

## ***Sistema Kanban Para Mejorar La Productividad De Los Procesos De Fabricación***

*Laura Acevedo Robles  
Manufactura Competitiva  
Dr. Rafael Nieves, Pharm.D  
Departamento de Ingeniería Industrial y Sistemas  
Universidad Politécnica de Puerto Rico*

---

**Abstracto**—*En una línea de inspección de jeringuillas, la productividad está asociada al factor humano. En el turno de trabajo donde se terminará un lote, se requiere que dos personas preparen los componentes y producto del siguiente lote a procesar de manera anticipada. Esto provoca una disminución en la velocidad de producción y una reducción de esa producción por turno. El objetivo de este estudio es desarrollar una logística que apoye el sistema Kanban dentro de los procesos de fabricación. El proyecto plantea el establecer un grupo de dos personas, por turno de trabajo, que tenga el rol exclusivo de suministrar los materiales a la línea de inspección de las próximas órdenes a procesar. Con esto se conseguirá aumentar el valor de la efectividad global del equipo, incrementar la productividad de la línea, reducir la carga de trabajo, reducir el desperdicio de movimiento e incrementar la cantidad de producto empacado por turnos.*

**Palabras clave**— *Efectividad global del equipo, Kanban, Manufactura esbelta, Productividad.*

### **INTRODUCCIÓN**

Dentro de la manufactura esbelta se encuentra el sistema Kanban, el cual actualmente es muy utilizado por empresas u organizaciones que buscan aumentar la flexibilidad de su negocio y de este modo mejorar la gestión de los servicios que proporcionan a sus clientes. Lo característico de este sistema es que las mejoras son llevadas a cabo sin tener que realizar cambios relativamente grandes en la estructura organizativa o cargos de trabajo. Al aplicar este tipo de logística dentro de un proceso de manufactura, se garantiza que se pueda entregar el pedido correcto en el momento preciso.

En Amgen Manufacturing Limited, el mejoramiento continuo es parte de las metas trazadas por la compañía cada año. Como parte de un ejercicio de observación y búsqueda del mejoramiento de la productividad de uno de los procesos de manufactura, se identificó un área de oportunidad en donde podía ser aplicado un sistema Kanban. Como parte del análisis, se desarrolló una logística aplicada a la filosofía de la manufactura esbelta que contribuyera al aumento de la productividad de una línea de producción del área de empaque. Esto fue realizado mediante la observación de la métrica de la efectividad global del equipo de la línea de producción. Los resultados de esta investigación, además de comprobar si el sistema Kanban puede ser capaz de influir de manera positiva en la productividad de un proceso, fueron utilizados para evaluar otros beneficios obtenidos y áreas de oportunidad para futuras investigaciones.

### **DECLARACIÓN DEL PROYECTO**

En el departamento de empaque de la farmacéutica Amgen Manufacturing Limited, las líneas de producción se dividen entre líneas de inspección de producto terminado y líneas de empaque final. Específicamente en las líneas de inspección, la productividad está asociada al factor humano por tratarse de procesos mayormente manuales. En otras palabras, la producción diaria va a estar directamente relacionada a la cantidad de inspectores realizando la tarea de decidir si el medicamento está aceptable para pasar a la etapa de empaque

Los factores más influyentes en la productividad de las líneas de inspección son el tiempo de cambio (changeover) entre lotes consecutivos y la efectividad global del equipo

(OEE). En el turno de trabajo en donde se terminará un lote, se requiere que al menos dos personas se encarguen de preparar los materiales, componente y el producto del siguiente lote a procesar anticipadamente. Esto implica que dos personas van a dejar de inspeccionar el producto, lo cual resultaría en la disminución de la velocidad de producción y la reducción de la producción por turno. Al momento del cambio de lote, estas dos personas también serán dos recursos menos a quienes se le podrá asignar tareas relacionadas a la limpieza y preparación para el siguiente lote.

### **DESCRIPCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

El objetivo de esta investigación es establecer un programa que utilice la logística del sistema Kanban de manufactura esbelta, para suplir las áreas de producción de la farmacéutica y a su vez mejorar la agilidad y la eficiencia en sus procesos de fabricación. Durante la misma se desarrollará un programa robusto en donde, para comprobar que un sistema Kanban tiene la capacidad de mejorar un proceso de manufactura, se establezca un proceso que responda a la demanda del cliente confiando en los principios de gestión visual. También se pretenderá mejorar el flujo de información, extender el flujo de valor tanto al cliente como al suplidor y reducir la complejidad de un proceso mientras se mejora la logística de suministro y comunicación. En el transcurso de la investigación se discutirán los conceptos de manufactura esbelta, el método Kanban, la productividad de las empresas, la efectividad global de los equipos (OEE) y cómo estos benefician a los procesos de manufactura. Esta investigación dará respuesta a preguntas como: ¿Cuándo es necesario mejorar un proceso? ¿Qué recursos se necesitan para implementar la mejora? ¿Cómo mido la mejora?

### **OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

El objetivo de esta investigación es desarrollar una logística que apoye el sistema Kanban dentro de los procesos de fabricación, mejorar la productividad de un proceso y reducir los tiempos

de cambio entre lotes. De manera más específica, esta investigación pretende:

- Aumentar la efectividad global del equipo (OEE) de la línea de inspección de jeringuillas un 10% con la creación de un equipo de distribuidores de materiales y producto.
- Crear un equipo de distribuidores, denominados los “Repartidores”, que estará compuesto por 2 personas de cada turno de trabajo. Estos tendrán el rol exclusivo de suministrar los materiales y productos a la línea de inspección, de las órdenes de trabajo a procesar.
- Desarrollar ejercicios de capacitación y adiestramientos para los programas a utilizar:
  - Adiestramiento con ambiente de simulación en EBR (Electronic Batch Records) para mostrar las transacciones aplicables a la tarea de distribución de materiales y producto.
  - Adiestramiento con ambiente de simulación en SAP (Systems Applications and Products) para generar movimientos de materiales y producto, desde localizaciones en el almacén hasta el área de inspección y empaque.
  - Adiestramiento con simulación sobre sistema Kanban y su lógica de trabajo.
- Establecer un vínculo entre los repartidores y el personal de almacén, para que los pedidos de materiales y producto a utilizar en la línea de inspección se manejen con anticipación y prioridad.
- Crear un área (jaula) denominada área de Kanban, que se utilizará para colocar en localizaciones rastreables los pedidos de materiales y producto.

### **CONTRIBUCIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

La implementación de este proyecto en las líneas de inspección de jeringuillas del departamento de empaque servirá para:

- aumentar el valor del OEE
- incrementar la productividad de la línea

- reducir la carga de trabajo del personal
- reducir el desperdicio de movimiento por parte del personal
- incrementar la cantidad de producto empacado por turnos

## REVISIÓN DE LITERATURA

La manufactura esbelta o “Lean Manufacturing” ha sido aplicada por empresas que desean aumentar su competitividad en el mercado, obteniendo mejores resultados a la vez que emplean menos recursos [1]. Este término de manufactura esbelta define al conjunto de herramientas que ayudan a la identificación y eliminación de desperdicio, a la mejora en la calidad y a la reducción del tiempo y del costo de producción [2]. Para lograr sus objetivos, la manufactura esbelta, se apoya en algunas herramientas como el método Kanban [1]. Kanban es un método visual para controlar la producción, formado por un sistema de señales a lo largo de toda la cadena de producción que controla el proceso de reabastecimiento y empieza con el conocimiento de lo que el cliente demanda, hasta que se obtiene el producto final [3]. El sistema Kanban se encarga de controlar que las piezas o componentes que se necesitan en la cadena de producción se realicen en cantidades suficientes para reemplazar las que ya se han utilizado, consiguiendo así una producción sin deficiencias [3]. Debido a esto y tomando en cuenta sus beneficios, el sistema de Kanban es muy utilizado por las organizaciones que buscan mejorar la eficiencia y productividad de sus procesos.

La productividad puede ser definida como la relación entre la producción obtenida por un sistema de producción o servicios y los recursos utilizados para obtenerla. En otras palabras, es el uso eficiente de recursos en la producción de diversos bienes y servicios [4]. El tener un proceso con una productividad alta significa la obtención de más con la misma cantidad de recursos, o el logro de una mayor producción en volumen y calidad con el mismo insumo [4]. La productividad está asociada también al tiempo, por lo que, cuanto

menor tiempo lleve lograr el resultado deseado, más productivo es el sistema [4].

Para medir la productividad asociada al tiempo, se puede utilizar la métrica del OEE. El OEE es el acrónimo para Efectividad Global del Equipo (en inglés Overall Equipment Effectiveness) y muestra el porcentaje de efectividad de una máquina con respecto a su máquina ideal equivalente. La diferencia la constituyen las pérdidas de tiempo, velocidad y calidad [5]. Esta métrica refleja cuán efectivo es un proceso haciendo buenas unidades basado en el tiempo planificado o disponible para producir, excluyendo actividades planificadas como actividades no comerciales, mantenimientos, días feriados, entre otros. Es precisamente esta métrica la que se utilizará para determinar si un sistema Kanban en el área de producción de la farmacéutica es necesario para obtener resultados de un aumento en la productividad del proceso.

## METODOLOGÍA

El proyecto de implementación del sistema Kanban se dividió en cinco fases en donde se programaron y se dividieron las tareas:

- Inicio
  - Selección del gerente a cargo del equipo
  - Selección del grupo del proyecto
  - Desarrollar el equipo del proyecto
  - Reunión inicial del proyecto
- Planificación
  - Reuniones en el área de inspección y empaque
  - Desarrollar la declaración del alcance
  - Crear la estructura de desglose del trabajo (WBS)
  - Desarrollar y perfeccionar otros planes
  - Discusión con las partes interesadas
- Ejecución
  - Abstracción y resumen de la investigación
    - Evaluación del proceso actual
    - Consulta con expertos en el tema
  - Definición de requerimientos
    - Requerimientos de documentación
    - Solicitud de accesos de usuarios

- Definición de riesgos y enfoque de manejo de riesgos
  - Evaluación de posibles escenarios de riesgos y sus soluciones
  - Desarrollo del plan del proyecto
  - Diseño del programa
    - Logística
    - Equipos y herramientas
  - Desarrollo del programa
    - Adiestramientos
    - Preparación de área Kanban
  - Prueba del programa
    - Plan piloto y simulación en el área de inspección y empaque
    - Validaciones
  - Comienzo del programa
  - Apoyo
- Monitoreo y Control
    - Auditorías del proceso
    - Reportes del proyecto
    - Solicitudes de cambios
  - Cierre
    - Presentación del proyecto
    - Preparación del reporte final del proyecto
    - Presentación de la presentación final del proyecto
    - Adiestramientos
    - Lecciones aprendidas

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con la finalidad de lograr un aumento significativo en el OEE de la línea de inspección de jeringuillas de la farmacéutica Amgen Manufacturing Limited, se estableció una metodología robusta que fue dividida en fases claves mediante un diagrama de Gantt que se observa en la Figura 1. Esta herramienta se utilizó para planificar y programar las tareas que se llevaron a cabo para cumplir el objetivo del proyecto en un periodo determinado de cinco meses.

Según se observa en la Tabla 1, en la etapa de implementación del proyecto, las tareas 22, 23 y 24 establecían una prueba del programa, un plan piloto

con simulación en el área de producción y validaciones. Específicamente para la simulación en el área de producción, se llevó a cabo un estudio de una semana en donde se procesaron lotes de jeringuillas para medir la producción total semanal. El estudio se llevó a cabo en una estructura de 5 x 24, que significó tres turnos de trabajo durante un periodo de 5 días. La prueba se llevó a cabo con dos grupos, uno compuesto por 15 inspectores y otro compuesto por 13 inspectores, quienes realizaron la tarea simultáneamente. Con esto se pretendió simular el antes y después de la implementación del grupo de repartidores, compuesto por dos personas de cada turno, quienes se encargarán de suministrar los materiales y productos a la línea de inspección de las órdenes de trabajo a procesar.

**Tabla 1**  
Datos de las Etapas del Proyecto para la creación del Diagrama de Gantt

Etapa del proyecto	Tarea	Descripción	Fecha de comienzo	Días para completarlo	
Inicio	1	Selección del gerente a cargo del equipo	12-Jan	2	
	2	Selección del grupo del proyecto	14-Jan	2	
	3	Desarrollo del equipo del proyecto	16-Jan	2	
	4	Reunión inicial del proyecto	18-Jan	1	
	5	Reuniones de piso	19-Jan	2	
Planificación	6	Desarrollo de la declaración del alcance	21-Jan	5	
	7	Creación de la estructura de desglose del trabajo (WBS)	26-Jan	5	
	8	Desarrollo y perfección de otros planes	31-Jan	7	
	9	Discusión con las partes interesadas	7-Feb	2	
Implementación	10	Abstracción y resumen de la investigación	9-Feb	2	
	11	Evaluación del proceso actual	9-Feb	2	
	12	Consulta con expertos en el tema	9-Feb	2	
	13	Definición de requerimientos	11-Feb	2	
	14	Requerimientos de documentación	11-Feb	2	
	15	Solicitud de acceso de usuarios	11-Feb	2	
	16	Definición de riesgos y enfoque de manejo de riesgos	13-Feb	3	
	17	Evaluación de posibles escenarios de riesgos	13-Feb	3	
	18	Desarrollo del plan del proyecto	16-Feb	7	
	19	Diseño del programa y logística de equipos y herramientas	9-Feb	14	
	20	Desarrollo del programa	23-Feb	14	
	21	Adiestramientos	23-Feb	14	
	22	Preparación de área Kanban	23-Feb	14	
	23	Prueba del programa	8-Mar	7	
	24	Plan piloto y simulación en el área de producción	8-Mar	7	
Monitoreo y Control	25	Validaciones	8-Mar	7	
	26	Comienzo del programa	15-Mar	7	
	27	Apoyo	15-Mar	7	
	28	Auditorías del proceso	22-Mar	30	
	29	Reportes del proyecto	21-Apr	5	
	30	Solicitudes de cambios	26-Apr	7	
	Cierre	31	Presentación del proyecto	3-May	2
		32	Preparación del reporte final del proyecto	5-May	3
		33	Adiestramientos	8-May	7
		34	Lecciones aprendidas	15-May	2

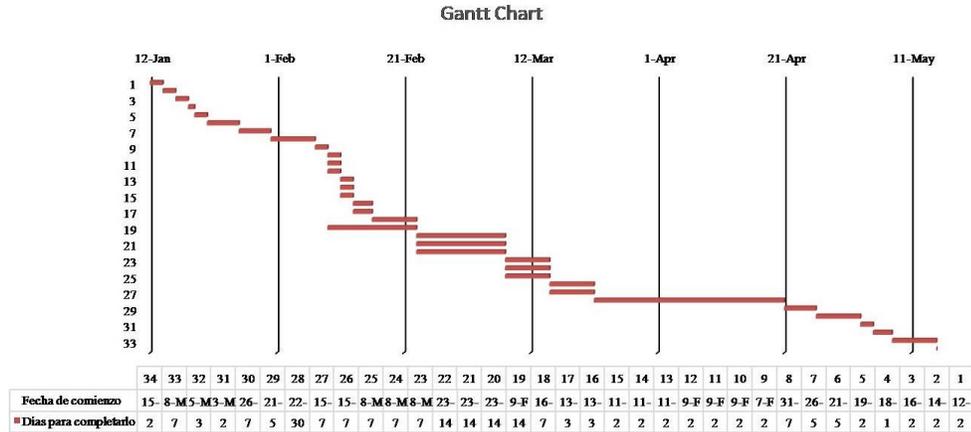
En la Tabla 2, los valores contenidos dentro de las columnas de unidades por minuto y unidades

por hora de cada día fueron valores promedios de las unidades producidas durante las ocho horas de trabajo. Por su parte, las unidades por turno resumen la producción total para ese turno por día.

La data de la Tabla 3 se utilizó para obtener los valores promedio por línea para 13 y 15 inspectores. Los valores reflejados se compararon con el valor obtenido de los parámetros de

capacidad de la Figura 2 y se resumieron en la Tabla 4.

El valor de referencia utilizado en la Tabla 4 para comparar con los valores promedio de unidades producidas por 13 y 15 inspectores, se obtuvieron de la columna de inspección manual de jeringuillas de la Figura 2. Esta data fue provista por el grupo de ingeniería del departamento de empaque.



**Figura 1**  
Diagrama de Gantt para el Proyecto del Sistema Kanban

**Tabla 2**  
Resumen de la Producción realizada en la Simulación del Proyecto

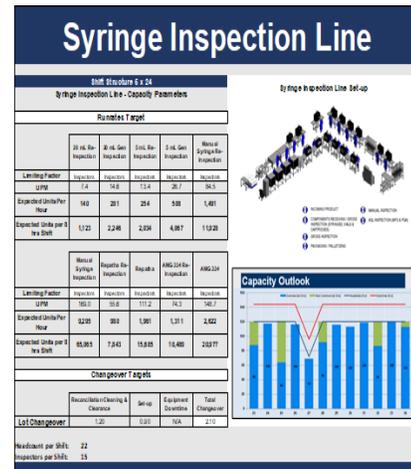
Turno	Inspectores	Día 1			Día 2			Día 3			Día 4			Día 5		
		Unidades por:			Unidades por:			Unidades por:			Unidades por:			Unidades por:		
		Minuto	Hora	Turno												
1er turno	15	152	8360	58520	150	8250	57750	155	8525	59675	152	8360	58520	150	8250	57750
	13	135	7425	51975	135	7425	51975	137	7535	52745	133	7315	51205	136	7480	52360
2do turno	15	159	8745	61215	162	8910	62370	157	8635	60445	165	9075	63525	163	8965	62755
	13	139	7645	53515	135	7425	51975	138	7590	53130	135	7425	51975	137	7535	52745
3er turno	15	165	9075	63525	167	9185	64295	163	8965	62755	163	8965	62755	168	9240	64680
	13	140	7700	53900	139	7645	53515	137	7535	52745	140	7700	53900	140	7700	53900

**Tabla 3**  
Unidades por Semana y Promedio de Valores por Turno

Turno	Inspectores	Unidades por semana	Valores promedio por turno		
			Unidades por minuto	Unidades por hora	Unidades por turno
1er turno	13	260260	135	7436	52052
	15	292215	152	8349	58443
2do turno	13	263340	137	7524	52668
	15	310310	161	8866	62062
3er turno	13	267960	139	7656	53592
	15	318010	165	9086	63602

**Tabla 4**  
Promedios de la Producción y su comparativa con los valores obtenidos de los Parámetros de Capacidad

Inspectores	Promedio por Línea de Inspección			
	Unidades por Minuto	Unidades por Hora	Unidades por Turno	Unidades por Semana
13	137	7,539	52,771	263,853
15	159	8,767	61,369	306,845
Valores obtenidos con los Parámetros de Capacidad	169	9,295	65,065	325,325

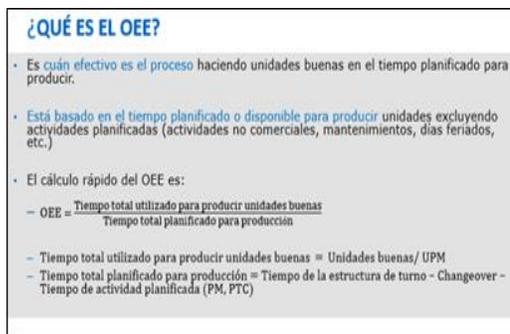


**Figura 2**  
Parámetros de Capacidad para la Línea de Inspección de Jeringuillas

**Tabla 5**  
**Valores de OEE y porcentaje de Cambio luego de la Simulación de la Implementación del Proyecto**

Inspectores	Tiempo total utilizado para producir unidades buenas (minutos)	Tiempo total planificado para producción (minutos)	OEE (%)	Porcentaje de aumento de OEE (%)
13	1,561	1,925	81.1	16.3
15	1,816	1,925	94.3	

Según se observa en la Tabla 5, el OEE para la línea de inspección con una producción de 13 inspectores fue de 81.1% mientras que con 15 inspectores fue de 94.3%. Con esto se produjo un porcentaje de aumento en el OEE de 16.3%. En la Figura 3 se explica cómo calcular este valor.



**Figura 3**  
**Captura de Pantalla de la Presentación del Adiestramiento sobre OEE en el Departamento de Empaque**

El tiempo total utilizado para producir unidades buenas en las producciones con 13 y 15 inspectores se calculó dividiendo el promedio de unidades por semana de cada caso entre el valor de las unidades por minuto obtenido de los parámetros de capacidad de la línea por tratarse del caso ideal calculado con 15 inspectores. El tiempo total planificado para producción se obtuvo de la tabla 6.

**Tabla 6**  
**Valores de Tiempo para Calcular el OEE de la Producción**

Valores de tiempos del estudio	
Mínutos de inspección	55
Horas de inspección	7
Días de inspección a la semana	5

El tiempo total planificado para la producción, que se utilizó para calcular el valor del OEE, se computó multiplicando los 55 minutos de inspección por 7 horas de inspección. El valor resultante se multiplicó por 5 días de producción a la semana. Cabe mencionar que, por protocolos de

ergonomía y fatiga visual, solo se inspeccionó 55 minutos de cada hora. Los restantes 5 minutos se utilizaron para realizar ejercicios enfocados a la prevención de la fatiga visual. Del turno de 8 horas, se le restó media hora de reunión inicial de cambio de turno y media hora de periodo de alimentos, lo que resultó en 7 horas de inspección. A pesar de que se habían planificado 7 días para llevar a cabo este estudio en el diagrama de Gantt, solo se inspeccionó por 5 días ya que la línea de inspección de jeringuillas tiene una estructura de 5 días x 24 horas.

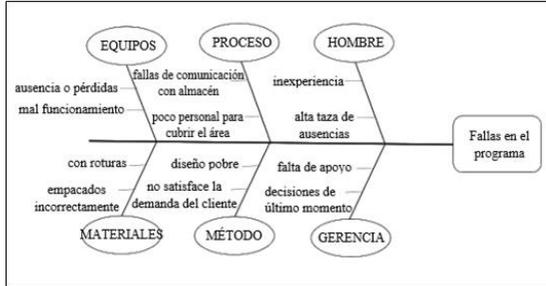
El resto de la metodología se llevó a cabo según se había organizado en el diagrama de Gantt. En la fase de inicio se seleccionó el gerente del equipo, quien fue escogido por su experiencia previa en logística de almacén. El grupo de los repartidores fue compuesto por dos asociados de cada turno de trabajo, para un total de seis encargados se suplir las áreas con materiales, componentes y producto. Durante la etapa de planificación se presentó el proyecto a la gerencia y partes interesadas y se discutió el alcance del proyecto.

En la etapa de ejecución se definieron los requerimientos del proyecto. Como parte del adiestramiento de los seis asociados, se les capacitó en los programas de SAP (Systems Applications and Products) y de EBR (Electronic Batch Records). Se solicitaron los accesos de usuario y en ambientes de simulación aprendieron a generar movimientos de materiales y producto, desde localizaciones en el almacén hasta el área de inspección y empaque y a trabajar las transacciones generales aplicables a la tarea de distribución de materiales y producto. Como parte de la evaluación en la etapa de ejecución, se estudiaron los posibles escenarios de riesgo.

También en la etapa de ejecución se desarrolló la logística del programa, se establecieron horarios que pudieran cubrir la operación total del departamento de empaque, se adquirieron equipos (radio, escáner, computadora y máquina elevadora “forklift”) y se asignaron a cada uno de los asociados. En el área de almacén se preparó un área

tipo jaula, denominada Kanban, y fue dividida en localizaciones específicas asociadas al sistema de SAP. Esta jaula, que fue preparada con estantes de dos niveles, fue destinada para el almacenamiento de los componentes y productos que el personal de almacén les despacha a los repartidores.

En la Figura 4 se observa el análisis de causa-efecto para evaluar los posibles escenarios de riesgo que tiene el proyecto.



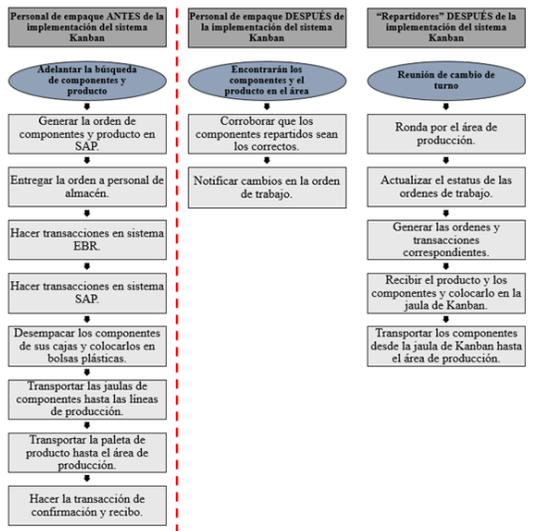
**Figura 4**  
Diagrama de Causa-Efecto para el Análisis de Riesgo del Proyecto

Luego de las pruebas del programa, las simulaciones en el área y las validaciones, comenzó el programa que contó con el apoyo de la gerencia y de la población general del departamento de empaque. En la etapa de monitoreo y control se auditó de manera interna el proceso ejecutado por los repartidores, se realizaron reportes que fueron discutidos con la gerencia y se atendieron las solicitudes de cambios sobre acciones que necesitaban mejorar. Por último, en la etapa de cierre, se presentó en proyecto final junto con el reporte de toda la documentación generada en el transcurso de este. Además, se llevaron a cabo adiestramientos generales a la población del departamento de empaque con el fin de que se asimilara la logística del proyecto y se brindara apoyo para conseguir el éxito de esta nueva iniciativa.

A continuación, tanto en la Tabla 7 como en la Figura 5, se resumen las acciones que se necesitan llevar a cabo para suplir al área de producción de componentes y materiales. Se observa la diferencia entre las tareas realizadas antes y después de la implementación del proyecto.

**Tabla 7**  
Resumen de las Acciones del Área de Producción antes y después de la implementación del Proyecto

ANTES DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA KANBAN	DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA KANBAN	
Acciones del personal de empaque antes de la implementación del sistema Kanban	Acciones del personal de empaque luego de la implementación del sistema Kanban	Acciones de los "repartidores" luego de la implementación del sistema Kanban
<i>Una vez se identifica que un lote está por terminar, dos personas de esa línea de producción se retiran hacia el almacén para adelantar la búsqueda de componentes y producto que se utilizarán en el siguiente lote. Estos se encargarán de realizar las siguientes tareas:</i>	<i>Al llegar al turno de trabajo, el personal de las líneas de producción encontrará los componentes y el producto de su próximo lote en localizaciones designadas dentro del área de producción. Solo se encargarán de las siguientes tareas:</i>	<i>Al llegar al turno de trabajo, los repartidores se reunirán con sus similares en una reunión de cambio de turno de media hora, donde intercambiarán información sobre las órdenes de trabajo procesadas y el estatus de las líneas de producción. Estos se encargarán de realizar las siguientes tareas:</i>
Generar la orden de componentes y producto en SAP.	Corroborar que los componentes repartidos sean los correspondientes al siguiente lote a trabajar según la orden de trabajo.	Ronda por el área de producción para asegurarse que todas las líneas están suplidas de materiales.
Integrar la orden a personal de almacén para que entreguen los componentes y el producto.	Notificar de algún cambio en la orden de trabajo con anticipación para que se prepare los componentes y el producto.	Actualizar el estatus de las órdenes de trabajo de las líneas de producción para estimar la entrega de los próximos materiales.
Hacer transacciones en sistema EBR para generar el movimiento de componentes desde localizaciones en almacén hasta localizaciones en el área de producción.	Hacer transacciones en sistema de SAP para generar el movimiento del producto desde el área de almacén hasta localizaciones en el área de producción.	Generar las órdenes de componentes y producto de las próximas órdenes de trabajo y sus transacciones correspondientes.
Im el área de almacén, desempacar los componentes de sus cajas y colocarlos en bolsas plásticas para poder entrarlos a las áreas de producción en jaulas móviles identificadas.	Transportar las jaulas de componentes desde el almacén hasta las líneas de producción. Por la cantidad de componentes de los lotes, este movimiento se repite en varias ocasiones.	Recibir el producto y los componentes de parte del personal de almacén y colocarlo en la jaula de Kanban que se encuentra en el almacén, para luego ser repartido a sus respectivas líneas.
Recoger la paleta de producto en el almacén y transportarla hasta el área de producción.	Hacer la transacción de confirmación y recibo de producto para poder enviarla a la línea correspondiente.	Si aplica, transportar los componentes de los próximos lotes en lista, desde la jaula de Kanban hasta las localizaciones designadas para las líneas de producción y realizar las transacciones.



**Figura 5**  
Flujograma del Resumen de las Acciones del Área de Producción -Antes y Después

## CONCLUSIÓN

El departamento de empaque de la farmacéutica Amgen Manufacturing Limited, realiza sus procesos de inspección y empaque sin interrupciones y sin afectar el suministro de medicamentos a los pacientes. A pesar de eso y dado el proceso de análisis de un mejoramiento continuo, la línea de inspección de jeringuillas fue identificada con un área de oportunidad para mejorar el rendimiento y la productividad asociada al factor humano. En relación con lo antes expuesto en los resultados, podemos concluir que el sistema Kanban aplicado al área de empaque, ha contribuido al mejoramiento de la agilidad y eficiencia de ese proceso de inspección.

Luego del estudio llevado a cabo en la línea de inspección de jeringuillas, se observó un aumento significativo del porcentaje de OEE general para la línea. Para una inspección con 13 asociados se produjo un OEE de 81% mientras que para una inspección con 15 asociados se produjo un OEE de 94.3%. Al comparar ambos valores se determinó un porcentaje de aumento en el OEE de 16.3%. Con esto se midió la mejora del proceso y se validó que la aplicación del programa de repartidores aumentó la efectividad global del equipo (OEE) de la línea de inspección de jeringuillas más de un 10%, que era el objetivo esperado.

Con la implementación de este sistema Kanban, en donde se involucraron solo dos recursos por turno, se mejoró el proceso de manufactura de inspección visual a la vez que se estableció un procedimiento que continuó respondiendo a la demanda del cliente. Esto también provocó que se aumentara el valor del producto, tanto para el cliente como para el proveedor. Otro resultado esperado fue el agilizar el proceso de cambios de lote, ya que los asociados que eran involucrados en la preparación de los materiales y componente del próximo lote estarán disponibles para las tareas relacionadas a la limpieza y preparación de la línea. Los resultados de este proyecto se expandieron a todo el departamento de empaque y se planificó una logística que incluyera y beneficiara a todas las

líneas de producción para así incrementar la productividad de todas las áreas, reducir la carga de trabajo e incrementar la cantidad de producto empacado.

## REFERENCIAS

- [1] Tejada, A. (2011). Ciencia y Sociedad. *Mejoras de Lean Manufacturing en los sistemas productivos* (Productions Systems improvements with Lean Manufacturing), Vol. 36, No. 2, p276-310. [Online] Recuperado de: <http://repositoriobiblioteca.intec.edu.do/handle/123456789/1364>
- [2] González, F. (2007). Revista Panorama Administrativo. *Manufactura Esbelta: Principales herramientas*, Vol. 1, No. 2, p-85-112. Recuperado de: <http://www.itcelaya.edu.mx/ojs/index.php/raites/article/view/77>
- [3] Castellano, L. (2019). 3C Tecnología. *Kanban: Metodología para aumentar la eficiencia de los procesos* (Kanban: Methodology to increase process efficiency), Vol. 8 (Issue 1), p30-40. DOI: 10.17993/3ctecno/2019.v8n1e29/30-41.
- [4] Prokopenko, J. (1989). *La gestión de la productividad: Manual práctico*, Vol. 1, p3. ISBN 92-2-305901-1. [Online] Recuperado de: [https://scholar.google.com/scholar?hl=es&as\\_sdt=0%2C5&q=La+gesti%C3%B3n+de+la+productividad&btnG=](https://scholar.google.com/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=La+gesti%C3%B3n+de+la+productividad&btnG=)
- [5] González, H. (2009). *Contribuciones a la economía. Una herramienta de mejora, el OEE (efectividad global del equipo)*, Issue 2009-10, p2. [Online] Recuperado de: [https://scholar.google.com/scholar?hl=es&as\\_sdt=0%2C5&q=Contribuciones+a+la+econom%C3%ADa.+Una+herramienta+de+mejora%2C+el+OEE&btnG=](https://scholar.google.com/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Contribuciones+a+la+econom%C3%ADa.+Una+herramienta+de+mejora%2C+el+OEE&btnG=)