

# Desarrollo de Nueva Línea de Ensamblaje de Producto X

Laura Consuegra Cruz  
 Maestría en Gerencia de Ingeniería  
 Héctor J. Cruzado, PhD, PE  
 Escuela Graduada  
 Universidad Politécnica de Puerto Rico

## Resumen

El objetivo de este proyecto fue desarrollar una nueva línea de ensamblaje y establecer procedimientos operativos estándar para el Producto X en una empresa especializada en dispositivos médicos estériles. Se analizó el proceso de ensamblaje existente, enfocándose en los pasos de corte y ensamblaje, y se recopiló y analizaron datos utilizando técnicas de cronometraje. Se determinó el tiempo promedio de operación y se proyectó la demanda y el tiempo de takt para evaluar la capacidad de producción. Se identificaron cuellos de botella y actividades innecesarias, lo que llevó a propuestas de mejoras y su impacto financiero. Se presentaron dos propuestas de despliegue y se calcularon los costos de implementación y el tiempo de recuperación de la inversión. Se recomendaron acciones para mantener las soluciones, como capacitación, supervisión y mantenimiento. En resumen, el proyecto logró su objetivo al proponer una línea de ensamblaje eficiente para el Producto X y proporcionar análisis de costos y tiempos para la toma de decisiones.

## Introducción

La compañía en la que se condujo este proyecto, cuyo nombre se mantendrá en confidencialidad, es una destacada en la industria de dispositivos biomédicos, especialmente en el campo del moldeo, fabricación y esterilización. Su enfoque empresarial se centra en satisfacer las necesidades de los clientes, ya que la atención quirúrgica de los pacientes no puede esperar a que se cumplan las regulaciones, los estándares de calidad y los requisitos de seguridad. Además, la empresa se dedica a la mejora constante de sus servicios, procesos, tecnología y sistema de gestión de calidad con el fin de incrementar la satisfacción de los clientes.

La compañía planifica comenzar a ensamblar un producto nuevo (X) en sus instalaciones. Debido al uso constante de las demás líneas de producción, se necesita crear una nueva línea exclusivamente para este producto. El propósito de este proyecto es evaluar el proceso y el área provisional donde se está realizando el ensamblaje, para poder montar la nueva línea de acuerdo con las especificaciones y requisitos del producto. Estos procesos se realizan en cuartos limpios, lo que implica que los operadores deben utilizar sobre su vestimenta equipo de seguridad que la compañía les provee. En dichas áreas se trabajan productos que no deben recibir ningún tipo de contaminación y se deben seguir los protocolos de las regulaciones de calidad en la manufactura establecidas para evitar algún daño adverso al paciente.

## Objetivos

- Diseñar la línea de ensamblaje del producto nuevo (X).
- Crear los procedimientos operativos estándar (SOP, por sus siglas en inglés) para la nueva línea de producción.

## Metodología

Para esta investigación, se propuso la metodología de DMAIC. La metodología DMAIC es un enfoque estructurado y sistemático que se utiliza para mejorar los procesos y reducir los errores. Cuenta con cinco etapas: (1) Definir, (2) Medir, (3) Analizar, (4) Mejorar, (5) Controlar. El proceso de ensamblaje del producto X consta de impresión, corte y ensamblaje, pero el enfoque del proyecto se centra en los pasos de corte y ensamblaje debido a la ubicación separada de la impresión. Las estaciones de corte y ensamblaje operan con el flujo continuo de una sola pieza y carecen de automatización, incluyendo tareas como transporte, acomodo, división y corte en la estación de corte, y transporte, acomodo, adición de solvente, adición de conector y almacenamiento en la estación de ensamblaje. Las variables por analizar para este proyecto son el tiempo del proceso y las dimensiones del área provisional y designado. El tiempo se tomó en segundos, y las dimensiones en pies. Una vez el operador corta el producto X, este se divide en producto XA, representando el tubo corto, y XB, que es el largo. Se observó la línea por un periodo de 20 unidades para familiarizarse con el proceso. La operación es completamente manual y se utilizó la técnica de cronometraje para recopilar datos de tiempo en cada estación. Se dividió el proceso en 14 elementos (7 por cada estación) para tomar el tiempo de cada uno de ellos.

Tabla 1: Cálculo del Tiempo Estándar de la Estación de Corte utilizando el Tiempo Normal y Compensaciones de OIT

Estación	Elemento	Normal (s)	Compensación	Tiempo (s) Estándar
Corte	Acomodo	19.798	25.50	26.574
	Split	7.682		10.312
	Corte	5.182		6.955
	Acomodo	8.309		11.153
	Split	5.953		7.991
	Corte	4.749		6.374
	Transporte	8.903		11.951
Total Corte (s):				81.310

Tabla 2: Cálculo del Tiempo Estándar de la Estación de Ensamblaje utilizando el Tiempo Normal y Compensaciones de OIT

Estación	Elemento	Normal (s)	Compensación	Tiempo (s) Estándar
Ensamblaje	Transporte	16.014	25.50	21.495
	Acomodar en estación	29.715		39.886
	Acomodar + Coger + Contar +	55.110		73.974
	Transporte			
	Añadir solvente (XA-CORTO)	9.722		13.049
	Añadir conector (XA-CORTO)	7.627		10.237
	Añadir solvente (XB-LARGO)	10.809		14.508
	Añadir conector (XB-LARGO)	7.764		10.422
Total Ensamblaje (s):				183.572

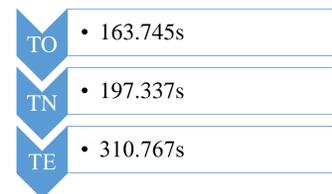


Figura 1: Resultados del Tiempo Observado, Tiempo Normal y Tiempo Estándar Total

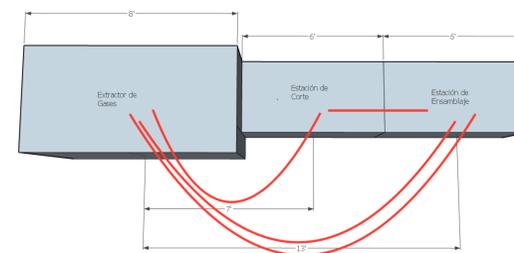


Figura 2: Despliegue Actual de Proceso de Ensamblaje del Producto X

## Resultados

Se realizó un pronóstico de la demanda, se calculó el tiempo de takt para evaluar la capacidad de cumplir con las expectativas del cliente, y se identificaron cuellos de botella y actividades sin valor añadido utilizando un Mapa de Flujo de Valor. El tiempo de takt es el tiempo total que debe tomar el proceso en sacar una unidad terminada, de manera que la producción pueda cumplir con la demanda.



Figura 3: Datos Sobre la Demanda y Producción de Producto X

$$Takt\ Time = \frac{Tiempo\ Mensual\ Disponible}{Demanda\ Mensual}$$

$$TT = \frac{4,410\ min/mes}{2,000\ unidades/mes} = 132.30\ seg/unidad$$

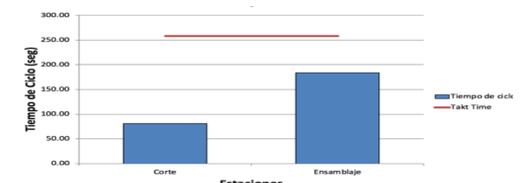


Figura 4: Balanceo de operaciones de sub-ensamblaje del Producto X con un operador

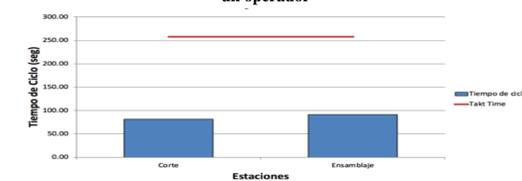


Figura 5: Balanceo de Operaciones de Sub-Ensamblaje del Producto X con Dos Operadores en Estación de Ensamblaje

## Sugerencias de Mejoras

**Propuesta A:** se añaden dos anaqueles al principio y al final de la línea para el manejo del producto. Se añade un anaquel circular giratorio entre la estación de corte y de ensamblaje para reducir el cuello de botella y fomentar el manejo efectivo del producto. Se añade la estación de secado y empaque para reducir el retroceso.

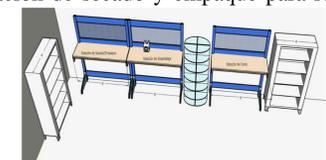


Figura 6: Propuesta A

**Propuesta B:** Considera dos recursos en la estación de ensamblaje que es donde se presenta el cuello de botella de la línea. El primero recurso que recibe el producto XA ensamblará el primer conector y le pasará al segundo recurso el producto para que ensamble el segundo conector. Mientras que para el producto XB brinda el beneficioso de trabajar ambos recursos con el ensamblaje de los conectores de forma simultánea, sosteniéndolo por las puntas.

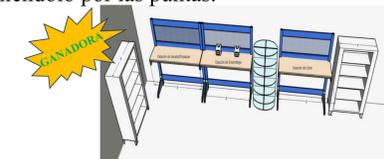


Figura 7: Propuesta B

Tabla 3: Sugerencias de Mejoras en el Proceso y Despliegue de Ensamblaje de Producto X

Área de Oportunidad	Problema	Sugerencia
Proceso	1. Cuellos de botella en estación de ensamblaje (102.262 seg/unidad adicionales a corte)	Añadir un operador (tres en total) en la estación de ensamblaje
	2. Operador de corte termina su trabajo antes que el de ensamblaje	Que continúe en estación de empaque
	3. Tiempo promedio de acomodar producto X en molde es 39.727 seg/unidad	Automatizar el proceso de corte
Despliegue	1. Existen retrocesos para estación de "Extracción de gases" por falta de espacio	Colocar un carrusel entre estación de corte y ensamblaje
	2. No existe área de empaque	Añadir estación de empaque al final de la línea
	3. El producto XB mide 40.5" de largo y las mesas 60" de largo, hace difícil el manejo del producto	Colocar un carrusel entre estación de corte y ensamblaje

Tabla 4: Implementaciones en Línea del Producto X

Sugerencia	Implicación Monetaria
Extractor de gases	\$700
Compartimiento para piezas	\$4 por compartimento. \$16 por 4 compartimentos
Anaquel redondo giratorio	\$120
Dispenser de solvente	\$500
Anaqueles	\$120 por anaquel. \$240 por 2 anaqueles
Estaciones de trabajo	Se obtendrán de una antigua línea de Striker inoperante (3 unidades)

## Conclusión

El propósito principal del proyecto asignado por la compañía fue cumplido satisfactoriamente. Se propuso el montaje de una nueva línea del proceso de sub-ensamblaje del producto X. Para lograrlo, se estudió el proceso y despliegue provisional del área de ensamblaje del producto X utilizando algunas herramientas de la metodología de DMAIC. Se implementó un plan de recolección de muestras utilizando la técnica de cronometraje para registrar los datos de la línea de producción del Producto X en cada estación. Utilizando estos tiempos observados, se determinó el tiempo promedio por elemento y se calculó el tiempo promedio total de la operación, que resultó ser de 163.745 segundos. Luego, se aplicó el método de Westinghouse para equilibrar la carga de trabajo entre los operadores, lo que resultó en un tiempo normal de 197.33 segundos. Utilizando este tiempo normal, se asignaron compensaciones por fatiga utilizando la técnica de OIT, lo que llevó a un 36.5% de compensaciones y un tiempo estándar de 264.882 segundos. Esto significa que un operador promedio debe tomar 4.414 minutos por unidad. Además, se llevó a cabo un análisis de las estaciones de trabajo para evaluar el flujo del producto.