



DOI: [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.vxix.xxx](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.vxix.xxx)

## Reducción de consumo de energía eléctrica en líneas de producción con alto voltaje aplicando la metodología de círculos de calidad.

Ing. Eyda Larissa Eligio Damasco  
[M20261185@matamoros.tecnm.mx](mailto:M20261185@matamoros.tecnm.mx)

José Javier Treviño Uribe  
[jose.tu@matamoros.tecnm.mx](mailto:jose.tu@matamoros.tecnm.mx)

Daniel Gonzalo Galván González  
[daniel.gr@matamoros.tecnm.mx](mailto:daniel.gr@matamoros.tecnm.mx)

Santa Iliana Castillo García  
[iliana.cg@matamoros.tecnm.mx](mailto:iliana.cg@matamoros.tecnm.mx)  
Instituto Tecnológico De Matamoros  
H. Matamoros, Tamaulipas, México

### RESUMEN

El objetivo general de este trabajo se realizó con el fin de reducir el consumo de energía eléctrica en líneas de producción de moldeo de mayor voltaje en una planta de manufactura de productos automotrices, en específico en la planta de volantes. Se aplicó un tipo de estudio de enfoque mixto y la aplicación de la metodología de uso de herramientas de calidad acordes para identificar las variables que estaban causando el problema como la resolución del proyecto.

Mediante la revisión de los métricos para el año 2021 se eligió entre algunos contribuyentes el de mayor impacto para lograr alcanzar las metas de la empresa y generar un ahorro de costos. Esto se derivó de las consecuencias provocadas por la pandemia de Covid-19 que trajo consigo; alto ausentismo, bajas ventas, decremento de la demanda de producción y otro factor crítico, el desabasto de materia prima como componentes electrónicos y plásticos, principalmente microprocesadores y resinas.

Algunas de las conclusiones más importantes basadas en el proyecto desarrollado, se obtiene una reducción del 30% en consumo de energía eléctrica y la práctica de la metodología de los círculos de calidad para el desarrollo e implementación de proyectos, fomentando el trabajo en equipo, liderazgo, desarrollo personal para lograr tener equipo de alto desempeño.

**Palabras clave:** *Círculos de calidad; herramientas de calidad; proyecto; administración*

Correspondencia: [M20261185@matamoros.tecnm.mx](mailto:M20261185@matamoros.tecnm.mx)<sup>1</sup>

Artículo recibido: 10 agosto 2022. Aceptado para publicación: 10 septiembre 2022.

Conflictos de Interés: Ninguna que declarar

Todo el contenido de **Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar**, publicados en este sitio están disponibles bajo Licencia Creative Commons .

Como citar: Márquez Gonzales , L. K. (2022) Gestión del talento en la escuela. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 6(4), 1-21. DOI: [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v6i4.2513](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i4.2513)

## Reduction of electrical energy consumption in production lines with high voltage applying the methodology of quality circles

### ABSTRACT

The general objective of this work was carried out in order to reduce the consumption of electrical energy in higher voltage molding production lines in a manufacturing plant for automotive products, specifically in the steering wheel plant. A type of mixed approach study and the application of the methodology of use of quality tools were applied to identify the variables that were causing the problem such as the resolution of the project. Through the review of the metrics for the year 2021, the one with the greatest impact was chosen among some taxpayers to achieve the goals of the company and generate cost savings. This was derived from the consequences caused by the Covid-19 pandemic that it brought with it; high absenteeism, low sales, decrease in production demand and another critical factor, the shortage of raw materials such as electronic components and plastics, mainly microprocessors and resins.

Some of the most important conclusions based on the developed project, a 30% reduction in electrical energy consumption is obtained and the practice of the methodology of quality circles for the development and implementation of projects, promoting teamwork, leadership, personal development to achieve a high performance team.

**Keywords:** quality circles; quality tools; project; management.

## INTRODUCCIÓN

De acuerdo a los métricos de la empresa, se presentaron 4 áreas de oportunidad dónde se revisó cuáles serían los máximos contribuidores que pudieran afectar el cumplimiento de las metas establecidas. El métrico seleccionado fue el consumo de energía. Por lo cual, el objetivo principal de este proyecto es la reducción del consumo de energía eléctrica en líneas de producción de moldeo de alto voltaje de los programas de volantes industriales para obtener una reducción de costos del 15% y una programación balanceada del uso de las máquinas con mayor voltaje con el objetivo de incrementar la demanda y atraer a nuevos clientes con la capacidad en días liberados para producción. El segundo objetivo y por el cual surgió la idea de este proyecto, fue la participación en el programa de círculos de calidad que la empresa ha llevado a cabo desde años atrás. El objetivo de la empresa de llevar a cabo este concurso de proyectos mediante los círculos de calidad, es la formación de líderes y equipos con alto desempeño lo que por ende brindara proyectos de alto impacto y beneficios en la empresa, ya se mejora de procesos, productividad, servicio al cliente, mayores ventas, ahorro de costos, etc.

El problema actual se refiere al alto consumo de energía eléctrica de algunas máquinas de moldeo, el cual es un gran contribuyente para no cumplir con los KPI de la empresa. Por lo anterior, se busca el desarrollo e implementación de un proyecto que ayude a reducir el consumo de energía y a su vez el costo y sea compensable a las ventas de la empresa. Se buscará aplicar las herramientas de calidad que sean aptas para el desarrollo y solución de la problemática de dicho proyecto.

Debido a las afectaciones que trajo consigo la pandemia de Covid-19 a la industria automotriz, el desarrollo del proyecto se derivó por la necesidad de desarrollar y/o implementar un nuevo proceso que ayude a re balancear la producción para reducir el número de máquinas operando y así lograr una reducción de consumo de energía eléctrica. Fomentar el trabajo en equipo y concientizar a los colaboradores para mantener las medidas de ahorro, optimizar y gestionar la capacidad de la empresa y cumplir con las expectativas de los clientes, generar fuentes de empleo, mejorar en expansión de planta como negocio, al igual que estar preparados con un plan de contingencia en caso de presentarse una situación no prevista en el desarrollo de estos. Participar en el programa de Círculos de Calidad dando el mejor resultado a beneficio de la empresa como para los participantes, iniciativa por parte de gerencia para presentar proyectos de mejora, formando equipos de trabajo con personal tanto administrativo como operativo de las distintas unidades de negocio a nivel regional. Desarrollando habilidades de liderazgo para guiar el curso del proyecto, utilizando las herramientas de calidad adecuadas para el cumplimiento de los objetivos.

La industria automotriz está conformada por empresas centradas en el diseño, la manufactura, ensamble y distribución de transportes automotrices, ya sean partes o unidades completas como vehículos particulares, de carga y públicos. (Cimatic, 2021) Su origen e historia se remontan desde el año 1860 y se tiene como registro que la primera planta en nuestro país se remonta en el año 1921, estableciéndose empresas de Europa

y Asia. (Secretaría de Economía, 2016) La administración de proyectos es una rama de la administración, dirigida al progreso de las actividades consecutivamente para la producción de un producto o servicio. Es la teoría necesaria para alcanzar los objetivos y metas que se plantean en los proyectos, considerados por los participantes en estos con el fin de brindar resultados deseados en las empresas a las que pertenecen. (Torres & Torres, 2014) Para lograr una administración de proyectos ideal, las siguientes habilidades son esenciales de tener; liderazgo, comunicación, negociación, solución de problemas, habilidad de síntesis para el logro de los objetivos. (Gómez et al., 2012) Al contar con todas estas características, se llevan a cabo con más fluidez y organización los círculos de calidad, que son grupos pequeños constituidos por colaboradores de la empresa, cuyo objetivo es dedicar parte de su horario laboral a identificar áreas de oportunidad para mejora y mediante el desarrollo de proyectos, lograr la resolución de los problemas que se puedan presentar. (López, 2016)

Retomando un poco como nace el concepto de círculos de calidad, se remonta al final de la Segunda Guerra Mundial, al momento cuando los japoneses creían que la única manera de volver a introducirse en la economía, se trataba de suprimir su reputación relación con la mala calidad de sus productos. Fue entonces cuando Edward Deming fue la primera persona en brindar capacitación al personal administrativo en Japón. Tiempo después, Joseph Juran también fue participe de capacitaciones sobre calidad. El conocimiento de estos dos expertos formo una base que dio lugar al movimiento de calidad en el año de 1949, posteriormente en 1961 el concepto se consolidó y continuó siendo divulgado por el Dr. Ishikawa. (ISO 90001:2015, 2016)

El objetivo principal de los círculos de calidad es hacer que todos los colaboradores de la empresa comprendan de manera clara el concepto de calidad al igual que la productividad, principalmente mediante el trabajo en equipo, compartiendo conocimientos y anécdotas a lo largo de la trayectoria profesional y con muestras de apoyo para lograr los objetivos. Se definen como un grupo pequeño de colaboradores y un líder, programando reuniones semanales para una vez seleccionado el proyecto en el cual se trabajará, comenzar a fijar objetivos, definir las etapas a investigar; las cuales son identificar el problema/situación donde se presentes mayores áreas de oportunidad de mejora, seleccionar las variables a monitorear, establecer objetivos alcanzables, establecer metas periódicas por 6 meses, definir la metodología a usar y aplicación de la misma y por último la estandarización, como lo menciona (Gutarra, 2002) en su trabajo de investigación para proyecto de grado para Ingeniero Industrial, compartir soluciones para los problemas que se vayan identificando, delegar tareas y al igual que el estudio sobre la calidad y los conceptos de cada herramienta perteneciente al ámbito de calidad y solución de problemas, para seleccionar las más adecuadas al proyecto a desarrollar. (Thomson, 1984)

Algunos de los principales beneficios que brinda el implementar la participación y desarrollo de los círculos de calidad en una empresa pueden ser: colaborar en la mejora continua de la empresa, toma de decisiones para la solución de problemas, promover un

mejor ambiente laboral desde la parte operativa hasta la directiva, desarrollo y formación personal y profesional de los colaboradores mediante el fomento liderazgo, motivación y reconocimiento ante buenas prácticas. (Qualityteam, 2019) Es importante que la gerencia de la empresa debe mostrar su compromiso con los círculos de calidad y brindar capacitaciones y asesorías tal cual sean necesarias para la formación de los trabajadores como integrantes de equipo de alto desempeño. (Motorpasion, 2018)

El marco teórico también es conformado por las distintas herramientas de calidad como se detalla a continuación. Las herramientas de calidad son un grupo de metodologías que Kaoru Ishikawa acopió y son publicadas como una de las maneras para la mejora de procesos y/o servicios y pertenecientes a los sistemas de gestión de calidad en las empresas. Se aplican para definir, medir, analizar y plantear soluciones para los problemas que se presentan en el desempeño y los resultados de las empresas. De igual manera, contribuyen a definir estrategias y métodos de mayor elaboración para la resolución de los problemas basados en hechos reales y datos, esto puede brindar un porcentaje mayor al éxito de los planes de mejora. Las herramientas seleccionadas para el desarrollo de este proyecto, se definieron acorde a las necesidades del mismo.

Diagrama de afinidad. Se menciona que es la primera herramienta de calidad y se deriva de datos del tipo ideas, sugerencias, opiniones, etc. y es muy similar a la herramienta conocida como Lluvia de Ideas debido a su estructura y enfoque para uso. Su gran utilidad se presenta cuando hay información de distintas fuentes. Como por ejemplo, cuando se exponen los problemas, las necesidades, las expectativas, etc. (Vilar, 1997)

Matriz de selección. Su utilidad gráfica es facilitar la toma de decisiones de un grupo de personas cuando se tienen diferentes ideas. (Quiroa, 2021)

Diagrama 5w+1h. Forma una metodología de hacer y responder preguntas sobre un proceso, problema o situación presente para buscar las mejoras posibles. La h hace referencia al método que se utilizara para llegar a obtener un resultado.

What/Qué, Why/Por qué, When/Cuándo, Who/Quién, Where/Dónde y How/Cómo (método). (Castillo, 2014)

Diagrama de flujo. Son un mecanismo para describir secuencialmente los pasos o seguir para llegar hacer una actividad. Utiliza símbolos para identificar cada parte del proceso con una breve descripción dentro de cada uno. (AREATECNOLOGIA, 2022)

Diagrama de Gantt. Al igual que el diagrama de flujo, es una herramienta grafica principalmente funcional para la planeación de proyectos y su seguimiento mediante tareas, fechas, porcentaje de cumplimiento, tiempo asignado, entre otras variables. (Teamleader, 2021)

Diagrama de Ishikawa. Con el uso de este diagrama se pueden identificar y categorizar la información sobre las ideas de las posibles causas que estén originando los problemas. Su estructura consta de cuatro a cinco categorías que son las causas posibles que podrían haber ocasionado el problema, estas categorías son: materiales, personas, procesos, máquinas y entornos. Partiendo de ahí, se define si hay causas secundarias y se

representan como “ramas” de las principales categorías. El también conocido como Diagrama de Pescado, ha sido el único con autoría de Kaoru Ishikawa. (López, 2016)

Lluvia de ideas. Se utiliza principalmente en actividades de grupo para brindar la mayor cantidad de ideas sobre algún tema a investigar y tener soluciones diversas mediante la toma de decisiones. (Peiró, 2019)

Criterio Smart. Su nombre hace referencia a un acrónimo en idioma inglés: specific, measurable, achievable, relevant, time; lo que significa específico, medible, alcanzable, relevante, trazable. Su objetivo es establecer una meta por cada métrico y explicar brevemente por qué razón es factible lograrla. (Escuela de Negocios Europea Harriet Taylor, 2020)

Diagrama causa y efecto. Señala la relación que existe entre distintos factores y el efecto con el que estos pudieran contribuir a una situación determinada. (LEAN, 2014)

La empresa permanece siendo líder mundial en seguridad móvil que manufactura componentes, sistemas y tecnología esenciales para la seguridad a todos los mercados.

La visión se enfoca en ser el líder mundial en seguridad móvil. La misión es esforzarse por brindar soluciones de sistemas de seguridad de la más alta calidad y confiabilidad que permitan a los clientes la libertad de diseño y la confianza para impulsar la próxima generación en movilidad. Logrando esto a través de un equipo creando una cultura inspiradora. Un socio fuerte y estable para los OEM de todo el mundo. Excelencia del producto a través de innovaciones en seguridad integrada. Una obsesión por conseguir la máxima calidad y cumplimiento. Una estructura de costos esbelta y competitiva.

La iniciativa de este programa que posteriormente, debido al éxito obtenido en años pasados, empezó a formar parte de la cultura de la empresa. Inicialmente fue propuesta por el ingeniero a cargo de la gerencia del área de calidad. Esto surgió debido al interés tanto de los ingenieros como de los operadores, en expresar ideas de mejoras en las distintas áreas. Al trabajar en conjunto y de la mano de un líder, estas ideas empezaron a ser desarrolladas como proyectos brindando buenos resultados y una de las metas principales, el ahorro de costos en las distintas unidades de negocio.

Para obtener su título de Ingeniero Industrial, el Ing. Alberto Gutiérrez, (Gutiérrez, 2005) menciona en su proyecto de grado que hoy en día, entre las empresas mexicanas que actualmente implementan los Círculos de Calidad están Hylsa, Prisma, Nissan, Panasonic, etc. Por otra parte, la unidad académica ITEMS comenzó a ser un fuerte impulsor de los C.C al igual que otras instituciones como Calidad Corporativa, Infotec, Conacyt.

Dentro de la unidad de trabajo donde se desarrolló e implementó este proyecto, anteriormente no se había presentado alguno sobre ahorro en consumo de energía eléctrica, pero en otras unidades de dicha empresa situadas en otras localidades, si se habían desarrollado este tipo de proyecto obteniendo resultados exitosos.

De esta manera, se puede decir que este tipo de proyecto no ha sido documentado previamente hasta el actual en curso.

Como se menciona en la publicación de un artículo de innovación (Autycom, 2020), los principales beneficios del ahorro de energía eléctrica en una empresa son principalmente

el ahorro de costos, disminución de emisiones de dióxido de carbono, mejora de la productividad y competitividad, incremento en rendimiento de los equipos y claro, el desarrollo de una cultura de mejora y ahorro en la empresa por parte de todos los colaboradores.

Una vez consumadas las etapas de recolección de datos y su desarrollo, (Mordenti, 2021) menciona la importancia de proceder a comenzar con una de las etapas más crucial de una investigación; analizar los datos. En dicha etapa es importante establecer la forma en que se analizarán los datos y que herramientas de análisis estadísticos serán las más acorde para lograr el cumplimiento del objetivo.

El planteamiento de la hipótesis general es si es factible el desarrollo de un proyecto por el equipo de soporte para determinar si es posible la reducción de un 15% de consumo de energía y optimización de uso de máquinas de moldeo mediante el uso de herramientas de calidad y un análisis de resultados.

### **METODOLOGÍA**

Dado que se busca comprobar la hipótesis, así como los objetivos mencionados, este proyecto se realizará bajo un planteamiento metodológico con enfoques de tipo cuantitativo, cualitativo y explicativo. Ya que mediante la recolección de información y análisis de datos se podrá responder y probar la hipótesis, al igual que con medición numérica para representar los resultados de manera gráfica.

Se buscó encontrar las causas o razones por las que se estaba generando un alto consumo de energía eléctrica, lo que provocaba una alerta en el métrico de especialidades/consumos de la empresa ya que estaba fuera de meta. El objetivo es evaluar la situación real y actual de las variables de lo cual se está averiguando durante un periodo de tiempo, de igual manera se interpreta por medio de datos numéricos. Tareas a realizar que agreguen valor, puntos críticos, planeación del seguimiento semanal con los equipos claves para el monitoreo de las actividades programadas.

Los instrumentos de investigación por los cuales se optó utilizar fue la recolección y obtención de información se dio mediante la técnica de documentación de datos, observación y comunicación efectiva con el personal.

La población es parte de una empresa perteneciente al sector automotriz en el parque industrial de la ciudad de Valle Hermoso, Tamaulipas, México. Es una empresa estadounidense, propiedad de inversores chinos, que desarrolla y fabrica sistemas de seguridad automotriz. Y la muestra seleccionada como variable de estudio para este proyecto fueron los números con mayor demanda de producción.

Una vez que se hayan analizado los métricos de la empresa, se seleccionará el de mayor impacto en gasto, después se recolectará información requerida utilizando los registros de consumo y gasto de luz durante un periodo de tiempo comprendido a partir de marzo 2020 a la fecha de marzo 2021. Luego, para proceder a identificar las posibles causas que estén originando el problema. Al igual que, utilizando el sistema interno de la empresa para la búsqueda de documentación sobre capacidades de las maquinas a analizar, planes de producción para identificar los números de mayor demanda de producción, reportes

de mantenimientos, máquinas disponibles en planta y formatos controlados para realizar análisis y desarrollo de proyecto.

El presente proyecto busco una reducción de gasto en el consumo de energía eléctrica, identificando las principales máquinas que lo detonaban. Iniciando la etapa de análisis de datos, es fundamental organizar los datos recolectados para posteriormente hacer los análisis necesarios usando la metodología de las herramientas de calidad para desarrollar un proyecto de círculos de calidad, lo que nos ayudará a comprobar o rechazar las hipótesis y responder a objetivos planteados llegando a una conclusión.

La hipótesis general de este trabajo de investigación es confirmar si es factible el desarrollo de un proyecto por el equipo de soporte para determinar si es posible la reducción de un 15% de consumo de energía y optimización de uso de máquinas de moldeo mediante el uso de herramientas de calidad y un análisis de resultados.

La selección de las herramientas de calidad se dará durante el desarrollo del proyecto, para identificar cuáles son las más acordes a las tareas y necesidades del mismo. Una vez formado el equipo de trabajo, haber analizado los distintos métricos que más estaban afectando a la empresa, se procedió a la definición de roles y responsabilidades de los integrantes del equipo, las reglas y actividades. Se realizó mediante la crítica constructiva y evaluación de habilidades, de esta manera se pudo definir las tareas de cada uno de los participantes en el proyecto.

Etapa 1. Después, de acuerdo a los métricos de la empresa, se presentaron 4 áreas de oportunidad dónde se revisó cuáles serían los máximos contribuidores que pudieran afectar el cumplimiento de las metas establecidas. El métrico seleccionado fue el consumo de energía debido a su alto porcentaje fuera de la meta. Tabla 1. Con el uso de la herramienta de 5w y 1h, se definió el problema. ¿Qué proyecto se seleccionó? Consumo de energía. ¿Dónde se llevará a cabo este proyecto? En planta 3. ¿Quién trabajará en este proyecto? El equipo. ¿Cómo se resolverá este proyecto? Utilizando las herramientas de solución de problemas. ¿Cuándo se trabajará en este proyecto? marzo 2021- octubre 2021. ¿Por qué se trabajará en este proyecto? Para reducir el consumo de energía. Diagrama 1. Y mediante el desarrollo del diagrama de Gantt, se definieron las etapas del proyecto con las fechas estimadas de cada una para su cumplimiento en tiempo y forma. Al igual que el código de colores para identificar el estatus de cada etapa. Diagrama 2.

Etapa 2. Se identificaron las áreas con mayor consumo de energía, realizando un recorrido donde se pudieron observar diferentes factores que estaban afectando y contribuyendo al gasto, como fugas de aire. Con la realización un diagrama de flujo se determinó las áreas y los elementos que generan consumo de energía. Representamos la secuencia de nuestras actividades implementadas en el proceso, dónde el ahorro de energía es la prioridad. Para tener un control sobre el manejo de máquinas, se debe trabajar sobre el reporte de MPS, Kanban e inventario, de este modo podemos llevar un seguimiento para el trabajo semanal. El objetivo fue el re balanceo de los números con mayor demanda de embarque por semana. Cumplir con producción en 3 días. Al

establecer la meta, se tenía un gasto promedio de \$47,000 mil dólares mensuales. El equipo vio alcanzable con los datos recopilados establecer una meta de reducción del 15% en la planta. Este objetivo de reducción en consumo, fue en base a actividades para cumplir la proyección del ahorro a presentar en el mes de noviembre. El último paso esta etapa fue, mediante el uso de la herramienta de Criterio SMART se definió, debido a su relevancia, como desarrollar el problema encontrado en la planta. Diagrama 3.

Etapa 3. Al inicio de esta etapa, se tomó la decisión de usar la herramienta de Lluvia de Ideas para planificar las próximas actividades durante el proyecto. Diagrama 4. La siguiente herramienta de calidad que se implementó, fue el diagrama de Ishikawa, en el cual se identificó en cada categoría las posibles causas del problema. Diagrama 5. Posteriormente, con la herramienta de Diagrama de Afinidad se logró clasificar las ideas para identificar dónde era el mayor impacto. Diagrama 6. Una vez mencionadas las principales las causas de los problemas, se continuó a identificar los indicios de las posibles contramedidas utilizando el Diagrama de ¿Por qué – Por qué?, que de igual manera forma parte del grupo de herramientas de calidad. Diagrama 7.

Etapa 4. Se realizó un análisis de las distintas causas, alternativas, ventajas y desventajas, todo esto con el fin de determinar las soluciones posibles. Con el uso del diagrama de Causa-Efecto, se lograron identificar los problemas en el proceso de moldeo por inyección, el cual se lleva a cabo en las máquinas de mayor consumo de voltaje. Diagrama 8.

Etapa 5. Una vez seleccionadas, desarrolladas e implementadas las herramientas de calidad acordes a este proyecto, se continuó con el proceso de desarrollo de las contramedidas y plan de acciones para lograr exitosamente las soluciones planteadas. Diagrama 9.

## RESULTADOS

Continuando con las etapas del proyecto, las siguientes tres etapas forman la parte de la presentación de resultados obtenidos. Etapa 6. En esta parte del proyecto el objetivo es la verificación de los resultados. Los cuales se detallan a continuación. Meta: Se estableció una meta inicial de \$7,000 UDS, equivalente a 15% de reducción. Resultado: \$15,300 UDS, equivalente a 33% de reducción final. Ahorro mensual. Proyección: De julio a diciembre, \$75,000 USD.

Etapa 7. Continuando en la penúltima etapa, enfocada en la estandarización de las contramedidas, se hicieron acciones para reparar y reemplazar los capacitores los cuales nos ayudan a aumentar nuestro factor potencia y tener mayor capacidad de soporte en caso de fallas eléctricas. Involucramos y brindamos pláticas de concientización al personal para su soporte a este proyecto con el uso de la energía eléctrica en sus áreas de trabajo. Durante la implementación de este trabajo sobre el reporte maestro de producción y capacidades de las máquinas, se pudo evaluar y preparar mejor nuestra semana de trabajo para que sea más eficiente.

Etapa 8. Por último, en este apartado se detalla el impacto del proyecto y los resultados obtenidos. El equipo se dio a la tarea de revisar los resultados obtenidos, el cual era

reducir el 15% del consumo total de energía, obteniendo como resultado final una reducción del 33% sobre el gasto neto de energía, poco más del doble de los esperado y superando así la meta establecida inicialmente y comprobando la hipótesis general. Tabla 2. Con el ahorro generado en la planta, se trabajará en la adquisición e instalación de lámparas led, disminuyendo aún más el consumo de energía que será tema de revisión y seguimiento en los próximos meses.

Los equipos realizaron las presentaciones de los proyectos seleccionados en el programa de Círculos de Calidad. La selección del equipo ganador, se tomó en base a los costos del proyecto, su beneficio para la empresa y la factibilidad de continuar llevándolo a cabo dentro de los lineamientos con la que cuenta la empresa. De igual manera, se comprobó la factibilidad de realizar proyectos de impacto usando la metodología de los círculos de calidad. Como se mencionó anteriormente el proyecto se implementó y continúa proporcionando beneficios de ahorros a la empresa.

#### ILUSTRACIONES, TABLAS, FIGURAS.

Tabla 1. Gráfica de Pareto. Métricos. Elaboración propia.

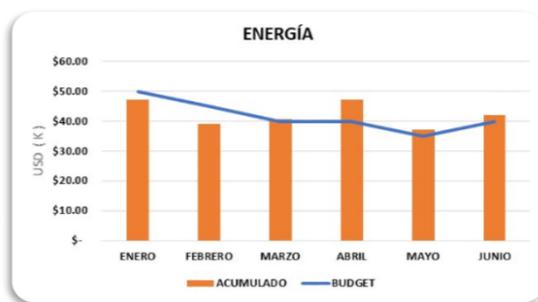
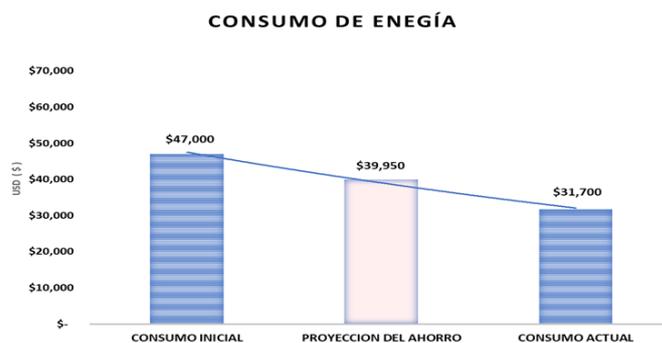


Tabla 2. Consumo de energía actual.





# Reducción de consumo de energía eléctrica en líneas de producción con alto voltaje aplicando la metodología de círculos de calidad

Diagrama 5. Diagrama de Ishikawa.

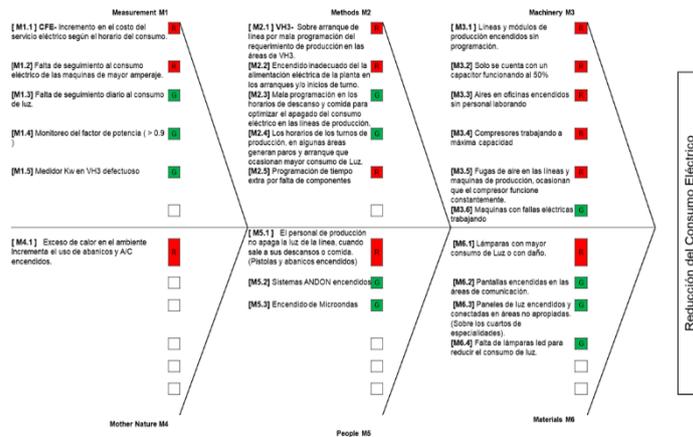


Diagrama 6. Diagrama de Afinidad.

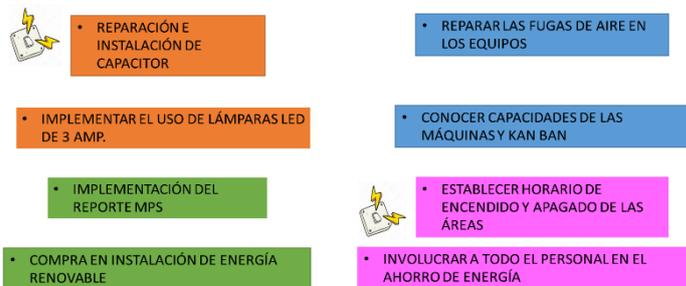


Diagrama 7. Diagrama de ¿Por qué – Por qué?

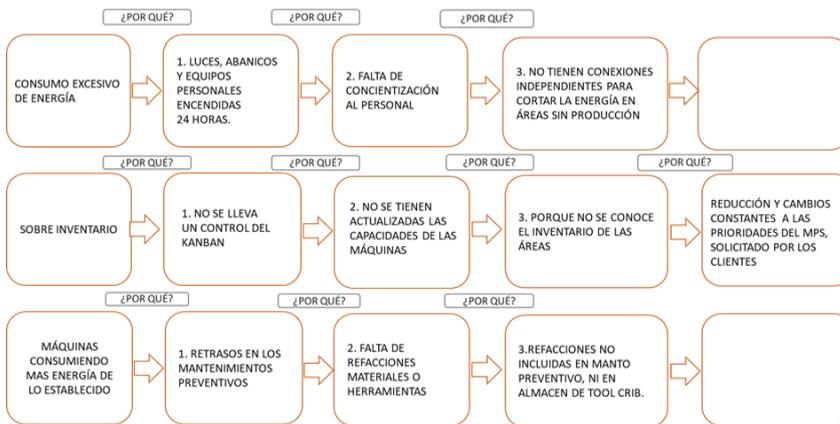


Diagrama 8.

PROBLEMA	CAUSA	EFFECTO
SOBREPUESTO DE LA ARMADURA.	VOLANTES CON DEFECTOS.	TRABAJAR MÁS HORAS LA MÁQUINA (EN LUGAR DE DOS HORAS, TOMAR 4 EN UNA PRODUCCIÓN DE 25 VOLANTES).
HUB OXIDADO.	EL TIEMPO QUE SE QUEDA EN EL KANBAN.	ATRASAR LA PRODUCCIÓN POR LIMPIAR LOS INSERTOS.
CORRIDAS DE VOLANTES MUY CORTAS.	PEDIR SOLO LA PROGRAMACIÓN DE LA SEMANA, CUANDO PODRÍAMOS REALIZAR CORRIDAS LARGAS.	MENOS CAMBIOS DE MOLDE, MENOS TIEMPO PERDIDO, RESINA DESECHADA.
FALTA DE MATERIA PRIMA.	RETRASO EN PRODUCCIÓN.	PROGRAMACIÓN ACUMULADA.

Diagrama 8. Causa – Efecto en proceso de moldeo de inyección.

Diagrama 9. Resumen de las contramedidas. Después de su implementación, se realizó un breve análisis para visualizar el estado de la situación anterior contra el estado de la situación actual y los resultados obtenidos

<p>¿QUÉ CONTRAMEDIDA SE SELECCIONÓ?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• NO CONTAR CON EL CONTROL DE PRODUCCION.</li> </ul>	<p>¿CÓMO SE IMPLEMENTARÁ LA CONTRAMEDIDA?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• TRABAJANDO EN BASE AL REPORTE DE MPS, KAN BAN E INVENTARIO.</li> </ul>	<p>¿CUÁNDO SE TRABAJARÁ EN LA CONTRAMEDIDA?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• DE JUNIO 2021</li> </ul>	<p>¿DÓNDE SE LLEVARÁ ACABO?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• EN EL ÁREA DE MOLDEO Y PU.</li> </ul>	<p>¿POR QUÉ SE TRABAJARÁ EN ESTA CONTRAMEDIDA?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• PARA UNA REDUCCIÓN DE LOS DÍAS DE TRABAJO.</li> </ul>	<p>¿QUIÉN TRABAJARÁ EN LA CONTRAMEDIDA?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• EL EQUIPO</li> </ul>
<p>¿QUÉ CONTRAMEDIDA SE SELECCIONÓ?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• COSNTANTE USO DEL COMPRESOR POR FUGAS DE AIRE DE 1/8.</li> </ul>	<p>¿CÓMO SE IMPLEMENTARÁ LA CONTRAMEDIDA?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• REPARANDO CADA UNA DE LAS FUGAS.</li> </ul>	<p>¿CUÁNDO SE TRABAJARÁ EN LA CONTRAMEDIDA?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• DE JUNIO A SEPTIEMBRE 2021.</li> </ul>	<p>¿DÓNDE SE LLEVARÁ ACABO?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ÁREAS DE VH3</li> </ul>	<p>¿POR QUÉ SE TRABAJARÁ EN ESTA CONTRAMEDIDA?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• PARA DISMINUIR LA CARGA AL COMPRESOR, EVITANDO QUE SEA FORZADO PARA EL ABASTECIMIENTO DE AIRE Y ENERGÍA.</li> </ul>	<p>¿QUIÉN TRABAJARÁ EN LA CONTRAMEDIDA?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• EL EQUIPO</li> </ul>
<p>¿QUÉ CONTRAMEDIDA SE SELECCIONÓ?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• HACER FUNCIONAR NUESTRO CAPACITOR AL 100% Y REMPLAZAR UN SEGUNDO CAPACITOR.</li> </ul>	<p>¿CÓMO SE IMPLEMENTARÁ LA CONTRAMEDIDA?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• REPARANDO EL CAPACITOR CON EL QUE CONTAMOS Y REEMPLAZANDO UN SEGUNDO CAPACITOR.</li> </ul>	<p>¿CUÁNDO SE TRABAJARÁ EN LA CONTRAMEDIDA?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• EN JULIO 2021</li> </ul>	<p>¿DÓNDE SE LLEVARÁ ACABO?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ÁREAS DE VH3</li> </ul>	<p>¿POR QUÉ SE TRABAJARÁ EN ESTA CONTRAMEDIDA?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• PARA AUMENTAR EL FACTOR DE POTENCIA, Y ASI PODREMOS OBTENER UNA BONIFICACIÓN POR PARTE DE LA CFE.</li> </ul>	<p>¿QUIÉN TRABAJARÁ EN LA CONTRAMEDIDA?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• EL EQUIPO</li> </ul>
<p>¿QUÉ CONTRAMEDIDA SE SELECCIONÓ?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CONCIENTIZAR E INVOLUCRAR AL PERSONAL.</li> </ul>	<p>¿CÓMO SE IMPLEMENTARÁ LA CONTRAMEDIDA?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• BRINDÁNDOLES PLÁTICAS Y MEDIANTE LA PRÁCTICA.</li> </ul>	<p>¿CUÁNDO SE TRABAJARÁ EN LA CONTRAMEDIDA?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• EN JULIO 2021</li> </ul>	<p>¿DÓNDE SE LLEVARÁ ACABO?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ÁREAS DE VH3</li> </ul>	<p>¿POR QUÉ SE TRABAJARÁ EN ESTA CONTRAMEDIDA?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• PARA QUE CONTRIBUYAN JUNTO A NOSOTRAS AL AHORRO DE ENERGÍA.</li> </ul>	<p>¿QUIÉN TRABAJARÁ EN LA CONTRAMEDIDA?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• EL EQUIPO</li> </ul>

## CONCLUSIONES

Me permito concluir que este proyecto se cubrió en un 100% al cumplir con sus objetivos e hipótesis planteados al inicio del trabajo de investigación. Mantengo mi afirmación sobre lo factible que es implementar la metodología de los círculos de calidad en las áreas de trabajo para desarrollar proyectos con resultados exitosos. Es una manera en la que cualquier empleado ya sea participe o no, tiene la oportunidad de desarrollarse personal y profesionalmente, ya que se requiere de mucha disciplina, constancia, dedicación, carácter analítico, etc. Todo esto en conjunto con el liderazgo, la toma de decisiones y principalmente el apoyo por parte del equipo gerencial. Son los empleados quienes más conocen su área de trabajo y la motivación por parte de sus líderes, les da la oportunidad de expresar sus ideas de mejora a los problemas que estén obstruyendo las metas establecidas en los métricos de la empresa, aumentando la calidad de los productos y/o servicios, la productividad, fomentando el trabajo en equipo al darse a conocer personalmente, conocer sus habilidades, identificar sus áreas de oportunidad y generar esa confianza que nos lleva a tener un buen ambiente de trabajo.

Estamos en tiempos donde el estar actualizado en los temas referentes a nuestras áreas es una tarea fundamental. Tomando como ejemplo este proyecto, una de las tareas más

importantes fue el informarnos más detalladamente acerca del concepto de calidad, lo que se busca lograr al usar los círculos de calidad, su historia, sus etapas, características, etc. Y también conocer las distintas herramientas de calidad para determinar cuáles serían las necesarias en dicho proyecto y cumplirlo satisfactoriamente.

#### LISTA DE REFERENCIAS

- AREATECNOLOGIA. (2022). *DIAGRAMAS DE FLUJO*. DIAGRAMAS DE FLUJO. <https://www.areatecnologia.com/diagramas-de-flujo.htm>
- Autycom. (2020). 5 beneficios de ahorrar energía en una planta industrial. *¿Cuáles Son Los Beneficios de Ahorrar Energía?* <https://www.autycom.com/beneficios-de-ahorrar-energia-en-la-industria/>
- Castillo, C. (2014). *No Control Estadístico de la Calidad*. Control Estadístico de La Calidad. <https://controlestadisticocarlostcastillo.weebly.com/159-w-1h.html>
- Cimatic. (2021). *¿CUÁL ES LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ?* Cimatic. <https://cimatic.com.mx/cual-es-la-industria-automotriz/>
- Escuela de Negocios Europea Harriet Taylor. (2020). *¿Qué son los Objetivos SMART y Cómo utilizarlos?* *¿Qué Son Los Objetivos SMART y Cómo Utilizarlos?* [https://www.escueladenegocioeuropea.com/objetivos-smart/#:~:text=El criterio SMART nos dice,nosotros verdaderamente lo podemos hacer.](https://www.escueladenegocioeuropea.com/objetivos-smart/#:~:text=El%20criterio%20SMART%20nos%20dice,nosotros%20verdaderamente%20lo%20podamos%20hacer.)
- Gómez, M. del C., Cervantes, J., & González, P. P. (2012). *ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS*. [http://www.cua.uam.mx/pdfs/conoce/libroselec/Notas\\_Admon\\_de\\_Proyectos\\_v2\\_2.pdf](http://www.cua.uam.mx/pdfs/conoce/libroselec/Notas_Admon_de_Proyectos_v2_2.pdf)
- Gutarra, V. A. (2002). *Implementación de los círculos de calidad en el instituto superior Tecnológico -ITEC*. [https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/tesis/ingenie/gutarra\\_m\\_v/metodología.htm#:~:text=La metodología de los Círculos,a cabo por equipos específicos.](https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/tesis/ingenie/gutarra_m_v/metodología.htm#:~:text=La%20metodología%20de%20los%20Círculos,a%20cabo%20por%20equipos%20específicos.)
- Gutiérrez, A. (2005). *APLICACIÓN DE LOS CÍRCULOS DE CALIDAD EN UNA ORGANIZACIÓN* [Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo]. [https://www.uaeh.edu.mx/docencia/Tesis/icbi/licenciatura/documentos/Aplicacion de os circulos de calidad.pdf](https://www.uaeh.edu.mx/docencia/Tesis/icbi/licenciatura/documentos/Aplicacion%20de%20los%20circulos%20de%20calidad.pdf)
- ISO 9001:2015. (2016). *Desarrollo del concepto calidad*. Desarrollo Del Concepto Calidad. <https://www.nueva-iso-9001-2015.com/2016/09/desarrollo-concepto-calidad/>
- LEAN, P. (2014). *Diagrama Causa-Efecto*. Diagrama Causa-Efecto. <https://www.progressalean.com/diagrama-causa-efecto-diagrama-ishikawa/>
- López, P. (2016). *Herramientas para la mejora de la calidad* (Fundación Cofemetal (ed.)). [https://books.google.com.mx/books?id=92K0DQAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=herramientas+de+la+calidad&hl=es&sa=X&redir\\_esc=y#v=onepage&q=herramientas de la calidad&f=false](https://books.google.com.mx/books?id=92K0DQAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=herramientas+de+la+calidad&hl=es&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=herramientas%20de%20la%20calidad&f=false)
- Mordenti, A. (2021). Análisis de datos: técnicas y metodologías para la aplicación de Analytics. *ANÁLISIS DE DATOS*. <https://www.innovaciondigital360.com/big->

- [data/analisis-de-datos-tecnicas-y-metodologias-para-la-aplicacion-de-analytics/](#)  
Motorpasion. (2018). *¿Qué podemos aprender de los círculos de calidad japoneses? ¿Qué Podemos Aprender de Los Círculos de Calidad Japoneses?*  
[https://www.motorpasion.com/espaciotoyota/que-podemos-aprender-de-los-circulos-de-calidad-japoneses#:~:text=Los círculos de calidad surgieron,también carecían de suficiente calidad.](https://www.motorpasion.com/espaciotoyota/que-podemos-aprender-de-los-circulos-de-calidad-japoneses#:~:text=Los%20c%C3%ADrculos%20de%20calidad%20surgieron,tambi%C3%A9n%20caredan%20de%20suficiente%20calidad.)
- Peiró, R. (2019). *Lluvia de ideas*. Lluvia de Ideas.  
<https://economipedia.com/definiciones/lluvia-de-ideas.html>
- Qualyteam. (2019). *Círculos de calidad ¿Qué es? ¿Cómo funciona?* Círculos de Calidad ¿Qué Es? ¿Cómo Funciona?  
<http://blog.qualidadesimples.com.br/es/2019/03/29/circulos-de-calidad-que-es-como-funciona/>
- Quiroa, M. (2021). *Matriz de decisión*. Matriz de Decisión.  
<https://economipedia.com/definiciones/matriz-de-decision.html>
- Secretaría de Economía. (2016). *El Sector Automotriz y de autopartes en México*. El Sector Automotriz y de Autopartes En México. <https://www.gob.mx/se/articulos/el-sector-automotriz-y-de-autopartes-en-mexico>
- Teamleader. (2021). *¿Qué es y para qué sirve un diagrama de Gantt? ¿Qué Es y Para Qué Sirve Un Diagrama de Gantt?* <https://www.teamleader.es/blog/diagrama-de-gantt>
- Thomson, P. C. (1984). *Círculos de Calidad. Cómo hacer que funcionen*. Editorial Norma.  
[https://www.amte.org.mx/portal/wp-content/uploads/2010/11/circulos\\_de\\_calidad.pdf](https://www.amte.org.mx/portal/wp-content/uploads/2010/11/circulos_de_calidad.pdf)
- Torres, Z., & Torres, H. (2014). *Administración de proyectos*.  
<https://editorialpatria.com.mx/mobile/pdf/files/9786074384178.pdf>
- Vilar, J. F. (1997). *Las 7 nuevas herramientas para la mejora de la Calidad* (Fundación Cofemetal (ed.); 2nd ed.).  
[https://books.google.com.mx/books?id=qnLTI0HU4cC&printsec=frontcover&dq=herramientas+de+la+calidad&hl=es&sa=X&redir\\_esc=y#v=onepage&q=herramientas de la calidad&f=false](https://books.google.com.mx/books?id=qnLTI0HU4cC&printsec=frontcover&dq=herramientas+de+la+calidad&hl=es&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=herramientas%20de%20la%20calidad&f=false)