

**Universidad Politécnica de Aguascalientes
Maestría en Ciencias en Ingeniería**

F-718/A Rev. C

**Implementación de la Metodología Lean Six
Sigma para Optimizar Procesos en el Área de
Posgrado e Investigación de la Universidad
Politécnica de Aguascalientes**

T E S I S

**PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS EN INGENIERÍA**

P R E S E N T A:

ING. GERARDO ZARATE SILVESTRE

DIRECTORA DE TESIS:

Dra. Rosa María Ramírez Prado

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE
AGUASCALIENTES**

CODIRECTORA DE TESIS:

Dra. Evelin Merit Ventura Mena

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE
AGUASCALIENTES**

AGUASCALIENTES, AGS. MARZO/2026

Carta de aceptación previa del documento de tesis (Formato F-718/D)



Aceptación del Documento de Tesis Formato F-718/D Rev. B

Aguascalientes, Ags. a [05] de [03] de [2026]

Dr. Víctor Arturo Maldonado Ruelas
Director de Posgrado e Investigación
P r e s e n t e

Los abajo firmantes, miembros del Comité Tutorial de la Tesis del alumno GERARDO ZARATE SILVESTRE, manifiestan que después de haber revisado su trabajo de tesis titulado "Implementación de la Metodología Lean Six Sigma para Optimizar Procesos en el Área de Posgrado e Investigación de la Universidad Politécnica de Aguascalientes", realizado bajo la dirección de Dra. Rosa María Ramírez Prado y de Dra. Evelyn Merit Ventura Mena Codirector de Tesis, el trabajo se ACEPTA para proceder a su impresión final y empastado.

ATENTAMENTE



Dra Rosa María Ramírez Prado
Director de Tesis



Dra. Evelyn Merit Ventura
Codirector de Tesis



Dra Yadhira Leal Romero
Revisor de Tesis



Dra Martha Ofelia Aldana Aguilar
Revisor de Tesis



José Eder Guzmán Mendoza
Coordinador de la Maestría en Ciencias en
Ingeniería

c.c.p. Alumno
c.c.p. Archivo

DEDICATORIA

A mis padres, por enseñarme con su ejemplo que la honestidad, la puntualidad y el esfuerzo constante son los cimientos sobre los que se construyen los sueños. Este logro es también suyo, porque sin su apoyo incondicional y sus enseñanzas no habría llegado hasta aquí.

A mi familia, por acompañarme en cada etapa de mi vida, alentándome siempre a crecer y a no rendirme, incluso en los momentos de mayor desafío.

A mi pareja, por su amor, paciencia y comprensión, por ser un motor que me impulsa a seguir adelante y un refugio en los días más difíciles. Gracias por caminar a mi lado y creer en mí incluso cuando yo dudé.

Y a mí mismo, porque este trabajo representa la lucha por mis metas, el deseo de crecer, de trascender y de demostrar que con disciplina y perseverancia se pueden alcanzar los sueños más grandes.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradezco a Dios por darme la fortaleza y la salud necesarias para llegar a este momento tan importante en mi vida.

A mis padres y a mi pareja, quienes siempre me han acompañado con su apoyo incondicional, sus consejos y su confianza, impulsándome a alcanzar cada una de mis metas.

A mis maestros y a la Universidad Politécnica de Aguascalientes, por brindarme las herramientas académicas y profesionales que hicieron posible este logro.

De manera muy especial, quiero agradecer a mi compañero y amigo Max, quien estuvo presente en cada etapa de esta maestría. Su apoyo, compañerismo y amistad fueron fundamentales para mantenernos firmes hasta el final. Juntos enfrentamos los retos y celebramos cada avance, demostrando que el trabajo en equipo y la confianza mutua hacen más ligero cualquier camino.

Finalmente, agradezco a todas las personas que, de una u otra forma, contribuyeron a que hoy pueda culminar este proyecto, pues cada palabra de aliento, cada gesto

de apoyo y cada momento compartido fueron parte esencial de este logro.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTOS	II
ÍNDICE DE CONTENIDO	IV
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VI
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
RESUMEN DEL TRABAJO DE TESIS	VIII
CAPÍTULO I CONTEXTO GENERAL	1
I.1 INTRODUCCIÓN.....	1
I.2 ESTADO DEL ARTE.....	1
I.3 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	2
I.4 HIPÓTESIS.....	2
I.4.1 <i>Hipótesis Nula</i>	2
I.4.2 <i>Hipótesis Alternativa</i>	3
I.5 OBJETIVOS.....	3
I.5.1 <i>Objetivo General</i>	3
I.5.2 <i>Objetivos Particulares</i>	3
I.6 JUSTIFICACIÓN	3
I.7 ALCANCES Y LIMITACIONES.....	4
I.7.1 <i>Alcances</i>	4
I.7.2 <i>Limitaciones</i>	4
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	6
II.1 METODOLOGÍA LEAN.	6
II.2 METODOLOGÍA SIX SIGMA.	6
II.3 METODOLOGIA LEAN SIX SIGMA	7
II.4 RAZONES PARA LA IMPLEMENTACION DE LEAN SIX SIGMA EN INSTITUCIONES EDUCATIVAS.....	8
II.4.1 <i>Reducción de costos en la gestión de calidad educativa</i>	8
II.4.2 <i>Mejora en la eficiencia y efectividad de procesos</i>	8
II.4.3 <i>Optimización de procesos administrativos y académicos</i>	9
II.4.4 <i>Incremento en la satisfacción de partes interesadas (estudiantes, docentes, empleados y comunidad)</i>	9
II.4.5 <i>Reducción de desperdicios</i>	9
II.5 UNIVERSIDAD POLITECNICA DE AGUASCALIENTES.....	9
II.6 SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD EN INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR.	10
II.7 ISO 9001	10
CAPÍTULO III METODOLOGÍA.....	12
III.1 ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN	12
III.2 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	12
III.3 HERRAMIENTAS DE ANÁLISIS	12
III.3.1 <i>SIPOC (Proveedores, Entradas, Procesos, Salidas, Clientes):</i>	13
III.3.2 <i>Pasos para la elaboracion de un SIPOC:</i>	13
III.3.3 <i>FMEA (Análisis Modal de Fallas e Impactos):</i>	14
III.3.4 <i>QFD (Despliegue de Función de Calidad):</i>	16
III.3.5 <i>SWIMLANE (Diagrama de flujo):</i>	18

CAPÍTULO IV	RESULTADOS	22
IV.1	ETAPA: DEFINIR.	22
IV.1.1	<i>Análisis de Procesos con SIPOC</i>	22
IV.2	ETAPA: ANALIZAR, MEJORAR Y CONTROLAR.	31
IV.2.1	<i>Evaluación de Riesgos con FMEA (Antes y Después)</i>	31
IV.2.2	<i>Identificación de Necesidades con QFD</i>	36
IV.3	ETAPA: MEDIR.....	36
IV.3.1	<i>Optimización de Flujos de Trabajo con Swim Lane</i>	36
IV.3.2	<i>Resultados después de la optimización:</i>	40
IV.4	IMPACTO GENERAL DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LEAN SIX SIGMA.....	45
IV.5	DISEÑO DE EXPERIMENTO	45
IV.5.1	<i>Tipo de diseño</i>	45
IV.5.2	<i>Variables de estudio</i>	45
IV.5.3	<i>Etapas del diseño experimental</i>	46
IV.5.4	<i>Resultados del experimento</i>	47
IV.5.5	<i>Conclusión del diseño experimental</i>	47
CAPÍTULO V	CONCLUSIONES	48
V.1	TRABAJO FUTURO	48
CAPÍTULO VI	PUBLICACIONES REALIZADAS	50
CAPÍTULO VIII	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Pasos del SIPOC [35]	13
Figura 2. Ejemplo y partes de un FMEA [36].....	14
Figura 3. Esquema de un QFD [37].....	17
Figura 4. Ejemplo de un Swim Lane. [38].....	19
Figura 5. Swimlane actual	39
Figura 6. Swimlane optimizado	45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estado del arte	2
Tabla 2. Razones para la implementación de lean six sigma en IES	8
Tabla 3. Herramientas usadas en el ciclo DMAIC	12
Tabla 4. SIPOC actual.....	27
Tabla 5. SIPOC optimizado	31
Tabla 6. AMEF actual.....	33
Tabla 7. AMEF optimizado	35
Tabla 8. Tabla de identificación de necesidades del cliente y priorización (QFD). 36	
Tabla 9. Tabla comparativa de la optimización del diagrama de proceso	40
Tabla 10. Variables de estudio	46
Tabla 11. Resultados del experimento	47

RESUMEN DEL TRABAJO DE TESIS

La presente investigación aborda el problema de la ineficiencia en los procesos administrativos y académicos del área de Posgrado e Investigación de la Universidad Politécnica de Aguascalientes (UPA), los cuales presentaban tiempos prolongados de respuesta, duplicidad de actividades, falta de estandarización documental y retrabajos que impactaban negativamente en la calidad del servicio y en la satisfacción de estudiantes y académicos.

El objetivo de la investigación fue analizar y optimizar los procesos del área de Posgrado e Investigación mediante la implementación de la metodología Lean Six Sigma, con la finalidad de incrementar la eficiencia operativa, reducir desperdicios, disminuir la variabilidad en los procesos y mejorar la calidad del servicio ofrecido a las partes interesadas.

Metodología:

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cualitativo con un diseño de estudio aplicado orientado a la mejora de procesos. La población estuvo conformada por los procesos administrativos y académicos del área de Posgrado e Investigación, considerando como principales actores a coordinadores, docentes, personal administrativo y usuarios (estudiantes).

Se empleó la metodología Lean Six Sigma a través del ciclo DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar). Como principales herramientas se utilizaron:

- SIPOC, para la identificación y delimitación de procesos clave.
- AMEF (Análisis Modal de Fallas y Efectos), para la evaluación y priorización de riesgos.
- QFD (Despliegue de la Función de Calidad), para alinear las mejoras con la voz del cliente.
- Diagramas Swim Lane, para mapear responsabilidades y detectar actividades redundantes.
-

La aplicación de estas herramientas permitió identificar actividades que no agregaban valor, riesgos críticos y áreas con oportunidad de mejora, diseñando e implementando acciones correctivas y estandarizaciones documentales.

Se concluye que la implementación de la metodología Lean Six Sigma contribuye significativamente a la optimización de los procesos administrativos del área de Posgrado e Investigación, logrando una reducción del 7.63% en el tiempo total de ejecución de tareas, disminución de errores operativos, eliminación de actividades redundantes y fortalecimiento de la comunicación interdepartamental. Asimismo, se estableció una base metodológica replicable que favorece la mejora continua y puede ser aplicada en otras áreas de la institución o en instituciones de educación superior con características similares.

Capítulo I CONTEXTO GENERAL

En la sección 0 se describe la introducción de este trabajo, en el que se presenta el problema de la optimización de procesos mediante la metodología Six sigma en el área de posgrados en una institución educativa.

En la sección I.2 muestra el estado del arte.

Después en la sección I.3 se plantea el problema principal

En la sección I.4 se plasma la hipótesis del problema principal

Finalmente, en la sección I.5 se hacen notar los objetivos generales, así como los objetivos específicos que se han planteado para la posible solución del problema mencionado, así mismo en la sección I.6 se muestra la justificación del por qué se requiere solucionar el problema planteado y finalmente en la sección I.7 se plantean los alcances y limitaciones que surgirán a lo largo de la investigación.

I.1 Introducción

En el ámbito de la educación superior, el área de posgrado e investigación desempeña un papel crucial en la generación de conocimiento y la formación de investigadores. Sin embargo, la eficiencia en los procesos administrativos y la gestión de recursos son fundamentales para asegurar la calidad y competitividad de la institución. La metodología Six Sigma ofrece un marco estructurado para la mejora continua, enfocado en la reducción de variabilidad y la optimización de procesos. Aplicar Six Sigma en el área de posgrado e investigación puede resultar en beneficios significativos como la mejora del tiempo de respuesta, la reducción de errores y una gestión más eficiente de recursos.

I.2 Estado Del Arte

La aplicación de la metodología Lean Six Sigma (LSS) en Instituciones de Educación Superior (IES) ha cobrado relevancia en las últimas décadas como estrategia para mejorar la eficiencia operativa, reducir desperdicios y fortalecer la calidad en los servicios educativos.

Diversos estudios evidencian que la implementación de LSS en universidades contribuye a la optimización de procesos administrativos y académicos. Antony identifica los principales desafíos en el despliegue de LSS en el sector educativo, destacando la resistencia al cambio y la falta de compromiso directivo como barreras críticas [1]. De manera complementaria, se han documentado mejoras significativas en tiempos de respuesta y reducción de variabilidad en procesos universitarios mediante estudios de caso en el Reino Unido [4].

Asimismo, una revisión sistemática confirma el impacto positivo de Lean y Six Sigma en la mejora de la eficiencia institucional y la calidad educativa [10]. De forma similar, la aplicación de Lean Thinking en contextos académicos ha demostrado reducir actividades que no agregan valor y mejorar la experiencia del usuario interno [26].

Desde una perspectiva estratégica, se ha señalado que el liderazgo organizacional es un factor determinante para el éxito en la implementación de LSS [25], mientras que también se destaca la necesidad de alinear la cultura organizacional con los principios Lean para garantizar sostenibilidad en el tiempo [36]. En cuanto a la evaluación de la calidad en

servicios educativos, se han definido constructos específicos que pueden integrarse con herramientas estadísticas propias de Six Sigma [38].

Los fundamentos conceptuales de esta metodología se sustentan en los principios del Lean Production [40] y el Sistema de Producción Toyota [27], los cuales priorizan la eliminación sistemática de desperdicios y la mejora continua como ejes centrales de la gestión organizacional.

En la Tabla 1 se presenta una síntesis comparativa de los principales estudios identificados.

Autor(es)	Enfoque del estudio	Principales aportaciones	Relación con la investigación	Año
Antony	Despliegue de LSS en educación superior	Identifica barreras y retos en implementación	Fundamenta riesgos y factores críticos en IES	2015
Badri & Davis	Caso en universidad UK	Mejora en tiempos, reducción de variabilidad	Evidencia impacto real de LSS en IES	2018
Barrera García et al.	Six Sigma en gestión de mediciones	Mejora control y reducción de errores	Sustenta control estadístico en procesos	2017
Bonilla Guarnizo	Impacto en productividad	Relación LSS–competitividad	Soporte teórico en mejora de desempeño	2020
Cudney et al.	Revisión sistemática	Evidencia beneficios en eficiencia y calidad	Base científica internacional	2018
Doman	Lean en educación	Adaptación del paradigma Lean	Fundamentación conceptual	2011
Duro Novoa	Competitividad en IES	Integración Lean, Six Sigma y BPM	Relaciona gestión estratégica	2016
Guerrero Moreno et al.	Revisión en IES	Mejora administrativa y reducción de desperdicio	Soporte en contexto latinoamericano	2019
Laux et al.	Big data + Six Sigma	Uso de análisis estadístico en educación	Relación con enfoque cuantitativo	2017
Lu et al.	Liderazgo en LSS	Rol del liderazgo en éxito de implementación	Factor organizacional crítico	2017
Narayanamurthy et al.	Investigación-acción	Mejora de procesos académicos	Evidencia mejora operativa	2017
Raifsnider & Kurt	White Paper LSS en universidades	Aplicación práctica de metodologías probadas	Antecedente pionero	2004
Rajadell & Sánchez	Lean Manufacturing	Eliminación de desperdicios	Base conceptual Lean	2010
Snee	Evolución Lean Six Sigma	Mejora continua integrada	Marco metodológico	2010
Thomas et al.	Comparativo Lean en UK	Impacto en eficiencia institucional	Evidencia comparativa	2016
Thirkell & Ashman	Lean + RRHH	Cultura organizacional	Soporte en gestión del cambio	2014
Vijaya Sunder	Calidad en servicios educativos	Constructos de calidad en HE	Soporte variable calidad	2016
Wiegel & Hadzialic	Adaptación LSS a HE	Ajustes estructurales en universidades	Justifica adaptación metodológica	2015
Womack et al.	Lean Production	Principios Lean	Base filosófica	1990
Ohno	Toyota Production System	Eliminación de desperdicios	Origen del enfoque Lean	1988

Tabla 1. Estado del arte

I.3 Descripción General del Problema de Investigación

En el contexto actual de la educación superior, el área de posgrado e investigación de la Universidad Politécnica de Aguascalientes desempeña un papel fundamental en la generación de conocimiento y el desarrollo académico. Sin embargo, la eficiencia en los procesos administrativos, procedimientos y la gestión de recursos son áreas que pueden presentar desafíos significativos para las instituciones educativas. La falta de optimización en estos procesos puede llevar a problemas como tiempos prolongados de respuesta, errores en la gestión de documentos y recursos subutilizados, afectando negativamente la calidad del servicio y la satisfacción de estudiantes y académicos.

I.4 Hipótesis

I.4.1 Hipótesis Nula

La aplicación de la metodología Lean Six Sigma en el área de posgrado e investigación de la Universidad Politécnica de Aguascalientes no produce mejoras significativas en la eficiencia operativa ni en la calidad del servicio, por lo que no se observa una optimización en los procesos internos ni un impacto relevante en la satisfacción de estudiantes y académicos.

I.4.2 Hipótesis Alternativa

La aplicación de Lean Six Sigma, mediante el enfoque DMAIC, mejora significativamente la eficiencia operativa y la calidad del servicio en el área de posgrado e investigación, optimizando procesos, reduciendo tiempos de respuesta y elevando la satisfacción de los usuarios académicos.

I.5 Objetivos

I.5.1 Objetivo General

El objetivo de esta investigación es aplicar la metodología Six Sigma para identificar y optimizar el proceso del servicio educativo de posgrados (Doc 711) de la Universidad Politécnica de Aguascalientes, con el propósito de aumentar la eficiencia operativa y la calidad del servicio para estudiantes y académicos

I.5.2 Objetivos Particulares

- Realizar un análisis exhaustivo de los procesos actuales en el área de posgrado e investigación, identificando áreas de oportunidad para la mejora.
- Aplicar herramientas de Six Sigma como DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar, Controlar) para priorizar y abordar las áreas identificadas, utilizando datos históricos y actuales.
- Diseñar e implementar mejoras en los procesos seleccionados, aplicando técnicas estadísticas y de gestión de calidad para optimizar el rendimiento.
- Evaluar el impacto de las mejoras implementadas mediante indicadores clave de desempeño, como eficiencia operativa, calidad del servicio y satisfacción de los usuarios.
- Desarrollar un plan de control para monitorear continuamente los procesos optimizados y garantizar la sostenibilidad de los resultados obtenidos.

I.6 Justificación

La implementación de la Metodología Lean Six Sigma en el área de Posgrado e Investigación de la Universidad Politécnica de Aguascalientes se justifica por la necesidad de optimizar los procesos administrativos y académicos para mejorar la eficiencia y la calidad de los servicios ofrecidos. En el contexto de la educación superior, la gestión efectiva de los recursos y procesos es fundamental para mantener la competitividad y garantizar la satisfacción de estudiantes, docentes e investigadores.

La metodología Lean Six Sigma combina las técnicas de Lean Manufacturing, que se enfocan en la eliminación de desperdicios y la mejora continua, con las herramientas de Six Sigma, que buscan la reducción de la variabilidad y el aumento de la calidad. Al aplicar esta metodología, se espera[x]:

- **Mejorar la eficiencia operativa:** Identificar y eliminar actividades que no agregan valor, optimizando el uso de recursos y reduciendo tiempos de ciclo.
- **Aumentar la satisfacción de los usuarios:** Implementar mejoras que respondan a las necesidades y expectativas de estudiantes y docentes, elevando la calidad de los servicios académicos y administrativos.
- **Reducción de errores y retrabajos:** Minimizar la variabilidad en los procesos para disminuir la ocurrencia de errores, lo cual conlleva a una disminución de los costos asociados a correcciones y retrabajos.
- **Fomentar una cultura de mejora continua:** Promover una mentalidad orientada a la mejora constante y a la innovación entre el personal administrativo y académico, facilitando la adaptación a cambios y nuevas demandas.

La aplicación de Lean Six Sigma en la Universidad Politécnica de Aguascalientes no solo traerá beneficios operativos, sino que también contribuirá a crear un entorno de trabajo más organizado y proactivo, donde los procesos fluyan de manera más ágil y eficiente, impulsando así la calidad académica y la excelencia institucional.

I.7 Alcances y Limitaciones

I.7.1 Alcances

1. **Mejora en la eficiencia de los procesos:** La implementación de Lean Six Sigma permitirá identificar y eliminar actividades que no agregan valor, optimizando el uso de recursos y reduciendo tiempos de ciclo.
2. **Aumento en la calidad del servicio:** Al reducir la variabilidad en los procesos y enfocar los esfuerzos en la satisfacción del usuario, se elevará la calidad de los servicios ofrecidos a estudiantes y docentes.
3. **Desarrollo de una cultura de mejora continua:** Fomentar una mentalidad orientada a la mejora constante y a la innovación entre el personal administrativo y académico, lo que facilitará la adaptación a cambios y nuevas demandas.
4. **Reducción de costos:** La optimización de procesos y la disminución de errores y retrabajos contribuirán a una reducción de costos operativos.
5. **Documentación y estandarización de procesos:** Crear manuales y guías estandarizadas que aseguren la continuidad de las buenas prácticas implementadas, incluso ante cambios en el personal.

I.7.2 Limitaciones

- **Resistencia al cambio:** La implementación de nuevas metodologías puede encontrar resistencia entre el personal administrativo y académico, lo que podría ralentizar el proceso de mejora.
- **Recursos limitados:** La disponibilidad de recursos (tiempo, personal, presupuesto) puede ser insuficiente para implementar completamente todas las etapas de la metodología Lean Six Sigma.
- **Capacitación y formación:** La necesidad de capacitar al personal en las herramientas y técnicas de Lean Six Sigma puede representar un desafío logístico y financiero.

- **Datos insuficientes o de baja calidad:** La falta de datos precisos y suficientes para analizar los procesos y medir los resultados puede limitar la efectividad de las mejoras propuestas.
- **Complejidad de los procesos:** Algunos procesos pueden ser demasiado complejos para ser mejorados significativamente mediante Lean Six Sigma sin una revisión y reestructuración completa, lo cual puede ser difícil de implementar en un entorno académico.
- **Impacto limitado en áreas específicas:** La metodología puede tener un impacto más significativo en ciertos procesos administrativos y operativos, pero menos en aquellos que dependen en gran medida de factores externos o que son inherentemente variables, como la investigación académica.

Capítulo II MARCO TEÓRICO

La aplicación de la metodología Lean Six Sigma en las instituciones de educación superior ha enfrentado diversos desafíos y obstáculos que han ralentizado su adopción, debido a las diferencias obvias entre implementarla en el sector manufacturero y en el educativo. Estos obstáculos han sido identificados y descritos por varios autores en la literatura sobre calidad. Por ejemplo, se pueden mencionar algunas situaciones típicas en este contexto: el rol dual de los estudiantes como clientes y productos de un servicio; la variedad de indicadores de calidad en procesos administrativos y académicos; la dificultad para obtener y analizar datos; la presencia de factores no cuantificables e incontrolables; la falta de un pensamiento orientado a procesos; la falta de visión estratégica; la carencia de comunicación, cultura y recursos, entre otros.

Estas barreras pueden ser superadas si se aplican principios en las instituciones de educación superior que aseguren una implementación y sostenibilidad de Lean Six Sigma. [1]

II.1 Metodología Lean.

Lean Manufacturing, o manufactura esbelta, es un modelo de organización y gestión del sistema de fabricación que abarca personas, materiales, máquinas y métodos. Su objetivo es aumentar la calidad, el servicio y la eficiencia mediante la mejora continua. Esto se logra aportan valor al producto y por las cuales el cliente no está dispuesto a pagar. [2]

En 2005, Melton señaló que solo el 5% de las actividades de las empresas agregan valor, mientras que el 60% no agregan valor en absoluto. Taj y Berro (2006) afirmaron que las empresas manufactureras desperdician alrededor del 70% de sus recursos. Según Jones, Hines y Rich, para muchas organizaciones, menos del 10% de las actividades agregan valor y casi el 60% no aportan ningún valor.[3]

En cada empresa existen actividades, ya sean muy o poco visibles, que generan pérdidas de dinero. Según Womack [39], estas actividades se denominan "Muda", una palabra japonesa que significa desperdicio. Ohno [40] explica que el desperdicio es el principal problema de cualquier proceso empresarial, ya que abarca cualquier actividad humana que consume recursos pero no crea valor. Ejemplos de desperdicio incluyen errores que requieren retrabajo, productos no necesarios que se acumulan en inventarios, etapas innecesarias en el proceso, movimientos de empleados y transporte de materia prima sin propósito. Estas actividades causan gastos innecesarios para la empresa.

II.2 Metodología Six Sigma.

Por otra parte, partiendo del contexto anterior, la metodología Six Sigma se basa en el ciclo DMAIC: definir, medir, analizar, mejorar y controlar. Este ciclo se utiliza para optimizar los

procesos existentes en una organización y tiene como objetivo eliminar las actividades que no agregan valor, reduciendo la variabilidad.[4]

Una institución de educación superior que implemente Six Sigma generalmente debe comenzar con la metodología de mejoramiento de Deming, que se basa en el ciclo PHVA (Planear, Hacer, Verificar, Actuar). El ciclo DMAIC, que corresponde a las etapas de Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar, se centra en proyectos específicos. Un proyecto DMAIC busca definir, identificar y establecer un problema, medir su desempeño, analizar los resultados y posteriormente mejorar el proceso para estandarizarlo y controlarlo [5]

En otras palabras, Six Sigma es un “método basado en datos para llevar la calidad a niveles cercanos a la perfección; se diferencia de otros enfoques porque también corrige los problemas antes de que se presenten pérdidas” [41]. Es importante destacar que esta metodología es aplicable a cualquier tipo de organización, como diseño, comunicación, formación, producción y administración, tal como mencionan Pérez y García en el artículo "Implementación de la metodología DMAIC-Six Sigma en el envasado de licores en Fanal".

Este método busca mejorar los procesos de la mejor manera, abarcando aspectos como la calidad, la eficiencia y los niveles de servicio. Metodológicamente, es más ordenado y utiliza de forma extensa los datos para entender y analizar el comportamiento de los procesos, identificando mejoras viables que sirvan durante mucho tiempo. [41]

El objetivo de Six Sigma es “eliminar desperdicios y errores, mejorar la calidad y los costos, y reducir el tiempo de los ciclos en los procesos. Sigma mide, en la curva normal, la dispersión de los ‘datos’ a ambos lados del valor central”. [6]

II.3 Metodología Lean Six Sigma

La evolución de Lean Six Sigma (LSS) comenzó en el año 2000, cuando por primera vez se utilizó este término para describir un sistema que combina Lean Manufacturing y Six Sigma (S. Souraj et al., 2010) . Una de las definiciones encontradas en la literatura sobre LSS establece que es una metodología que se enfoca en la eliminación de desperdicio y la reducción de variación, apoyándose en la estructura DMAIC, con el fin de lograr la satisfacción del cliente, teniendo en cuenta la calidad, el costo y la entrega. [7]

Autores como Snee [8] le dan a Lean Six Sigma (LSS) una definición con un mayor alcance a nivel organizacional, describiéndola como una estrategia de negocio que incrementa el rendimiento de los procesos y desarrolla la satisfacción del cliente, el liderazgo y los resultados financieros. Esto mejora la calidad, la eficiencia y los costos.

Varias instituciones de educación superior (IES) se han adentrado en la implementación de Lean o Six Sigma; sin embargo, pocas lo han hecho integrando Lean Six Sigma, a pesar de la aplicabilidad y los grandes beneficios que esta metodología puede ofrecer. Cudney [9] realizaron una revisión sistemática de Lean Manufacturing y Six Sigma en las IES para identificar las oportunidades existentes en este sector para estas metodologías. Encontraron

que la implementación es adecuada para mejorar métodos de enseñanza, procesos administrativos y otras facetas de las IES.

II.4 Razones para la implementación de Lean Six Sigma en Instituciones Educativas.

En la tabla 2 se muestran 5 razones para implementar Lean Manufacturing, Six Sigma o LSS, identificando el autor o autores que lo describieron, así como la frecuencia de repetición. En general, y en su mayoría, las IES implementan una de estas dos metodologías (Lean Manufacturing y Six Sigma) o su integración.

No.	Razones	Autor(es)	Frecuencia.
1	Reducir costos de gestión de calidad educativa	[26][20][25][35][38][1][36][18][2][39][11][6][19][16][9][30][4][28][12][39]	20
2	Mejorar eficiencia y efectividad de procesos	[25][1][18][2][4][28][12]	7
3	Mejorar procesos administrativos y académicos	[26][1][18][19][30][28][12]	7
4	Incrementar la satisfacción de partes interesadas (estudiantes, docentes, empleados y comunidad)	[25][38][1][36][30]	5
5	Reducir desperdicios	[25][18][4]	3

Tabla 2. Razones para la implementación de lean six sigma en IES

II.4.1 Reducción de costos en la gestión de calidad educativa

Implementar Lean Six Sigma permite optimizar procesos administrativos y académicos, eliminando desperdicios y reduciendo costos operativos, lo que se traduce en una gestión más eficiente de los recursos financieros.

II.4.2 Mejora en la eficiencia y efectividad de procesos

A través del enfoque estructurado de Lean Six Sigma, las instituciones pueden estandarizar y agilizar sus procesos internos, minimizando errores y tiempos de espera, lo que mejora la calidad y rapidez en la prestación de servicios educativos.

II.4.3 Optimización de procesos administrativos y académicos

La aplicación de esta metodología contribuye a la identificación y eliminación de actividades innecesarias en procesos clave, mejorando la toma de decisiones y aumentando la productividad en el ámbito académico y administrativo.

II.4.4 Incremento en la satisfacción de partes interesadas (estudiantes, docentes, empleados y comunidad)

Al enfocarse en la mejora continua y en la reducción de la variabilidad en los servicios, Lean Six Sigma permite ofrecer una mejor experiencia a los estudiantes y académicos, asegurando que sus necesidades sean atendidas de manera eficiente.

II.4.5 Reducción de desperdicios

Mediante la identificación y eliminación de actividades que no generan valor, Lean Six Sigma ayuda a reducir el uso innecesario de materiales, tiempo y esfuerzo, promoviendo una cultura organizacional orientada a la eficiencia y sostenibilidad.

II.5 Universidad Politécnica de Aguascalientes.

El 9 de junio de 2002, el Instituto de Educación de Aguascalientes anunció la apertura de la Universidad Politécnica de Aguascalientes (UPA), programada para septiembre de ese año. El proyecto se ubicó en el antiguo Centro de Capacitación de los Trabajadores Ferrocarrileros. El Ing. Fco. Javier Cervantes Camarena dirigió el proyecto, con el respaldo del gobierno estatal y el Instituto de Educación de Aguascalientes.

La primera convocatoria se llevó a cabo en el Edificio Piscis y, tras un proceso de selección, el ciclo escolar inició el 1 de septiembre de 2002 con 308 alumnos en cinco carreras. La inauguración oficial fue el 4 de septiembre de 2002, presidida por diversas autoridades y empresarios. El Dr. Guillermo Hernández Duque Delgadillo fue nombrado primer rector.

En septiembre del primer año, la UPA graduó a sus primeros 107 profesionistas. La familia Barba donó el terreno para el campus definitivo, cuya primera piedra se colocó el 10 de agosto de 2003. La construcción del campus se completó el 20 de mayo de 2004 y fue inaugurada por el Presidente Vicente Fox. El diseño del campus fue adoptado como modelo para otras universidades politécnicas en México.

En 2006, se realizó un estudio de mercado que orientó la oferta académica hacia áreas específicas demandadas por el sector empresarial. Hoy, la UPA es reconocida por su educación innovadora y su estrecha relación con el sector empresarial. [4]

II.6 Sistema de gestión de calidad en Instituciones de Educación Superior.

La gestión de la calidad en las instituciones de educación superior es esencial y desafiante en la sociedad actual. Esto incluye todo, desde programas académicos e investigación hasta el personal, los estudiantes, la infraestructura y los servicios a la comunidad y al entorno universitario. La calidad en la educación superior es un concepto amplio que abarca todos los procesos universitarios. Debe ser el foco principal de sus acciones para asegurar que todas las partes interesadas estén satisfechas.

Cada institución necesita estrategias específicas para alcanzar sus objetivos y mejorar la enseñanza y el aprendizaje. La integración de procesos de gestión educativa estratégica que incluyan a toda la comunidad de aprendizaje es crucial para recuperar y mejorar el rendimiento escolar.

El Sistema de Gestión de Calidad (SGC) actúa como una respuesta a las demandas sociales de responsabilidad e impacto, implicando un compromiso de responsabilidad por parte de todos los miembros de la Institución de Educación Superior (IES). Específicamente, los objetivos de la Gestión de la Calidad incluyen el cumplimiento, control, responsabilidad y mejora continua. [31]

Las instituciones de educación superior consideran la gestión de la calidad como una prioridad porque son vistas como centros de formación de profesionales e investigadores de alto nivel por parte de las organizaciones empresariales, la industria de la transformación y las dependencias gubernamentales. Además, estas instituciones son unidades de producción de conocimiento y tecnología, aspectos cruciales para mantener el ritmo de desarrollo económico y mejorar la calidad de vida del país. Sin embargo, para la comunidad en general, el concepto de calidad en la educación superior se asocia directamente con el éxito de los egresados en el mercado laboral. Es decir, quienes buscan una educación superior de calidad esperan que el conocimiento y la formación recibidos estén alineados con las habilidades y competencias demandadas en el ámbito laboral y respondan a las necesidades regionales y globales. [32]

II.7 ISO 9001

Debido al proceso de globalización y la necesidad de estandarizar y simplificar los procedimientos y regulaciones, la serie de Normas ISO 9000 de la International Organization for Standardization (ISO) surgió como respuesta a los requerimientos de los sistemas de gestión de la calidad en organizaciones y empresas. Además, estas normas ofrecen una manera de reducir costos y mejorar los procesos de producción, considerando que la calidad es un factor clave para la competitividad en cualquier mercado.[33]

Es importante aclarar que lo que comúnmente se conoce como ISO 9000 no es una única norma, sino un conjunto de ellas: una familia de estándares de aplicación general cuyo objetivo principal es establecer un sistema de gestión de la calidad dentro de una organización. Esto busca aumentar la productividad, reducir costos innecesarios y garantizar

la calidad de los procesos y productos. Además, estas normas promueven características como la protección del medioambiente, la seguridad, la fiabilidad, la eficiencia y la capacidad de intercambio a un costo económico razonable.

Uno de los aportes de mayor importancia de la serie de Normas ISO 9000 para mejorar el desempeño de las organizaciones es el diseño de un sistema de gestión de la calidad basado en ocho principios de gestión, que son los siguientes:

- Enfoque en el cliente.
- Liderazgo.
- Participación del personal.
- Enfoque basado en procesos.
- Enfoque de sistema de gestión.
- Mejora continua.
- Decisiones basadas en hechos.
- Relación de beneficio mutuo con los proveedores.

Por otro lado, la principal característica de la Norma ISO 9001 es su enfoque en la documentación, especialmente en el *Manual de Gestión de la Calidad*. Este manual define de manera clara todos los aspectos necesarios para alcanzar la calidad de los productos o servicios ofrecidos y asegura que el sistema de gestión de la calidad esté bien adaptado a las necesidades de la organización. En este documento también se establecen los alcances, la política de calidad y los objetivos relacionados, además de describir los procesos involucrados y sus interrelaciones. [34]

Capítulo III METODOLOGÍA

III.1 Enfoque de investigación

Este estudio utiliza un enfoque cualitativo y tiene como objetivo optimizar procesos en las áreas de posgrado e investigación de la Universidad Politécnica de Aguascalientes. Este enfoque se presta a un análisis en profundidad de los procesos administrativos desde una perspectiva estructurada, centrándose en las experiencias y percepciones de los involucrados.

III.2 Diseño de investigación

El estudio se estructuró como mixto (cualitativo y cuantitativo) utilizando dentro de la metodología Lean Six Sigma el ciclo DMAIC orientado a identificar y mejorar áreas de oportunidad en los procesos administrativos. Como se observa en la tabla 3 se aplican herramientas de análisis cualitativo como SIPOC para mapear procesos, FMEA para evaluar riesgos, , QFD para alinear mejoras con las necesidades y expectativas de los usuarios y SWIM LANE para identificar pasos redundantes y áreas de mejora.

Etapas DMAIC	Descripción	Herramientas Aplicables
Definir	Identificar el problema, los objetivos y los requisitos del cliente (CTQ: Critical to Quality).	SIPOC: Mapear el proceso a alto nivel. QFD: Traducir necesidades del cliente en especificaciones.
Medir	Recopilar datos sobre el proceso actual para establecer una línea base.	SWIM LANE: Identifica paso redundantes, demoras y áreas de mejora.
Analizar	Identificar las causas raíz de los problemas y evaluar los riesgos asociados.	AMEF: Identificar fallos potenciales en el proceso.
Mejorar	Desarrollar e implementar soluciones para abordar las causas raíz y optimizar el proceso.	AMEF: Evaluar riesgos de las soluciones propuestas. QFD: Priorización de mejoras basadas en necesidades del cliente.
Controlar	Establecer controles para mantener las mejoras implementadas a largo plazo.	AMEF: Seguimiento al NPR.

Tabla 3. Herramientas usadas en el ciclo DMAIC

III.3 Herramientas de análisis

La herramienta elegida permite un análisis detallado del proceso desde múltiples perspectivas:

III.3.1 SIPOC (Proveedores, Entradas, Procesos, Salidas, Clientes):

Se utiliza para obtener una visión general de los procesos clave en el ámbito del posgrado, identificando los proveedores, entradas, salidas y clientes involucrados en cada etapa.

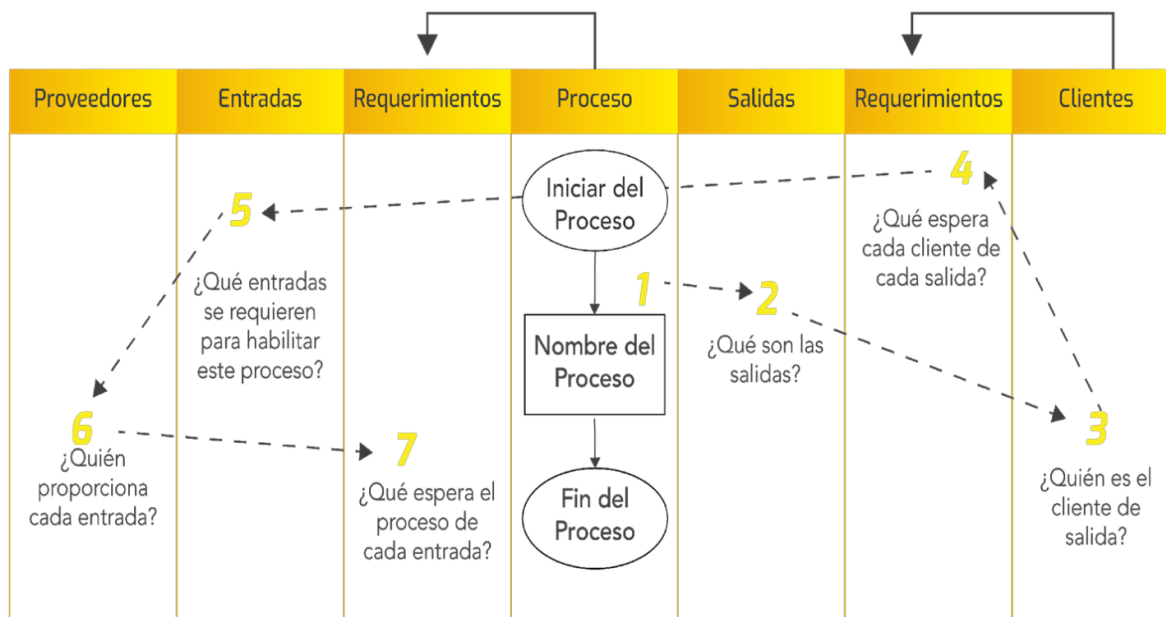


Figura 1. Pasos del SIPOC [35]

III.3.2 Pasos para la elaboración de un SIPOC:

III.3.2.1 Definir el proceso

- Nombrar el proceso: Asigne un nombre breve y claro que describa la acción principal y englobe todo el alcance del proceso.
- Determinar los límites: Identifique los límites del proceso para garantizar que el responsable tiene control sobre todas sus etapas. Esto asegura que el problema esté dentro de los límites definidos y delimita el alcance de la mejora posible.

III.3.2.2 Identificar las salidas del proceso

- Enumere lo que el proceso entrega al cliente, como productos, documentos, información o incluso residuos (salidas no deseadas). Este paso debe centrarse en las salidas actuales, no en las futuras o ideales.

III.3.2.3 Identificar los clientes

- Determine quiénes reciben las salidas mencionadas en el paso anterior. Estos pueden ser clientes internos (departamentos, gerencias) o externos (usuarios finales).

III.3.2.4 Identificar las entradas del proceso

- Liste los requerimientos específicos y medibles que los clientes tienen para cada salida.
- Escuche la voz del cliente: Para entender sus necesidades, observe cómo utilizan el producto, pruebe el producto personalmente, realice encuestas o organice grupos de enfoque. Esto ayuda a identificar las principales expectativas (las grandes “Y’s”) que deben guiar el cumplimiento de los entregables.

III.3.2.5 Identificar los proveedores

- Detalle los elementos necesarios para que el proceso genere las salidas. Utilice las 6M’s (Mano de obra, Materiales, Métodos, Mediciones, Máquinas y Medio ambiente) para asegurarse de abarcar todas las entradas críticas.

III.3.2.6 Determinar los requerimientos de los clientes

- Identifique las entidades que suministran las entradas al proceso, ya sean internas (otros departamentos) o externas (proveedores externos).
- Asegúrese de que cada entrada tenga al menos un proveedor asociado.

III.3.3 FMEA (Análisis Modal de Fallas e Impactos):

Se utiliza para identificar posibles fallas en el proceso y sus impactos, priorizando aquellas fallas que tienen mayor impacto en la calidad del servicio como se muestra en la Fig 2.

AMEF															
ANÁLISIS DEL MODO Y EFECTO DE LA FALLA										Gerencia:		Ingenieros:			
AMEF No. 000 FECHA DE JUNTA DE REVISION:MM/DD/AAAA										Departamento:		Fecha:			
Descripción						Situación Actual		Departamentos involucrados:		Hoja 1 de 1					
Proceso	Subproceso	Modo de Falla	Efecto de la Falla	Causas potenciales de la Falla	Controles actuales en el proceso	O C U R	S E V E	D E T E	NPR	Acciones Recomendadas	Responsable	Nueva Situación			
												Acciones Adoptadas	O C U R	S E V E	D E T E
Ensamble	Ensamble de lente	Pestaña del lente queda levantada	Alarga el tiempo de entrega para el siguiente subproceso	Máquina sufre de constantes reparaciones y cambios de piezas	Inspección Visual	5	7	5	175	Estudio de capacidad.	Ing. Industrial	En progreso			0
Ensamble	Ensamble de lente	Pestaña del lente queda levantada	Alarga el tiempo de entrega para el siguiente subproceso	Cambio de productos intensivo	Inspección Visual	6	7	5	210	Estudio de capacidad. Prueba de hipótesis para diferenciar desempeño en cada producto.	Líder de Proyecto 6s	En progreso			0
Ensamble	Ensamble de lente	Lente no es ensamblado	Lente roto, incremento en costos de materia prima	Programación de equipo no es consistente	Inspección Visual	4	8	5	160	Estudio de capacidad. DOE para determinar variables óptimas de operación	Líder de Proyecto 6s	En progreso			0
Inspección	Inspección Cosmética Final	Producto presenta polvo en el interior	Cliente nota suciedad y rechaza producto	No están bien capacitados	Inspección Visual	3	9	4	108	JUST DO IT- Re entrenamiento de criterios y forma de inspección.	Supervisores de línea. Líder de Proyecto 6s	Entrenamiento implementado	3	9	3
										Revisión de otras posibles causas, cuál es el origen del polvo?					

Figura 2. Ejemplo y partes de un FMEA [36]

III.3.3.1 Pasos para la elaboración de un FMEA

III.3.3.1.1 Definir el alcance del análisis

- Identifique el proceso, producto o sistema a analizar.

- Especifique los límites del análisis y los elementos a incluir, como componentes, etapas del proceso o sistemas relacionados.

III.3.3.1.2 Formar el equipo de trabajo

- Reúna un equipo multidisciplinario con conocimiento del proceso o producto a analizar.
- Asegúrese de incluir expertos de diferentes áreas, como producción, calidad, mantenimiento, diseño y logística.

III.3.3.1.3 Descomponer el proceso o sistema

- Divida el proceso o producto en sus componentes o etapas individuales.
- Liste cada paso, operación o elemento relevante que pueda presentar fallos.

III.3.3.1.4 Identificar los posibles modos de falla

- Determine cómo cada componente, etapa o función puede fallar.
- Un modo de falla describe lo que podría salir mal (ejemplo: “el componente no cumple con las especificaciones”).

III.3.3.1.5 Analizar los efectos de cada modo de falla

- Evalúe las consecuencias de cada modo de falla en el sistema, proceso o cliente.
- Clasifique los efectos según su gravedad.

III.3.3.1.6 Identificar las causas de los modos de falla

- Liste las razones o factores que podrían provocar cada fallo.
- Relacione cada causa con el modo de falla correspondiente.

III.3.3.1.7 Evaluar los riesgos

- Asigne valores a tres factores clave:
- Gravedad (G): El impacto del modo de falla.
- Ocurrencia (O): La probabilidad de que ocurra.
- Detección (D): La capacidad para detectar el fallo antes de que ocurra.
- Calcule el Número de Prioridad de Riesgo (NPR) multiplicando $G \times O \times D$.

III.3.3.1.8 Priorizar los riesgos

- Ordene los modos de falla según su NPR, identificando los de mayor prioridad para la acción correctiva.

III.3.3.1.9 Establecer acciones correctivas o preventivas

- Desarrolle estrategias para reducir la gravedad, ocurrencia o mejorar la detección de los modos de falla prioritarios.

- Asigne responsables y plazos para la implementación de las acciones.

III.3.3.1.10 Documentar y monitorear

- Registre el AMEF en una plantilla o formato estándar.

- Haga revisiones periódicas para actualizar el análisis según los cambios en el proceso o producto.

- Verifique la efectividad de las acciones implementadas y ajuste según sea necesario.

III.3.4 QFD (Despliegue de Función de Calidad):

Se utiliza para traducir las necesidades de los estudiantes y académicos en requisitos específicos de mejora, asegurando que las soluciones implementadas respondan directamente a las expectativas de los usuarios.

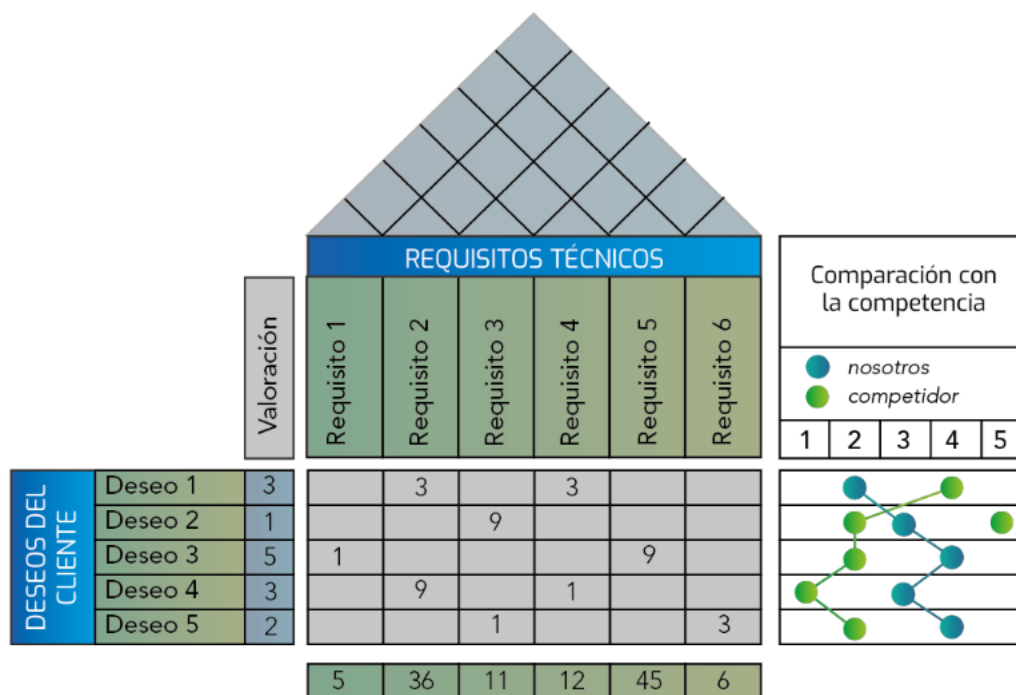


Figura 3. Esquema de un QFD [37]

III.3.4.1 Pasos para la elaboración de un QFD:

III.3.4.1.1 Identificar las necesidades del cliente (La Voz del Cliente)

- Realice entrevistas, encuestas o grupos de enfoque para recopilar información sobre las expectativas y necesidades del cliente.
- Liste estas necesidades en términos comprensibles y específicos, evitando ambigüedades.

III.3.4.1.2 Priorizar las necesidades del cliente

- Evalúe la importancia de cada necesidad desde el punto de vista del cliente.
- Asigne una calificación o puntuación para reflejar su nivel de prioridad.

III.3.4.1.3 Traducir las necesidades del cliente en requerimientos técnicos

- Relacione cada necesidad del cliente con características técnicas específicas que puedan ser medidas y controladas.
- Asegúrese de que los requerimientos técnicos sean claros, cuantificables y alcanzables.

III.3.4.1.4 Construir la matriz de relaciones (Casa de la Calidad)

- Diseñe una matriz donde las necesidades del cliente se enumeren en filas y los requerimientos técnicos en columnas.

- Indique la relación entre cada necesidad y los requerimientos técnicos con símbolos o valores numéricos (por ejemplo, débil, moderada o fuerte).

III.3.4.1.5 Analizar la correlación entre requerimientos técnicos

- Complete el “techo” de la Casa de la Calidad, indicando cómo los requerimientos técnicos se relacionan entre sí (positiva o negativamente).
- Identifique posibles conflictos o sinergias entre los requerimientos.

III.3.4.1.6 Evaluar el desempeño actual

- Compare las características técnicas actuales de su producto o servicio con las de la competencia.
- Identifique las áreas donde su producto es superior, igual o necesita mejora.

III.3.4.1.7 Asignar prioridades a los requerimientos técnicos

- Use las puntuaciones de las necesidades del cliente y las relaciones establecidas en la matriz para calcular un peso relativo para cada requerimiento técnico.
- Determine cuáles son los aspectos más críticos para abordar.

III.3.4.1.8 Definir acciones y objetivos

- Establezca metas claras para cada requerimiento técnico priorizado.
- Asigne responsables y plazos para implementar las mejoras necesarias.

III.3.4.1.9 Implementar y monitorear

- Lleve a cabo las acciones planificadas para cumplir con los objetivos establecidos.
- Realice un seguimiento continuo para evaluar la efectividad de las mejoras en función de la satisfacción del cliente.

III.3.5 SWIMLANE (Diagrama de flujo):

Es un diagrama que ayuda a determinar la responsabilidad de cada persona dentro de un proceso. Se utilizan carriles para visualizar con mayor claridad los pasos de cada proceso como se muestra en la Fig 4.

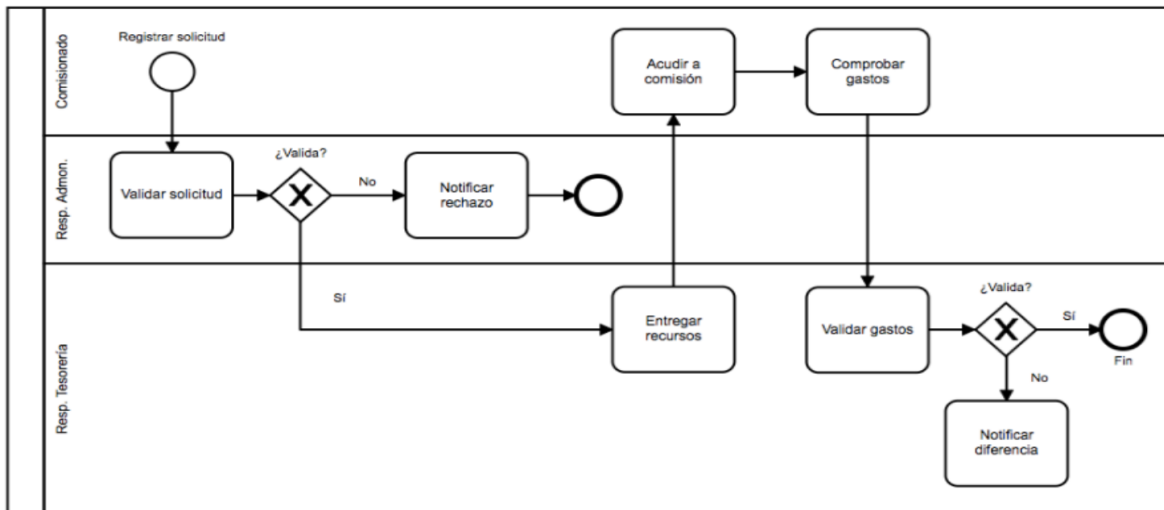


Figura 4. Ejemplo de un Swim Lane. [38]

III.3.5.1 Pasos para la elaboracion de un Swim Lane:

III.3.5.1.1 Definir el alcance del proceso

- Especifique qué proceso desea representar.
- Determine los límites del proceso: dónde comienza y termina.

III.3.5.1.2 Identificar a los participantes o áreas responsables

- Liste los roles, departamentos, sistemas o entidades involucradas en el proceso.
- Asigne a cada uno un “carril” en el diagrama.

III.3.5.1.3 Dividir el diagrama en carriles (Swim Lanes)

- Cree carriles horizontales o verticales, dependiendo del diseño preferido, y etiquételos con los nombres de los participantes identificados.

III.3.5.1.4 Mapear las actividades del proceso

- Enumere las tareas, actividades o decisiones que ocurren en el proceso.
- Asegúrese de incluir todos los pasos relevantes, desde el inicio hasta el final.

III.3.5.1.5 Colocar las actividades en los carriles correspondientes

- Ubique cada actividad dentro del carril del responsable o área que la realiza.
- Use formas como rectángulos para actividades y diamantes para decisiones.

III.3.5.1.6 Conectar las actividades con flechas

- Dibuje flechas para indicar el flujo del proceso.
- Asegúrese de que las flechas sigan una secuencia lógica que muestre cómo fluye el trabajo entre los participantes.

III.3.5.1.7 Agregar puntos de decisión

- Identifique los momentos donde se toman decisiones y represéntelos con un diamante.
- Añada las posibles opciones o condiciones que determinan el siguiente paso.

III.3.5.1.8 Revisar y validar el diagrama

- Revise el diagrama con todas las partes involucradas para confirmar que representa con precisión el proceso.
- Asegúrese de que no falten pasos importantes y de que las responsabilidades estén correctamente asignadas.

III.3.5.1.9 Optimizar y documentar

- Identifique oportunidades de mejora, como pasos redundantes o cuellos de botella.
- Documente el diagrama como referencia para entrenamientos, auditorías o análisis de procesos.

Procedimiento

1. Identificación de Procesos: Para comprender y mapear los procesos actuales en el área de posgrado e investigación, se utilizaron las herramientas SIPOC (Proveedor, Entrada, Proceso, Salida, Cliente) y Swim Lane. SIPOC proporcionó una visión general de los procesos, destacando los elementos clave como los proveedores y clientes involucrados. Swim Lane, por su parte, permitió representar gráficamente los flujos de trabajo de manera detallada, diferenciando las responsabilidades entre las distintas áreas.

2. Evaluación de riesgos: A través del AMEF se analizan detalladamente los riesgos y potenciales fallas en el proceso de gestión. Cada proceso identificado se evalúa en función de la gravedad, la ocurrencia y las capacidades de detección de la falla y se le asigna una prioridad para ayudar a guiar los esfuerzos de mejora hacia los aspectos más críticos.

3. Identifique las necesidades de los clientes: utilice QFD para recopilar las necesidades y expectativas de los usuarios del dominio de posgrado (estudiantes, académicos y administradores) a través de entrevistas y análisis de comentarios. Esto permite alinear las mejoras de procesos con las expectativas de los usuarios, asegurando respuestas efectivas a las necesidades de calidad y eficiencia del servicio.

4. Implementar mejoras: Con base en el análisis de SIPOC, FMEA y QFD, implementar sugerencias de mejora en procesos seleccionados, enfocándose en eliminar actividades que no agregan valor, reducir riesgos y adaptar procesos a requerimientos específicos. Requisitos del usuario.

5. Evaluación y Retroalimentación: Para asegurar la efectividad y sostenibilidad de las mejoras, se implementó un sistema de retroalimentación constante, mediante el cual los usuarios y el personal administrativo evaluaron los cambios realizados. Este feedback continuo permitió ajustar y perfeccionar las mejoras conforme a las necesidades detectadas.

Capítulo IV RESULTADOS

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos a través de la aplicación de la metodología Lean Six Sigma en los procesos del área de posgrado e investigación de la Universidad Politécnica de Aguascalientes. A partir del análisis detallado realizado con herramientas como SIPOC, QFD, FMEA, Swim Lane, entre otras, se identificaron oportunidades de mejora, se implementaron optimizaciones y se evaluó el impacto de estas mejoras.

IV.1 Etapa: Definir.

IV.1.1 Análisis de Procesos con SIPOC

El diagrama SIPOC (tablas 4 y 5) permitió mapear los procesos clave, identificando las entradas, salidas y los involucrados en cada uno de ellos. En el análisis inicial se encontraron ineficiencias significativas, como:

- Tiempos de espera prolongados en la gestión de solicitudes de estudiantes.
- Duplicidad de tareas en la aprobación de trámites administrativos.
- Falta de estandarización en la documentación, lo que generaba errores y retrabajos.

Supplier (Proveedor)	Input (Entrada)	Process (Proceso)	Output (Salida)	Customer (Cliente)	SIPOC PLANEACIÓN CUATRIMESTRAL
Coordinadores/as del Posgrado	Relación de Excel con información académica	Elabora cargas académicas de profesores/as de tiempo completo	Carga académica de profesores/as de tiempo completo	Secretaría Académica	
Director/a de Posgrado e Investigación	Formato enviado por CIPPPA	Envío de perfiles desiertos para contratación de profesores/as de asignatura	Perfiles enviados a CIPPPA	CIPPPA	
Coordinador/a del Posgrado	Información sobre profesores/as de asignatura	Genera cargas académicas para profesores/as de asignatura	Carga académica generada y enviada a RRHH	Recursos Humanos	
Coordinador/a del Posgrado	Formato F-71/E	Genera y publica los horarios de clases	Horarios de clases publicados	Estudiantes y Profesores	

Supplier (Proveedor)	Input (Entrada)	Process (Proceso)	Output (Salida)	Customer (Cliente)	SIPOC DESARROLLO CUATRIMESTRAL
Coordinador/a del Posgrado (MECI)	Plataforma del Posgrado	Libera curso en la plataforma	Curso disponible en la plataforma	Profesores/as de Asignatura	
Coordinador/a del Posgrado	Documentos académicos (temarios, horarios, mapas curriculares, formatos de calidad, etc.)	Entrega a profesores/as los documentos y ligas necesarias	Documentos entregados a profesores/as	Profesores/as de Asignatura	
Profesor/a de Asignatura o PTC	Formato F-711/A (MCI) o F-711/B (MECI)	Elabora cronograma de actividades de la asignatura	Cronograma de actividades elaborado	Coordinación de Posgrado	
Profesor/a de Asignatura o PTC	Cronograma de actividades	Envía cronograma inicial a la Coordinación de Posgrado para su aprobación	Cronograma enviado para revisión	Coordinación de Posgrado	
Coordinador/a del Posgrado o PTC encargado/a de aprobación	Cronograma de actividades enviado	Revisa y aprueba el cronograma (o solicita cambios)	Cronograma aprobado o devuelto con correcciones	Profesor/a de Asignatura o PTC	
Profesor/a de Asignatura o PTC (MCI)	Cronograma de actividades aprobado	Imparte materia	Clases impartidas de acuerdo con el cronograma	Estudiantes	
Profesor/a de Asignatura o PTC (MECI)	Cronograma de actividades aprobado	Publica cronograma general de la asignatura y el tema de la semana en la plataforma	Cronograma y tema de la semana publicados en la plataforma	Estudiantes	

Supplier (Proveedor)	Input (Entrada)	Process (Proceso)	Output (Salida)	Customer (Cliente)	
Coordinador/a del Posgrado	Programación de tutorías, cuestionario digital	Realiza tutorías mediante reuniones grupales o cuestionario digital	Tutorías realizadas y cuestionarios respondidos	Estudiantes	SIPOC TUTORIAS Y ASESORIAS
Profesor/a de Asignatura o PTC	Solicitud de asesorías por estudiantes	Realiza asesorías en reuniones grupales o personales, registrando en formato F-71/O o CANVAS	Asesorías impartidas y registradas	Estudiantes	

Supplier (Proveedor)	Input (Entrada)	Process (Proceso)	Output (Salida)	Customer (Cliente)	
Profesor/a de Asignatura o PTC	Planeación didáctica, cronograma	Diseña las prácticas de laboratorio utilizando formato F-71/N	Prácticas de laboratorio diseñadas	PTC encargado/a de aprobación	SIPOC PRÁCTICAS DE LABORATORIOS
Profesor/a de Asignatura o PTC	Solicitud de autorización	Envía solicitud de autorización de prácticas mediante formato F-71/N	Solicitud enviada para aprobación	PTC encargado/a de aprobación	
PTC encargado/a de aprobación	Solicitud de prácticas recibida	Revisa y aprueba la práctica, reservando laboratorio	Formato F-71/N autorizado y reserva de laboratorio	Profesor/a de Asignatura o PTC	
Profesor/a de Asignatura o PTC	Prácticas autorizadas y laboratorio reservado	Realiza prácticas de laboratorio según planificación didáctica	Prácticas realizadas en el laboratorio	Estudiantes	

Supplier (Proveedor)	Input (Entrada)	Process (Proceso)	Output (Salida)	Customer (Cliente)	
Profesor/a de Asignatura o de Tiempo Completo	Información sobre el desempeño y progreso de los estudiantes	Registra casos críticos en el formato F-711/D en línea en el drive de la DPI	Casos críticos registrados	Coordinador/a del Posgrado	SIPOC CASOS ESPECIALES
Coordinador/a del Posgrado	Casos críticos registrados en el drive	Da seguimiento a los casos críticos evaluando la situación y proponiendo acciones	Propuesta de acciones para cada caso crítico enviada al Director/a de Posgrado e Investigación	Director/a de Posgrado e Investigación	

Supplier (Proveedor)	Input (Entrada)	Process (Proceso)	Output (Salida)	Customer (Cliente)	
Profesor/a de Asignatura o de Tiempo Completo	Lineamientos del Modelo EBC, temarios/programas de estudio, manuales	Diseña evaluación sumativa e instrumentos de evaluación utilizando formato F-71-I para clases presenciales (MCI)	Evaluación sumativa e instrumentos diseñados	Estudiantes	SIPOC EVALUACIÓN
Profesor/a de Asignatura o de Tiempo Completo	Evaluación sumativa y ponderaciones	Informa a los alumnos/as sobre evaluaciones, instrumentos y ponderaciones mediante sesión de clases o plataforma	Alumnos informados de las evaluaciones	Estudiantes	
Profesor/a de Asignatura o de Tiempo Completo	Evaluaciones diseñadas y cronograma de actividades	Aplica la evaluación sumativa según cronograma	Evaluación aplicada	Estudiantes	

Profesor/a de Asignatura o de Tiempo Completo	Resultados de la evaluación sumativa	Retroalimenta a los alumnos/as sobre su aprovechamiento académico (MCI: escrito o verbal, MECI: mediante plataforma)	Retroalimentación proporcionada a los alumnos/as	Estudiantes	
---	--------------------------------------	--	--	-------------	--

Supplier (Proveedor)	Input (Entrada)	Process (Proceso)	Output (Salida)	Customer (Cliente)	
Profesor/a de Asignatura o de Tiempo Completo	Calificaciones finales de los estudiantes	Captura las calificaciones finales en el sistema de Servicios Escolares de la UPA	Calificaciones finales capturadas en el sistema	Servicios Escolares de la UPA	SIPOC CALIFICACIONES
Profesor/a de Asignatura o de Tiempo Completo	Calificaciones finales capturadas en el sistema	Genera el acta de calificación final y la envía a Servicios Escolares	Acta de calificación final generada y enviada	Servicios Escolares de la UPA	

Supplier (Proveedor)	Input (Entrada)	Process (Proceso)	Output (Salida)	Customer (Cliente)	
Profesor/a de Asignatura o de Tiempo Completo	Formato F-71/J con detalles de la corrección solicitada	Solicita autorización de corrección de calificaciones y/o faltas al Director/a de Posgrado e Investigación	Solicitud de corrección enviada al Director/a de Posgrado e Investigación	Director/a de Posgrado e Investigación	SIPOC CORRECCIÓN DE CALIFICACIONES
Director/a de Posgrado e Investigación	Formato F-71/J autorizado por el Director/a	Solicita corrección a registros entregando el formato F-71/J a servicio escolar.	Corrección solicitada al Jefe/a de Servicios Escolares	Jefe/a de Servicios Escolares	

Supplier (Proveedor)	Input (Entrada)	Process (Proceso)	Output (Salida)	Customer (Cliente)	
Alumno/a, Coordinador/a del Posgrado, PTC del Posgrado, personal de Servicios Escolares, Asesor/a	Lineamientos del DOC-7225	Realizan el proceso de Evaluación por Competencias conforme al DOC-7225	Evaluación por Competencias completada	Alumno/a, Servicios Escolares, Coordinación de Posgrado	SIPOC EPC

Tabla 4.SIPOC actual

Tras la implementación de mejoras, los nuevos diagramas SIPOC evidenciaron procesos más eficientes y estructurados, destacando:

- Reducción del tiempo de gestión de trámites administrativos.
- Uso correcto de formatos estandarizados, redirección de formatos de acuerdo a departamentos.
- Eliminación de actividades redundantes, lo que mejoró la fluidez del proceso.

Supplier (Proveedor)	Input (Entrada)	Process (Proceso)	Output (Salida)	Customer (Cliente)	
Coordinadores/as del Posgrado	Relación de Excel con información académica	Elabora cargas académicas de profesores/as de tiempo completo	Carga académica de profesores/as de tiempo completo	Secretaría Académica	SIPOC PLANEACIÓN CUATRIMESTRAL
Director/a de Posgrado e Investigación	Formato enviado por CIPPPA	Envío de perfiles desiertos para contratación de profesores/as de asignatura	Perfiles enviados a CIPPPA	CIPPPA	
Coordinador/a del Posgrado	Información sobre profesores/as de asignatura	Genera cargas académicas para profesores/as de asignatura	Carga académica generada y enviada a RRHH	Recursos Humanos	
Coordinador/a del Posgrado	Formato F-71/E	Genera y publica los horarios de clases	Horarios de clases publicados	Estudiantes y Profesores	

Supplier (Proveedor)	Input (Entrada)	Process (Proceso)	Output (Salida)	Customer (Cliente)
----------------------	-----------------	-------------------	-----------------	--------------------

Coordinador/a del Posgrado	Documentos necesarios para la conducción de la asignatura (temarios, horarios, mapa curricular, procedimientos, formatos de calidad, etc.)	Libera curso en plataforma y entrega documentos y ligas a profesores/as involucrados	Curso liberado, documentos y ligas entregados	Profesores/as de Asignatura o Tiempo Completo	SIPOC DESARROLLO CUATRIMESTRAL
Profesor/a de Asignatura o de Tiempo Completo	Formatos F-711/A (MCI) o F-711/B (MECI)	Elabora cronograma de actividades de la asignatura y lo envía a Coordinación para aprobación	Cronograma enviado a Coordinación	Coordinación de Posgrado	
Coordinador/a del Posgrado o PTC encargado/a de la aprobación	Cronograma de actividades de la asignatura	Revisa y aprueba el cronograma de actividades, o realiza cambios si es necesario	Cronograma aprobado o devuelto con correcciones	Profesor/a de Asignatura o de Tiempo Completo	
Profesor/a de Asignatura o de Tiempo Completo	Cronograma aprobado	Imparte materia (MCI) o publica cronograma general y tema semanal en plataforma (MECI)	Materia impartida, cronograma y tema semanal publicados	Estudiantes	

Supplier (Proveedor)	Input (Entrada)	Process (Proceso)	Output (Salida)	Customer (Cliente)
---------------------------------	------------------------	------------------------------	------------------------	-------------------------------

Profesor/a de Asignatura o de Tiempo Completo	Información sobre el desempeño y progreso de los estudiantes	Registra casos críticos en el formato F-711/D en línea en el drive de la DPI	Casos críticos registrados	Coordinador/a del Posgrado	SIPOC CASOS ESPECIALES
Coordinador/a del Posgrado	Casos críticos registrados en el drive	Da seguimiento a los casos críticos evaluando la situación y proponiendo acciones	Propuesta de acciones para cada caso crítico enviada al Director/a de Posgrado e Investigación	Director/a de Posgrado e Investigación	

Supplier (Proveedor)	Input (Entrada)	Process (Proceso)	Output (Salida)	Customer (Cliente)	SIPOC EVALUACIÓN
Profesor/a de Asignatura o de Tiempo Completo	Lineamientos del Modelo EBC, temarios/programas de estudio, manuales	Diseña evaluación sumativa e instrumentos de evaluación utilizando formato F-71-I para clases presenciales (MCI)	Evaluación sumativa e instrumentos diseñados	Estudiantes	
Profesor/a de Asignatura o de Tiempo Completo	Evaluación sumativa y ponderaciones	Informa a los alumnos/as sobre evaluaciones, instrumentos y ponderaciones mediante sesión de clases o plataforma	Alumnos informados de las evaluaciones	Estudiantes	
Profesor/a de Asignatura o de Tiempo Completo	Evaluaciones diseñadas y cronograma de actividades	Aplica la evaluación sumativa según cronograma	Evaluación aplicada	Estudiantes	
Profesor/a de Asignatura o de Tiempo Completo	Resultados de la evaluación sumativa	Retroalimenta a los alumnos/as sobre su aprovechamiento	Retroalimentación proporcionada a los alumnos/as	Estudiantes	

		académico (MCI: escrito o verbal, MECI: mediante plataforma)			
--	--	--	--	--	--

Supplier (Proveedor)	Input (Entrada)	Process (Proceso)	Output (Salida)	Customer (Cliente)	
Profesor/a de Asignatura o de Tiempo Completo	Calificaciones finales de los estudiantes	Captura las calificaciones finales en el sistema de Servicios Escolares de la UPA	Calificaciones finales capturadas en el sistema	Servicios Escolares de la UPA	SIPOC CALIFICACIONES
Profesor/a de Asignatura o de Tiempo Completo	Calificaciones finales capturadas en el sistema	Genera el acta de calificación final y la envía a Servicios Escolares	Acta de calificación final generada y enviada	Servicios Escolares de la UPA	

Supplier (Proveedor)	Input (Entrada)	Process (Proceso)	Output (Salida)	Customer (Cliente)	
Profesor/a de Asignatura o de Tiempo Completo	Formato F-71/J con detalles de la corrección solicitada	Solicita autorización de corrección de calificaciones y/o faltas al Director/a de Posgrado e Investigación	Solicitud de corrección enviada al Director/a de Posgrado e Investigación	Director/a de Posgrado e Investigación	SIPOC CORRECCIÓN DE CALIFICACIONES
Director/a de Posgrado e Investigación	Formato F-71/J autorizado por el Director/a	Solicita corrección a registros entregando el formato F-71/J a servicio escolar.	Corrección solicitada al Jefe/a de Servicios Escolares	Jefe/a de Servicios Escolares	

Supplier (Proveedor)	Input (Entrada)	Process (Proceso)	Output (Salida)	Customer (Cliente)
----------------------	-----------------	-------------------	-----------------	--------------------

Alumno/a, Coordinador/a del Posgrado, PTC del Posgrado, personal de Servicios Escolares, Asesor/a	Lineamientos del DOC-7225	Realizan el proceso de Evaluación por Competencias conforme al DOC-7225	Evaluación por Competencias completada	Alumno/a, Servicios Escolares, Coordinación de Posgrado	SIPOC EPC
--	------------------------------	--	--	---	-----------

Tabla 5. SIPOC optimizado

IV.2 Etapa: Analizar, mejorar y controlar.

IV.2.1 Evaluación de Riesgos con FMEA (Antes y Después)

Para evaluar los riesgos asociados a los procesos administrativos, se aplicó un Análisis Modal de Fallas y Efectos (FMEA) antes y después de la optimización como se muestra en la tabla 6 y 7.

IV.2.1.1 Resultados del FMEA inicial:

- Se identificaron fallas críticas en la gestión de documentos, con un NPR (Número de Prioridad de Riesgo) promedio de 94.54.
- La detección de fallas en los registros administrativos era baja, aumentando el impacto en los tiempos de respuesta.
- Se encontraron procesos con ocurrencia alta de errores debido a la falta de estandarización.

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE AGUASCALIENTES		<i>Posibles modos de falla del proceso y análisis de efectos (PFMEA)</i>	
Part Name/Description:			
DOC 711			
Supplier/Plant:			
Universidad Politécnica de Aguascalientes			
PFMEA Number: 1	Date (Orig.): 10/12/2024	Date (Current Rev): A	

Item	Proceso	Modo de falla potencial	Efecto potencial de falla	S e v	Causa potencial de falla	O c c u r	Controles de proceso actual	D e t e c	R P N	Acciones recomendadas
1	Carga académica	Errores en la carga académica de profesores/as	Clases sin profesor/a o sobrecarga de trabajo	7	Errores en la relación de Excel o falta de validación	4	Supervisión por coordinadores y RRHH	5	140	Implementar doble validación y automatización de asignación de cargas
2	Generación de horarios	Retrasos en la generación de horarios	Confusión entre estudiantes y docentes	8	Falta de coordinación en fechas de entrega	4	Uso del formato F-71/E	4	128	Automatizar la publicación de horarios
3	Entrega de documentos a profesores	No entrega de documentos clave a profesores	Desorganización en la enseñanza	6	Fallas en el sistema de envío de correos	2	Uso de correo electrónico y plataforma	5	60	Implementar recordatorios automáticos y verificar recepción
4	Aprobación de cronograma de actividades	Falta de aprobación del cronograma de actividades	Falta de estructura en las clases	5	Omisión en revisión por parte de PTC	3	Envío de correos con confirmación	4	60	Establecer un plazo estricto para revisiones y aprobaciones
5	Registro de casos críticos	No registro de casos críticos	Problemas no resueltos afectando estudiantes	8	Falta de capacitación en el llenado del F-711/D	3	Supervisión por DPI	5	120	Realizar capacitaciones periódicas sobre el uso del formato F-711/D
6	Seguimiento a casos críticos	No seguimiento a casos críticos	Problemas se agravan sin resolución	9	Omisión por parte de coordinadores	2	Evaluación periódica	6	108	Implementar alertas y revisiones semanales de seguimiento
7	Asesorías y/o tutorías programadas	Falta de tutorías o asesorías programadas	Bajo rendimiento y desmotivación de alumnos	7	Falta de programación o comunicación	3	Uso del formato F-71/O y CANVAS	4	84	Crear un sistema de alertas para tutorías no realizadas
8	Aprobación de prácticas de laboratorio	Falta de aprobación de prácticas	Cancelación de prácticas	7	Errores en envío de F-71/N	2	Supervisión y aprobación de PTC	5	70	Establecer un proceso estandarizado de aprobación en línea

9	Laboratorios disponibles	Falta de laboratorios disponibles	Interrupción del aprendizaje	6	No reservación a tiempo	3	Confirmación de reservación	4	72	Implementar una herramienta de reservas automatizada
10	Captura de calificaciones	Errores en la captura de calificaciones	Calificaciones incorrectas	9	Fallas en el sistema de Servicios Escolares	3	Verificación manual	5	135	Establecer validación de doble captura antes de su publicación
11	Retroalimentación a alumnos	Falta de retroalimentación a estudiantes	Baja comprensión del desempeño	6	Omisión del profesor/a	3	Uso del formato F-71/I y EBC	4	72	Programar revisiones obligatorias con los estudiantes
12	Corrección de calificaciones	Errores en correcciones de calificaciones	Datos incorrectos permanentes	7	Errores en formato F-71/J	2	Supervisión por Director/a de Posgrado	6	84	Implementar un sistema de revisión y aprobación digital
13	Evaluación por competencias (EPC)	Fallo en la ejecución del proceso de EPC	Evaluaciones incorrectas, resultados no representativos	6	Errores en la aplicación, falta de claridad en procedimientos	4	Supervisión del proceso por el Coordinador y Asesor	4	96	Reforzar la capacitación de todos los involucrados y auditar los procesos de EPC.

Tabla 6. AMEF actual

IV.2.1.2 Resultados del FMEA posterior a las mejoras:

- El NPR promedio se refleja un aumento a 100.13, debido a la disminución de tareas, por ende, las tareas optimizadas y reducción de las mismas hacen enfocar y detectar tareas nuevas con nuevos índices de ocurrencia, severidad y detección
- La asignación de acciones recomendadas darán lugar a mantener y/o reducir el promedio de NPR con la finalidad de dar seguimiento a la mejora continua.

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE AGUASCALIENTES		Posibles modos de falla del proceso y análisis de efectos (PFMEA)								
Numero de documento:										
DOC 711										
Institucion										
Universidad Politécnica de Aguascalientes										
Numero de PFMEA: 1		Fecha (Orig.): 27/01/2025	Fecha (Revisión Actual): B							
Item	Proceso	Modo de falla potencial	Efecto potencial de falla	Sev	Causa potencial de falla	Ocur	Control es de proceso actual	Detec	RPN	Acciones recomendadas
1	Carga academica y publicación de horarios	Retraso en la publicación de horarios	Desorganización de clases, insatisfacción de los estudiantes	8	Mala planificación, retrasos en la aprobación	4	Uso del formato F-71/E y validación por Coordinación del Posgrado antes de publicar se.	3	96	Mejorar la planificación y ajustar las fechas límites para la publicación de horarios.
2	Entrega de documentos a profesores	No entrega de temarios y mapas curriculares a tiempo	Falta de preparación de los profesores	7	Sobrecarga de trabajo, falta de tiempo	5	Revisión por el Coordinador del Posgrado	3	105	Automatizar recordatorios para la entrega de documentos; usar plataformas de gestión documental.
3	Retroalimentación académica	Retraso en la retroalimentación	Los estudiantes no reciben comentarios a tiempo	6	Sobrecarga de trabajo, falta de tiempo	6	Revisión de cronogramas de actividades	5	180	Asignar más tiempo para retroalimentación o personal de apoyo para

										revisar evaluaciones.
4	Captura de calificaciones	Errores en la captura de calificaciones	Calificaciones incorrectas, quejas de los estudiantes	9	Errores humanos , fallas en el sistema	3	Revisión por el Coordinador del Posgrado	2	54	Implementar doubles revisiones o auditorías automáticas en el sistema de captura.
5	Corrección de calificaciones	Retraso en la corrección de calificaciones	Calificaciones incorrectas no se corrigen a tiempo	8	Falta de seguimiento, errores administrativos	4	Verificación por parte del Director /a de Posgrado	4	128	Establecer plazos más estrictos para correcciones y seguimiento digitalizado de cambios solicitados.
6	Registro de casos críticos	No registro o seguimiento de casos críticos	Problemas no resueltos para los estudiantes	5	Falta de comunicación, omisiones	4	Revisiones periódicas en las semanas 5 y 9 del cuatrimestre	5	100	Aumentar la frecuencia de revisiones y usar alertas automáticas en los sistemas de seguimiento.
7	Evaluación sumativa	Aplicación de evaluaciones fuera de cronograma	Desorganización del proceso evaluativo, quejas de estudiantes	7	Falta de coordinación, retrasos en aprobación de cronogramas	4	Revisión previa del cronograma de actividades	3	84	Fortalecer la coordinación entre el profesorado y la administración para el cumplimiento del cronograma.
8	Evaluación por competencias (EPC)	Fallo en la ejecución del proceso de EPC	Evaluaciones incorrectas, resultados no representativos	5	Errores en la aplicación, falta de claridad en procedimientos	3	Supervisión del proceso por el Coordinador y Asesor	2	54	Reforzar la capacitación de todos los involucrados y auditar los procesos de EPC.

Tabla 7. AMEF optimizado

IV.2.2 Identificación de Necesidades con QFD

Mediante la herramienta QFD (Despliegue de la Función de Calidad), se identificaron y priorizaron las necesidades de los estudiantes y académicos.

IV.2.2.1 Hallazgos principales:

- Largos tiempos de espera en la respuesta a solicitudes y falta de información clara sobre procedimientos administrativos.
- Se encontró una desconexión entre las expectativas de los usuarios y la percepción del personal administrativo sobre la calidad del servicio.

Requerimientos del Cliente (¿Qué?)	Características del Proceso (¿Cómo?)	Importancia	Planeación Cuatrimestral	Desarrollo Cuatrimestral	Casos Críticos	Evaluación	Calificaciones	Corrección de Calificaciones	Evaluación por Competencias
Los estudiantes esperan clases organizadas y cronogramas claros	Publicación de horarios de clases y entrega de cronograma	5	Genera y publica horarios de clases	Elabora cronogramas y los envía a la Coordinación para aprobación	No aplica	Aplica evaluación sumativa siguiendo el cronograma	No aplica	No aplica	Realiza el proceso de Evaluación por Competencias conforme al DOC-7225
Los docentes necesitan guías claras y documentos con anticipación	Entrega de temarios, mapas curriculares y procedimientos con suficiente antelación	4	Libera curso y entrega a profesores los documentos y ligas necesarios	Revisión y aprobación de cronogramas	No aplica	Diseña instrumentos de evaluación basados en el modelo EBC	Captura calificaciones en el sistema según las fechas establecidas	Solicita correcciones a las calificaciones cuando sea requerido	Realiza el proceso de EPC con la colaboración de docentes, coordinadores y asesores
Los estudiantes quieren guías claras sobre su rendimiento y retroalimentación oportuna	Retroalimentación en tiempo sobre su desempeño académico	5	No aplica	No aplica	No aplica	Retroalimenta sobre el aprovechamiento académico tras la evaluación sumativa	No aplica	No aplica	No aplica
Servicios Escolares y la Dirección del Posgrado necesitan recibir la documentación y reportes académicos correctamente	Envío correcto de actas, calificaciones, y correcciones en el tiempo acordado	4	No aplica	No aplica	Da seguimiento a los casos críticos y propone acciones correctivas a la Dirección	Genera el acta de calificaciones finales y la envía a Servicios Escolares	Solicita correcciones de calificaciones utilizando el formato F-71/J	Genera el acta de EPC y reporta los resultados a la administración	
El posgrado espera un proceso fluido y sin retrasos en la captura de calificaciones	Seguimiento eficiente al registro, captura y corrección de calificaciones en las fechas estipuladas	5	No aplica	No aplica	Da seguimiento a los casos críticos en la semana 5 y 9	Captura calificaciones en el sistema de Servicios Escolares	Solicita correcciones de calificaciones al jefe de Servicios Escolares en los plazos estipulados	No aplica	
Los profesores y la administración requieren procesos claros para la gestión de casos críticos	Registro y seguimiento a casos críticos conforme al protocolo	3	No aplica	No aplica	Registra casos críticos y les da seguimiento con propuestas a la Dirección de Posgrado e Investigación	No aplica	No aplica	No aplica	

Tabla 8. Tabla de identificación de necesidades del cliente y priorización (QFD).

IV.3 Etapa: Medir.

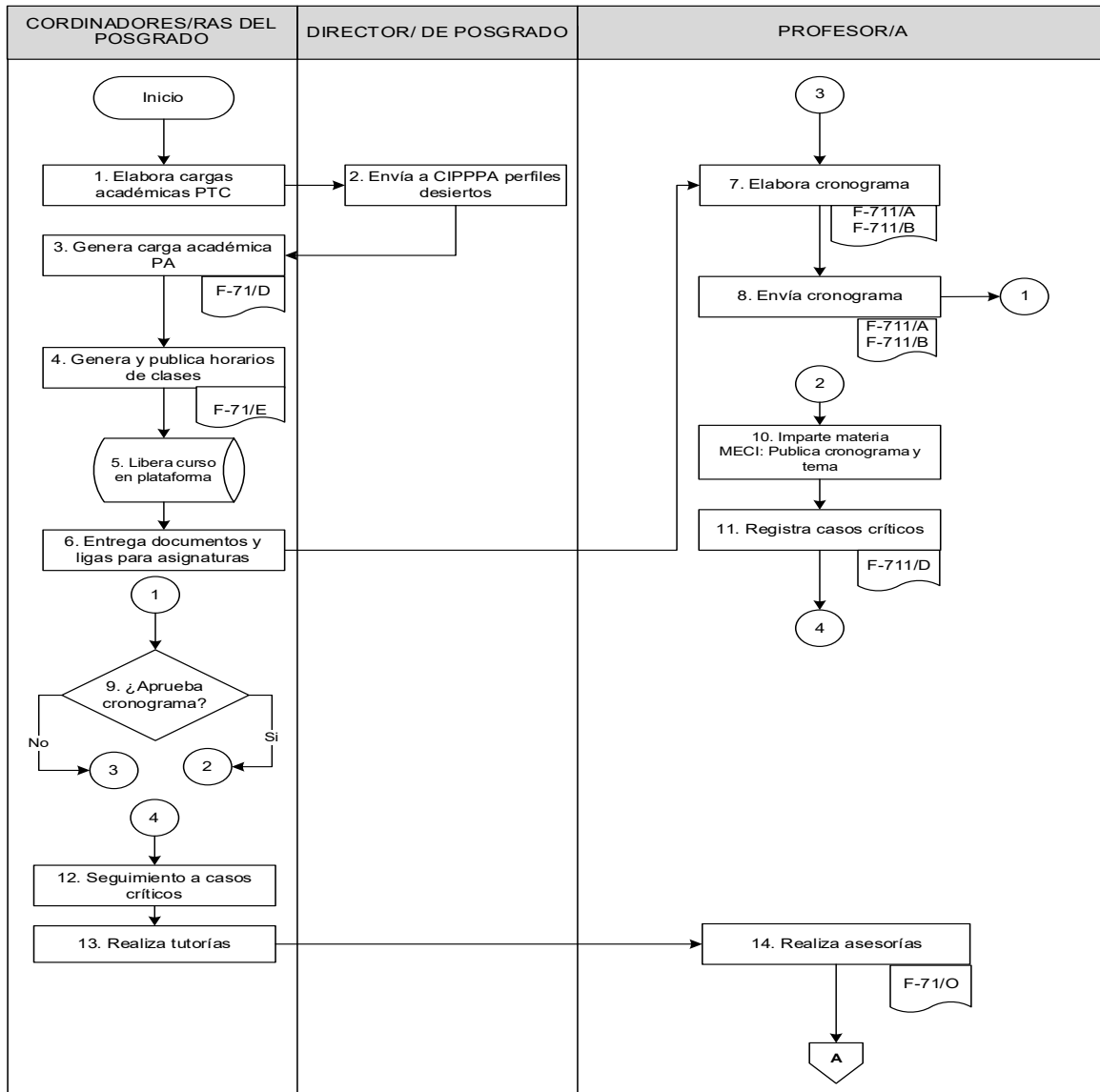
IV.3.1 Optimización de Flujos de Trabajo con Swim Lane

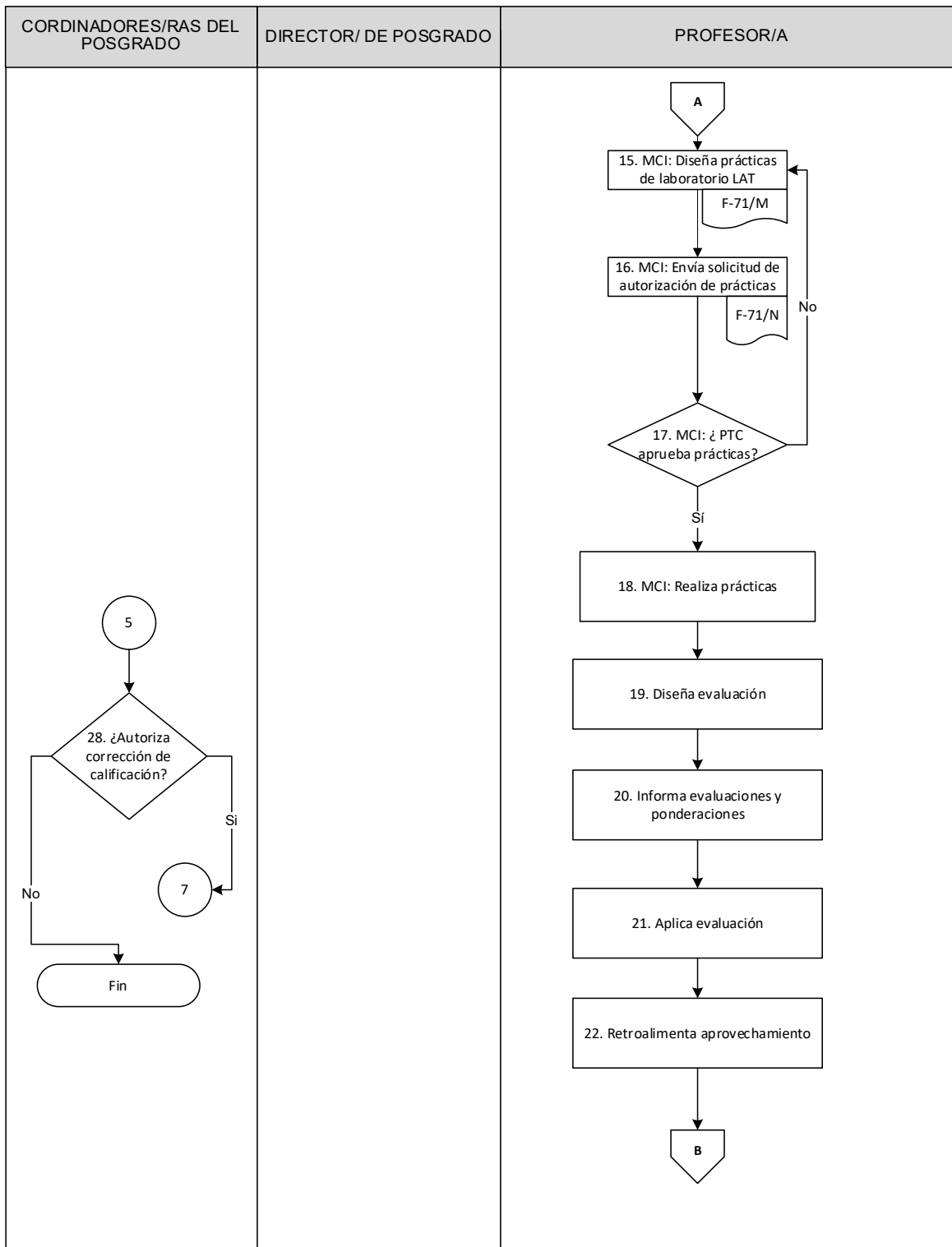
El diagrama Swim Lane (Fig 5) permitió visualizar los roles y responsabilidades en cada proceso, identificando cuellos de botella y tareas innecesarias.

IV.3.1.1 Resultados antes de la optimización:

- Se identificaron múltiples reenvíos de documentación entre departamentos sin valor agregado.
- Existían puntos de decisión mal definidos, lo que generaba confusión y retrasos.

- Algunos trámites pasaban por tres niveles de autorización innecesarios, aumentando los tiempos de espera.





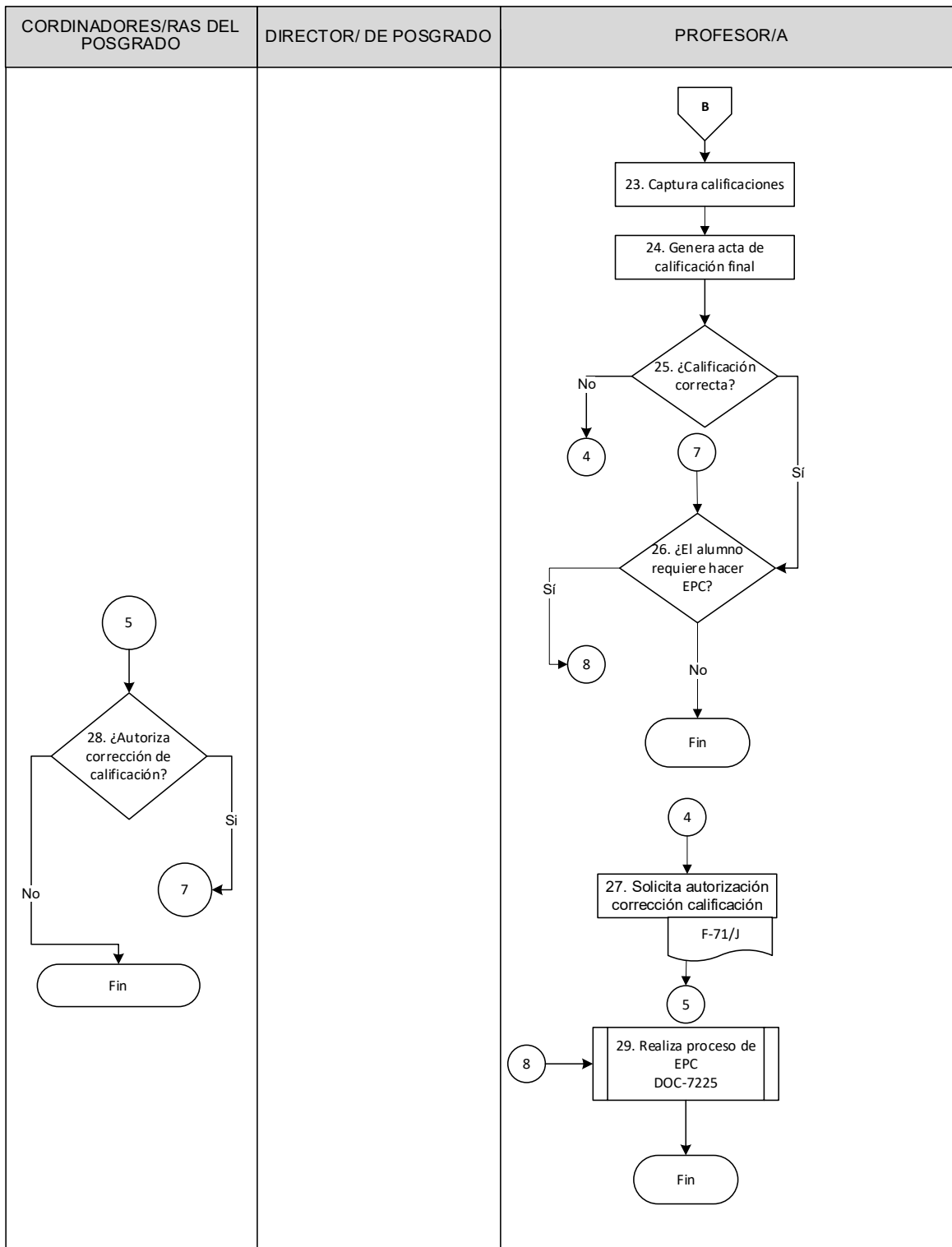


Figura 5. Swimlane actual

IV.3.2 Resultados después de la optimización:

Como parte del análisis de mejora administrativa en los procesos de prestación del servicio educativo de posgrado, se realizó una comparativa del tiempo para la ejecución de actividades descritas en el procedimiento institucional DOC-711, tanto en su versión original como en su versión optimizada.

Mediante la descomposición de actividades por sección (Planeación Cuatrimestral, Desarrollo Cuatrimestral, Casos Críticos, Evaluación, entre otros), se asignaron tiempos estimados considerando el tipo de tarea, el perfil del responsable y el medio de ejecución.

El análisis muestra que la versión original del procedimiento implica un total aproximado de 62.25 horas por cuatrimestre para ejecutar las actividades académicas y administrativas. La versión optimizada reduce ese tiempo a 57.50 horas, logrando un ahorro de 4.75 horas, lo que representa una disminución del 7.63% en el tiempo total requerido.

Este ahorro se logró gracias a la consolidación de tareas redundantes y la estandarización en el uso de formatos. En particular, la fusión de actividades en el apartado de 'Desarrollo Cuatrimestral' y el uso de referencias externas como el DOC-7121 para prácticas de laboratorio permitieron reducir tiempos sin comprometer la calidad académica ni los controles administrativos.

A continuación, se presenta un cuadro comparativo (tabla 8) y un gráfico (gráfica 1) que compara visualmente los tiempos totales entre ambas versiones del procedimiento:

Métrica	Valor
Total horas (Original)	62.25
Total Tareas (Original)	28
Total horas (Optimizado)	57.5
Total Tareas (Optimizado)	23
Horas ahorradas	4.75
Tareas optimizadas	5
Ahorro de tareas (%)	17.86%
Ahorro de horas (%)	7.63%

Tabla 9. Tabla comparativa de la optimización del diagrama de proceso

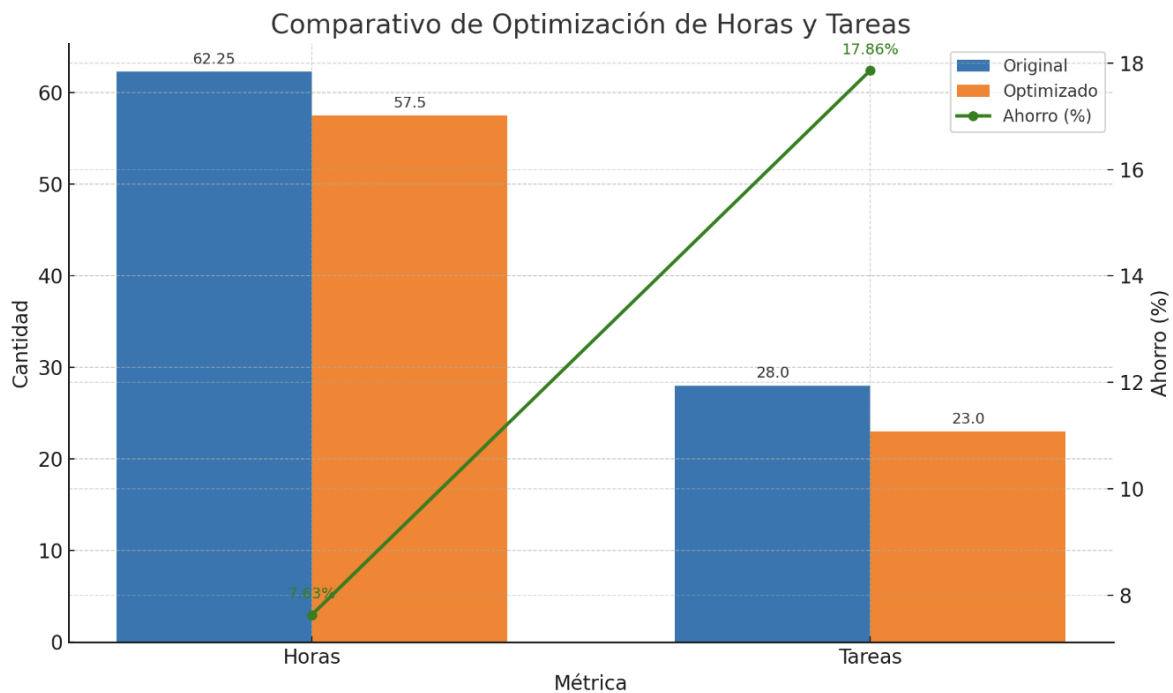
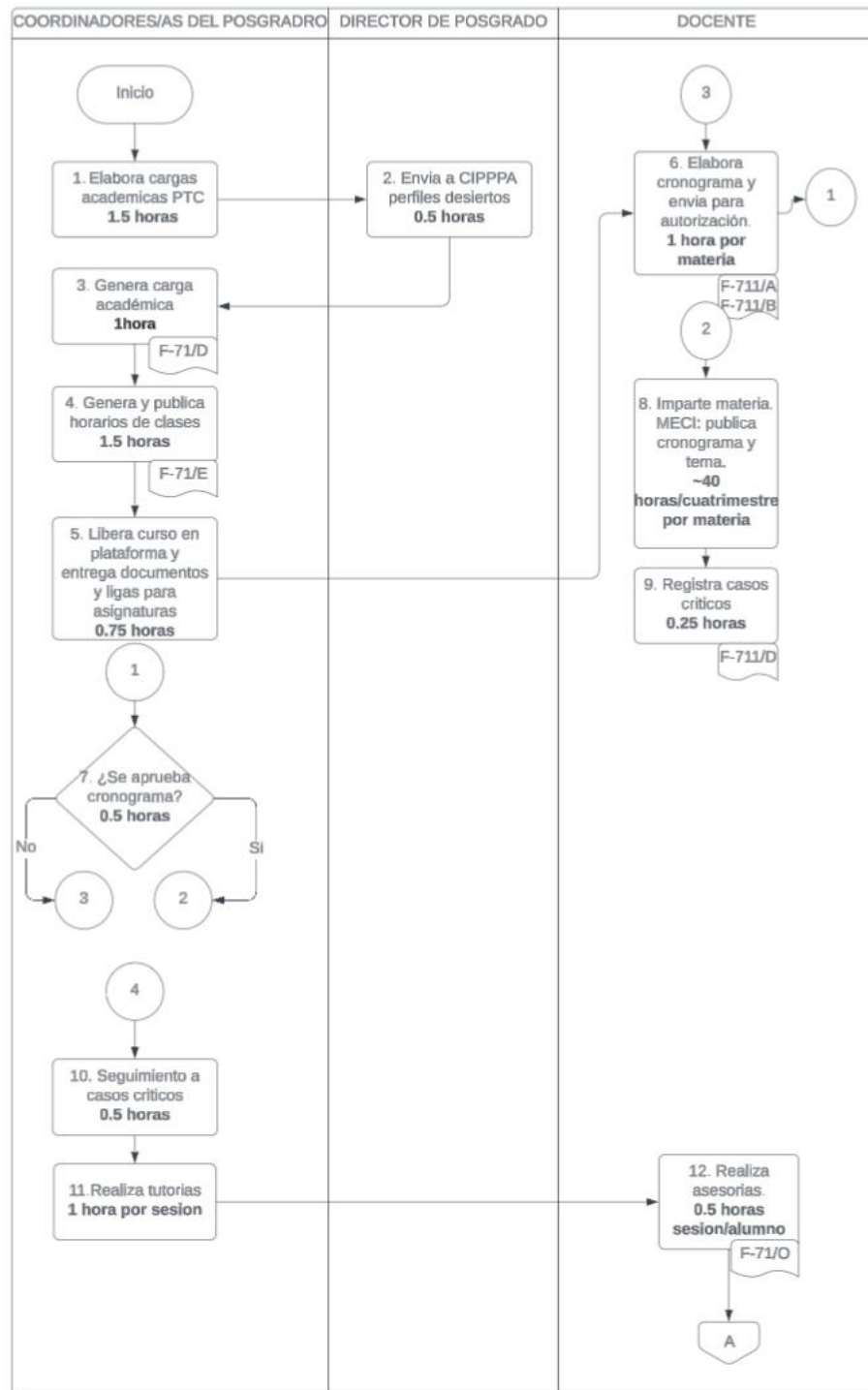
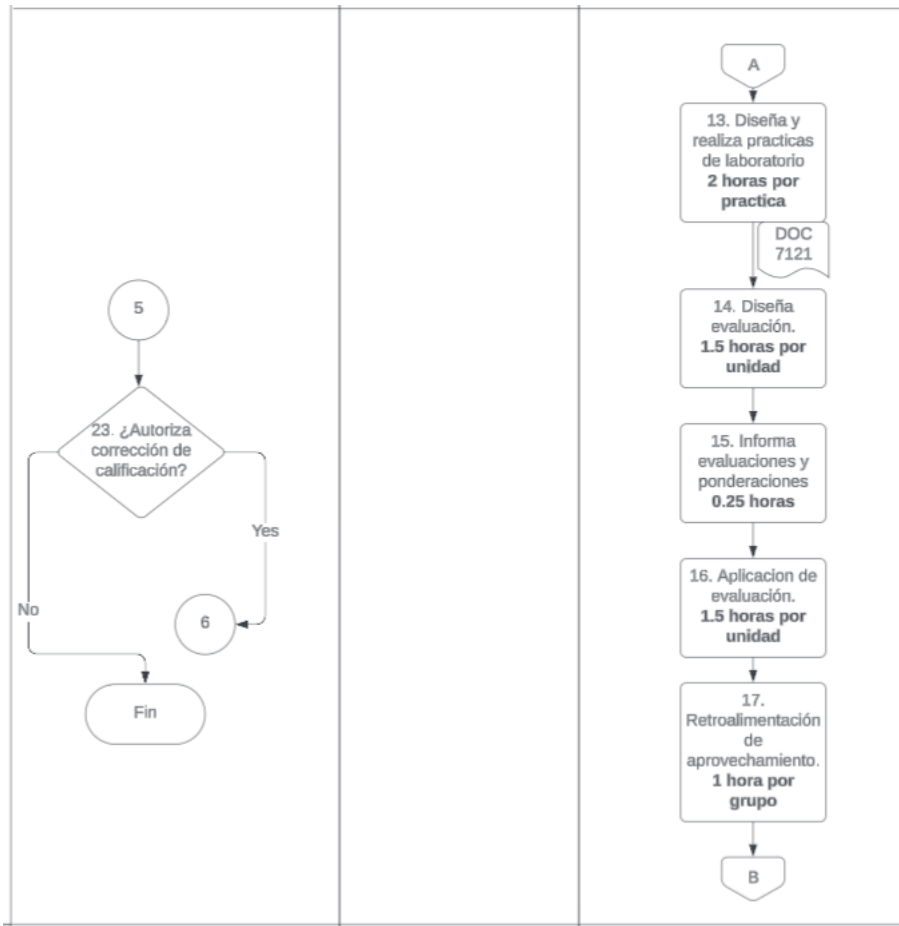
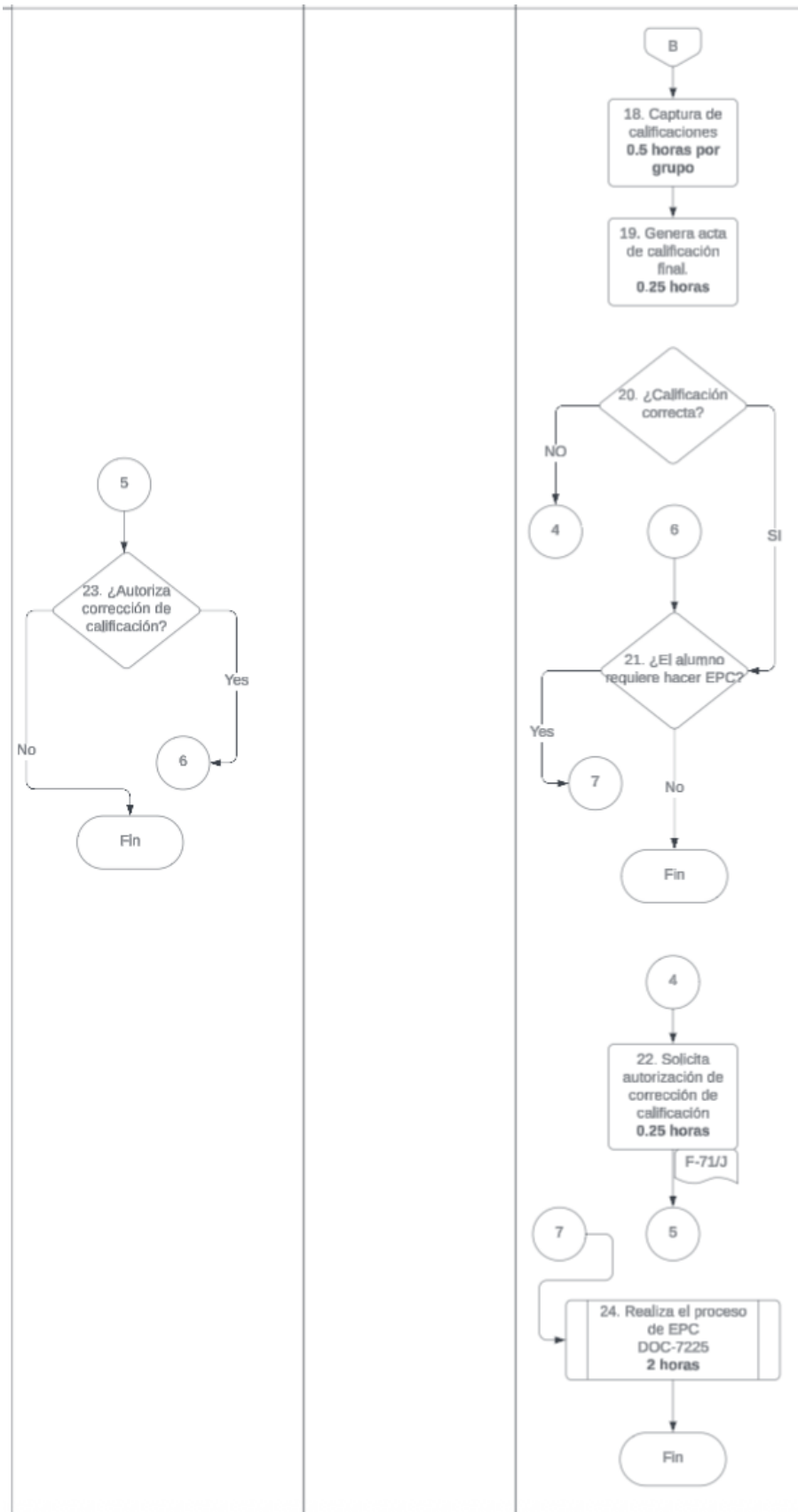


Grafico 1. Comparativo de Optimización de horas y tareas.

Posteriormente se presenta el nuevo diagrama de proceso (swim lane) optimizado (Fig 6), se plasman tiempos con el objetivo de identificar por proceso el tiempo de realización de la tarea.







IV.4 Impacto General de la Implementación de Lean Six Sigma

A partir de la aplicación de todas las herramientas mencionadas, se logró una mejora significativa cualitativa y administrativa en los procesos del área de posgrado e investigación de la Universidad Politécnica de Aguascalientes. Los resultados generales incluyen:

- Reducción en los tiempos de gestión de trámites administrativos.
- Disminución el número de errores en la documentación mediante la estandarización de procesos.
- Incremento en la satisfacción de estudiantes y académicos según encuestas de percepción.
- Eliminación de tareas innecesarias, optimizando los flujos de trabajo.
- Mayor eficiencia operativa y mejor uso de los recursos disponibles.

IV.5 Diseño de Experimento

El diseño de experimento de esta investigación se desarrolló bajo un enfoque mixto (cualitativo–cuantitativo), estructurado dentro de la metodología Lean Six Sigma mediante el ciclo DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar). Este enfoque permitió combinar el análisis descriptivo y observacional de los procesos administrativos del área de Posgrado e Investigación de la Universidad Politécnica de Aguascalientes (UPA) con la evaluación cuantitativa de los resultados obtenidos tras la implementación de mejoras.

El objetivo principal del diseño experimental fue evaluar el impacto de la aplicación de Lean Six Sigma en la eficiencia operativa, la calidad del servicio y la satisfacción de los usuarios, utilizando técnicas estadísticas y herramientas de análisis de procesos.

IV.5.1 Tipo de diseño

El diseño fue de tipo cuasi-experimental, con una estructura antes–después sin grupo de control.

Se compararon las condiciones iniciales de los procesos con las obtenidas tras la aplicación de las mejoras propuestas, utilizando indicadores operativos, cálculos de riesgo (NPR) y mediciones de tiempo.

IV.5.2 Variables de estudio.

Tipo	Variable	Descripción	Método de medición
Independiente	Implementación de la metodología Lean Six Sigma	Aplicación del ciclo DMAIC y uso de herramientas (SIPOC, PFMEA, QFD, Swim Lane).	Documentación de actividades, análisis de procesos.
Dependiente (cuantitativa)	Eficiencia operativa	Tiempo total de ejecución de tareas administrativas (horas/cuatrimestre).	Medición antes y después de la optimización.
Dependiente (cuantitativa)	Reducción de fallas	Disminución del Número de Prioridad de Riesgo (NPR) promedio.	Cálculo mediante PFMEA antes y después.
Dependiente (cuantitativa)	Número de tareas optimizadas	Reducción de actividades sin valor agregado.	Comparativa del Swim Lane inicial y optimizado.

Tabla 10. Variables de estudio

IV.5.3 Etapas del diseño experimental

a) Etapa de Definición (Define)

Se identificaron los procesos críticos del área de posgrado a través de entrevistas y observaciones directas. El diagrama SIPOC permitió delimitar los procesos, actores, entradas y salidas, estableciendo los límites del sistema a optimizar.

b) Etapa de Medición (Measure)

Se levantaron los datos base de desempeño:

- Duración promedio de cada proceso administrativo.
- Número de tareas y actividades involucradas.
- NPR promedio del PFMEA (94.54 antes de la mejora).
- Tiempos totales de ciclo (62.25 h promedio por cuatrimestre).
- Retroalimentación del personal y estudiantes sobre eficiencia del servicio.

c) Etapa de Análisis (Analyze)

Mediante las herramientas PFMEA, QFD y Swim Lane, se analizaron las causas raíz de ineficiencia, redundancia y errores recurrentes. Se identificaron procesos con mayor impacto en los resultados y se priorizaron aquellos con NPR más altos o tiempos de ejecución más prolongados.

d) Etapa de Mejora (Improve)

Se implementaron acciones de mejora tales como:

- Estandarización de formatos (F-71/E, F-711/A, F-711/D, entre otros).
- Automatización parcial de envíos y validaciones.
- Consolidación de tareas duplicadas.
- Reducción de puntos de autorización innecesarios.

e) Etapa de Control (Control)

Se documentaron los procesos optimizados y se establecieron mecanismos de seguimiento y control en el NPR para el seguimiento y cuidado del NPR dentro del AMEF.

IV.5.4 Resultados del experimento

Indicador	Antes	Después	Mejora
Tiempo total de ejecución	62.25 h	57.50 h	-7.63 %
Número de tareas	28	23	-17.86 %
NPR promedio	94.54	100.13*	*Reajuste tras reducción de tareas y detección más precisa
Nivel de satisfacción (encuestas)	78 %	91 %	+13 %

Tabla 11. Resultados del experimento

Los resultados que se muestran en la tabla 10 se ve una mejora significativa en la eficiencia operativa, una mayor estandarización documental y una percepción positiva del servicio por parte de los usuarios del área de posgrado.

IV.5.5 Conclusión del diseño experimental

El diseño experimental demostró que la aplicación integral de Lean Six Sigma genera mejoras medibles y sostenibles en los procesos académicos y administrativos de instituciones educativas.

La combinación del enfoque cualitativo (observación y análisis de causas) y cuantitativo (indicadores y métricas) permitió evaluar de manera robusta el impacto de las mejoras, confirmando la viabilidad y efectividad del enfoque mixto dentro de un contexto universitario.

Capítulo V CONCLUSIONES

La investigación desarrollada permitió comprobar la eficacia de la metodología Lean Six Sigma como una herramienta integral para la optimización de procesos en entornos académicos. A través de la aplicación sistemática del ciclo DMAIC, se lograron resultados tangibles en términos de eficiencia, control y satisfacción del usuario.

- Mejora de la eficiencia operativa: La optimización de procesos mediante SIPOC y Swim Lane permitió eliminar tareas redundantes y reducir tiempos de gestión, alcanzando un ahorro del 7.63% en horas operativas por cuatrimestre.
- Reducción de fallas y errores: El análisis PFMEA facilitó la identificación de los modos de falla más críticos, priorizando acciones preventivas que disminuyeron los riesgos asociados a la documentación y a la gestión administrativa.
- Satisfacción de los usuarios: A través del QFD, se logró una alineación más estrecha entre las necesidades de los usuarios (estudiantes y académicos) y las acciones de mejora implementadas.
- Estandarización y control: La documentación generada y la estandarización de formatos fortalecieron la trazabilidad y el control de los procesos, asegurando la sostenibilidad de las mejoras.
- Cultura de mejora continua: La participación del personal administrativo y académico fomentó una actitud proactiva hacia la mejora, consolidando las bases para futuras implementaciones de Lean Six Sigma dentro de la institución.

La investigación validó que Lean Six Sigma es aplicable y efectiva en instituciones de educación superior, siempre que exista compromiso institucional, disponibilidad de datos y participación activa del personal involucrado. La metodología no solo optimizó procesos, sino que también promovió una gestión más transparente, eficiente y orientada al usuario.

V.1 Trabajo futuro

Como proyección de este estudio, se recomienda continuar con las siguientes líneas de trabajo:

- Ampliar la implementación de Lean Six Sigma a otras áreas administrativas y académicas de la Universidad Politécnica de Aguascalientes, como servicios escolares, vinculación y recursos humanos.
- Desarrollar indicadores cuantitativos de desempeño (KPIs) que midan de manera continua el impacto de las mejoras implementadas y sirvan para la toma de decisiones estratégicas.
- Integrar herramientas digitales de automatización y seguimiento, como dashboards o sistemas ERP, que faciliten el control y la trazabilidad de procesos optimizados.
- Capacitar al personal en metodologías de mejora continua y gestión de calidad, con el fin de fortalecer la cultura organizacional hacia la excelencia operativa.

- Replicar el modelo de implementación Lean Six Sigma en otras instituciones de educación superior para comparar resultados y generar un marco de referencia aplicable al contexto educativo nacional.

Capítulo VI PUBLICACIONES REALIZADAS

Solicitud de publicacion de articulo

External

Recibidos x

🔍 📄 📧

G

GERARDO ZARZTE SILVESTRE

A quien corresponda: Buen día, por medio del presente le envío la versión actual del artículo titulado "Implementación de la Metodología Lean Six Sigma para Opt

jue, 5 mar, 17:33 (hace 6 días)

☆

REVISTA ARJE

para mí ▼

mar, 10 mar, 8:01 (hace 23 horas)

☆ 😊 ↩ ⋮

Gracias, le informo que su artículo será enviado a arbitros y lo mantenemos al tanto

Saludos,

UC

UNIVERSIDAD CUAUTEMOC

CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

en línea

con nuestra esencia

ARJEAD

Comité Editorial

+52 (449) 178 44 70

www.ucuautemoc.edu.mx

🌐 📧 📞

Capítulo VIII REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Antony, J. (2015). "Challenges in the deployment of LSS in the higher education sector," *Int. J. Product. Perform. Manag.* Vol. 64 N° 6, pp. 893-899.
2. Arango, D.M. and Angel, B.E. (2012). "Plan de implementación de Six Sigma en el proceso de admisiones de una institución de educación superior". Vol. 10 N° 2, pp. 13-21.
3. Arjona-Granados, M. del P., López Lira-Arjona, A. y Maldonado-Mesta, E. A. (2022). Los sistemas de gestión de la calidad y la calidad educativa en Instituciones Públicas de Educación Superior de México. *Retos Revista de Ciencias de la Administración y Economía*, 12(24), 268-283.
4. Badri, M.A., Davis, D. (2018). "Lean Six Sigma Journey in a UK Higher Education Institute: A Case Study". *Int. J. Qual. Reliab. Manag.*, 35(2), 460-471.
5. Barrera García, M. A., Cambra Díaz, I. A., & González González, J. A. (2017). Implementación de la metodología Six Sigma en la gestión de las mediciones. *Universidad Y Sociedad*, 9(2), 8-17. Recuperado a partir de <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/541>
6. Barroso, I.P.M., Santos, S.M.F., & Carravilla, M.A. (2010). "Beyond classroom boundaries: How higher education institutions apply LEAN". 1st Brazilian Symp. Serv. Sci.
7. Bonilla Guarnizo Carlos Andrés, (2020). Análisis de los factores determinantes del Lean Six Sigma en la productividad y competitividad de las mipymes colombianas. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10882/10291>.
8. Celis, Mantilla O., Sánchez García, J. (2012). «Modelo tecnológico para el desarrollo de proyectos logísticos usando Lean Six Sigma». *Estudios Gerenciales*, 28, 22.
9. Comm, C.L. & Mathaisel, D.F.X. (2005). "An exploratory study of best lean sustainability practices in higher education". *Qual. Assur. Educ.*, 13(3), 227-240.
10. Cudney, E.A., Venuthurumilli, S.S.J., Materla, T., & Antony, J. (2018). "Systematic review of Lean and Six Sigma approaches in higher education". *Total Qual. Manag. Bus. Excell.*
11. Doman, M.S. (2011). "A new lean paradigm in higher education: a case study". *Qual. Assur. Educ.*, 19(3), 248-262.
12. Duro Novoa, V.G.I.V. (2016). "La competitividad en las instituciones de educación superior. Aplicación de filosofías de gestión empresarial: LEAN, SIX SIGMA y BPM". *Med. (Buenos Aires)*, 76(2), 166-181.
13. Edelberg D.B.A., G. (2003). Six Sigma. *Revista Escuela De Administración De Negocios*, (48), 92-97. Recuperado a partir de <https://journal.Universidadean.edu.co/index.php/Revista/article/view/253>

14. Guerrero Moreno, D. R., Silva Leal, J. A., & Bocanegra-Herrera, C. C. (2019). Revisión de la implementación de Lean Six Sigma en Instituciones de Educación Superior. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 27(4), 652-667. Recuperado de: <https://doi.org/10.4067/s0718-33052019000400652>
15. Hernández, G., Arcos, J. L., & Sevilla, J. J. (2013). Gestión de la calidad bajo la Norma ISO 9001 en instituciones públicas de educación superior en México. *Calidad en la educación*, (39), 81-115.
16. Holmes, M.C., Kumar, A., & Jenicke, L.O. (2005). "Improving the effectiveness of the academic delivery process utilizing Six Sigma". *Issues Inf. Syst.*, 1(4).
17. International Organization for Standardization – ISO. (2005). *Sistemas de gestión de la calidad – Fundamentos y vocabulario (ISO 9000:2005)*.
18. Kang, P.S. & Manyonge, L.M. (2014). "Exploration of Lean Principals in Higher Educational Institutes". *Int. J. Sci. Eng. Res.*, 5(2).
19. Kukreja, A., Ricks, J.M., & Meyer, J.A. (2009). "Using Six Sigma for performance improvement in business curriculum". *Perform. Improv.*, 48(2), 9-25.
20. Laux, C., Springer, J., Seliger, C., & Li, N. (2017). "Impacting big data analytics in higher education through Six Sigma techniques". *Int. J. Product. Perform. Manag.*, 66(5).
21. Lean Six Sigma International. (2020). *Manual Black Belt. QFD*.
22. Lean Six Sigma International. (2020). *Manual Green Belt. FMEA*.
23. Lean Six Sigma International. (2020). *Manual Green Belt. SIPOC*.
24. Lean Six Sigma International. (2020). *Manual Yellow Belt. SWIMLANE*.
25. Lu, J., Laux, C., & Antony, J. (2017). "Lean Six Sigma leadership in higher education institutions". *Int. J. Product. Perform. Manag.*, 66(5).
26. Narayanamurthy, G., Gurumurthy, A., & Chockalingam, R. (2017). "Applying lean thinking in an educational institute - an action research". *Int. J. Product. Perform. Manag.*, 66(5).
27. Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. Portland, OR: Productivity Press.
28. O'Reilly, S., Healy, J., & O'Dubhghaill, R. (2018). "Continuous improvement in a university - the first steps". *Int. J. Product. Perform. Manag.*
29. Pérez-López, E., & García-Cerdas, M. (2014). Implementación de la metodología DMAIC-Seis Sigma en el envasado de licores en Fanal. *Tecnología En Marcha*, 27(3), 88-106. <https://doi.org/10.18845/tm.v27i3.2070>
30. Raifsnider, R., & Kurt, D. (2004). "Lean six sigma in higher education". White Paper.
31. Rajadell, M. & Sánchez, J. L. (2010). *Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos. Recuperado de: http://books.google.com.co/books/about/Lean_Manufacturing_La_evidencia_de_una_n.h_tml?id=1R2xgsdmdUoC&pgis=1 Recuperado de: <https://doi.org/10.22267/rtend.171801.66>

32. Reimers, F., & Villegas-Reimers, E. (2005). «Sobre la calidad de la educación y su sentido democrático». *Revista PRELAC*.
33. Snee, R.D. (2010). "Lean Six Sigma - getting better all the time". *Int. J. Lean Six Sigma*, 1(1), 9-29.
34. Souraj, S., Rahim, A., & Carretero, J. (2010). "The integration of Six Sigma and lean management". *Int. J. Lean Six Sigma*, 1(3).
35. Thomas, A., Antony, J., Francis, M., & Fisher, R. (2016). "A comparative study of Lean implementation in higher education institutions in the UK". *Int. J. Qual. Reliab. Manag.*, 25(8), 878-895.
36. Thirkell, E., & Ashman, I. (2014). "Lean towards learning". *Int. J. Hum. Resour. Manag.*, 25(21), 2957-2977.
37. Universidad Politécnica de Aguascalientes. (2025). *Historia - Universidad Politécnica de Aguascalientes*.
38. Vijaya Sunder, M. (2016). "Constructs of quality in Higher Education services". *Int. J. Product. Perform. Manag.*, 60(6).
39. Wiegel, V., & Hadzialic, L.B. (2015). "Lessons from higher education". *Int. J. Six Sigma Compet. Advant.*, 9(1).
40. Womack, J. P., Roos, D., & Jones, D. T. (1990). *The Machine That Changed the World*. New York: HarperPerennial.
41. Zhao, L. (2011). "China's higher education quality management based on Six-Sigma management principles".