

# *¿Como se Puede Mejorar el Sistema de Calidad y Seguimiento de un Producto a Nivel Corporativo?*

Anais Vélez Medina  
Maestría en Manufactura Competitiva  
José A. Morales Morales, PhD.  
Departamento de Ingeniería Industrial y Sistemas  
Universidad Politécnica de Puerto Rico

---

**Abstracto** — *El sistema de calidad en todos los ámbitos laborales es muy necesario ya que las compañías pueden probar que están cumpliendo con las regulaciones y requisitos de los clientes. Las compañías necesitan mejorar y crear sistemas sofisticados para los sistemas de calidad. No obstante, con la tecnología usada de la manera adecuada se puede obtener bastante provecho. Durante el proyecto se estuvo realizando varias mejoras en el sistema de calidad por lo que se obtuvo resultados positivos para la compañía. Se logró crear un sistema digitalizado y actualizado. Además se redujeron los tiempos de análisis de los productos de 1 hora a 15-30 minutos, resultando en un ahorro de tiempo y agilización en los procesos de manufactura. Para el desarrollo de este proyecto se utilizó la metodología observacional versus experimental lo cual fue de gran utilidad para el mismo porque se logró el objetivo principal.*

**Términos claves** — *auditorías, calidad, diagrama de Gantt, mejoras continuas.*

## **INTRODUCCIÓN**

La calidad es el grado de satisfacción del cliente donde se puede aprobar si un producto cumple o no con los requisitos de los clientes. Durante este proyecto se encontrará información sobre la calidad, como mejorarla si hubiera alguna oportunidad de mejora, cómo manejar la información de una manera satisfactoria sin afectar la calidad del producto, además de cómo integrar la tecnología en el ambiente laboral, para así poder crear un sistema más estandarizado y de mayor efectividad. En esta investigación se desea desarrollar un sistema donde poder ver la rastreabilidad de los productos desde que la materia prima llega a la planta hasta que la misma sale

como “finish good”. Este proyecto se hace con el fin de ayudar al sistema de calidad a ser uno más eficiente. Además, al transferir todas las hojas de instrucciones, procedimientos estandarizados y demás documentos a un sistema digital se puede alertar si hay alguna discrepancia y/o desviación a los procesos. En este trabajo se utilizan varios métodos como: utilizar el diagrama de Gantt para conocer en que estatus está el proyecto, quienes son las personas responsables a cada instrucción, las fechas de comienzo y fechas límites para completar las tareas. Adicional, la metodología que se va a utilizar para el desarrollo del proyecto es el observacional versus experimental. El desarrollo de este trabajo fue por el interés de tener un sistema más robusto y de fácil acceso a todo el personal. Se evaluará cuál es más eficiente y si la mejora fue una satisfactoria o no.

## **REVISIÓN DE LA LITERATURA**

El tema principal de la investigación es la calidad. Para que una empresa pueda sostenerse y entrar al mercado debe recibir certificaciones. Cada compañía tiene sus regulaciones y certificaciones como por ejemplo los GMP (“Good Manufacturing Practices”) [1]. También están los ISO[2] que es la organización que se encarga de la creación de normas de fabricación, comercio y comunicación que tienen un alcance internacional. El ISO 14001[3] es la norma que mejora la eficiencia de la operación y reduce el impacto al medio ambiente.

Hoy día la tecnología ha tomado un gran avance para nuestras vidas. Aunque la tecnología tiene ambos lados, positivo y negativo, debemos hacer uso de esta de manera positiva. Parte de este proyecto es integrar la tecnología en la empresa para la cual trabaja la investigadora. Integrar la tecnología ayudaría a ver la rastreabilidad de los

productos y se mantendría la información real y necesaria para adelantar los procesos. Al cambiar del sistema actual a uno más sofisticado, el cual consiste en crear un sistema automatizado ya que los SOP (“Standard Operational Procedure”) están impresos en vez de estar digitalizados y esto disminuye la interacción con los demás departamentos. Un SOP[4] es un documento esencial en la industria para describir una serie de instrucciones que describen todos los pasos y actividades que hacen referencia a un proceso o procedimiento. Tipos de ejemplos donde se aplican los SOP: la manufactura de un adhesivo, descarga de un producto, ejecutar una acción de una prensa, mezclador y equipo de laboratorio (HPLC, GC, Torquímetro, etc.). Esto es de gran ayuda porque todos los empleados realizan su trabajo de una manera estandarizada sin desviaciones y sin olvidar pasos y los SOP tienen pasos críticos que no se pueden obviar.

La falta de orientación hacia los empleados es un problema que las compañías tienen. La capacitación a los empleados es fundamental para la industria. Actualmente la investigadora trabaja con tres diferentes químicas lo que conlleva a que tengan personal adiestrado para las tres áreas. Y esto es lo que crea que se atrasen los análisis porque no tienen todo el personal disponible a la hora de que llegan los productos para hacer los análisis. En una publicación titulada “La falta de inversión en capacitación de personal de la Industria Química” [5] se presenta como es que las industrias tienen sus políticas como la visión, misión y valores, pero tienen personal con falta de capacitación lo que crea cierta incertidumbre a la compañía. Si hay personal con falta de conocimiento, estos no pueden realizar el trabajo correctamente.

Las normas que regulan a las compañías son de gran utilidad para el desarrollo de una empresa. Algunas de las regulaciones que tienen en la empresa de esta investigación son: ISO 9001, ISO 45001, ISO 50001, IATF 16949, ISO 45005 y OHSAS 18001. Cada empresa decide basado en sus necesidades bajo que norma se va a dejar regir.

Todas estas certificaciones y regulaciones son necesarias para el desarrollo de una empresa ya que los clientes buscan siempre la calidad en los productos y que estén completamente certificados para poder confiar en el suplidor. Para que una empresa se mantenga en el mercado esta necesita siempre mantenerse actualizada con lo último en el mercado como lo es la tecnología hoy día. Es por tal razón que el propósito de este proyecto es mejorar el sistema de calidad y actualizar el sistema de monitoreo de los productos Debido a que el actual no es eficiente y tiene muchas oportunidades de mejora.

Para poder lograr esto se necesita hacer una serie de mejoras en la compañía como colocar en todas las áreas proyectores para poder verificar los estatus de los productos. También se necesitará crear estaciones para que los operadores y técnicos puedan someter los estatus de los productos. Esta parte es la que conlleva más tiempo porque hay que validar que toda la información este bien y que funcione a la perfección. Se utilizará el diagrama de Gantt para tener una visión de cómo va el proyecto. El diagrama de Gantt [6] es una herramienta útil para planificar los proyectos. En este diagrama se encuentra información de que tareas se tienen que realizar, para cuando se tiene que completar y que fecha límite tiene. Es importante seguir los diagramas para evitar atrasos. Estos están compuestos por la fecha de inicio y finalización de un proyecto, las tareas que están involucradas, quien está asignado a cada tarea, la fecha de comienzo y terminación de esta, una estimación de cuánto tiempo demorara cada tarea y la relación que hay entre cada tarea.

Se estuvo analizando una serie de artículos relacionados al tema para comparar los resultados de estos y saber cuan efectivas son las implementaciones en las industrias. En el artículo titulado “Implantación y seguimiento de un sistema de gestión de calidad, según la norma ISO 9001 y UNE 66181” [7] se comprobó la eficacia de la implantación de un sistema utilizando una de las normas antes discutidas. Pudieron finalizar con éxito las auditorías externas. Otro artículo que se

utilizó para comparar con este proyecto fue “Mejora continua de la calidad en los procesos” [8]. En este artículo se puede encontrar que el enfoque de todas las industrias en la actualidad son las mejoras especialmente en los sistemas de calidad. Lo que indica que tener un sistema de calidad más estructurado y robusto brinda todo lo necesario para certificar los productos. Las mejoras continuas son importantes para el desarrollo de la industria ya que cuando hay auditorias lo primero que buscan los auditores son las mejoras que han realizado.

En los laboratorios analíticos se realizan diferentes tipos de muestras para certificar que los productos cumplen con los requisitos necesarios. Las pruebas que se realizan van desde las más simples hasta las más complejas. En este caso las pruebas que se realizan duran poco tiempo, desde 5 minutos hasta 4 horas cuando son pruebas “in-process”. Mientras que las otras pruebas que son de certificación para realizar los certificados de análisis se demoran más tiempo. Ejemplos de las pruebas que se realizan en estos laboratorios son de viscosidad, estabilidad, fuerza, color y durabilidad.

Este tipo de pruebas que se realizan a los productos durante su manufactura ayudan a agilizar los procesos de liberación de los productos. Para conocer el estatus de estas pruebas es necesario implementar un sistema que permita ver en que paso está el producto. Y para que los técnicos del laboratorio puedan estar listos para cuando llegan las muestras a analizar es necesario tener este sistema. El proyecto se basa en mantener todo el tiempo el sistema actualizado para mejorar la comunicación con todos los departamentos. Ya que muchas veces los departamentos de “Supply Chain” y “Planning” llaman para verificar el estatus de los productos. Para evitar estos tipos de atrasos se recomienda el sistema más robusto y estandarizado al instalar las estaciones en los diferentes departamentos, pero en especial en el área de producción y laboratorio que son los dos departamentos que más requieren este sistema. Estos son los departamentos más importantes y críticos a la hora de hacer la liberación de los productos.

En el departamento de producción se realizan varios tipos de descarga de producto. Estos son, descarga para inventario, ventas directas y descarga directamente de la prensa. Muchas veces cuando se tiene que descargar directamente de la prensa, que se hacen las gestiones con el otro departamento, ellos están ajenos a estas instrucciones. Y muchas veces se atrasan la descarga por la falta de comunicación. Para evitar esto, si se crean las estaciones de actualización y se mantiene el sistema actualizado, se podrá visualizar en que paso están los productos. Además, se obtendrá el “schedule” semanal visible para todo el personal de las diferentes áreas de trabajo. Esto es una gran ventaja porque se puede visualizar en tiempo real lo que se está manufacturando, la materia prima que se recibe, los productos que se han liberado y los productos que se van a empacar en las líneas de empaque.

## METODOLOGÍA

El método que se va a utilizar en el proyecto es observacional versus experimental ya que el trabajo requiere de mucha observación sobre los comportamientos de los análisis y cuánto tiempo se demorará el laboratorio en entregar los resultados de las viscosidades y estabilidad de los productos. Se hará un experimento para definir cuál método es el mejor entre el método actual versus el experimental. Es necesario crear un sistema robusto en la planta para que en todas las áreas relacionadas al producto se conozca en el proceso que está el producto. De esta manera se podrá visualizar los tiempos de todo el proceso y comparar el tiempo que toman.

Se desea impactar los procesos que demoran más tiempo para conocer la trazabilidad de estos. El tiempo estimado de este proyecto es 45 días aproximadamente para ver el comportamiento de los análisis. Además, hay que adiestrar al personal en relación con el sistema implementado.

Los procesos que demoran demasiado tiempo son los de gran impacto en los costos porque requieren más tiempo en la planta y es un producto

que no está aportando económicamente. El método utilizado en este proyecto al ser uno observacional permite estudiar con qué frecuencia ocurre determinada muestra. Además se puede llevar a cabo un experimento para analizar el comportamiento de varios lotes de un mismo producto y verificar las pruebas, si están cumpliendo o no para agilizar el proceso de descarga del producto. A todos los productos se les realiza un certificado de análisis una vez ya terminado el producto, por lo tanto hacerle una prueba durante el proceso está demás, excepto cuando se tengan lotes que fallan en alguna de las pruebas. Para este tipo de caso se realizarán análisis para obtener porqué está fallando, cual es el problema y se le hará las pruebas en el proceso. También si hay muchas campañas de los mismos productos se les hará la prueba a los primeros dos lotes y posteriormente se verificará si se le deja de realizar la misma. Esto se hará solo para ciertos productos porque hay otros productos que ya, por protocolo, no se le puede realizar este tipo de cambios porque no están permitidos.

El método observacional ayuda considerablemente porque se puede medir estos valores y analizar con qué frecuencia, secuencia y covariación ocurren en la empresa. Una vez se obtienen estos valores se procede a continuar con el proyecto. No obstante, la realización de preparar las instalaciones para esta mejora conlleva tiempo, por lo que se necesitará más personal capacitado para esta implementación. Se subcontratará una empresa que esté capacitada y apta para este tipo de mejoras y pueda adiestrar al personal interno que no lo esté.

Esto se debe a que un error o falta de conocimiento puede dañar la rastreabilidad de los procesos y darnos una información incorrecta. No se desea perjudicar la investigación en este paso ya que es uno importante para el desarrollo del proyecto. Durante los primeros meses de la implementación se hará con el departamento más pequeño para ver el comportamiento de este, poder hacer la implementación completa y conocer cuan eficiente y llevadero es el sistema para los empleados. Esto debido a que no todos los empleados están capacitados para utilizar el sistema y necesitaran ser adiestrados por personal capacitado. Esto se hará en el desarrollo del proyecto mientras se va validando los sistemas y demás implementaciones. De ocurrir alguna discrepancia o algún error se tendrá el sistema actual para que sirva de resguardo y evitar atrasos. Para los procesos que son cortos se verificaran los análisis requeridos y que no conflijan con los demás análisis ya que no hay suficiente personal y equipos en el laboratorio porque sería un atraso en las lecturas de las pruebas. No obstante, todas esas deficiencias encontradas durante el desarrollo del proyecto serán analizadas para evitar que sucedan y se repitan. El propósito principal de este proyecto es mejorar el sistema de calidad y ver el estatus de los productos a nivel de todos los departamentos de la planta para conocer en que se está fallando y causando atrasos. Este método también sirve para determinar el tiempo de espera de un producto para ser liberado. El tiempo completo en que se espera hacer este trabajo será de unos 45 días como se presenta en el diagrama de Gantt que se muestra en la Figura 1.



**Figura 1**  
**Diagrama de Gantt**

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el desarrollo de este proyecto se obtuvieron resultados positivos y de gran impacto para la compañía. Se logró mejorar el sistema de calidad y hacerlo más robusto. El propósito de este proyecto era desarrollar un sistema donde se pudiera ver la rastreabilidad de los productos, creando un sistema automatizado para todos los departamentos de la empresa. Al sistema se le pudo hacer un “upgrade” donde todos los documentos (SOP) se digitalizaron en vez de tenerlos impresos cumpliendo con la norma ISO 14001. La trazabilidad del sistema fue de gran impacto para la compañía ya que se agilizaron los tiempos de resultados de las muestras en el laboratorio. Antes de la implementación las muestras se tardaban (las más frecuentes) 1 hora, mientras que ahora se redujeron de 15 a 30 minutos los resultados para las pruebas cortas. Esto presenta un ahorro de tiempo y la agilización en los procesos del departamento de manufactura.

No obstante, se pudo lidiar con las limitaciones que se tenían, que en este caso eran tres. Estas eran limitaciones económicas, falta de adiestramiento en el personal y en la base de datos. Primeramente, en el área económica se pudo justificar ya que al tratarse de mejoras continuas dieron permiso para las mejoras. Una mejora que se pensaba que iba a tener problema era la falta de adiestramiento ya que hay mucho personal antiguo que está acostumbrado a los sistemas viejos y cada vez que se hacen mejoras se muestran renuentes a los cambios. Sin embargo, en esta mejora lo tomaron positivamente ya que es una mejora que a ellos les conviene porque agiliza los procesos de pruebas. Además tienen los resultados más rápido por lo cual no tienen que esperar mucho tiempo ya que el sistema fue validado y excedió las expectativas. Se esperaba que el entrenamiento del personal fuera de 5 días, pero el mismo duro 3 días. Los empleados estaban muy emocionados por esta mejora y porque pudieron aprender a utilizar el sistema de la manera más fácil. Mientras que otra de las limitaciones que se tenía era la base de dato junto a las conexiones

disponibles. Luego de una búsqueda extensa de datos que pudiera satisfacer las necesidades de la compañía se pudo obtener un internet satelital, lo que representa una mejora para la compañía ya que con este internet no se depende de cables. Esto garantiza datos en todo momento ya que la compañía al estar en Puerto Rico que es un país tropical, se ve amenazado por huracanes, temblores, etc. Por lo tanto se tomó la decisión de escoger esta compañía para que provea el servicio de internet. Lo que se pensaba que eran limitaciones para el proyecto no lo fueron porque todo se realizó de una manera positiva.

No obstante, la implementación de las estaciones en las diferentes áreas de la empresa se realizó de manera más fácil de lo que se esperaba. Se había fijado que demoraría dos semanas y se pudo hacer en 3 días. Esto redujo el tiempo estimado y se pudo adelantar las demás etapas. Se colocaron 13 estaciones en la compañía para los diferentes departamentos lo cual fue un adelanto para el proyecto porque se agilizaron las etapas próximas a realizarse. Con estas estaciones los procesos serán más rápidos porque son los mismos empleados que van actualizando los pasos que han completado. Además, ayudan a tener una mejor comunicación en todas las áreas ya que algunos departamentos no tienen el conocimiento amplio y/o los accesos necesarios del sistema para visualizar en que paso estaban los productos. Lo que ahora es más conveniente porque en el periodo de prueba y validación de los sistemas se pudo ver un avance en el tiempo de “release” de los productos. Esto es un punto clave para la compañía porque pudieron cumplir y aumentar el porcentaje de entrega de productos a los clientes.

La tecnología hoy, en el siglo 21, es una herramienta de gran provecho si se utiliza de la manera adecuada. La misma ayuda a que se esté siempre actualizado y al tanto de las cosas que se necesitan. Además, facilita mucho el trabajo como el de la documentación que se hace a diario y actualizar la información de los lotes producidos. La integración de la tecnología en la compañía ha sido justo lo que se necesitaba porque hay muchos

documentos que se pueden eliminar haciendo uso de la tecnología y se evita estar imprimiendo documentos ya que eso conlleva el uso de papeles. La compañía está regulada por el ISO 14001 que es la norma del medio ambiente. Como se mencionó esta es la encargada de mantener el medio ambiente en óptimas condiciones evitando contaminarlo. Para la compañía ser certificada con esta norma ISO, se necesita responsabilizar y comprometer con el medio ambiente. Esta implementación nos ayuda a continuar con la certificación del ISO y nos permite certificarnos con las demás normas. Para el área de producción, que es el área que utilizaba muchos documentos por ser un área grande, esta implementación fue satisfactoria porque ya no tienen que depender de papeles. Haciendo uso de la tecnología se va realizando la producción diaria y haciendo las actualizaciones en el sistema. Esta implementación resolvió grandemente porque las actualizaciones que se tenían que hacer antes ya no hay que realizarlas debido a que el sistema cada vez que se realiza un paso, se actualiza el mismo en todas las estaciones y sistema.

Para que este proyecto se llevara a cabo de la manera más eficiente posible y llevar una secuencia sin dejar pasar por alto los detalles, se utilizó el diagrama de Gantt que funcionó muy bien ya que ayuda a planificar los proyectos para evitar los atrasos. Para este diagrama se debe tener un orden y ser responsable porque es un diagrama complicado para las personas que no lo conocen. Sin embargo, al tener personal capacitado y con las personas necesarias, se pudo llevar a cabo el proyecto. Para que fuera exitoso se hicieron los pasos tal y como se muestra en la Figura 2.

El grupo asignado para que realizara este procedimiento fue muy organizado y responsable. Estos diagramas son complejos y si no se tiene la capacidad e interés de hacer el diagrama no se puede llevar a cabo el mismo. Por lo que a la hora de escoger las personas para el proyecto se consideró que fueran responsables, dedicadas y comprometido con el trabajo para poder así desarrollar el trabajo de una manera eficiente y organizada. Así se cumplió con las fechas establecidas y duraciones del plan. De lo contrario si el personal escogido no hubiera tenido las cualidades necesarias no se hubiera podido desarrollar el proyecto de la manera con la que fue desarrollado.

Cabe destacar que como en todo proyecto se tienen limitaciones y/o situaciones que atrasan, pero lo importante es saber superarlos y evitar que sea un obstáculo. Ya que no siempre se tiene control sobre todo. Uno de los obstáculos que se tuvo fue la colocación de las estaciones en un área en que no había espacio y se tuvo que relocalizar. A pesar de que no es un obstáculo grande, pero limitó un poco porque se tuvo que hacer una relocalización con las estaciones. Lo que demoró un poco más el tiempo, pero aun así no hubo atrasos según lo establecido en el diagrama de Gantt.

La metodología utilizada para el desarrollo de este proyecto, que fue la observacional versus la experimental, fue útil porque se necesitaba utilizar la destreza visual. Los resultados fueron óptimos porque se pudo lograr el objetivo principal mediante la metodología utilizada.



**Figura 2**  
**Diagrama de Gantt Actualizado**

Utilizando los datos de la frecuencia de los análisis se determinó que se podían reducir la cantidad de pruebas en los productos de campaña. Ya que si los primeros 3 de 7 lotes pasaban las pruebas, a los demás ya no se le realizaban las pruebas en procesos. Mientras que para otros productos que no llevan pruebas en el proceso se hizo una investigación y análisis y se procedió a realizárseles. Para evitar tener que hacer retrabajos y atrasar los productos las pruebas de vida de los productos se le realizaron. No obstante, al proyecto tratarse de poco tiempo de desarrollo no se pudieron hacer más análisis para adelantar las pruebas ya que hay productos que se le tienen que realizar pruebas de 2 y 3 semanas lo que conllevaba más dedicación. Así mismo, estos análisis ayudaron mucho al sistema de calidad, a agilizar los resultados y entregarle la información al departamento de ventas. Así se pudo aumentar la cantidad de entregas a los clientes en un tiempo menor a lo acordado.

El tiempo de retención de los productos en la fábrica fue menor que antes que se hiciera la implementación. Y esto fue un impacto positivo porque el producto no se queda por más tiempo sin ser vendido en la espera de la aprobación del laboratorio. Ya que al tener muchos productos almacenados sin la aprobación de “Quality Control” coge espacio y no se puede realizar más producción. Algunas veces se demoran mucho tiempo y el tiempo de vida de algunos productos es de 3 meses lo que al cliente le afecta. Por lo que cuando se hicieron estas mejoras el cliente estuvo satisfecho con el tiempo de espera.

Los lotes que tenían deficiencias o un historial de fallas se estuvieron analizando para ver cuáles eran las fallas y que se podía hacer al respecto. Lo que se consiguió era una falla en el área de manufactura con relación al procedimiento. No obstante, a estos productos se les puso en cuarentena para verificar y certificar que cumplieran con los requisitos del sistema de calidad. Luego de haberseles realizado las pruebas pertinentes se procedió a continuar con las acciones tomadas sobre los lotes en campaña y la reducción de tiempo

de pruebas. Se tomó en consideración que hay unos productos críticos a los cuales no se le pueden realizar cambios de ninguna índole sin la aprobación del grupo de análisis de Estados Unidos que es donde están las oficinas centrales de la compañía. Para estos productos se hizo una identificación y aclaratoria en los SOP para evitar que se le eliminaran las pruebas de los procesos y las pruebas de los certificados de análisis.

El proyecto se comenzó con el departamento más pequeño para evitar atrasar los demás departamentos si ocurría algún error. Se hizo análisis de los tiempos que estos demoraban en hacerle las pruebas y sacar los productos al mercado. Los resultados se presentan en la Tabla 1.

**Tabla 1**  
**Tiempo de Demora Antes y Después de la Implementación**

| Producto | Antes de la Implementación<br>Tiempo de Demora [min] | Luego de la Implementación<br>Tiempo de Demora [min] |
|----------|--|--|
| 212      | 30   | 5  |
| 502      | 45   | 10   |
| 4414     | 60   | 15   |
| 9327     | 90   | 30   |
| 0228     | 120  | 30   |

Se realizó una prueba de hipótesis para el proyecto. Se presenta la información sobre esta prueba en las Tablas 2, 3, 4, 5, y 6.

**Tabla 2**  
**Método - Prueba de Hipótesis**

|                        |                         |
|------------------------|-------------------------|
| Null hypothesis        | All means are equal     |
| Alternative hypothesis | Not all means are equal |
| Significance level     | $\alpha = 0.05$         |

*\*Equal variances were assumed for the analysis.*

**Tabla 3**  
**Información de Factores - Prueba de Hipótesis**

| Factor                      | Niveles | Valores       |
|-----------------------------|---------|---------------|
| Tiempo demora [min] después | 4       | 5, 10, 15, 30 |

**Tabla 4**  
Análisis de Variación - Prueba de Hipótesis

| Source                      | DF | Adj SS | Adj MS | F-Value | P-Value |
|-----------------------------|----|--------|--------|---------|---------|
| Tiempo demora [min] después | 3  | 4770.0 | 1590.0 | 3.53    | 0.368   |
| Error                       | 1  | 450.0  | 450.0  |         |         |
| Total                       | 4  | 5220.0 |        |         |         |

**Tabla 5**  
Resumen Modelo - Prueba de Hipótesis

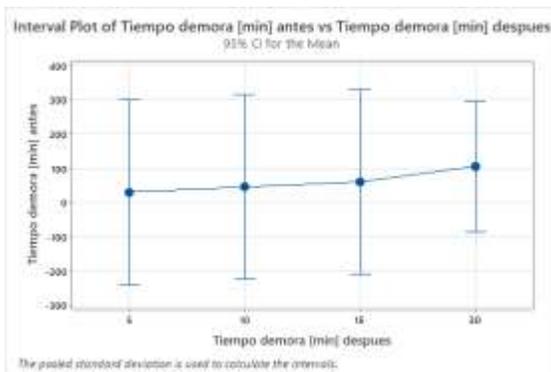
| S       | R-sq   | R-sq(adj) | R-sq(pred) |
|---------|--------|-----------|------------|
| 21.2132 | 91.38% | 65.52%    | *          |

**Tabla 6**  
Means - Prueba de Hipótesis

| Tiempo demora [min] después | N | Mean  | StDev | 95% CI            |
|-----------------------------|---|-------|-------|-------------------|
| 5                           | 1 | 30.00 | *     | (-239.54, 299.54) |
| 10                          | 1 | 45.00 | *     | (-224.54, 314.54) |
| 15                          | 1 | 60.00 | *     | (-209.54, 329.54) |
| 30                          | 2 | 105.0 | 21.2  | (-85.6, 295.6)    |

\*Pooled StDev = 21.2132

En la Figura 3 se presenta la gráfica del tiempo de demora de los productos.



**Figura 3**

**Gráfica de Tiempo de Demora de los Productos**

Como se observa en la Tabla 1, los tiempos fueron reducidos a razón de aproximadamente un 75%. Lo que representa un avance para el tiempo de espera de los productos y un aumento de lotes liberado. Esto fue un impacto para las metas de la compañía ya que se necesitaba aumentar el porcentaje de entregas a tiempo a los clientes. Además, se pudo comprobar que se necesitaba más personal en el área de laboratorio para que se

efectuaran las pruebas de la manera más rápida posible y poder liberar los lotes con los cambios ya establecidos. Según los datos obtenidos de la prueba de hipótesis con P-value de 0.368 se puede demostrar que no hubo un cambio significativo, pero si una tendencia de mejoramiento.

## CONCLUSIONES

Se pudo cumplir con el objetivo principal del proyecto el cual era mejorar el sistema de calidad y darle seguimiento de un producto a nivel corporativo. Se hicieron las pruebas necesarias antes discutidas para poder hacer la implementación. Además de haberse creado las estaciones de trabajo para poder ver los estatus de los productos y tener claro en qué proceso está el mismo. Lo que influyó en la comunicación de todos los departamentos porque cualquier personal de la planta puede ver los estatus de los productos. Además el personal del área de laboratorio pudo ver cuánto tiempo de espera tiene para que el producto llegue a realizarse las pruebas y ellos poder prepararse para recibir las pruebas. Una de las limitaciones que hubo fue la insuficiencia del personal de laboratorio, lo que incurrió en que reclutaran más personal para agilizar los procesos. Otro problema que se resolvió fue el tiempo de espera para que el personal de empaque pudiera descargar los productos directamente de las prensas. Esto era una problemática que siempre había por la falta de organización. Ahora con la implementación se agiliza ese paso para evitar que los productos estén demasiado tiempo en reposo y/o guardados. Las limitaciones encontradas en el proyecto fueron unas que se pudieron manejar fácilmente y con el personal capacitado para lidiar con la situación.

Este proyecto tuvo una serie de contribuciones tanto para la industria como para los investigadores. Se aprendió a desarrollar y analizar una serie de datos de suma importancia en el trabajo y sobre la trazabilidad de los productos y como el departamento de calidad y "Supply chain" trabajan. Como es en el caso de calidad que necesitan

analizar y aprobar los productos según los estándares de los productos, como también las exigencias de los clientes ya que los clientes son muy exigentes en todo el desarrollo del producto. Esto incluye el tipo de envase que desean y que se cumpla con las necesidades de ellos. Así también el departamento de “Supply Chain” que es el departamento de compras y ventas de los productos. Son estos los que se encargan de comprar las materias primas y de vender el “finish good”, además de resolver los problemas con los clientes. A los empleados se les enseñó a utilizar los sistemas implementados y esto fue una aportación de nuevos conocimientos para ellos ya que no todos los empleados tenían conocimiento de utilizar la tecnología de esta manera en la que se implementó.

Durante el proyecto se presentaron una serie de ideas que serían de beneficio para futuras investigaciones. Las mismas ayudan a desarrollar un sistema de calidad robusto. Una de estas ideas es utilizar proyectores táctiles para actualizar la información de cada paso. Y también crear un sistema automatizado entre las maquinarias y computadoras ya que en la empresa no se puede realizar por el tipo de trabajo que se hace y porque los químicos que se utilizan son demasiado fuertes y capaces de dañar estos equipos que son frágiles y costosos. Otra limitación que se encontró fue con el departamento de empaque que tenían una mala organización, lo que se pudo arreglar con el proyecto. Pero si se desea mejorar se puede crear un sistema de alarma que les avise cuando el producto está por terminar y cuando terminó para que ellos no se demoren en descargar los productos.

## REFERENCIAS

- [1] Rodríguez, P. (2020, January 16). *¿Qué es la normativa GMP? Significado y normativa.* ambit. [online]. Available: <https://www.ambit-bst.com/blog/qu%C3%A9-es-la-normativa-gmp-significado-y-normativa>
- [2] Team, S. (2020, March 25). *Normas ISO. ¿Qué son y cuáles son las más importantes?* ambit. [online]. Available: <https://www.ambit-bst.com/blog/normas-iso-qu%C3%A9-son-y-cu%C3%A1les-son-las-m%C3%A1s-importantes>
- [3] Escuela Europea de Excelencia, editor. (2021, February 18). *7 pasos en el manejo de los residuos según la norma ISO 14001.* Nueva ISO 14001 [online]. Available: <https://www.nueva-iso-14001.com/2016/11/7-pasos-manejo-residuos-iso-14001/#:~:text=La%20ISO%2014001%20proporciona%20un,a%20los%20distintos%20controles%20operacionales>
- [4] IBM Corporation. (2021, March 27). *Gestión de los procedimientos operativos estándar* [online]. Available: <https://www.ibm.com/docs/es/ma-pmio/1.0.0?topic=framework-managing-standard-operating-procedures>
- [5] Hernández, L. E. P. (2018, June 22). *La falta de inversión en capacitación de personal de la Industria Química.* [online]. Available: <https://es.linkedin.com/pulse/la-falta-de-inversi%C3%B3n-en-capacitaci%C3%B3n-personal-perea-hern%C3%A1ndez>
- [6] Waelput, B. (2022, June 24). *¿Qué es y para qué sirve un diagrama de Gantt?* [online]. Available: <https://www.teamleader.es/blog/diagrama-de-gantt>
- [7] Terán, G. J. M. (2015, February 27). *Implantación y seguimiento de un sistema de gestión de calidad, según la Norma ISO 9001 Y UNE 66181.* Trabajos Fin de Máster UVa. [online]. Available: <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/8559>
- [8] Manuel GP., Carlos QA., & Luis RG. "Mejora continua de la calidad en los procesos." *Industrial Data* 6, no. 1 (2003):89-94. Redalyc. Available: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81606112>