orden inverso. Al restar el tiempo de entrega de cada artículo se obtiene el tiempo de inicio.

Criterios de programación

La técnica de programación correcta depende del volumen de pedidos, de la naturaleza de las operaciones, y de la complejidad global de los trabajos, así como de la importancia que se dé a cada uno de los cuatro criterios que se describen a continuación:

1. Minimizar el tiempo de terminación.
2. Maximizar la utilización.
3. Minimizar el inventario de trabajo en proceso (WIP).
4. Minimizar el tiempo de espera del cliente.

4. Material y Equipo

- Bitácora de programación.
- Etiquetas post it de 5 colores diferentes.
- Tijeras.
- Lápiz.
- Regla.

5. Desarrollo

Actividad 1: En el área de piso de producción se desea cumplir con los siguientes trabajos:

	Actividad 1	Actividad 2	Actividad 3
Trabajo	Duración (min)/ máquina	Duración(min)/ máquina	Duración (min)/ máquina
1	150/1	180/3	60/4
2	180/2	150/4	60/1
3	30/4	60/1	180/3
4	150/1	120/2	140/3
5	120/3		

Tomando en cuenta las siguientes consideraciones realiza la programación de la producción del día:

- Las cuatro máquinas con las que se cuenta tienen un horario de trabajo que inicia a las 9 de la mañana y termina a la 6 de la tarde.
- La máquina 1 y la máquina 3 se encuentran en mantenimiento, el horario de mantenimiento de la máquina 1 es de 12 a 2 de la tarde y el de la máquina 3 es de 10 a 12 horas.
- Es importante tomar en cuenta que las actividades se encuentran en orden de precedencia.

Actividad 2: Considerando los mismos trabajos a realizar y las siguientes nuevas consideraciones programar la producción del día.

- Las actividades de las máquinas que cuentan con horario de mantenimiento deben realizarse completas antes o después del horario del mismo.
- Las actividades de la máquina 3 pueden realizarse también en la máquina 4 a partir de las 2 de la tarde.
- Las actividades de la máquina 1 pueden realizarse también en la máquina 2 antes de las 2 de la tarde.

MINUTOS	MAQUINA 4	MAQUINA 3	MAQUINA 2	MAQUINA 1
20 (9:00-9:20)				
40				
60				
80				
100				
120				
140				
160				
180(11:40-12:00)				
200				
220				
240				
260				
280				
300				
320				
340				
360(14:40-15:00)				
380				
400				
420				
440				
460				
480				
500				
520				
540(17:40-18:00)				

6. Conclusiones

Responder las siguientes preguntas para las dos actividades

1. ¿Se cumplen todas las actividades en una jornada de trabajo?
2. ¿Cuál es la mejor programación?
3. ¿Cuál es la menor duración para cumplir con los programa de trabajo?
4. ¿Cuál es la máquina que esta utiliza a su máxima capacidad?
5. ¿Cuál fue la regla de asignación más utilizada en el grupo?

7. Bibliografía

Heizer, J., & Barry, R. (2009). *Principios de administración de operaciones*. México: Pearson Prentice Hall.

Capítulo 6. Propuesta para llevar a cabo las prácticas de Manufactura Lean.

Con la información obtenida del análisis presentado, así como la información adicional de investigación, el material disponible en el Departamento de Ingeniería Industrial y las instalaciones destinadas a su realización, se plantearán las diferentes propuestas de práctica Manufactura Lean.

Las prácticas propuestas para la asignatura de Manufactura Lean son las siguientes:

1. Sistemas de producción Pull y Push
2. Kaizen
3. Kaizen - Black belt
4. 7 desperdicios
5. 7 herramientas

CASO DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

Nº de práctica: 1

Pull y Push

Nombre completo del alumno		Firma
Nº de brigada:	Fecha de elaboración:	Grupo:

Elaborado por:	Revisado por:	Autorizado por:	Vigente desde:
Montserrat Vera Sandoval			

1. Seguridad en la ejecución

	Peligro o Fuente de energía	Riesgo asociado
1		
2		
3		

2. Objetivos de aprendizaje

El alumno comparará los sistemas de producción empujar y jalar e identificará las principales características de los mismos.

3. Introducción

Un sistema de producción es cualquier actividad que produzca algo, de manera más específica un sistema de producción es una actividad en la que se toma un insumo y se le agrega valor.

El proceso de producción es básicamente un proceso de flujo, sin él no hay salida del sistema de producción. Así, se quiere mantener un flujo suave del producto en la línea, sin retrasos.

Muchas empresas han utilizado tradicionalmente sistemas de producción que podrían denominarse push (empujar). Son los sistemas de operaciones en que los procesos previos producen sin necesitar de la autorización del proceso posterior, el resultado era el congestionamiento en la planta de producción y una obstrucción del flujo.

En un sistema pull es el proceso siguiente el que recoge del anterior las piezas que necesita en la cantidad y momento preciso. La esencia del sistema de producción jalar es hacer las cosas al principio del flujo solamente cuando se piden al final de éste, el punto terminal es el cliente y nada comienza a menos que haya una petición (información) desde el final de las actividades.

4. Material y Equipo

- 30 carritos de plástico.
- 120 soldaditos de plástico.
- contenedores para las diferentes piezas.
- 30 bolsas para empacar los carritos.
- 30 cartoncitos para el empaque de los carritos.
- 30 bolsas para los soldaditos.

5. Desarrollo

Actividad 1: Se integrarán 2 equipos con la misma cantidad de alumnos.

Actividad 2: Se organizan los equipos para armado del carrito. Cada equipo se deberá organizar de tal manera que se pueda realizar la producción del carrito durante 1 minuto.

Se verifica el diagrama de armado del carrito.

Actividad 3: Se compara la cantidad de carritos terminados por cada equipo, que cuente con los requisitos de calidad y se anota en la bitácora de producción.

Se da oportunidad de reestructurar el proceso de producción para mejorar el desempeño del equipo.

Actividad 4: Se muestra a los alumnos el uso de los kanban¹ con herramienta para el seguimiento de la producción.

Se vuelve a comparar la cantidad de carritos terminados por cada equipo, que cuente con los requisitos de calidad y se anota en la bitácora de producción.

Actividad 5: Se proyecta el video de sistemas de producción empujar y sistemas de producción jalar.

8. Bitácora de producción

Producción	Producto terminado	Producto terminado que cumple con los requisitos de calidad	Inventario en proceso	Inventario de materia prima

¹ Kanban es un término japonés que se puede traducir como “señal”. Tiene como propósito controlar el flujo de trabajo en un sistema de manufactura a través del movimiento de materiales y la fabricación por demanda. (División de Ingeniería Mecánica e Industrial.Facultad de Ingeniería, UNAM, 2016)

9. Conclusiones

Responder las siguientes preguntas:

1. ¿Cuáles son las características de un sistema Pull y un sistema Push?
2. ¿Cuál es la principal diferencia entre el sistema Pull y un sistema Push?
3. ¿Cómo funciona la herramienta kanban en los sistemas de producción?

10. Bibliografía

Peñaflor Zurita, A. (2012). *Manual de apoyo para la capacitación en Lean Manufacturing*. México DF.: Facultad de Ingeniería, UNAM.

Sipper, D., & Bulfin Jr., R. L. (1998). *Planeación y Control de la Producción*. México : Mc GrawHill.

Rajadell, M., & Sánchez, J. L. (2010). *Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad*. Madrid: Díaz de Santos.

CASO KAIZEN

Nº de práctica: 2

KAIZEN

Nombre completo del alumno		Firma
Nº de brigada:	Fecha de elaboración:	Grupo:

Elaborado por:	Revisado por:	Autorizado por:	Vigente desde:
Montserrat Vera Sandoval			Mayo 2016

1. Seguridad en la ejecución

	Peligro o Fuente de energía	Riesgo asociado
1		
2		
3		

2. Objetivos de aprendizaje

El alumno identificará la implementación de la metodología Kaizen mediante el análisis de un caso práctico.

3. Introducción

Kaizen se plantea como la conjunción de dos palabras, kai, cambio y, zen, para mejorar, se puede decir que kaizen significa “cambio para mejorar”.

En un proceso de mejora continua se integran dos tipos de avances diferentes:

Pequeños avances conseguidos con numerosas pero pequeñas mejoras (kaizen)

Grandes saltos logrados gracias a las innovaciones tecnológicas o de organización (kairyo)

La mejora kaizen consiste en una acumulación gradual y continua de pequeñas mejoras hechas por todos los empleados.

Esta filosofía comprende tres componentes esenciales:

1. Percepción (descubrir los problemas).
2. Desarrollo de ideas (hallar soluciones creativas).
3. Tomar decisiones, implantarlas y comprobar su efecto.

4. Material y Equipo

1. Unicel.
2. Cortadoras de unicel.
3. Diagrama de carrito.
4. Masking tape.
5. Alfileres.
6. Ruedas de madera.
7. Clavos.
8. Tachuelas.

5. Desarrollo

Actividad 1: Se divide al grupo en dos equipos, a cada equipo se les entrega un diagrama del carrito de unicel que se desea producir. El equipo debe determinar las actividades y encargados para llevar a cabo el armado de los carritos.

Actividad 2: Se da un tiempo para realizar la primera corrida de producción y se evalúa si el carrito producido cumple con los requisitos de dimensiones que se solicitaron en el diseño.

Actividad 3: Se aplica una lluvia de ideas para identificar las principales diferencias en calidad del carrito producido y se generan soluciones para resolver las diferencias.

Actividad 4: Se prueban la solución por la que hayan votado más.

Actividad 5: Se da una un tiempo para realizar la segunda corrida de producción y se evalúa si el carrito producido cumple con los requisitos de dimensiones que se solicitaron en el diseño.

Actividad 6: Se aplica una segunda lluvia de ideas para identificar las principales diferencias en calidad del carrito producido y se generan soluciones para resolver las diferencias.

Actividad 7: Se prueba la segunda solución por la que hayan votado más.

6. Conclusiones

Responder las siguientes preguntas

1. ¿Qué propuestas generaron mejoras sustantivas al proceso?
2. ¿Cuál es la actitud de los participantes en los cambios del diseño del proceso?
3. ¿Cuáles son los beneficios de revisar los cambios de proceso en los resultados de la producción?
4. ¿Qué ventajas tiene la participación de todos los integrantes del equipo en la generación de propuestas de mejora?

7. Bibliografía

Rajadell, M., & Sánchez, J. L. (2010). *Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad*. Madrid: Díaz de Santos.

KAIZEN – BLACK BELT

Nº de práctica: 3

Kaizen – Black belt

Nombre completo del alumno		Firma
Nº de brigada:	Fecha de elaboración:	Grupo:

Elaborado por:	Revisado por:	Autorizado por:	Vigente desde:
Montserrat Vera Sandoval			Marzo 2016

1. Seguridad en la ejecución

	Peligro o Fuente de energía	Riesgo asociado
1		
2		
3		

2. Objetivos de aprendizaje

El alumno desarrollará un proceso de producción y aplicará la metodología Kaizen para la mejora de la producción considerando las herramientas de la metodología Six Sigma.

3. Introducción

Entendemos por Six sigma a la metodología de mejora de procesos encargada de eliminar errores, desperdicios y retrabajos, en términos estadísticos busca generar 3.4 defectos por millón.

Esta metodología se considera altamente efectiva al estar enfocada en el beneficio económico y la calidad percibida por el cliente.

Los principios de six sigma son:

1. Liderazgo comprometido desde los altos mandos hacia abajo, ya que implica un cambio en la forma de realizar las operaciones y tomar decisiones.
2. Estructura directiva con personal de tiempo completo.
3. Entrenamiento.
4. Acreditación.
5. Orientada al cliente y enfocada a los procesos.
6. Dirigida con datos. Los datos y el pensamiento estadístico son la base del estudio.
7. Utiliza una metodología robusta, a través del análisis y tratamiento de datos obtenidos.
8. Los proyectos generan ahorros o aumento en ventas.
9. Se reconoce el esfuerzo y el trabajo.
10. La metodología Six Sigma plantea proyectos a largo plazo.
11. Six sigma se comunica entre todos los miembros y departamentos dentro y fuera de la organización.

4. Material y Equipo

Material:

- Madera.
- Bastón de madera.
- Clavos de 1 1/2 pulgadas.
- Regla.
- Lápiz.
- Martillo.

Equipo:

- Sierra caladora Moto Saw.
- Tapones de oídos.
- Goggles.

5. Desarrollo

DEFINIR

Actividad 1: El proceso de producción consistirá en la producción de carrito de madera, cuyo diagrama se observa en la Bitácora.

Actividad 2: Llenar la carta de proyecto de la producción del carrito de madera cuya problemática preliminar consistirá en el cumplimiento de los requerimientos de calidad a mínimo costo.

Actividad 3: Revisar el VOC² (Voz del cliente) considerar los requerimientos de calidad: cumplimiento de dimensiones y tiempo de entrega de producto terminado 5 unidades en una hora.

Actividad 4: Mapeo de procesos. Con SIPOC³ o con herramienta Value Stream Mapping⁴.

MEDIR

Actividad 5: Generar la producción de cinco carritos. Llenar un formato para generar estadísticos.

² El término Voz del Cliente se usa para describir las necesidades del cliente y la percepción de nuestros productos y servicios. (Metodología Seis Sigma)

³ SIPOC (Proveedores, Entradas, Proceso, Salidas, Cliente) es un esquema del proceso actual, se utiliza para definir, limitar, describir, y tener una perspectiva global y de alto nivel el cual es guía durante la ejecución del proyecto. (Metodología Seis Sigma)

⁴ Value Stream Mapping (Mapeo de la cadena de valor) es una herramienta para identificar fuentes de ventaja competitiva. (Mendoza Arteaga)

Carrito Número	Tiempo de producción [min]	Dimensiones pieza 1 [cm]	Dimensiones pieza 2 [cm]	Dimensiones pieza 3 [cm]	Dimensiones llantas [cm]
1		a:	a:	a:	Ancho:
		b:			b:
		c:	b:	b:	
		d:			
2		a:	a:	a:	Ancho:
		b:			b:
		c:	b:	b:	
		d:			
3		a:	a:	a:	Ancho:
		b:			b:
		c:	b:	b:	
		d:			
4		a:	a:	a:	Ancho:
		b:			b:
		c:	b:	b:	
		d:			
5		a:	a:	a:	Ancho:
		b:			b:
		c:	b:	b:	
		d:			
6		a:	a:	a:	Ancho:
		b:			b:
		c:	b:	b:	
		d:			

Revisar si las dimensiones sobrepasan el 5% de error con respecto a las medidas estándar.

ANALIZAR

Actividad 6: Generar una lluvia de idea respecto a las causas por las cuales no se cumpla con los criterios de calidad y representarlos mediante un diagrama de Ishikawa.

Actividad 7: Generar una lluvia de idea respecto a las posibles soluciones de las características que no se están cumpliendo.

Actividad 8: Generar la matriz costo-beneficio para evaluar las posibles soluciones considerando minimizar el tiempo, aumentar la calidad, mejora del proceso o mejora de la herramienta.

Actividad 9: Generar matriz beneficio-dificultad

IMPLEMENTAR

Actividad 10: Evaluar la matriz de análisis de modo y efecto de falla (AMEF)

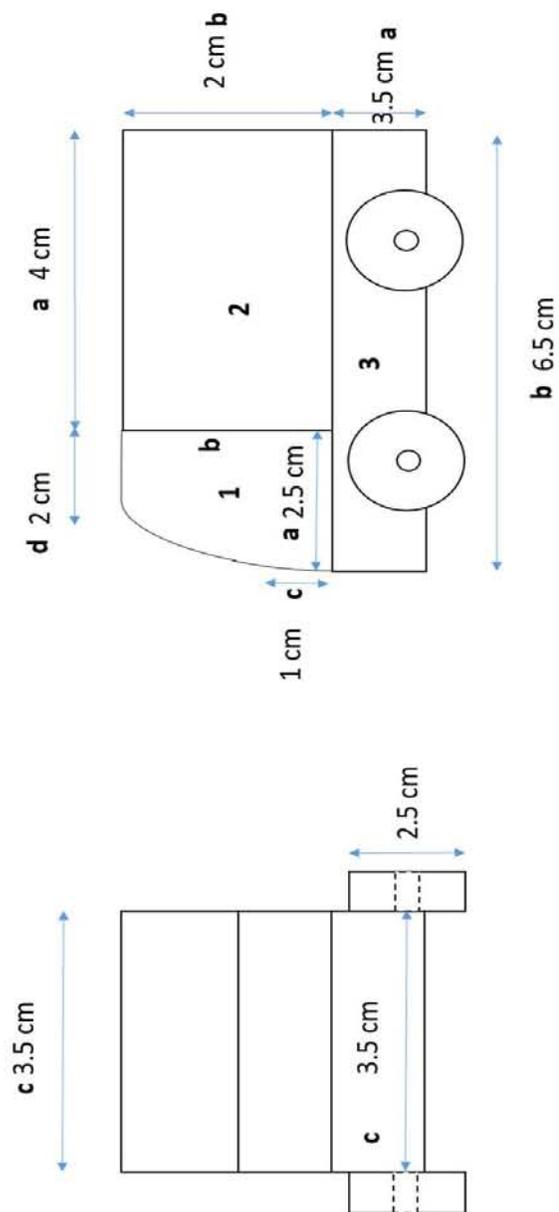
CONTROLAR

Actividad 11: Generar la producción de cinco carritos. Llenar nuevamente el formato de estadísticos, evaluar si se encuentran dentro las características de calidad (Error menor al 5%).

Carrito Número	Tiempo de producción [min]	Dimensiones pieza 1 [cm]	Dimensiones pieza 2 [cm]	Dimensiones pieza 3 [cm]	Dimensiones llantas [cm]
1		a:	a:	a:	Ancho:
		b:			b:
		c:	d:		
		d:			
2		a:	a:	a:	Ancho:
		b:			b:
		c:	d:		
		d:			
3		a:	a:	a:	Ancho:
		b:			b:
		c:	d:		
		d:			
4		a:	a:	a:	Ancho:
		b:			b:
		c:	d:		
		d:			
5		a:	a:	a:	Ancho:
		b:			b:
		c:	d:		
		d:			
6		a:	a:	a:	Ancho:
		b:			b:
		c:	d:		
		d:			

6. Bitácora

Diagrama 2. Carrito de Madera



Carta del proyecto

Fecha de emisión:	Nombre del proyecto:
Localidad:	
Fecha de inicio:	Fecha de término:
Caso de Negocio (Justificación):	
Planteamiento del problema:	
Planteamiento de las metas:	
Alcance:	
Dueño del proyecto:	
Equipo a cargo:	
Rol	Responsable

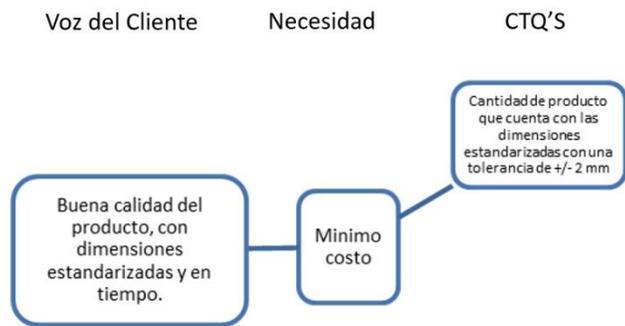


Diagrama Voz del Cliente-Necesidad-CTQ'S. Elaboración propia.

Formato estadístico (Primera producción)

Pieza 1	Carrito 1	Carrito 2	Carrito 3	Carrito 4	Carrito 5
Medidas estándar	Medida [cm]				
A: 2.5 [cm]					
B: 2 [cm]					
C: 1 [cm]					
D:2 [cm]					
A					
NA					
Porcentaje de error					

Pieza 2	Carrito 1	Carrito 2	Carrito 3	Carrito 4	Carrito 5
Medidas estándar	Medida [cm]				
A: 4 [cm]					
B: 2 [cm]					
C: 3.5 [cm]					
A					
NA					
Porcentaje de error					

Pieza 3	Carrito 1	Carrito 2	Carrito 3	Carrito 4	Carrito 5
Medidas estándar	Medida [cm]				
A: 2 [cm]					
B: 6.5 [cm]					
C: 3.5 [cm]					
A					
NA					
Porcentaje de error					

Ruedas	Diámetro (1 [cm])	Eje centrado	A	NA		Diámetro (1 [cm])	Eje centrado	A	NA
1.1					3.3				
1.2					3.4				
1.3					4.1				
1.4					4.2				
2.1					4.3				
2.2					4.4				
2.3					5.1				
2.4					5.2				
3.1					5.3				
3.2					5.4				
Porcentaje de error									

Matriz Costo- Beneficio
CA=Costo Alto, CM=Costo Medio, CB=Costo Bajo.
BA=Beneficio Alto, BM=Beneficio Medio, BB=Beneficio Bajo

Solución	Costo	Beneficio

Matriz Beneficio-Dificultad
BA=Beneficio Alto, BM=Beneficio Medio, BB=Beneficio Bajo
DA=Dificultad Alta, DM=Dificultad Media, DB=Dificultad Baja.

Solución	Costo	Beneficio

Matriz de Análisis de Modo de Efecto y Falla (AMEF)

X	Parte del proceso	Modo potencial de falla	Efecto potencial de falla	Severidad	Causa potencial	Ocurrencia	Control actual	Detección	NPR	Acción recomendada	Área responsable

Formato estadístico (Segunda producción)

Pieza 1	Carrito 1	Carrito 2	Carrito 3	Carrito 4	Carrito 5
Medidas estándar	Medida [cm]				
A: 2.5 [cm]					
B: 2 [cm]					
C: 1 [cm]					
D:2 [cm]					
A					
NA					
Porcentaje de error					

Pieza 2	Carrito 1	Carrito 2	Carrito 3	Carrito 4	Carrito 5
Medidas estándar	Medida [cm]				
A: 4 [cm]					
B: 2 [cm]					
C: 3.5 [cm]					
A					
NA					
Porcentaje de error					

Pieza 3	Carrito 1	Carrito 2	Carrito 3	Carrito 4	Carrito 5
Medidas estándar	Medida [cm]				
A: 2 [cm]					
B: 6.5 [cm]					
C: 3.5 [cm]					
A					
NA					
Porcentaje de error					

Ruedas	Diámetro (1 [cm])	Eje centrado	A	NA		Diámetro (1 [cm])	Eje centrado	A	NA
1.1					3.3				
1.2					3.4				
1.3					4.1				
1.4					4.2				
2.1					4.3				
2.2					4.4				
2.3					5.1				
2.4					5.2				
3.1					5.3				
3.2					5.4				
Porcentaje de error									

7. Conclusiones

Responder las siguientes preguntas

1. ¿Cuáles fueron las principales problemáticas presentadas dentro de la práctica?
2. ¿Cómo beneficia el manejo estadístico de la información?
3. ¿Cuál es la diferencia de Kaizen y Kaizen Black Belt?

8. Bibliografía

Carmona Analis, A. (2014). *Aplicación de Six Sigma para reforzar el modelo de cobranza de créditos hipotecarios*. México, D.F.

LOS 7 DESPERDICIOS

N° de práctica: 4

7 desperdicios

Nombre completo del alumno		Firma
N° de brigada:	Fecha de elaboración:	Grupo:

Elaborado por:	Revisado por:	Autorizado por:	Vigente desde:
Montserrat Vera Sandoval			Marzo 2016

1. Seguridad en la ejecución

	Peligro o Fuente de energía	Riesgo asociado
1		
2		
3		

2. Objetivos de aprendizaje

El alumno comprenderá la importancia de los 7 desperdicios identificándolos en un proceso de producción.

3. Introducción

El principio fundamental de Manufactura Lean (Lean Manufacturing) es que el producto o servicio y sus atributos se ajusten a lo que el cliente quiere, y para satisfacer estas condiciones anteriores promueve la eliminación de los desperdicios.

Un desperdicio se puede definir como todo aquello que no añade valor al producto, o que no es absolutamente esencial para fabricarlo y por lo cual el cliente no está dispuesto a pagar.

Existen dos tipos de desperdicios:

- Los desperdicios que se pueden eliminar o reducir inmediatamente.
- Los desperdicios que son inevitables con las tecnologías actuales.

Los grupos de desperdicios referidos por TOYOTA son los siguientes 7:

1. Sobreproducción.
2. Tiempos de espera.
3. Transportes.
4. Procesamiento incorrecto.
5. Inventarios (no planeados).
6. Movimientos innecesarios.
7. Defectos.

4. Material y Equipo

Material:

- 1 tabla de fibracel de 40x40 [cm].
- Cinta adhesiva.

Equipo:

- Dremel 3000 con accesorios (broca para madera).
- Sierra caladora Moto Saw.
- Tapones de oídos.
- Goggles.
- Cubre bocas.

5. Desarrollo

Actividad 1: Se divide al grupo en dos equipos.

Actividad 2: A cada equipo se le entrega un diagrama del portarretratos de fibracel que se desea producir. El equipo debe determinar las actividades para llevar a cabo la producción y a las personas encargadas de las mismas.

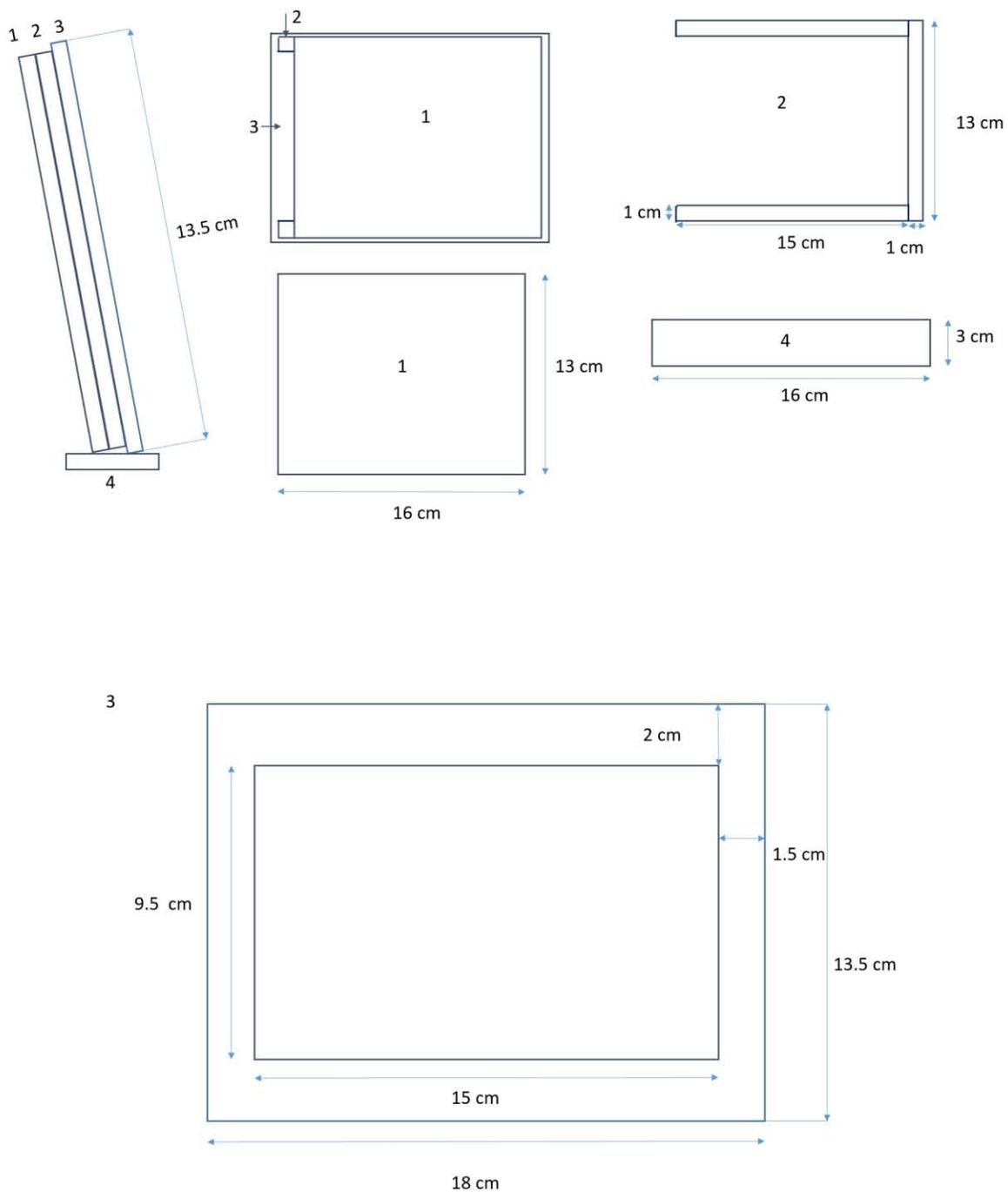
Actividad 3: Se da tiempo a cada equipo para realizar la producción completa del portarretratos de manera alternada.

Actividad 4: Después de realizar la producción cada equipo debe llenar la bitácora de desperdicios.

Defecto= Para ésta práctica se considerará como defecto a toda pieza cuyas medidas no cumplan con la tolerancia de +/-2 [mm].

6. Bitácora de desperdicios

Diagrama 3. Portarretratos



Proceso:		
Desperdicio presente:	Descripción:	Observaciones:

7. Conclusiones

Responder las siguientes preguntas

1. ¿Qué les permitió identificar los diferentes desperdicios?
2. ¿Cuáles son los desperdicios que consideran afectan más a la eficiencia del proceso?
Justifique su respuesta.
3. ¿Cuál es la razón por la que estos desperdicios se encuentran presentes?

8. Bibliografía

Rajadell, M., & Sánchez, J. L. (2010). *Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad*. Madrid: Díaz de Santos.

LAS 7 HERRAMIENTAS

N° de práctica: 5

7 herramientas y 5S's

Nombre completo del alumno		Firma
N° de brigada:	Fecha de elaboración:	Grupo:

Elaborado por:	Revisado por:	Autorizado por:	Vigente desde:
Montserrat Vera Sandoval			Marzo 2016

1. Seguridad en la ejecución

	Peligro o Fuente de energía	Riesgo asociado
1		
2		
3		

2. Objetivos de aprendizaje

El alumno aplicará las 5 S's y seleccionará la(s) herramienta(s) de manufactura lean que permitan resolver la problemática presente en un proceso de producción.

3. Introducción

La Manufactura Lean (Lean manufacturing) tiene por objetivo la eliminación de los desperdicios, esto se realiza mediante la utilización de una colección de herramientas que se desarrollaron fundamentalmente en Japón.

1. Flujo de una pieza.
2. Justo a tiempo JIT.
3. POKA YOKE. Dispositivos para prevenir errores.
4. SMED. Cambio rápido de modelo.
5. KANBAN.
6. ANDON. Sistema de señalamientos.
7. Células de manufactura.

Las 5S son cinco pasos o fases, que en japonés se componen con palabras cuya fonética empieza por "s":

Seiri: eliminar lo innecesario.

Seiton: ordenar (cada cosa en su sitio y un sitio para cada cosa).

Seiso: limpiar e inspeccionar.

Seiketsu: estandarizar (fijar la norma de trabajo para respetarla).

Shitsuke: disciplina (construir autodisciplina y forjar el hábito de comprometerse).

4. Material y Equipo

Material:

- Reporte de la práctica de 7 desperdicios.
- Tabla de fibracel de 40x40 [cm].
- Cinta adhesiva.

Equipo:

- Sierra caladora Moto Saw.
- Dremel 3000 con accesorios (broca para madera).
- Tapones de oídos.
- Cubre bocas.
- Goggles.

5. Desarrollo

Actividad 1: Se divide al grupo en los mismos equipos de trabajo que se formaron para la práctica “7 desperdicios”

Actividad 2: A cada equipo se le entrega nuevamente el diagrama del portarretratos de fibracel.

Actividad 3: Establecer nuevamente el proceso de producción de acuerdo con los desperdicios que se identificaron en la práctica “7 desperdicios”, respondiendo a la siguiente pregunta: ¿Cuáles son las herramientas que permiten eliminar o reducir los desperdicios presentes?

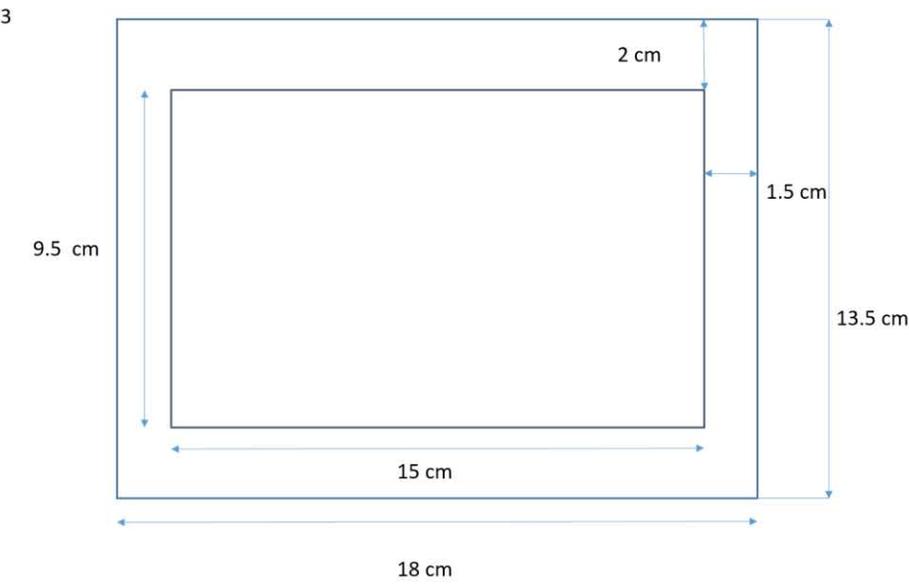
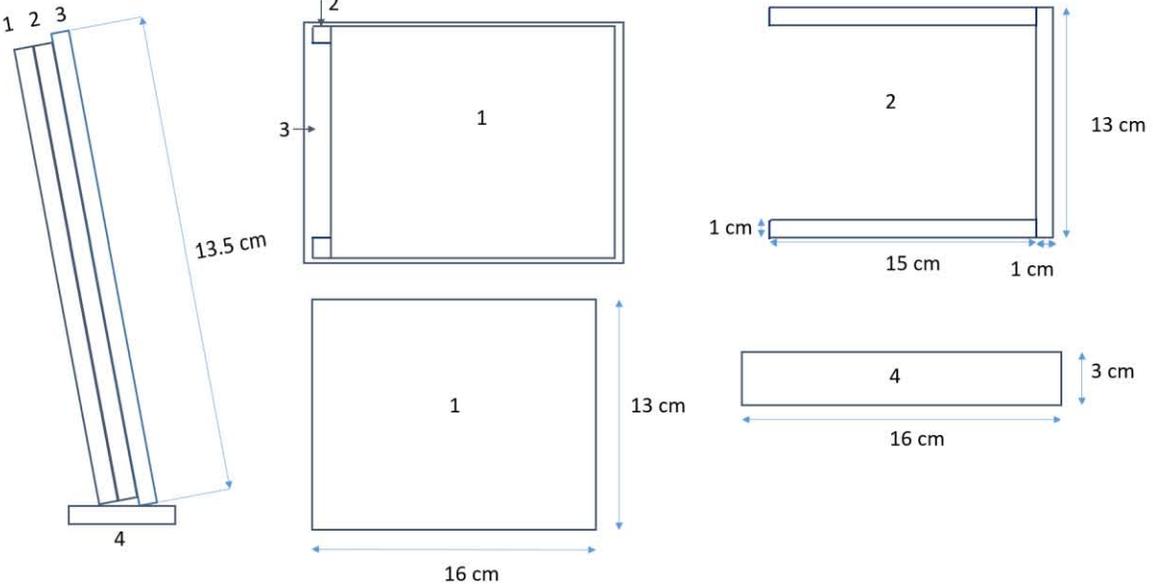
Actividad 4: Llenar las primeras 3 columnas de la bitácora de 7 herramientas.

Actividad 5: Se da tiempo a cada equipo para realizar la producción completa del portarretratos de manera alternada.

Actividad 6: Llenar la última columna de la bitácora de 7 herramientas.

6. Bitácora de 7 herramientas

Diagrama 3. Portarretratos



Proceso:			
Desperdicio inicial:	Herramienta utilizada:	Descripción de la implementación de la herramienta:	Desperdicio final:

7. Conclusiones

Responder las siguientes preguntas

1. De acuerdo con el equipo, ¿Cuál es la importancia del uso de las 7 herramientas?
2. ¿Se lograron los resultados esperados? ¿Por qué?
3. ¿Cuál es la razón por la que los desperdicios finales se encuentran presentes?

8. Bibliografía

Rajadell, M., & Sánchez, J. L. (2010). *Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad*. Madrid: Díaz de Santos.

Conclusiones

Las prácticas de laboratorio en la Facultad de Ingeniería tienen un enfoque constructivista en el que se entiende que una práctica de laboratorio es aquel tipo de clase en el que se pretende la adquisición y profundización del conocimiento teórico que se pone en práctica en una serie de actividades que garantiza la consolidación del mismo, debido a ello podemos visualizar las prácticas como un sistema donde contamos con un proceso de aprendizaje que requiere de estudiantes con conocimientos teóricos como entradas, presenta alumnos con conocimientos consolidados como salidas y se retroalimenta.

Para aplicar esto a las asignaturas de Planeación y Control de la Producción y Manufactura Lean, se verificó la existencia de documentos dentro de la UNAM para dichas asignaturas, se identificaron los temas y prácticas compatibles, así como la estructura con la que cuentan las prácticas de cada uno de los documentos analizados, al mismo tiempo se presentaron las prácticas observadas dentro de uno de los grupos de la Facultad de Ingeniería, analizando la estructura presente y su solución. Para finalizar el análisis se planteó un resumen de las actividades realizadas en las prácticas compatibles con lo planeado y se presentaron las observaciones pertinentes donde se mencionaron los aciertos y posibles mejoras de todo el material disponible.

Después de revisar y presentar los cambios realizados en el nuevo plan de estudios de la carrera de Ingeniería Industrial se presentaron los cuadros resumen donde se puede identificar cuáles son los temas para los que se tiene información disponible y de donde proviene la misma, con dicha información se definió la estructura de las prácticas, se analizó cada una de las temáticas a proponer y se utilizaron las observaciones realizadas, los espacios destinados a las asignaturas, la cantidad de alumnos por grupo y el material disponible en el Departamento de Ingeniería Industrial para desarrollar, poner a prueba y presentar las propuestas finales que cumplen con el enfoque constructivista, contemplan los aciertos de las prácticas analizadas y las mejoras a las actividades que se considera facilitan la consolidación del conocimiento que los alumnos adquirirán en la clase teórica.

En conclusión las prácticas propuestas contribuirán a la aportación de herramientas necesarias para consolidar los conocimientos adquiridos en la clase teórica, desarrollar la capacidad de organización, trabajo en equipo y asociación entre los temas, en ambas asignaturas. Además las prácticas propuestas apoyarán el proceso de certificación de los dos laboratorios a cargo del Departamento de Ingeniería Industrial.

Anexo 1. Revisión de las prácticas publicadas actualmente.

1.1 Manual de López Visoso. (López Visoso J. C., 2014)

f. Objetivo

Adaptar las prácticas de laboratorio de planeación y control de la producción, al nuevo plan de estudios, mediante la utilización del equipo y mobiliario, dentro del laboratorio, así como la línea de ensamble que se encuentra en el LIME II. Con ello se espera que los estudiantes apliquen los conocimientos adquiridos en forma práctica: no sólo los conocimientos de la materia, sino también los conocimientos de los cursos anteriores, como son: estudio de movimientos, ergonomía, control estadístico de la calidad, solución de problemas, etc. Así como el uso de los sistemas de producción más utilizados hoy en día, como son las celdas de manufactura, que permiten desarrollar el mismo trabajo que una línea de producción, pero reduciendo espacio utilizado y la mano de obra requerida.

g. Alcance

Se plantearon las prácticas del laboratorio tomando en cuenta diferentes asignaturas y se implementó en dos grupos de estudiantes de la FES Cuautitlán durante el semestre 2014-2.

h. Prácticas que incluye el documento

2 Planeación de la producción

2.1 Pronósticos

2.2 Diagrama de Gantt

2.3 Curva de aprendizaje y experiencia

3 Control de la producción

3.1 Control de la producción

3.2 Control de la materia prima (inventarios)

3.3 Controles directos (ordenes de producción y reportes)

4 Análisis de la producción

- 4.1 Eficiencia de línea
- 4.2 Productos defectuosos
- 4.3 Análisis estadístico de la calidad
- 4.4 Costo unitario de producción o de producto
- 5 Metodología de proyectos de mejora (proyectos Kaizen) y distribución de planta (layout)
 - 5.1 Distribución de planta
 - 5.2 Factores ergonómicos
 - 5.3 Estudio de movimientos
 - 5.4 Flujo continuo
 - 5.5 Balanceo de línea
 - 5.6 Trabajo estandarizado
 - 5.7 5's
 - 5.8 Pokayoke
 - 5.9 Kaizen
 - 5.10 Tak time
- 6 Manufactura celular
 - 6.1 Distribución de planta
 - 6.2 Desarrollo de células
 - 6.3 Diseño de estación de trabajo

i. Prácticas que se van a considerar en el análisis

- 7 Planeación de la producción
 - 7.1 Pronósticos
- 8 Control de la producción
 - 8.1 Control de la producción
 - 8.2 Control de la materia prima (inventarios)

Algunos de los temas que se tratan en este manual se pueden tomar de igual manera para Manufactura Lean.

9 Metodología de proyectos de mejora (proyectos Kaizen) y distribución de planta (layout)

a. Pokayoke

b. Kaizen

b. Manufactura celular

3.2 Desarrollo de células

3.3 Diseño de estación de trabajo

j. **Partes que conforman las prácticas**

1. Duración de la práctica
2. Objetivo
3. Introducción
4. Mobiliario y equipo utilizado
5. Marco teórico de la práctica
6. Cuestionario introductorio
7. Desarrollo de la práctica
8. Resultados
9. Cuestionario final
10. Conclusiones de la práctica

1.2 Manual de Frey Aranza & Rodríguez Alvarado (Frey Aranza & Rodríguez Alvarado, 2005) ⁵

a. Objetivo

Generales

Desarrollar prácticas del temario de la asignatura de planeación y control de la producción.

Acondicionamiento y puesta en marcha del laboratorio de planeación y control de la producción.

Específicos

Conocer las técnicas y modelos para aplicar la planeación y control de la producción.

Comprender la metodología para el desarrollo de situaciones similares con las cuales se encontrará el egresado dentro de la industria.

Aportar un conocimiento práctico para el desarrollo de situaciones similares con las cuales se encontrará el egresado dentro de la industria.

Proponer un conjunto de prácticas para el laboratorio de planeación y control de la producción dentro de la FESC.

b. Alcance

Planteamiento de las primeras prácticas de laboratorio de la asignatura correspondiente en FES Cuautitlán, así como la creación del laboratorio en que serían impartidas.

c. Prácticas que incluye el documento

Introducción a la administración computarizada de la producción

A. Modelos para el pronóstico de la demanda

B. Programación de la producción

⁵ <http://132.248.9.195/pdtestdf/0352400/index.html>

- C. Sistemas de control de trabajo en proceso
- D. Administración de inventarios 1
- E. Administración de inventarios 2

d. Prácticas que se van a considerar en el análisis

Modelos para el pronóstico de la demanda

Programación de la producción

Administración de inventarios 1

Administración de inventarios 2

e. Partes que conforman las prácticas

- a) Título
- b) Objetivos
- c) Introducción
- d) Caso Práctico
- e) Cuestionario (previo)
- f) Conclusión

1.3 Manual de Peñaflor Zurita (Peñaflor Zurita, 2012) ⁶

a. Objetivo

Elaborar un manual de Lean Manufacturing que ayude a la capacitación del área de operaciones de las organizaciones para lograr la mejora continua de diferentes procesos.

b. Alcance

Esta tesis pretende ser un apoyo para la capacitación del personal con un ligero conocimiento previo del estudio de las operaciones, de forma que puedan comprender y usar las herramientas y técnicas de la metodología lean. Sin embargo en una situación real habrá factores culturales, personales, de liderazgo de las personas y de limitaciones de recursos que deberán ser considerados al momento de implementar la metodología Lean y que no son abordados con profundidad en esta tesis.

c. Prácticas que incluye el documento

Este documento no presenta prácticas, por el contrario presenta la información necesaria para comprender los temas, así como ejemplos.

d. Temas que se van a considerar en el análisis

A. Kanban

- a. Definición
- b. Sistema de tarjetas duales
- c. Kanban, ventajas y consideraciones
- d. Kanban triangular (Signal kanban)
- e. Cálculo de kanbans triangulares
- f. Kanban de proveedor (Delivery kanban)

⁶ <http://132.248.9.195/ptd2012/marzo/0677934/Index.html>

g. Cálculo de kanbans de Proveedor

B. Principios Lean

a. Jalar desde el consumidor final

i. Definición

ii. Herramientas útiles para los sistemas “Jalar”

C. Los 7 desperdicios más 2

3.1 Sobreproducción

3.2 Tiempos de espera

3.3 Transporte

3.4 Procesamiento incorrecto

3.5 Inventarios

3.6 Movimientos innecesarios

3.7 Defectos

D. Herramientas Lean

4.1. Flujo de una sola pieza

4.1.1. Definición general

4.1.2. Flujo en Bache y flujo pieza a pieza

4.1.3. Situaciones que deben eliminarse para el Flujo pieza a pieza

4.1.4. Conceptos Importantes en el Flujo de una pieza

4.2. Kanban

4.2.1. Definición

4.2.2. Sistema de tarjetas duales

4.2.3. Kanban, ventajas y consideraciones

4.2.4. Calculo de kanbans

4.2.5. Kanban Triangular (Signal Kanban)

4.2.5.1. Cálculo de kanbans triangulares

4.2.6. Kanban del proveedor (Delivery kanban)

4.2.6.1. Cálculos de kanbans de proveedor

4.3. SMED

4.3.1. Definición

4.3.2. Estrategias para afrontar los cambios de proceso

4.3.2.1. División del Tiempo en los cambios de Herramientas

4.3.2.2. El procedimiento SMED

4.3.2.3. Ejemplos

E. Anexos

5.5. Poka- Yoke

5.5.1. Análisis de los sistemas de Inspección

5.5.2. El Poka- Yoke y sus ventajas

5.5.3. Ejemplos

e. Partes que conforman las prácticas

No aplica

1.4 Manual de Delgado Ramos (Delgado Ramos, 2013)⁷

a. Objetivo

Diseñar un manual de prácticas de Manufactura Esbelta que sean aplicables en el salón de clase para complementar la enseñanza de los conceptos teóricos, promoviendo en el alumno el aprendizaje significativo, participativo y por descubrimiento del tema.

b. Alcance

Se realizó la creación del manual de prácticas, incluyendo recomendaciones para los instructores.

c. Prácticas que incluye el documento

- a) La manufactura esbelta y los 7 desperdicios
- b) El Value Stream Map (VSM) y Las siete herramientas de Manufactura Esbelta
- c) Identificación del desperdicio 7: Transporte y uso de la herramienta Kaizen
- d) Identificación del desperdicio 1: Sobreproducción y uso de la herramienta JIT
- e) Identificación del desperdicio 6: Movimientos innecesarios y uso de la herramienta manufactura celular
- f) Identificación del desperdicio 4: Exceso de reprocesado y uso de la herramienta SMED
- g) Identificación del desperdicio 3: Productos defectuosos y uso de la herramienta Poka Yoke
- h) Identificación del desperdicio 2: Tiempo de espera y uso de la herramienta Kanban
- i) Identificación del desperdicio 5: Sobre inventario y uso de la herramienta Heijunka para la secuenciación de la producción

⁷ <http://132.248.9.195/ptd2013/septiembre/0701223/Index.html>

d. Prácticas que se van a considerar en el análisis

1. La manufactura esbelta y los 7 desperdicios
2. Identificación del desperdicio 7: Transporte y uso de la herramienta Kaizen
3. Identificación del desperdicio 1: Sobreproducción y uso de la herramienta JIT
4. Identificación del desperdicio 6: Movimientos innecesarios y uso de la herramienta manufactura celular
5. Identificación del desperdicio 4: Exceso de reprocesado y uso de la herramienta SMED
6. Identificación del desperdicio 3: Productos defectuosos y uso de la herramienta Poka Yoke
7. Identificación del desperdicio 2: Tiempo de espera y uso de la herramienta Kanban

e. Partes que conforman las prácticas

- a) Material y equipo
- b) Desarrollo
- c) Actividades
- d) Cuestionario

También se incluyen algunas recomendaciones para el instructor.

Anexo 2. Revisión de las prácticas documentadas en la Facultad de Ingeniería.

2.1 Planeación y control de la producción.

Para el presente trabajo se contó con la documentación de las prácticas de laboratorio realizadas en uno de los grupos de Planeación y Control de la Producción las cuales se muestran a continuación.

2.11 Práctica 1. Pronósticos.

1. Objetivo general:

Reconocer la importancia y el funcionamiento de los pronósticos.

2. Objetivo particular:

Pronosticar el color del producto obtenido que sea más demandado de manera que se pueda acaparar la mayor parte del mercado del producto.

3. Materiales:

- a. 3 bolsas de dulces de colores (aproximadamente 200 dulces)
- b. Bolsas de plástico para la distribución del material (aproximadamente 10 bolsas)

4. Desarrollo:

Actividad 1

Se integrarán equipos de 3 personas para realizar los ensayos.

Actividad 2

Se realizarán 5 ensayos que constarán de 4 pasos.

- 1 Se integrarán bolsas con 20 dulces de diferentes colores, procurando que no predomine un solo color. Se entrega el producto a cada equipo.

- 2 Se realizará una negociación de un minuto para el intercambio de productos.
- 3 Se identificará la cantidad obtenida de cada color del producto al finalizar el ensayo.
- 4 Se devuelven los dulces.

5. Resultados entregables:

Al finalizar la práctica se entrega una tabla con los resultados obtenidos y las conclusiones acerca de la toma de las decisiones en cada ensayo con respecto a la elección del color a intercambiar.

Equipo: 1									
	Verde	Azul	Blanco	Amarillo	Naranja	Rosa	Rojo	Morado	Total
1	0	15	0	2	2	2	1	0	
2	0	1	1	2	0	0	16	0	
3	0	0	0	0	3	3	1	13	
4	11	0	0	0	1	4	0	4	
5	1	1	2	2	0	13	1	0	

Tabla. 1. Ejemplo de tabla para reporte de práctica. Fuente: Elaboración propia

6. Observaciones de la práctica

La práctica fue bien asimilada por los alumnos, sin embargo al no existir una actividad posterior que reafirme el conocimiento practicado se está perdiendo una valiosa oportunidad de asociar directamente la practica con la teoría.

2.12 Práctica 2. EOQ y EPQ.

a) Objetivo General

Visualizar el comportamiento de los modelos EOQ y EPQ.

b) Objetivos específicos

1. Calcular la cantidad óptima a producir.
2. Calcular la cantidad óptima a pedir.
3. Determinar cuál es modelo que de aplicarse tendría los mejores beneficios.

c) Equipo y materiales.

1. Máquina para hacer palomitas
2. Bolsas herméticas
3. Maíz palomero (aproximadamente 100 g)
4. Recipiente para recepción de palomitas (2 de 1 kg. de crema)
5. Recipiente de 450 gr. de crema.

d) Desarrollo.

Se desea satisfacer una demanda constante de 36 bolsas de palomitas por hora. Se cuenta con una máquina para hacer palomitas y el proyecto consiste en determinar la mejor opción para abastecer la demanda.

EPQ.

Elaboración de palomitas de maíz

- Se enciende la máquina para palomitas y se deja calentar durante 2 minutos.

- Durante el tiempo en que se calienta la máquina se prepara la carga de la máquina (maíz palomero)
- Transcurridos los 2 minutos de calentamiento se apaga la máquina
- Se agregan los insumos a la máquina y se enciende la misma.
- Se deja el maíz dentro de la máquina hasta que se deje de oír que se está reventando. (aproximadamente 3 minutos)
- Se vacía el contenido dentro de los botes de crema de 1 kg. y se agrega una cucharada de sal.
- Se tapa el recipiente y se revuelve.
- Se debe dejar enfriar durante 15 minutos la máquina.

Elaboración de bolsas de palomitas

- Se vacían las palomitas del contenedor principal al recipiente de crema para obtener la medida del contenido.
- Se rellenan las bolsas de palomitas y se cierran.

Actividad 1

1. Calcule el costo de emitir una orden de producción considerando el tiempo de preparación de la producción de la orden de palomitas.
2. Determine el costo de producción considerando la materia prima de la producción.
3. Establezca la tasa de producción de la máquina de palomitas (Ψ).

Datos

Costos de material

Maíz palomero: \$11.90 por cada 500 gr. (cada carga es de aproximadamente 100 gr.)

Bolsas herméticas: \$49.90 por cada 100 bolsas

Sal fina: \$7.0 por 700 gr. dos cucharadas por cada carga

EOQ.

- a) Comprar una bolsa de palomitas naturales o sólo con sal y tomar el tiempo que transcurre desde que se coloca la orden hasta que se recibe el producto.
- b) Una vez que se tengan las palomitas se determina cuantas porciones (bolsas llenas con el contenido de un vaso) se pueden obtener de estas y el precio equivalente de una de ellas.

Actividad 2

- a) Determine el costo de compra al cotizar con un proveedor.
- b) Determine el costo de emitir una orden de compra considerando el tiempo para llevar a cabo la orden de compra.

Actividad 3

1. Si el salario mínimo es de \$70.10 diarios en una jornada de 8 horas. Y la tasa de mantener el inventario es del 50% de costo del producto. ¿Cuál es la mejor opción para cumplir con la demanda de palomitas minimizando el costo de los inventarios? Justifique su respuesta.

e) **Resultados entregables**

Para esta práctica como resultado se solicita la entrega de un reporte que incluya los datos obtenidos durante la práctica y su aplicación para conocer cuál es la mejor decisión que se puede tomar en el caso.

La finalidad del reporte es conjuntar la teoría con la práctica, visualizando de donde provienen los datos que se les proporcionan a los alumnos en los casos a resolver durante el semestre, lo que permite abordar de manera mucho más clara el problema.

La parte teórica de esta práctica se puede resolver con el apoyo del programa Win qsb con el que se cuenta en el laboratorio de Ingeniería Industrial, con apoyo de Excel o sin el apoyo de ningún tipo de software.

Ejemplo de la resolución del problema (Reporte de la práctica).

Datos obtenidos durante la realización de la práctica:

EPQ	
Tiempo de preparación de la producción:	22 minutos
Preparación de la máquina	2 minutos
Agregar insumos	0.5 minutos
Preparación de las palomitas	3 minutos
Agregar sal	0.5 minutos
Embolsar	1 minuto
Tiempo de enfriamiento de la máquina	15 minutos
EOQ	
Costo de compra de la bolsa de palomitas	\$31.32
Tiempo de preparación de la orden:	25 minutos
Compra de las palomitas	20 minutos
Embolsado de palomitas	5 minutos

Solución:

EPQ

Se utiliza la siguiente fórmula para calcular la cantidad económica a producir:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 * A * D}{h(1 - \frac{D}{\varphi})}}$$

A= Costo de preparar

D= Demanda anual

h=Costo de mantener ($i*c$, donde i - tasa de interés, c - costo unitario)

φ = Taza de producción

Para poder emplear la fórmula se requiere conocer los valores de las diferentes variables, tomando en cuenta los datos presentados por la práctica y los obtenidos durante esta.

Para el cálculo de la demanda (D) tenemos:

$$D = \left(\frac{36 \text{ bolsas}}{1 \text{ hora}} \right) * \left(\frac{8 \text{ horas}}{1 \text{ día}} \right) * \left(\frac{350 \text{ días}}{1 \text{ año}} \right) = 100,800 \frac{\text{bolsas}}{1 \text{ año}}$$

Para calcular el costo de preparar la orden (A) se requiere determinar el tiempo de trabajo del operario:

$$\begin{aligned} t &= 2 \text{ minutos de preparación de la máquina} + 0.5 \text{ minutos para agregar insumos} \\ &\quad + 3 \text{ minutos de preparación de las palomitas} \\ &\quad + 0.5 \text{ minutos para agregar sal a las palomitas} \\ &\quad + 1 \text{ minuto de embolsado} + 15 \text{ minutos de enfriamiento} = 22 \text{ minutos} \end{aligned}$$

Así una vez que se determinó se puede calcular tomando en cuenta el salario que se le paga al operario (según el planteamiento del problema), como se muestra a continuación:

$$A = 22 \text{ minutos} \left(\frac{\$70.10}{60 \text{ minutos}} \right) = \$25.70$$

Un dato necesario para obtener h o simplemente sustituir en la fórmula de EPQ es el costo unitario que se obtiene de la siguiente manera: (tomando que se producen 4 bolsas por carga)

$$c = \$0.595 \text{ maíz por bolsa} + \$0.499 \text{ cada bolsa} + \$0.023 \text{ sal por bolsa}$$

$$= \$1.117 \text{ por bolsa}$$

La capacidad de producción se obtiene con base en el número de cargas y el tiempo que toma obtener una carga terminada:

$$\varphi = \left(\frac{4 \text{ bolsas}}{1 \text{ carga}}\right) * \left(\frac{1 \text{ carga}}{22 \text{ minutos}}\right) * \left(\frac{60 \text{ minutos}}{1 \text{ hora}}\right) * \left(\frac{8 \text{ horas}}{1 \text{ día}}\right) * \left(\frac{350 \text{ días}}{1 \text{ año}}\right)$$

$$= 30,545 \frac{\text{bolsas}}{\text{año}}$$

Contando con todos la información necesaria se puede sustituir en la ecuación:

$$Q^* = \sqrt{\frac{(2 * (\$25.70) * (100,800 \text{ bolsas}))}{(0.5) * (\$1.117) * \left[1 - \left(\frac{100,800}{30,545}\right)\right]}} = 0 *$$

*Se considera que la cantidad económica a producir es cero ya que el cociente $\frac{D}{\varphi}$ es un número mayor a 1 lo que significa que la demanda sobrepasa a la capacidad de producción.

EOQ

Se utiliza la siguiente fórmula para calcular la cantidad económica a producir:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 * A * D}{h}}$$

A= Costo de preparar

D= Demanda anual

h=Costo de mantener ($i*c$, donde i -tasa de interés, c - costo unitario)

Para este caso la demanda se mantiene igual, por lo tanto se conserva el cálculo de la demanda mostrado para el caso EPQ:

$$D = \left(\frac{36 \text{ bolsas}}{1 \text{ hora}} \right) * \left(\frac{8 \text{ horas}}{1 \text{ día}} \right) * \left(\frac{350 \text{ días}}{1 \text{ año}} \right) = 100,800 \frac{\text{bolsas}}{1 \text{ año}}$$

El tiempo de proceso se calcula de la siguiente manera:

$$t = 20 \text{ minutos de tiempo de compra} + 5 \text{ minutos para embolsar} = 25 \text{ minutos}$$

Por lo tanto el costo de preparación es de:

$$A = 25 \text{ minutos} \left(\frac{\$70.10}{60 \text{ minutos}} \right) = \$29.21$$

El costo unitario de las bolsas de palomitas se calcula de la siguiente manera:

$$c = \left(\frac{\$31.32}{18 \text{ bolsas}} \right) + 0.499 \text{ bolsa} = \$2.24 \text{ por bolsa}$$

Con todos los datos necesarios se sustituye para obtener la cantidad económica a comprar de bolsas:

$$Q^* = \sqrt{\frac{(2 * \$29.21) * (100,800 \text{ bolsas})}{(0.5) * (\$2.24)}} = 2,292.98 = 2,293 \text{ bolsas de palomitas}$$

Si se obtienen 18 bolsas de una unidad de materia prima se tienen que comprar $127.33 \approx 127$ o ≈ 128 unidades de materia prima para formar las bolsas de palomitas necesarias.

Para conocer cuál es la más conveniente se obtiene el costo total para conocer el costo menor.

$$K(Q) = CD + \frac{AD}{Q} + \frac{hQ}{2}$$

Para 127=2,286

$$\begin{aligned} K(2,286) &= (2.24) * (100,800) + \frac{(29.21) * (100,800)}{2,286} \\ &+ \frac{(2.24)(0.5) * (2,286)}{2} = \$228,360.16 \end{aligned}$$

Para 128=2,304

$$\begin{aligned} K(2,304) &= (2.24) * (100,800) + \frac{(29.21) * (100,800)}{2,304} \\ &+ \frac{(2.24)(0.5) * (2,304)}{2} = \$228,360.17 \end{aligned}$$

La decisión en este caso es difícil de visualizar ya que el costo es prácticamente el mismo, la diferencia es mínima, por lo tanto se pueden o deben buscar más factores que puedan determinar la magnitud del impacto de la decisión.

Conclusiones

Como se puede observar en los resultados para EOQ y EPQ la mejor opción es comprar (EOQ) a pesar de ser la opción que tiene un costo unitario mayor ya que nos permite satisfacer la demanda, mientras que la producción no tiene la capacidad necesaria aunque el costo unitario sea menor.

f) Observaciones de la práctica

La práctica muestra de manera clara los dos temas a tratar, sin embargo, no se cuenta con todo el material necesario para que sea más exacta la comparación, la comparación podría ser más clara si las proporciones se hicieran con base en el peso y no en el contenido de un vaso, por otra parte al tratarse de un alimento es complicada su realización dentro del laboratorio de Ingeniería Industrial.

En cuanto a los reportes que entregan los alumnos muestran su comprensión en cuanto al tema en general pero la confusión al momento de calcular el costo de producción de una bolsa de palomitas es evidente.

2.13 Práctica 3. Pull y Push.

3 Objetivo general:

Aplicar los conocimientos adquiridos durante el curso para comprender de mejor manera las diferencias principales entre un sistema de producción tradicional push y un sistema de producción pull.

4 Objetivo particular:

Reducir el inventario en proceso.

5 Materiales:

1 paquete de dulces surtido por equipo

1 paquete de bolsas con cierre hermético

6 Desarrollo:

Para la realización de esta práctica se dividirá al grupo preferentemente en dos equipos diferentes

Se les proporcionará el material necesario para realizar las actividades (bolsas y un paquete de dulces)

Los equipos deberán clasificar los dulces para facilitar el trabajo a realizar

Actividad 1

Se deberán elaborar bolsas de dulces con la misma cantidad de los mismos durante un minuto. Cada uno de los equipos decidirá las actividades a realizar y el orden de ellas para minimizar el inventario en proceso.

Actividad 2

Se repetirá la actividad 1 variando los tiempos de producción como sigue:

Ensayo	Tiempo (s)
2	40
3	34
4	36
5	30

Tabla.2. Tiempos para la práctica 3. Fuente: Elaboración propia

Al finalizar el tiempo de cada actividad se contabilizará el inventario en proceso, el producto terminado y la cantidad de defectos presentados.

Los datos se presentarán en una tabla como la siguiente:

Tabla	E 1	E 2	E 1	E 2	E 1	E 2	E 1	E 2	E 1	E 2
Producto terminado										
Defectos										
Inventario en proceso										
Personal										
Tiempo										

Tabla. 3. Ejemplo de tabla para reporte de práctica 3. Fuente: Elaboración propia

Actividad 3

Se proyectará a los alumnos el video llamado Just In Time KANBAN para implementar pull, en donde se muestra el funcionamiento de este sistema.

7 Resultados entregables:

No se entrega un reporte de actividad, sólo se realiza el llenado de la tabla anteriormente mostrada.

8 Observaciones de la práctica

La práctica es entendible y muestra de manera clara el funcionamiento del sistema push, sin embargo es posible mejorar el entendimiento del sistema pull si se realiza su demostración de una manera diferente.

Anexo 3. Análisis de las prácticas existentes

3.1 Tesis 1 (López Visoso J. C., 2014)

I. Planeación de la producción

Tema compatible: Pronósticos

Actividades planteadas para el tema compatible

Se pide al alumno que realice tres pronósticos de demanda de dos tipos de juguete un robot y un helicóptero, los tipos de demanda y el método a utilizar se indican al plantear los datos históricos.

Para realizar la actividad se presentan datos históricos de los 12 meses anteriores, junto con las gráficas correspondientes, posteriormente se presentan los resultados (pronósticos de demanda) junto con la explicación de su obtención.

Observaciones:

Sería muy interesante poder visualizar cual es el formato de práctica que se presenta al alumno y el cómo se espera que ésta sea desarrollada ya que se podría visualizar mucho mejor el planteamiento del tema y la interacción del alumno con la misma.

Otro punto es que al presentar el tipo de demanda al alumno, el método con el que se requiere y la gráfica se pierde la oportunidad de que el alumno desarrolle la habilidad de identificar a qué tipo de problema se enfrenta.

II. Control de la producción

Tema compatible:

Control de la producción

Control de la materia prima (inventarios)

Actividades planteadas para el tema compatible

Para realizar la práctica se proporcionan los datos necesarios para el cálculo del lote, incluyendo las partes requeridas para el ensamble de los juguetes, el código que tienen asignados, los requerimientos diarios, mensuales y anuales de cada uno de los componentes.

Dentro del planteamiento se presentan absolutamente todos los datos necesarios para resolver el problema mediante EOQ sin faltantes, obtener el punto de re-orden, el número de órdenes al año y el tiempo del producto en el inventario.

Observaciones:

No se presenta actividad para el problema EPQ en ninguna de sus acepciones ni para EOQ con faltantes. En general la práctica está bien desarrollada y podría implementarse con el uso de la banda transportadora de rodillos con la que cuenta el laboratorio de métodos, sin embargo, existen detalles que pueden ser complementados.

III. Metodología de proyectos de mejora (proyectos Kaizen) y distribución de planta (layout)

Temas compatibles:

Pokayoke

Kaizen

Actividades planteadas para los temas compatibles

Para realizar la actividad se cuenta con información recopilada acerca de los errores de producción existentes en la línea de ensamble de un robot de juguete.

Se realiza primero una lluvia de ideas sobre cómo resolver el problema al que se están enfrentando los alumnos, posteriormente se calcula el tak time para comenzar a plantear las estrategias para la aplicación de Kaizen.

Se realizan las siguientes actividades:

Control estadístico de la calidad (incluyendo límites de control y sus diferentes gráficos)

Análisis del costo unitarios de producción, tomando en cuenta costo de la materia prima, costo de mano de obra y gastos administrativos.

Para ejemplificar la aplicación de Kaizen se toman algunas decisiones como:

Modificar el número de estaciones de trabajo

Modificar el número de trabajadores por estación de trabajo

Y finalmente se realizan las actividades anteriores nuevamente, lo que permite ver las mejoras provenientes de los cambios establecidos.

Observaciones

Me parece que es buena la comparación que se realiza entre el antes y después de la aplicación de la herramienta Kaizen, sin embargo es una práctica que implica un mayor tiempo de dedicación ya que conlleva un trabajo conjunto de la teoría con la práctica. En cuanto el sistema poka yoke no se ve trabajado claramente durante el desarrollo de la práctica.

3.2 Tesis 2 (Frey Aranza & Rodríguez Alvarado, 2005)

I. Modelos para el pronóstico de la demanda

Temas compatibles: Pronósticos

Actividades planteadas para los temas compatibles

Se presentan 3 casos diferentes de demanda para 10 periodos diferentes y se solicita realizar el pronóstico de la demanda para el periodo 11 de cada caso, estos pronósticos deben ser realizados mediante los siguientes métodos:

Último dato

Promedios móviles

Posteriormente se realiza una comparación y se concluye.

Observaciones:

Las prácticas son muy teóricas y carecen de un contexto realista, no es representativa, inclusive los ejemplos en clase demuestran de mejor manera el concepto y aplicación del mismo. Además sólo abarca dos métodos de demanda constante.

II. Administración de inventarios 1

Temas compatibles: EOQ

Actividades planteadas para los temas compatibles

Se presentan datos para resolver un problema EOQ y se solicita identificarlos, así como calcular el tamaño de lote, el costo anual promedio del inventario, el costo anual por ordenar y el costo de mantener el inventario.

Observaciones

La práctica está bien planteada pero es muy teórica, podría integrarse con la práctica de programación de la producción que se plantea en el mismo trabajo, para realizar la identificación de datos de una manera mucho más dinámica.

III. Administración de inventarios 2

Temas compatibles: Tamaño de lote con demanda variable

Actividades planteadas para los temas compatibles

Se proporcionan los datos de la demanda de 4 periodos y se indica que ésta es variable y debe resolverse por el método de Silver- Meal, con lo cual debe presentar el tamaño de los diferentes lotes a pedir.

Observaciones

El tema me parece muy relevante, sin embargo, se presenta con un problema sencillo en el que no se le permite al alumno identificar la naturaleza de la situación que tiene que resolver ya que se le presenta todo lo necesario e incluso el método de solución.

3.3 Tesis 4 (Delgado Ramos, 2013)

I. La manufactura esbelta y los 7 desperdicios

Temas compatibles: 7 desperdicios

Actividades planteadas para los temas compatibles

Se realiza un arreglo floral en una línea de producción conformada entre 5 y 6 alumnos y se les solicita que realicen el proceso y la documentación del mismo, así como que la toma de tiempos del proceso de la primera pieza y de la producción total (de todas las rosas terminadas) y el número de arreglos completos obtenidos.

II. Identificación del desperdicio 7: Transporte y uso de la herramienta Kaizen

Temas compatibles: Kaizen

Actividades planteadas para los temas compatibles

Se realiza un juguete para niños con forma de oruga, utilizando cartón de huevo como materia prima. Para realizar la actividad se presentan las instrucciones para su realización en una línea de producción entre 3 y 5 miembros durante 15 minutos, posteriormente se solicita la documentación del proceso así como el conteo del producto terminado y la identificación de los productos defectuosos.

Para continuar con la actividad se lleva a cabo la implementación de la herramienta Kaizen por parte de los alumnos y posteriormente se realiza nuevamente la elaboración del producto y se registran los resultados en una tabla.

Observaciones

La dinámica utilizada ejemplifica bien la implementación de la herramienta Kaizen y permite un análisis de resultados e identificación de la mejora, sin embargo, la actividad

que se realiza me parece inadecuada al aprendizaje que se quiere obtener como resultado de la práctica ya que se trata de una manualidad más que de un proceso industrial.

III. Identificación del desperdicio 1: Sobreproducción y uso de la herramienta JIT

Temas compatibles: 7 herramientas, pull y push

Actividades planteadas para los temas compatibles

Se realiza una cámara para lámpara utilizando botellas de PET como materia prima, se realizará localizando solamente a una persona encargada por estación de trabajo. Se solicita tomar el tiempo de producción de la primera pieza.

Como siguiente actividad se establecen demandas para las cuales se toma el tiempo en el que se logran cumplir, para lo que también se pide obtener el tak time, así como realizar un cambio entre sistema push y sistema pull, una vez que se realiza esta acción se solicita verificar si es posible cumplir con el tak time al elaborar únicamente una pieza.

IV. Identificación del desperdicio 6: Movimientos innecesarios y uso de la herramienta manufactura celular

Temas compatibles: 7 herramientas

Actividades planteadas para los temas compatibles

- Se presentan los procedimientos para realizar 3 tipos diferentes de flor con diferentes materiales reciclados.
- Actividades planteadas para equipos de 3 a 5 personas:
- Documentar el proceso
- Elaborar el producto y tomar el tiempo de elaboración de cada uno

- Realizar la producción durante 20 minutos
- Contabilizar la cantidad de producción realizada de cada producto
- Registrar los datos en la tabla presentada
- Implementar la herramienta de manufactura celular
- Repetir la producción por 20 minutos y contabilizar nuevamente al finalizar la producción.
- Registrar estos datos en la última columna de la tabla presentada

V. Identificación del desperdicio 4: Exceso de reprocesado y uso de la herramienta SMED

Temas compatibles: 7 herramientas

Actividades planteadas para los temas compatibles

- Se presenta el procedimiento para 3 productos diferentes: un dulcero de pingüino, una caja mágica y un porta velas.
- Las actividades que se plantean para los 3 productos en equipos entre 2 y 3 integrantes son las siguientes:
- Elegir al azar el lote que se deberá producir (las opciones se encuentran presentes en una tabla dentro del mismo manual)
- Elaborar el diagrama hombre-máquina de cada producto
- Realizar la producción del lote correspondiente y registrar los datos correspondientes a la tabla presentada en dicha práctica (tiempo de realización de la producción). Se tomará en cuenta la calidad con la que el producto terminado es entregado, de no cumplir con el estándar se descontará de la producción.
- Implementar la herramienta SMED para reducir los tiempos de elaboración eligiendo un nuevo lote al azar para realizar la implementación. Se deberá llevar a cabo el registro del resultado.

VI. Identificación del desperdicio 3: Productos defectuosos y uso de la herramienta Poka Yoke

Temas compatibles: 7 herramientas

Actividades planteadas para los temas compatibles

- Se presenta el procedimiento a realizar para la elaboración de un monedero utilizando latas de aluminio como material base. A partir de las instrucciones dadas para seguir el procedimiento se forman equipos y se llevan a cabo las siguientes actividades:
- Se realiza la producción durante 20 minutos, después se contabiliza la cantidad de producto terminado y se registran los datos en la tabla presentada.
- Se documenta el proceso
- Se verifica el producto terminado en búsqueda de defectos
- Se requiere la elaboración de un sistema poka yoke para elaborar la mayor cantidad de monederos, con menos defectos y con el menor tiempo posible
- Se registra el resultado en la tabla antes mencionada

VII. Identificación del desperdicio 2: Tiempo de espera y uso de la herramienta Kanban

Temas compatibles: 7 herramientas (kanban)

Actividades planteadas para los temas compatibles

- Se presentan como productos una cartera, un monedero y una bolsa de regalo, todo hecho con material de re-uso (cajas de leche).
- Se solicita al alumno realizar las siguientes actividades:

- Se divide al grupo en 8 diferentes departamentos, posteriormente se decide que actividades realizará cada uno y se registra en la primera tabla presentada en dicha práctica.
- Se requiere documentar el proceso de cada producto
- Se inicia la producción para satisfacer la demanda indicada y se contabiliza el tiempo requerido para finalizar la producción.
- Se verifica la calidad del producto terminado
- Registrar los resultados en la tabla correspondiente
- Finalmente se requieren mejoras
- Se repite dos veces más las actividades

Observaciones de las prácticas del manual de Delgado Ramos (Delgado Ramos, 2013)

En general las prácticas presentadas en esta tesina siguen el mismo procedimiento, todas requieren prácticamente las mismas actividades para procesos de elaboración de manualidades, por lo que no es fácilmente identificable el proceso productivo real al realizar las prácticas, de igual manera el hecho de indicar al alumno la actividad específica de lo que tiene que identificar y entender resta la oportunidad de que el alumno utilice el conocimiento teórico no sólo para aplicar una de las 7 herramientas de lean Manufacturing sino para identificar los problemas presentes y la manera en que cree conveniente resolverlos.

Bibliografía

- Arcos, F. O., García, G., & Barón Martínez, G. (s.f.). Las prácticas de laboratorio de Física en la formación de Ingenieros en La Universidad Distrital. Una mirada desde sus actores.
- Cañedo Iglesias, C. M., & Cáceres Mesa, M. (s.f.). *FUNDAMENTOS TEÓRICOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA DIDÁCTICA EN EL PROCESO ENSEÑANZA-APRENDIZAJE*.
- Cardona Buitrago, F. E. (2013). *Las prácticas de laboratorio como una estrategia didáctica*. Santiago de Cali, Colombia.
- Carmona Analis, A. (2014). *Aplicación de Six Sigma para reforzar el modelo de cobranza de créditos hipotecarios*. D.F., México.
- Delgado Ramos, G. B. (2013). *Diseño de prácticas para manufactura esbelta*. Ciudad de México, México.: UNAM.
- División de Ingeniería Mecánica e Industrial. Facultad de Ingeniería, UNAM. (23 de 8 de 2016). *División de Ingeniería Mecánica e Industrial. Facultad de Ingeniería, UNAM*. Obtenido de http://www.ingenieria.unam.mx/industriales/historia/carrera_historia_ohno.html
- Facultad de Ingeniería, U. (2015). *PROYECTO DE MODIFICACIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS DE LA LICENCIATURA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL*. México.
- Fes Cuautitlán, UNAM. (s.f.). *Taxonomía de Bloom, Recursos Académicos*. Recuperado el 19 de 05 de 2016, de <http://www.cuautitlan.unam.mx/descargas/edudis/recursosacademicos/taxonomiadeblo om.pdf>
- Frey Aranza, R. M., & Rodríguez Alvarado, R. (2005). *2. Propuesta para la implementación de un laboratorio de Planeación y Control de la Producción dentro de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, así como el desarrollo de prácticas para el mismo*. México DF.: Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM.
- Heizer, J., & Barry, R. (2009). *Principios de administración de operaciones*. México: Pearson Prentice Hall.
- Kendall, J. E. (2005). *Análisis y diseño de sistemas*. Pearson Educación.
- López Visoso, J. C. (2014). *Actualización del manual de prácticas del laboratorio de Planeación y Control de la Producción*. México DF.: Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM.
- Mendoza Arteaga, J. I. (s.f.). *Repositorio digital de la Facultad de Ingeniería - UNAM*. Recuperado el 23 de Agosto de 2016, de

<http://132.248.52.100:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/7241/tesis.pdf.pdf?sequence=1>

Metodología Seis Sigma, C. (s.f.). *Repositorio digital de la Facultad de Ingeniería - UNAM*.

Recuperado el 23 de Agosto de 2016, de

<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/101/A5.pdf?sequence=5>

Peñaflor Zurita, A. (2012). *Manual de apoyo para la capacitación en Lean Manufacturing*. México DF.: Facultad de Ingeniería, UNAM.

Rajadell, M., & Sánchez, J. L. (2010). *Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad*. Madrid: Díaz de Santos.

Significados.com. (2016). *Significados.com*. Recuperado el 3 de 2016, de

<http://www.significados.com/taxonomia>

Sipper, D., & Bulfin Jr., R. L. (1998). *Planeación y Control de la Producción*. México : Mc GrawHill.

UNAM. (2015). *Plan de Estudios de Ingeniería Industrial 2016*. Ciudad de México: UNAM.