



*Asesorías y Tutorías para la Investigación Científica en la Educación Puig-Salabarría S.C.
José María Pino Suárez 400-2 esq a Lerdo de Tejada, Toluca, Estado de México. 7223898475*

RFC: ATI120618V12

Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores.

<http://www.dilemascontemporaneoseducacionpoliticayvalores.com/>

Año: XIV Número: 1 Artículo no.:60 Período: 1 de septiembre al 31 de diciembre del 2026

TÍTULO: Liderazgo, valores organizacionales y ciclos de calidad para la reducción de tiempos de cambio y mejora del OEE en un proceso de doblado de metales.

AUTORES:

1. Dr. Francisco Javier Estrada-Orantes.
2. Máster. Omar Celis-Gracia.

RESUMEN: Este artículo analiza la influencia del liderazgo y los ciclos de calidad en la mejora de la eficiencia operativa dentro de un proceso de doblado mediante *Press Brake*. Antes de la intervención, los tiempos de cambio de modelo oscilaban entre 90 y 120 minutos y el OEE era de 63%. Mediante ciclos de calidad, liderazgo participativo y herramientas de mejora continua como SMED, el tiempo de cambio se redujo a un rango de 15 a 20 minutos en cuatro meses; asimismo, el OEE aumentó a 80%, evidenciando mejoras en disponibilidad, eficiencia y estandarización operativa.

PALABRAS CLAVES: liderazgo, ciclos de calidad, SMED, OEE, *Press Brake*.

TITLE: Leadership, organizational values, and quality cycles for reducing changeover times and improving OEE in a metal bending process.

AUTHORS:

1. PhD. Francisco Javier Estrada-Orantes.
2. Master. Omar Celis Gracia.

ABSTRACT: This article analyzes the influence of leadership and quality cycles on operational efficiency improvement within a press brake bending process. Before the intervention, model changeover times ranged from 90 to 120 minutes, and the OEE was 63%. Through quality cycles, participative leadership, and continuous improvement tools such as SMED, changeover time was reduced to a range of 15 to 20 minutes over four months. In addition, the OEE increased to 80%, showing improvements in availability, efficiency, and operational standardization.

KEY WORDS: leadership, quality cycles, SMED, OEE, press brake.

INTRODUCCIÓN.

Actualmente, las organizaciones industriales enfrentan el desafío de mejorar su eficiencia operativa en entornos caracterizados por una alta exigencia productiva, presión por reducir desperdicios, necesidad de mantener procesos estables, y demanda constante de productos que cumplan con los estándares de calidad; sin embargo, la eficiencia operativa no depende únicamente de la disponibilidad de maquinaria, tecnología o recursos materiales, sino también de factores humanos y organizacionales, tales como el liderazgo, la comunicación, la disciplina operativa, la participación del personal y la capacidad para resolver problemas de manera colaborativa (Nandeewaran & Varadarajan, 2026).

En este contexto, el liderazgo desempeña un papel fundamental para transformar los objetivos estratégicos de la organización en acciones concretas en el piso de producción. Un liderazgo efectivo no se limita a supervisar actividades o asignar responsabilidades, sino que también facilita la participación del personal, promueve la toma de decisiones basada en datos, impulsa la disciplina en el seguimiento de acciones, y fortalece el compromiso de los equipos con los resultados del proceso; por ello, el liderazgo puede considerarse un elemento clave para sostener iniciativas de mejora continua en ambientes industriales (Marcella & Widjajati, 2024).

Dentro de las estrategias de mejora continua, los ciclos de calidad representan una herramienta relevante para promover la participación del personal en la identificación, análisis y solución de problemas

operativos. Estos ciclos permiten reunir a trabajadores, supervisores y áreas de soporte con el propósito de revisar indicadores, analizar causas de desviaciones, proponer acciones correctivas, y dar seguimiento a los resultados. Desde esta perspectiva, los ciclos de calidad no solo funcionan como mecanismos técnicos de mejora, sino también como espacios de aprendizaje organizacional, comunicación efectiva y fortalecimiento de valores como la responsabilidad, el trabajo en equipo y el compromiso (Mirshokraee et al., 2025).

La relación entre liderazgo y ciclos de calidad adquiere especial importancia cuando se busca mejorar indicadores operativos asociados con la disponibilidad, el desempeño y la calidad de los procesos. Uno de estos indicadores es el OEE, el cual permite evaluar el aprovechamiento integral de un equipo productivo mediante la relación entre disponibilidad, desempeño y calidad. Un bajo nivel de OEE puede reflejar la presencia de tiempos de cambio prolongados, paros frecuentes, ajustes repetitivos, velocidad reducida, defectos, retrabajos o deficiencias en la estandarización del proceso (Silva & Goussain, 2025).

En este estudio, se analiza cómo los ciclos de calidad, impulsados por un liderazgo participativo, pueden influir en la mejora de la eficiencia operativa de un proceso de doblado de metales mediante *Press Brake*; para ello, se presenta una experiencia aplicada en la cual los tiempos de cambio de modelo, que inicialmente oscilaban entre 90 y 120 minutos, se redujeron a un rango de 15 a 20 minutos en un periodo de cuatro meses mediante la aplicación de ciclos de calidad y herramientas de mejora continua como SMED; asimismo, el OEE del proceso aumentó de 63% a 80%, como resultado de mejoras en la disponibilidad, la eficiencia y la estandarización operativa. Esta experiencia permite evidenciar, que la mejora operativa no depende únicamente de intervenciones técnicas, sino también de la capacidad del liderazgo para generar participación, responsabilidad compartida y disciplina en el seguimiento de acciones de mejora.

En este sentido, el presente artículo tiene como objetivo analizar la influencia del liderazgo y los ciclos de calidad en la reducción de tiempos de cambio de modelo y la mejora del OEE en un proceso de doblado

de metales mediante *Press Brake*. La investigación parte de la siguiente pregunta: ¿de qué manera los ciclos de calidad, apoyados por un liderazgo participativo y herramientas como SMED, influyen en la reducción de tiempos de cambio y en la mejora del desempeño operativo de un proceso de doblado?

Como supuesto de trabajo, se plantea que la implementación de ciclos de calidad fortalece el liderazgo operativo, promueve la participación del personal, y mejora la eficiencia del proceso, al facilitar la identificación de pérdidas, la estandarización de actividades, la toma de decisiones basada en datos y el seguimiento disciplinado de acciones de mejora.

DESARROLLO.

Liderazgo y eficiencia operativa.

El liderazgo constituye un factor determinante en la mejora de la eficiencia operativa, debido a que permite transformar los objetivos estratégicos de la organización en acciones concretas dentro de los procesos productivos.

En ambientes industriales, la eficiencia no depende únicamente de la capacidad instalada, la disponibilidad de maquinaria o el cumplimiento de estándares técnicos, sino también de la forma en que los líderes orientan, comunican, motivan y dan seguimiento al desempeño de los equipos de trabajo (Seepma et al., 2025).

Desde esta perspectiva, el liderazgo operativo puede entenderse como la capacidad de influir positivamente en las personas para alcanzar resultados medibles mediante la coordinación de recursos, la solución de problemas y la promoción de una cultura de mejora continua. Un líder efectivo no solo supervisa el cumplimiento de actividades, sino que también identifica barreras, facilita la comunicación entre áreas, impulsa la toma de decisiones basada en datos, y promueve la participación activa del personal involucrado en el proceso (Stamatopoulou et al., 2026).

En el contexto de la eficiencia operativa, el liderazgo adquiere una función integradora, ya que permite alinear los esfuerzos de producción, calidad, mantenimiento, ingeniería y otros departamentos de soporte.

Esta integración resulta especialmente importante cuando los problemas de desempeño no tienen una sola causa, sino que se relacionan con factores técnicos, humanos, organizacionales y de comunicación; por ello, la mejora de indicadores como el OEE requiere no solo acciones correctivas aisladas, sino también una gestión coordinada y sostenida (Li, 2024).

El liderazgo contribuye al fortalecimiento de valores organizacionales como la responsabilidad, la disciplina, el compromiso y el trabajo en equipo. Estos valores son esenciales para sostener los procesos de mejora, ya que permiten que los colaboradores asuman un papel activo en la identificación de problemas y en la ejecución de soluciones. De esta manera, el liderazgo se convierte en un elemento clave para generar condiciones favorables para la implementación de ciclos de calidad orientados a la mejora de la eficiencia operativa (Monteiro et al., 2025).

Ciclos de calidad como estrategia de participación y mejora continua.

Los ciclos de calidad pueden definirse como espacios estructurados de participación en los que el personal relacionado con un proceso analiza problemas, identifica causas, propone acciones de mejora y da seguimiento a los resultados obtenidos. Su propósito principal es fortalecer la mejora continua mediante la participación directa de quienes conocen el proceso desde la operación diaria, integrando la experiencia del personal operativo con el soporte técnico de áreas como calidad, mantenimiento, ingeniería y producción (Brzywczy et al., 2024).

A diferencia de una reunión tradicional, los ciclos de calidad se orientan a la solución sistemática de problemas mediante el uso de datos, indicadores y herramientas de análisis (Faisal et al., 2025). Estos ciclos permiten revisar el desempeño del proceso, identificar desviaciones, priorizar causas y establecer acciones con responsables y fechas de cumplimiento; por ello, representan una estrategia útil para transformar los problemas operativos en oportunidades de aprendizaje y mejora (Wang et al., 2026).

Además de su función técnica, los ciclos de calidad tienen una dimensión formativa y cultural. Al involucrar al personal en la identificación y solución de problemas, se promueve el desarrollo de

habilidades como el pensamiento crítico, la comunicación efectiva, el análisis de datos, la colaboración y la toma de decisiones. En este sentido, los ciclos de calidad no solo buscan mejorar indicadores productivos, sino también fortalecer la cultura organizacional y el sentido de responsabilidad compartida (Milojevic et al., 2026).

La implementación efectiva de ciclos de calidad requiere liderazgo, disciplina y seguimiento. No basta con reunir al equipo para discutir problemas; es necesario establecer una metodología clara, revisar indicadores de manera periódica, documentar acuerdos, asignar responsables y verificar la efectividad de las acciones implementadas (Alogla, 2025). Cuando estos elementos se integran de manera adecuada, los ciclos de calidad pueden convertirse en un mecanismo efectivo para mejorar la eficiencia operativa y sostener los resultados en el tiempo (Dolati & Sayyaf, 2026).

OEE y tiempos de cambio como indicadores de eficiencia operativa.

El OEE, por sus siglas en inglés Overall Equipment Effectiveness, es un indicador ampliamente utilizado para evaluar el desempeño integral de un equipo o proceso productivo, ya que permite analizar la relación entre disponibilidad, desempeño y calidad. A diferencia de indicadores aislados, el OEE proporciona una visión más completa de las pérdidas operativas, debido a que permite identificar si la baja eficiencia está relacionada con paros, tiempos muertos, velocidad reducida, defectos, retrabajos o falta de estabilidad en el proceso.

En procesos de fabricación de metales, especialmente en operaciones de doblado mediante *Press Brake*, los tiempos de cambio de modelo representan una de las principales fuentes de pérdida de disponibilidad. Cada cambio de modelo puede implicar actividades como retiro e instalación de herramental, ajuste de parámetros, preparación de programas, verificación dimensional, liberación de primera pieza y coordinación entre producción, calidad e ingeniería. Cuando estas actividades no se encuentran estandarizadas, los tiempos de cambio pueden extenderse significativamente y afectar la capacidad productiva.

Para efectos de este estudio, el OEE se considera como el indicador principal de eficiencia operativa, mientras que el tiempo de cambio de modelo se analiza como una variable crítica que impacta directamente la disponibilidad del proceso. Antes de la intervención, el proceso presentaba tiempos de cambio entre 90 y 120 minutos, lo cual generaba pérdidas relevantes de tiempo productivo. Después de la implementación de ciclos de calidad y herramientas SMED, los tiempos de cambio se redujeron a un rango de 15 a 20 minutos en un periodo de cuatro meses.

La fórmula general del OEE puede expresarse de la siguiente manera:

$$\text{OEE (\%)} = \text{Disponibilidad} \times \text{Desempeño} \times \text{Calidad}$$

Desde esta perspectiva, la reducción de tiempos de cambio impacta principalmente la disponibilidad del equipo, al disminuir los tiempos no productivos asociados con preparación, ajustes y liberación de modelo; asimismo, la estandarización de actividades y la mejora en la coordinación operativa contribuyen a fortalecer el desempeño del proceso. En el caso analizado, el OEE aumentó de 63% a 80%, lo cual evidencia una mejora significativa en el aprovechamiento del equipo y en la estabilidad del proceso de doblado.

Contexto del proceso de doblado mediante *Press Brake*.

El proceso de doblado mediante *Press Brake* constituye una operación fundamental dentro de la fabricación de componentes metálicos, ya que permite conformar piezas a partir de lámina mediante la aplicación controlada de fuerza, herramental y parámetros específicos de operación. En este tipo de proceso, el desempeño depende de factores como la correcta selección de punzón y matriz, la preparación del programa, el ajuste de parámetros, la habilidad del operador, la verificación dimensional y la liberación oportuna de la primera pieza.

Debido a la variedad de modelos, geometrías y especificaciones dimensionales, los cambios de modelo representan una condición crítica para la eficiencia operativa. Cada cambio puede requerir la sustitución de herramientas, ajustes de máquina, validación de ángulos, revisión de planos, preparación de materiales

y aprobación de calidad. Cuando estas actividades no se encuentran claramente definidas o se realizan de manera variable entre operadores, los tiempos de cambio tienden a incrementarse y generan pérdidas importantes de disponibilidad.

Antes de la implementación de los ciclos de calidad, el proceso de doblado presentaba tiempos de cambio de modelo que oscilaban entre 90 y 120 minutos. Esta condición afectaba la disponibilidad del equipo, limitaba la capacidad de respuesta ante cambios en la demanda, y reducía el desempeño general del proceso; asimismo, el OEE se encontraba en un nivel de 63%, lo cual evidenciaba oportunidades relevantes para mejorar la estabilidad operativa y reducir pérdidas asociadas con preparación, ajustes, esperas y falta de estandarización.

A partir de este diagnóstico inicial, se consideró necesario implementar ciclos de calidad como una estrategia para involucrar al personal operativo, supervisión, calidad, mantenimiento e ingeniería en la identificación de causas, análisis de actividades de cambio y ejecución de acciones de mejora. La intervención se apoyó en la metodología SMED, con el propósito de separar actividades internas y externas, eliminar desperdicios, reducir tiempos de preparación y estandarizar la secuencia de cambio de modelo.

Implementación de los ciclos de calidad.

La implementación de los ciclos de calidad se desarrolló durante un periodo de cuatro meses, mediante reuniones estructuradas orientadas al análisis del desempeño del proceso de doblado mediante *Press Brake*. Estas reuniones integraron la participación de personal operativo, supervisión, calidad, mantenimiento e ingeniería, con el propósito de revisar el comportamiento del OEE, analizar los tiempos de cambio de modelo, identificar pérdidas operativas, y establecer acciones de mejora con responsables definidos.

La metodología de trabajo se basó en cuatro elementos principales: diagnóstico del proceso, análisis de actividades de cambio, implementación de herramientas SMED, y seguimiento a resultados. Cada ciclo

permitió analizar el estado del proceso, priorizar las causas de mayor impacto y fortalecer la comunicación entre las áreas involucradas; de esta manera, los ciclos de calidad funcionaron como un mecanismo de coordinación operativa, aprendizaje organizacional y mejora continua.

Durante el primer mes, se realizó el diagnóstico inicial del proceso, tomando como referencia un OEE de 63% y tiempos de cambio de modelo entre 90 y 120 minutos. En esta etapa se identificaron actividades no estandarizadas, tiempos de espera, búsqueda de herramientas, preparación incompleta de materiales, ajustes repetitivos, validaciones tardías de primera pieza y falta de claridad en la secuencia de cambio; asimismo, se definió la necesidad de registrar los tiempos reales de cambio y clasificar las actividades internas y externas del proceso.

Durante el segundo mes, los ciclos de calidad se enfocaron en el análisis de causas y en la aplicación de la metodología SMED. A partir de la información recolectada, se revisaron las actividades que podían prepararse antes de detener la máquina, aquellas que podían simplificarse y las que requerían mayor coordinación entre áreas. En esta etapa, el liderazgo participativo fue fundamental para promover la comunicación abierta entre operadores, supervisores, calidad e ingeniería, evitando que los problemas fueran analizados desde una sola perspectiva.

Durante el tercer mes, se implementaron acciones orientadas a reducir los tiempos de cambio. Entre las acciones consideradas se incluyeron la preparación anticipada de herramientas, la estandarización de la secuencia de cambio, la organización visual de herramientas, la definición de parámetros base por familia de producto, la disponibilidad previa de materiales, la coordinación para liberación de primera pieza y el entrenamiento del personal operativo. Estas acciones fueron asignadas a responsables específicos y revisadas periódicamente dentro de los ciclos de calidad.

Durante el cuarto mes, el enfoque se orientó al seguimiento, verificación y consolidación de las acciones implementadas. Se revisó el comportamiento del OEE, se validó la reducción de tiempos de cambio y se reforzó la disciplina operativa para sostener los resultados obtenidos. Al cierre del periodo de intervención,

los tiempos de cambio de modelo se redujeron de un rango inicial de 90 a 120 minutos a un rango de 15 a 20 minutos, mientras que el OEE aumentó de 63% a 80%.

La implementación de los ciclos de calidad permitió demostrar que la mejora de la eficiencia operativa no depende únicamente de la modificación técnica del proceso, sino también de la forma en que el liderazgo organiza la participación del personal, promueve la toma de decisiones basada en datos y asegura el cumplimiento de las acciones definidas. En este sentido, los ciclos de calidad se consolidaron como una herramienta para fortalecer tanto el desempeño operativo como la cultura de mejora continua.

Síntesis de la intervención aplicada.

Para organizar la experiencia, la intervención puede resumirse en cuatro etapas principales:

Tabla 1. Etapas de implementación de los ciclos de calidad y SMED en el proceso de doblado.

Mes	Enfoque principal	Actividades realizadas	Resultado esperado
Mes 1	Diagnóstico inicial.	Medición del OEE base, registro de tiempos de cambio, identificación de actividades internas y externas.	Comprender la condición inicial del proceso.
Mes 2	Análisis de causas y SMED.	Revisión de actividades de cambio, identificación de desperdicios, análisis de esperas y ajustes repetitivos.	Identificar oportunidades de reducción de tiempo.
Mes 3	Implementación de acciones.	Preparación anticipada de herramientas, estandarización de secuencia, organización visual y entrenamiento operativo.	Reducir tiempos de cambio y mejorar disponibilidad
Mes 4	Seguimiento y control.	Verificación de tiempos, revisión del OEE, validación de efectividad y consolidación de buenas prácticas.	Sostener la mejora del proceso.

Esta secuencia permitió pasar de una condición inicial reactiva, caracterizada por cambios prolongados y variabilidad operativa, a una dinámica de gestión más estructurada, en la cual las actividades de

preparación fueron analizadas de manera colaborativa y con base en datos. Así los ciclos de calidad y la metodología SMED facilitaron la transición hacia una operación orientada a la reducción de desperdicios, la estandarización del trabajo y la mejora continua.

Relación entre liderazgo, ciclos de calidad y eficiencia operativa.

Los resultados de la intervención sugieren que existe una relación directa entre el liderazgo participativo, la implementación de ciclos de calidad y la mejora de la eficiencia operativa. El liderazgo permitió establecer una dirección clara, asignar responsabilidades, promover la participación del personal y mantener el seguimiento de las acciones; por su parte, los ciclos de calidad proporcionaron el espacio metodológico para analizar problemas, revisar indicadores y generar soluciones colaborativas.

Esta relación puede entenderse como un proceso secuencial. En primer lugar, el liderazgo impulsa la participación del personal y crea condiciones para el análisis abierto de los problemas. En segundo lugar, los ciclos de calidad permiten estructurar esa participación mediante reuniones periódicas, revisión de datos y definición de acciones. En tercer lugar, las acciones implementadas impactan en la reducción de pérdidas operativas, lo cual se refleja en la mejora del OEE y en la disminución de los tiempos de cambio de modelo. Finalmente, la mejora del indicador fortalece la cultura de responsabilidad compartida y genera mayor compromiso con la mejora continua (Braglia et al., 2026).

Desde esta perspectiva, los ciclos de calidad no deben considerarse únicamente como una herramienta de producción, sino como una práctica organizacional que articula liderazgo, valores y desempeño. Su implementación favorece la comunicación, la disciplina, el trabajo en equipo y la toma de decisiones basada en evidencia, elementos que son fundamentales para sostener mejoras operativas en el tiempo (Chen & You, 2025).

Resultados.

La implementación de los ciclos de calidad en el proceso de doblado mediante *Press Brake* permitió observar una mejora significativa en la eficiencia operativa, medida a través del indicador OEE y de la reducción de tiempos de cambio de modelo.

Antes de la intervención, el proceso presentaba un OEE de 63% y tiempos de cambio que oscilaban entre 90 y 120 minutos, lo cual evidenciaba una condición operativa con oportunidades relevantes de mejora, principalmente asociadas con preparación no estandarizada, tiempos de espera, ajustes repetitivos, búsqueda de herramientas, y liberación tardía de primera pieza.

Después de cuatro meses de implementación de ciclos de calidad y herramientas SMED, el OEE del proceso aumentó a 80%. Este resultado representa un aumento de 17 puntos porcentuales en el desempeño global del equipo y una mejora relativa aproximada de 27% respecto a la condición inicial; asimismo, los tiempos de cambio de modelo se redujeron a un rango de 15 a 20 minutos, lo cual representa una disminución significativa de los tiempos no productivos asociados con preparación y ajuste del equipo.

La evolución del indicador durante el periodo de intervención se presenta en la Tabla 2.

Tabla 2. Evolución del OEE durante la implementación de ciclos de calidad y SMED.

Período	Enfoque de intervención	OEE
Línea base	Condición inicial antes de los ciclos de calidad	63%
Mes 1	Diagnóstico inicial y medición de tiempos de cambio	67%
Mes 2	Análisis de causas y aplicación de SMED	71%
Mes 3	Implementación de acciones y estandarización	76%
Mes 4	Verificación, control y consolidación de buenas prácticas	80%

Tabla 3. Reducción de tiempos de cambio de modelo.

Condición	Tiempo de cambio de modelo
Antes de la intervención	90 a 120 minutos
Después de la intervención	15 a 20 minutos

Los resultados muestran una tendencia positiva y progresiva en el OEE del proceso de doblado durante el periodo de intervención. El incremento observado permite visualizar el efecto gradual de los ciclos de calidad, desde la etapa inicial de diagnóstico hasta la consolidación de acciones de mejora. Esta evolución evidencia que la combinación de liderazgo participativo, análisis de causas, metodología SMED y seguimiento estructurado contribuyó al fortalecimiento de la eficiencia operativa del proceso.

A partir de los datos presentados, se observa una mejora gradual en el OEE durante los cuatro meses de intervención. Durante el primer mes, el indicador aumentó de 63% a 67%, asociado principalmente con la visibilidad generada sobre los tiempos reales de cambio y con la necesidad de registrar de manera más ordenada las actividades que afectaban la disponibilidad del equipo. Esta primera etapa fue fundamental para transformar una gestión reactiva en una dinámica de análisis estructurado.

Durante el segundo mes, el OEE alcanzó 71%, como resultado del análisis de causas y la aplicación inicial de la metodología SMED. En esta etapa, los ciclos de calidad permitieron identificar actividades internas y externas, tiempos de espera, movimientos innecesarios y oportunidades de preparación anticipada. La participación del personal operativo fue clave para comprender las condiciones reales del cambio de modelo y proponer soluciones viables.

En el tercer mes, el indicador alcanzó 76%, impulsado por la implementación de acciones orientadas a reducir tiempos no productivos, estandarizar la secuencia de cambio, organizar herramientas y mejorar la coordinación para la liberación de la primera pieza. La asignación de responsables y la revisión

periódica de avances permitieron incrementar la disciplina operativa y reducir la variabilidad entre cambios de modelo.

Al cierre del cuarto mes, el proceso alcanzó un OEE de 80%, consolidando una mejora de 17 puntos porcentuales frente a la línea base. Este resultado evidencia que los ciclos de calidad no solo contribuyeron a identificar problemas, sino también a generar una estructura de seguimiento que facilitó la ejecución de acciones y la validación de su efectividad. La reducción de los tiempos de cambio a un rango de 15 a 20 minutos sugiere que el proceso de doblado logró una mayor estabilidad operativa, mejor aprovechamiento del equipo, y mayor capacidad de respuesta ante cambios en la demanda.

Análisis cuantitativo de la mejora.

La mejora obtenida puede analizarse desde dos perspectivas: la reducción del tiempo de cambio y el incremento del OEE.

En primer lugar, considerando el escenario más conservador, donde el tiempo inicial de cambio era de 90 minutos y el tiempo final fue de 20 minutos, la reducción absoluta corresponde a:

$$\text{Reducción absoluta} = 90 \text{ minutos} - 20 \text{ minutos} = 70 \text{ minutos.}$$

La reducción relativa se calcula tomando como referencia el valor inicial:

$$\text{Reducción relativa} = [(90 - 20) / 90] \times 100 = 77.8\%$$

En un escenario donde el tiempo inicial era de 120 minutos y el tiempo final fue de 15 minutos, la reducción sería aún mayor:

$$\text{Reducción absoluta} = 120 \text{ minutos} - 15 \text{ minutos} = 105 \text{ minutos.}$$

$$\text{Reducción relativa} = [(120 - 15) / 120] \times 100 = 87.5\%$$

Por su parte, el incremento absoluto del OEE corresponde a la diferencia entre el valor final y el valor inicial:

$$\text{Incremento absoluto del OEE} = 80\% - 63\% = 17 \text{ puntos porcentuales.}$$

La mejora relativa del OEE se calcula tomando como referencia el valor inicial:

$$\text{Mejora relativa del OEE} = [(80 - 63) / 63] \times 100 = 27.0\%$$

Estos resultados indican que el proceso no solo mejoró en términos de disponibilidad y desempeño global, sino que también logró reducir de manera significativa una de sus principales fuentes de pérdida: los tiempos de cambio de modelo. Desde una perspectiva operativa, este nivel de mejora resulta relevante, ya que implica mayor aprovechamiento del equipo, menor tiempo improductivo, mejor capacidad de respuesta y mayor estabilidad del flujo productivo.

Impacto del liderazgo en los resultados.

Los resultados obtenidos no pueden explicarse únicamente por la implementación de acciones técnicas. La mejora del OEE y la reducción de los tiempos de cambio de modelo estuvieron estrechamente relacionadas con el papel del liderazgo en la coordinación, seguimiento y sostenimiento de los ciclos de calidad. El liderazgo permitió establecer una dirección clara, mantener el enfoque en los indicadores clave, asignar responsabilidades y promover la participación activa del personal involucrado en el proceso; de esta manera, la intervención no se limitó a reducir tiempos de preparación, sino que también fortaleció la disciplina operativa y la toma de decisiones basada en datos.

Un aspecto relevante fue que el liderazgo dejó de entenderse únicamente como una función de supervisión y se manifestó como una práctica de acompañamiento, facilitación y seguimiento. A través de los ciclos de calidad, los líderes promovieron la comunicación entre áreas, impulsaron la revisión de datos, y generaron condiciones para que los problemas se abordaran de manera colaborativa. Esto permitió que el personal operativo no fuera únicamente receptor de instrucciones, sino participante activo en la identificación de causas y en la ejecución de acciones de mejora.

La participación del personal operativo contribuyó a fortalecer la calidad del análisis, ya que quienes interactúan diariamente con el proceso poseen conocimiento práctico sobre las condiciones reales de

operación. Al integrar esta experiencia con el soporte técnico de mantenimiento, ingeniería y calidad, los ciclos de calidad facilitaron una toma de decisiones más completa y basada en evidencia.

Impacto de los ciclos de calidad en la cultura operativa.

La implementación de los ciclos de calidad también generó efectos positivos en la cultura operativa del proceso. Antes de la intervención, la atención a los problemas se realizaba principalmente de forma reactiva; es decir, una vez que la pérdida operativa, el retraso o la desviación ya habían ocurrido. Con la implementación de los ciclos de calidad, se promovió una dinámica más preventiva, orientada a revisar información, anticipar riesgos, dar seguimiento a causas recurrentes y verificar la efectividad de las acciones.

Este cambio permitió fortalecer valores organizacionales como la responsabilidad compartida, la disciplina, el trabajo en equipo y el compromiso con los resultados. Los ciclos de calidad funcionaron como espacios donde los participantes pudieron expresar problemas, proponer soluciones y asumir compromisos concretos; de esta manera, la mejora del OEE y la reducción de los tiempos de cambio no fueron únicamente el resultado de corregir aspectos técnicos, sino también de fortalecer comportamientos organizacionales alineados con la mejora continua.

Otro efecto relevante fue la mejora en la comunicación entre áreas. La interacción frecuente entre producción, calidad, mantenimiento e ingeniería permitió reducir la fragmentación en la solución de problemas. En lugar de analizar las desviaciones de manera aislada, los ciclos de calidad favorecieron una visión integral del proceso, en la que cada área pudo aportar información, recursos y acciones específicas para mejorar la eficiencia operativa.

Discusión de resultados.

Los resultados obtenidos permiten afirmar que los ciclos de calidad pueden ser una estrategia efectiva para mejorar la eficiencia operativa cuando se implementan con liderazgo, disciplina, seguimiento y

herramientas de mejora continua como SMED. La reducción de los tiempos de cambio de modelo de un rango inicial de 90 a 120 minutos a un rango final de 15 a 20 minutos en cuatro meses demuestra que la participación organizada del personal, combinada con el análisis de actividades, la estandarización del trabajo y la ejecución de acciones correctivas puede generar mejoras medibles en procesos de fabricación de metales; asimismo, el incremento del OEE de 63% a 80% evidencia que la reducción de pérdidas operativas impactó positivamente el desempeño global del equipo.

El caso del proceso de doblado mediante *Press Brake* evidencia que la eficiencia operativa no depende exclusivamente de factores técnicos, sino también de elementos humanos y organizacionales. La mejora observada fue posible porque el liderazgo facilitó la participación, promovió la comunicación, asignó responsabilidades, y sostuvo la revisión de avances; en este sentido, los ciclos de calidad actuaron como un puente entre la gestión del liderazgo y la mejora del desempeño operativo.

Desde una perspectiva académica y organizacional, estos resultados refuerzan la importancia de considerar los ciclos de calidad como espacios de aprendizaje y formación práctica. A través de ellos, los colaboradores desarrollan habilidades relacionadas con análisis de problemas, pensamiento crítico, comunicación, responsabilidad y toma de decisiones basada en datos; por lo tanto, su valor no se limita al incremento de un indicador operativo, sino que también contribuye al desarrollo de una cultura organizacional orientada a la mejora continua.

Finalmente, la mejora del OEE y la reducción de los tiempos de cambio representan indicadores tangibles del impacto de los ciclos de calidad; sin embargo, el principal aporte del caso radica en evidenciar cómo el liderazgo participativo puede convertir una pérdida operativa recurrente en una oportunidad de aprendizaje, colaboración y fortalecimiento cultural. Esto permite concluir, que los ciclos de calidad constituyen una herramienta útil no solo para mejorar procesos, sino también para desarrollar capacidades organizacionales sostenibles.

CONCLUSIONES.

La implementación de ciclos de calidad en el proceso de doblado mediante *Press Brake* permitió evidenciar que la eficiencia operativa puede mejorar significativamente cuando el liderazgo participativo se combina con el análisis de datos, la metodología SMED, la comunicación efectiva y el seguimiento disciplinado de acciones. La reducción de los tiempos de cambio de modelo, de un rango inicial de 90 a 120 minutos a un rango final de 15 a 20 minutos en un periodo de cuatro meses, representa una mejora relevante en la disponibilidad operativa del proceso; asimismo, el incremento del OEE de 63% a 80% constituye evidencia del impacto que puede generar la participación organizada del personal en la identificación y reducción de pérdidas operativas.

Los resultados obtenidos muestran que los ciclos de calidad no deben entenderse únicamente como una herramienta técnica de mejora continua, sino también como espacios de aprendizaje organizacional, colaboración y fortalecimiento de valores. A través de estos ciclos, el personal operativo y las áreas de soporte pudieron analizar causas, proponer soluciones, asumir responsabilidades y dar seguimiento a los avances del proceso. Esta dinámica favoreció una cultura basada en la responsabilidad compartida, el trabajo en equipo, la disciplina y la toma de decisiones basada en evidencia.

El liderazgo desempeñó un papel fundamental en la mejora observada, al facilitar la coordinación entre producción, calidad, mantenimiento e ingeniería. Más que una función limitada a la supervisión, el liderazgo actuó como un mecanismo de integración, orientación y seguimiento, permitiendo que los problemas fueran abordados de manera estructurada y colaborativa. Esto confirma que la mejora de la eficiencia operativa no depende exclusivamente de intervenciones técnicas, sino también de la capacidad de los líderes para movilizar al equipo hacia objetivos comunes.

El caso aplicado en el proceso de doblado mediante *Press Brake* demuestra que los ciclos de calidad pueden contribuir al desarrollo de capacidades organizacionales sostenibles, al transformar problemas operativos en oportunidades de aprendizaje y mejora.

La evolución positiva del OEE y la reducción de los tiempos de cambio sugieren que este enfoque puede ser replicable en otros procesos industriales que presenten pérdidas de eficiencia asociadas con paros recurrentes, falta de estandarización, comunicación limitada o seguimiento insuficiente de acciones.

Es importante reconocer, que este estudio se basa en una experiencia aplicada a un proceso específico y en un periodo de intervención de cuatro meses; por ello, futuras investigaciones podrían ampliar el análisis a otros procesos productivos, incorporar periodos de seguimiento más prolongados y evaluar indicadores complementarios como *Scrap*, productividad, calidad, tiempos muertos, y participación del personal. Esto permitiría fortalecer la validez del modelo y poder confirmar su aplicabilidad en distintos contextos industriales.

En conclusión, los ciclos de calidad, impulsados por un liderazgo participativo y apoyados por herramientas como SMED, representan una estrategia efectiva para reducir tiempos de cambio, mejorar el OEE, y fortalecer la cultura organizacional. Su valor no radica únicamente en el incremento de indicadores productivos, sino también en su capacidad para promover aprendizaje, responsabilidad, colaboración y compromiso con la mejora continua; de esta manera, el caso del proceso de doblado mediante *Press Brake* evidencia que el liderazgo y los ciclos de calidad pueden convertirse en elementos clave para construir procesos industriales más eficientes, flexibles y humanamente comprometidos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. Alogla, A. A. (2025). Engineering curriculum redesign for sustainable careers: a process mapping approach in higher education. *Journal of Umm Al-Qura University for Engineering and Architecture*. <https://doi.org/10.1007/s43995-025-00229-7>
2. Braglia, M., Afy-Shararah, M., Di Paco, F., Gabbrielli, R., & Marrazzini, L. (2026). Overall water effectiveness: A new lean indicator for digital evaluation of water efficiency in industrial processes. *Journal of Industrial Information Integration*, 50. <https://doi.org/10.1016/j.jii.2025.101031>

3. Brzychczy, E., Zuber, A., & Aalst, W. V. D. (2024). Process Mining of Mining Processes: Analyzing Longwall Coal Excavation Using Event Data. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems*, 54(5), 2723–2734. <https://doi.org/10.1109/TSMC.2023.3348496>
4. Chen, G., & You, F. (2025). Future Manufacturing with AI-Driven Particle Vision Analysis in the Microscopic World. *Engineering*, 52, 68–84. <https://doi.org/10.1016/j.eng.2025.08.005>
5. Dolati, M., & Sayyaf, N. (2026). Towards Reliable Deep Reinforcement Learning for Industrial Applications: A DDPG-based Algorithm with Improved Performance. *AUT Journal of Mechanical Engineering*, 10(1), 61–74. <https://doi.org/10.22060/ajme.2025.24180.6181>
6. Faisal, H., Wahid, S. A. A., Chowdhury, S. S., Rana, M. S., & Farhana, T. (2025). Unveiling the dynamics of business processes: the role of process mining in enhancing efficiency, ensuring compliance, and driving continuous improvement. *International Journal of Information Technology (Singapore)*. <https://doi.org/10.1007/s41870-025-02593-y>
7. Li, H. (2024). Image recognition based on machine learning and wireless sensor networks for predicting material loss in milling cutters. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. <https://doi.org/10.1007/s00170-024-14779-y>
8. Marcella, S., & Widjajati, E. P. (2024). Analysis of Lean Manufacturing Implementation through the Single Minute Exchange of Dies (SMED) Method to Reduce Setup Time in the Injection Molding Machine Process. *Journal of Applied Science, Engineering, Technology, and Education*, 6(1), 17–26. <https://doi.org/10.35877/454RI.asci2698>
9. Matonya, M. M., & Budai, I. (2025). Cloud-Based Data-Driven Framework for Optimizing Operational Efficiency and Sustainability in Tube Manufacturing. *Applied System Innovation*, 8(4). <https://doi.org/10.3390/asi8040100>

10. Milojevic, D., Tonic, N., Savkovic, M., & Macuzic, I. (2026). Robot vision for smart quality control in Industry 4.0 – Industrial case study. *Proceedings on Engineering Sciences*, 8(1), 241–250. <https://doi.org/10.24874/PES08.01.025>
11. Mirshokraee, S. A., Bedogni, S., Bindi, M., & Santoro, C. (2025). Substituting Natural Gas with Hydrogen for Thermal Application in a Hard-to-Abate Industry: A Real Case Study. *Hydrogen (Switzerland)*, 6(2). <https://doi.org/10.3390/hydrogen6020037>
12. Monteiro, J., Silva, F. J. G., Regattieri, C. R., Ferreira, L. P., Lucas, R. R., & Sales-Contini, R. C. M. (2025). Improving the economic and environmental sustainability of painting and glueing operations in a luxury leather goods industry using DMAIC methodology – a case study. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 27(6), 4264–4284. <https://doi.org/10.1007/s10163-025-02357-7>
13. Nandeeswaran, S., & Varadarajan, G. (2026). Blockchain-Enhanced Security Framework for Industrial IoT and Vehicular Networks with ChaCha20-Poly1305 Encryption and Zero Knowledge Proof. *Promet - Traffic and Transportation*, 38(3), 535–552. <https://doi.org/10.7307/ptt.v38i3.1129>
14. Patrício, L., Varela, L., & Silveira, Z. (2025). Proposal for a Sustainable Model for Integrating Robotic Process Automation and Machine Learning in Failure Prediction and Operational Efficiency in Predictive Maintenance. *Applied Sciences (Switzerland)*, 15(2). <https://doi.org/10.3390/app15020854>
15. Paz, W. H., & Blanco, F. S. (2024). Artificial Intelligence Model for Citizen Service in Mixed-Economy Companies. *International Journal of Intelligent Systems and Applications in Engineering*, 12(2s), 210–222. <https://www.scopus.com/pages/publications/85177864887?origin=resultslist>
16. Seepma, S. Y. M. H., Koskamp, J. A., Colin, M. G., Chiou, E., Sobhan, R., Bögels, T. F. J., Bastiaan, T., Zamanian, H., Baars, E. T., de Moel, P. J., Wolthers, M., & Kramer, O. J. I. (2025). Operational control strategy on optimal calcium removal in drinking water treatment processes: Insights from

reactor experiments, modelling and particle characterization. Water Research, 282.

<https://doi.org/10.1016/j.watres.2025.123647>

17. Segovia-Hernández, J. G., Juárez-García, M., Núñez-López, J. M., Cossio-Vargas, E., & Sánchez-Ramírez, E. (2026). The AI–PI nexus: Leveraging artificial intelligence for industrial process intensification—Applications, challenges, and future potential. Chemical Engineering and Processing - Process Intensification, 225. <https://doi.org/10.1016/j.cep.2026.110841>
18. Silva, E. F. L., & Goussain, B. G. C. S. (2025). Optimization of chemical injection in water treatment for floating production storage and offloading units using lean six sigma methodology. Brazilian Journal of Operations and Production Management, 22(2). <https://doi.org/10.14488/BJOPM.2603.2025>
19. Stamatopoulou, M., Tan, D., Bendikas, R., Modugno, V., Li, Z., & Kanoulas, D. (2026). eGAIT: Multi-Skilled Policy for Energy-Efficient Gait Transitions. IEEE Transactions on Automation Science and Engineering, 23, 1575–1586. <https://doi.org/10.1109/TASE.2025.3636224>
20. Villegas-Ch, W., Garcia-Ortiz, J., & Sanchez-Viteri, S. (2024). Toward Intelligent Monitoring in IoT: AI Applications for Real-Time Analysis and Prediction. IEEE Access, 12, 40368–40386. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3376707>
21. Wang, D., Hu, Q., Yuan, Z., Liu, A., & Qiao, J. (2026). Evolution-Guided Q-Learning for Optimal Regulation of Unknown Continuous-Time Systems. IEEE Transactions on Automation Science and Engineering, 23, 2035–2044. <https://doi.org/10.1109/TASE.2025.3649942>

DATOS DE LOS AUTORES.

1. **Francisco Javier Estrada-Orantes.** Doctor en Ingeniería y Ciencias Ambientales, Departamento de Ingeniería Industrial y Manufactura, Profesor-Investigador de Tiempo Completo, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Ciudad Juárez, Chihuahua, México. Correo electrónico: frestrad@uacj.mx

2. **Omar Celis-Gracia.** Máster en Ingeniería Industrial, Departamento de Ingeniería Eléctrica y Computación, Estudiante del Doctorado en Ciencias de la Ingeniería Avanzada, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Ciudad Juárez, Chihuahua, México. Correo electrónico: al232735@alumnos.uacj.mx

RECIBIDO: 25 de mayo del 2026.

APROBADO: 30 de junio del 2026.