



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Ingeniería Industrial

Escuela Profesional de Ingeniería Industrial

**Diseño de mejora del proceso de emisión de licencias
de conducir en una entidad pública empleando la
metodología Six Sigma**

TESIS

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

AUTOR

Gian Carlos VARGAS RODRIGUEZ

ASESOR

Mg. Daniel Humberto MAVILA HINOJOZA

Lima, Perú

2024



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Vargas, G. (2024). *Diseño de mejora del proceso de emisión de licencias de conducir en una entidad pública empleando la metodología Six Sigma*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Industrial, Escuela Profesional de Ingeniería Industrial]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

Metadatos complementarios

Datos de autor	
Nombres y apellidos	Gian Carlos Vargas Rodriguez
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	45953202
URL de ORCID	-
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Daniel Humberto Mavila Hinojoza
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	06016444
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-3993-1836
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Willy Hugo Calsina Miramira
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	09512630
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Oscar Abraham Morales Da Costa
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	09599576
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	Edgardo Aurelio Mendoza Altez
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	06605547
Datos de investigación	
Línea de investigación	ODS 9: Industria, innovación e infraestructura 4. Gestión organizacional sostenible
Grupo de investigación	No aplica

Agencia de financiamiento	Sin Financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Lima Provincia: Lima Distrito: Cercado de Lima Dirección: Jr. Antenor Orrego 1923 Latitud: -12.05870 Longitud: -77.06009
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Febrero 2018 - junio 2018
URL de disciplinas OCDE	Ingeniería Industrial https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.11.04



UNIVERSIDAD NACIONAL
MAYOR DE SAN MARCOS

Universidad del Perú, Decana de América

FACULTAD DE
INGENIERÍA
INDUSTRIAL

VICEDECANATO ACADÉMICO

ACTA DE SUSTENTACIÓN N°002-VDAP-FII-2024

SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO INDUSTRIAL

El Jurado designado por la Facultad de Ingeniería Industrial, reunido en acto público en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería Industrial, el día **martes 06 de febrero de 2024**, a las 10:00 horas, dio inicio a la sustentación de la tesis:

“DISEÑO DE MEJORA DEL PROCESO DE EMISIÓN DE LICENCIAS DE CONDUCIR EN UNA ENTIDAD PÚBLICA EMPLEANDO LA METODOLOGÍA SIX SIGMA”

Que presenta el Bachiller:


GIAN CARLOS VARGAS RODRIGUEZ


Para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial en la Modalidad:
Ordinaria.

Luego de la exposición, absueltas las preguntas del Jurado y siendo las Once horas se procedió a la evaluación secreta, habiendo sido Aprobado por Unanimidad con la calificación promedio de Dieciocho, lo cual se comunicó públicamente.

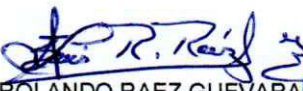
Lima, 06 de febrero del 2024


MG. WILLY HUGO CALSINA MIRAMIRA
Presidente


MG. OSCAR ABRAHAM MORALES DA COSTA
Miembro


MG. EDGARDO AURELIO MENDOZA ARTEZ
Miembro


MG. DANIEL HUMBERTO MAVILA HINOJOZA
Asesor


MG. LUIS ROLANDO RAEZ GUEVARA
Vicedecano Académico – FII





CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo **MAVILA HINOJOZA DANIEL HUMBERTO** en mi condición de asesor acreditado con la Resolución Decanal N° **001148-2023-D-FII** de la tesis de investigación académico, cuyo título es **DISEÑO DE MEJORA DEL PROCESO DE EMISIÓN DE LICENCIAS DE CONDUCIR EN UNA ENTIDAD PÚBLICA EMPLEANDO LA METODOLOGÍA SIX SIGMA**, presentado por el bachiller **VARGAS RODRIGUEZ GIAN CARLOS** para optar el título **PROFESIONAL DE INGENIERO INDUSTRIAL**, CERTIFICO que se ha cumplido con lo establecido en la Directiva de Originalidad y de Similitud de Trabajos Académicos, de Investigación y Producción Intelectual. Según la revisión, análisis y evaluación mediante el software de similitud textual, el documento evaluado cuenta con el porcentaje de **17%** de similitud, nivel **PERMITIDO** para continuar con los trámites correspondientes y para su **publicación en el repositorio institucional**.

Se emite el presente certificado en cumplimiento de lo establecido en las normas vigentes, como uno de los requisitos para la obtención del grado/ título/ especialidad correspondiente.



Firmado digitalmente por MAVILA
HINOJOZA Daniel Humberto FAU
20148092282 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 03.01.2024 17:55:06 -05:00

Firma del Asesor:

DNI:**06016444**

Nombres y apellidos del asesor:

MAVILA HINOJOZA DANIEL HUMBERTO



DEDICATORIA

A mi familia, fuente ilimitada de inspiración que motiva en mí el deseo de superación personal y profesional permanente y que, a su vez, supieron inculcarme con el ejemplo la senda del buen camino.

AGRADECIMIENTO

A mi familia por su apoyo y aliento incondicional sin el cual nada hubiera sido posible.

A mis maestros universitarios, por tantas enseñanzas impartidas en mi formación profesional, y en especial a mi asesor, Mag. Daniel Humberto Mavila Hinojoza, por su asesoramiento, guía y valiosos aportes en la elaboración de esta investigación.

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se determina en qué medida la implementación de la metodología denominada Six Sigma contribuye en la mejora del proceso de emisión de licencias de conducir a cargo de una entidad pública de Lima. Para el desarrollo de esta investigación aplicada se emplea un enfoque cualitativo, alcance descriptivo correlacional y un diseño experimental. En cuanto a la población, se compone de los procesos requeridos para emitir las licencias de conducir de tipo presencial, siendo la muestra 106 procesos durante 2 meses de trabajo (muestreo probabilístico estratificado). Se emplean como técnicas la observación directa, entrevistas al personal y la revisión documental. Se efectúa un diagnóstico y medición de las métricas del proceso, se plantea e implementan soluciones a los problemas identificados y finalmente se miden los resultados utilizando técnicas de estadística inferencial. Los resultados demuestran con un nivel de confianza estadística del 95% que el tiempo para la emisión de licencias se redujo en un 43.32% (120.73 a 52.31 minutos), asimismo, que el índice de capacidad del proceso se incrementa de un nivel inicial de 0.30 a 1.35 luego de las mejoras. En tal sentido, se concluye que la implementación de la metodología Six Sigma contribuye a mejorar el proceso antes citado, en términos de tiempo de atención y capacidad. Finalmente, se recomienda aplicar la mencionada metodología con el objeto de mejorar los demás servicios de la entidad en estudio, incluyendo la emisión de licencias de conducir a nivel nacional en coordinación con los Gobiernos Regionales.

Palabras clave: Six Sigma, licencias de conducir, mejora de procesos, DMAIC.

ABSTRACT

This research work determines to what extent the implementation of the Six Sigma methodology contributes to the improvement of the driver's license issuance process of a public entity in Lima. For the development of this applied research, a qualitative approach, descriptive correlational scope and an experimental design are used. As for the population, it is composed of the processes required to issue driver's licenses in person, being the sample 106 processes during 2 months of work (stratified probabilistic sampling). Direct observation, staff interviews and document review were used as techniques. A diagnosis and measurement of the process metrics is made, solutions to the identified problems are proposed and implemented, and finally the results are measured using inferential statistics techniques. The results show, with a statistical confidence level of 95%, that the time for issuing licenses was reduced by 43.32% (120.73 to 52.31 minutes), and that the process capability index increased from an initial level of 0.30 to 1.35 after the improvements. In this sense, it is concluded that the implementation of the Six Sigma methodology contributes to improve the aforementioned process, in terms of attention time and capacity. Finally, it is recommended to apply the aforementioned methodology in order to improve the other services of the entity under study, including the issuance of driver's licenses at the national level in coordination with the Regional Governments.

Key words: Six Sigma, driver's license, process improvement, DMAIC.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
RESUMEN	iii
ABSTRACT	iv
ÍNDICE GENERAL	v
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.1 Descripción de la realidad del problema.....	3
1.2 Definición del problema	5
1.3 Justificación e importancia de la investigación	6
1.4 Objetivos de la investigación	8
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	9
2.1 Antecedentes de la investigación	9
2.2 Bases teóricas.....	13
2.2.1 <i>Antecedentes de Six Sigma</i>	13
2.2.2 <i>Definición de Six Sigma</i>	15
2.2.3 <i>Principios de Six Sigma</i>	17
2.2.4 <i>Metodologías de implementación de Six Sigma</i>	21
2.2.5 <i>Metodología DMAIC</i>	22
2.2.6 <i>Modernización de la gestión pública</i>	47
2.2.7 <i>Gestión por procesos</i>	48
2.2.8 <i>Definición de proceso</i>	49
2.2.9 <i>Elementos de un proceso</i>	50
2.2.10 <i>Tipos de procesos</i>	50
2.2.11 <i>Mejora de procesos</i>	50
2.2.12 <i>Emisión de licencias de conducir</i>	51
2.2.13 <i>Clases y categorías de licencias de conducir</i>	52
2.3 Marco conceptual	54
CAPÍTULO III: FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS	57

3.1 Hipótesis general.....	57
3.2 Hipótesis específicas.....	57
3.3 Definición de variables	57
3.4 Matriz de consistencia	58
CAPÍTULO IV: DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	60
4.1 Tipo de investigación.....	60
4.2 Diseño de la investigación.....	61
4.3 Población y muestra	61
4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	63
4.5 Técnicas de procesamiento y análisis de datos	65
CAPÍTULO V: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	66
5.1 Descripción de la Entidad.....	66
5.2 Diagnóstico de la Entidad.....	67
5.3 Aplicación de la metodología Six Sigma.....	72
5.3.1 <i>Aplicación de la fase Definir</i>	72
5.3.2 <i>Aplicación de la fase Medir</i>	78
5.3.3 <i>Aplicación de la fase Analizar</i>	92
5.3.4 <i>Aplicación de la fase Mejorar</i>	104
5.3.5 <i>Aplicación de la fase Controlar</i>	118
5.4 Contrastación de hipótesis	125
5.4.1 <i>Contrastación de hipótesis específicas</i>	125
5.4.2 <i>Contrastación de hipótesis general</i>	129
5.5 Discusión de resultados	130
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	134
6.1 Conclusiones.....	134
6.2 Recomendaciones.....	135
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	137
ANEXOS	143

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Pasos y herramientas de la Fase Definir</i>	23
Tabla 2. <i>Pasos y herramientas de la Fase Medir</i>	30
Tabla 3. <i>Interpretación de valores del índice Cp</i>	35
Tabla 4. <i>Pasos y herramientas de la Fase Analizar</i>	38
Tabla 5. <i>Pasos y herramientas de la Fase Mejorar</i>	42
Tabla 6. <i>Pasos y herramientas de la Fase Controlar</i>	45
Tabla 7. <i>Clases y categorías de licencias de conducir</i>	53
Tabla 8. <i>Licencias de conducir según tipo de conductor</i>	54
Tabla 9. <i>Matriz de consistencia</i>	59
Tabla 10. <i>Estratificación según demanda anual de licencias de conducir</i>	63
Tabla 11. <i>Matriz de servicios y clientes de la entidad</i>	68
Tabla 12. <i>Project Charter del proyecto</i>	76
Tabla 13. <i>Subprocesos de la emisión de licencias de conducir</i>	78
Tabla 14. <i>Métricas del proceso de licencias de conducir</i>	84
Tabla 15. <i>Mediciones para prueba R&R Tiempo de emisión de licencia</i>	85
Tabla 16. <i>Plan de recolección de datos</i>	88
Tabla 17. <i>Criterios para valorar el factor severidad</i>	97
Tabla 18. <i>Criterios para valorar la probabilidad de ocurrencia</i>	98
Tabla 19. <i>Criterios para valorar la detección de causas</i>	98
Tabla 20. <i>Análisis AMFE</i>	100
Tabla 21. <i>Medición comparativa de tiempos de emisión de licencias antes y después de la implementación de las mejoras en el piloto</i>	102
Tabla 22. <i>Rediseño del proceso de emisión de licencias</i>	112
Tabla 23. <i>Indicador “cumplimiento de entrega de licencias de conducir”</i>	113
Tabla 24. <i>Indicador “tiempo de emisión de licencias”</i>	113
Tabla 25. <i>Indicador “reprocesos en la evaluación de solicitudes”</i>	114
Tabla 26. <i>Costos de implementación</i>	115
Tabla 27. <i>Beneficios de la implementación</i>	116

Tabla 28. <i>Flujo de caja</i>	117
Tabla 29. <i>Cuadro comparativo de Indicadores del proceso</i>	130

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Causas de insatisfacción en la atención.....	5
<i>Figura 2.</i> Nivel de calidad Six Sigma.....	16
<i>Figura 3.</i> Estructura de Six Sigma.....	18
<i>Figura 4.</i> Relacionamiento en la organización con Six Sigma.....	20
<i>Figura 5.</i> Aplicación del diagrama de árbol de CTQ.....	24
<i>Figura 6.</i> Dimensiones de calidad del modelo Kano.....	25
<i>Figura 7.</i> Aplicación de la gráfica impacto - desempeño.....	27
<i>Figura 8.</i> Aplicación del diagrama de Pareto.....	28
<i>Figura 9.</i> Aplicación del diagrama SIPOC.....	29
<i>Figura 10.</i> Plan de recolección de datos.....	33
<i>Figura 11.</i> Estructura de una gráfica de control.....	33
<i>Figura 12.</i> Diagrama causa y efecto.....	39
<i>Figura 13.</i> Aplicación de hojas de verificación.....	46
<i>Figura 14.</i> Pilares de la Política Nacional de Modernización.....	47
<i>Figura 15.</i> Etapas para la implementación de la gestión por procesos.....	49
<i>Figura 16.</i> Elementos básicos de un proceso.....	50
<i>Figura 17.</i> Mapa de procesos de la Entidad.....	68
<i>Figura 18.</i> Proceso de otorgamiento de licencias de conducir.....	69
<i>Figura 19.</i> Emisión anual de licencias de conducir.....	70
<i>Figura 20.</i> Licencias de conducir 2018 por certificación y categoría.....	71
<i>Figura 21.</i> Evolución de Licencias de conducir por clase.....	71
<i>Figura 22.</i> Modelo Kano para el servicio de licencias de conducir.....	73
<i>Figura 23.</i> Diagrama de árbol de CTQ para licencias de conducir.....	75
<i>Figura 24.</i> Gráfica impacto – desempeño.....	76
<i>Figura 25.</i> Diagrama SIPOC Licencias de Conducir.....	78
<i>Figura 26.</i> Diagrama de flujo del proceso Licencias de Conducir.....	80
<i>Figura 27.</i> Diagrama SIPOC del Subproceso de orientación.....	81
<i>Figura 28.</i> Diagrama SIPOC del Subproceso de verificación documentaria.....	82

<i>Figura 29.</i> Diagrama SIPOC del Subproceso de impresión de licencia.....	83
<i>Figura 30.</i> Diagrama SIPOC del Subproceso de control de calidad y entrega	83
<i>Figura 31.</i> Reporte estadístico de la prueba R&R	86
<i>Figura 32.</i> Reporte gráfico de la prueba R&R	87
<i>Figura 33.</i> Gráfica de control del tiempo de emisión de licencias de conducir	89
<i>Figura 34.</i> Prueba de normalidad del tiempo del proceso	90
<i>Figura 35.</i> Capacidad del proceso y métricas Six Sigma.....	91
<i>Figura 36.</i> Diagrama de flujo detallado $F(x) = Y$	94
<i>Figura 37.</i> Diagrama causa - efecto de las demoras en la emisión de licencias....	96
<i>Figura 38.</i> Prueba de hipótesis pre y post mejoras controladas	103
<i>Figura 39.</i> Diagrama de Caja para Tiempos pre y post mejoras controladas	104
<i>Figura 40.</i> Cronograma de implementación de mejoras	105
<i>Figura 41.</i> Registro manual del formulario de solicitud	106
<i>Figura 42.</i> Cronograma para la automatización del formulario	107
<i>Figura 43.</i> Modelo de verificación automática de requisitos	108
<i>Figura 44.</i> Cronograma para la Integración de sistemas	109
<i>Figura 45.</i> Cronograma de rediseño del proceso	110
<i>Figura 46.</i> Rediseño del proceso y distribución física.....	111
<i>Figura 47.</i> Gráfica de control del tiempo de emisión de licencias, antes y después de las mejoras.....	119
<i>Figura 48.</i> Normalidad del tiempo de emisión de licencias antes de las mejoras	120
<i>Figura 49.</i> Normalidad del tiempo de emisión de licencias luego de las mejoras	121
<i>Figura 50.</i> Capacidad del proceso antes y después de las mejoras.....	122
<i>Figura 51.</i> Prueba de hipótesis específica 1.....	127
<i>Figura 52.</i> Prueba de hipótesis específica 2.....	129

INTRODUCCIÓN

Para lograr una gestión pública por resultados que incida favorablemente en el bienestar de la población a través de la provisión de bienes y servicios de alta calidad que cumplan con los requerimientos y expectativas de la población, el Estado peruano se encuentra en proceso de modernización. De este modo, las entidades deben aplicar estrategias que les permitan mejorar de forma continua sus procesos.

En ese sentido, en la presente investigación se estudia el proceso de emisión de licencias de conducir en Lima Metropolitana y la motivación de efectuar este trabajo se sustenta en la insatisfacción de los usuarios expresada a través de la presentación de quejas y reclamos. La causa de este descontento fue la demora en la atención, aspecto que ocasionaba que los ciudadanos deban realizar largas colas y esperar tiempos prolongados para ser atendidos.

En atención a dicho problema, en la presente investigación se plantea determinar en qué medida el uso de la metodología Six Sigma contribuye a mejorar el proceso de emisión de licencias de conducir, aspecto que consideramos relevante ya que la mayor parte de las investigaciones sobre la aplicación de dicha metodología no corresponden entidades públicas, sino más bien a organizaciones privadas pertenecientes al sector manufactura.

Finalmente es preciso mencionar que, los resultados del presente estudio demuestran estadísticamente que la implementación de esta metodología, efectivamente mejora los indicadores que caracterizan el proceso antes citado,

en términos de tiempo de atención y capacidad. Asimismo, teniendo en consideración que se presenta de forma detallada la aplicación de la citada metodología, este trabajo resulta de interés para aquellas entidades públicas que se encuentren en la búsqueda de mejorar sus procesos de atención a los ciudadanos, de modo tal que, cumplan sus funciones con eficiencia en favor de la población y logren mejorar su imagen institucional.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad del problema

El Banco Interamericano de Desarrollo, en el año 2018 efectuó un estudio denominado “Simplificando vidas” con el fin de evaluar los niveles de satisfacción ciudadana relacionados con los trámites más comunes brindados en América Latina y el Caribe. Los resultados mostraron que el promedio regional del nivel de satisfacción con el trámite de licencias de conducir fue de 4.9 (escala del 1 al 10), asimismo, se demostró que el tiempo que tarda el ciudadano en realizar este trámite es el aspecto que más valora, seguido de la diligencia y empatía de los funcionarios que los atienden (Pareja, 2020).

En el ámbito peruano, en noviembre de 2019 se llevó a cabo la Encuesta Nacional de Satisfacción Ciudadana a cargo de Datum Internacional a pedido de la Secretaría de Gestión Pública, cuyo objetivo fue evaluar el grado de satisfacción de los ciudadanos con la calidad de la atención y los servicios que obtienen de los organismos públicos nacionales. Los resultados de este estudio evidenciaron que el 22% de las personas no se sienten satisfechos con la

atención brindada y que, además, el principal motivo de este problema radica en los excesivos tiempos que deben esperar y la mala atención.

En el caso de los ministerios a nivel nacional, sólo el 46% de encuestados indicaron que la atención fue rápida y sin colas, mientras que el 33% refirió que el servicio fue brindado con calidad, amabilidad y buen trato. De esta manera se observa una necesidad de implementar mecanismos que permitan reducir los tiempos de espera al realizar una gestión, así como preparar a los funcionarios para brindar un mejor trato al usuario.

En el contexto específico de la presente investigación, es decir, el trámite de emisión de licencias de conducir de clase A para el caso de Lima Metropolitana, a cargo de la entidad pública en estudio, es preciso indicar que constituye uno de los servicios más críticos e importantes para la ciudadanía, teniendo en cuenta su alta demanda e impacto en la seguridad vial del país. En ese sentido, la entidad efectuó un trabajo de investigación con el fin de medir la satisfacción respecto del mencionado servicio por parte de los usuarios.

En dicho estudio se identificó que la causa principal por la que los ciudadanos percibían insatisfacción se refería a la demora en la atención, en un 61% de los casos, tal como se muestra en la Figura 1.

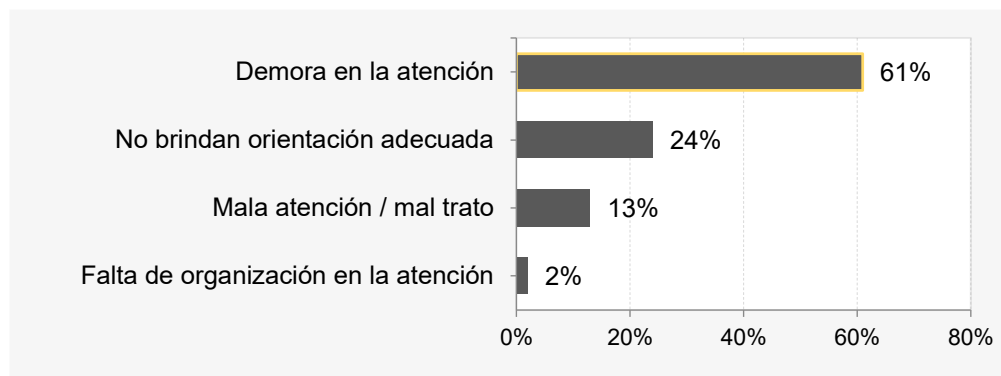


Figura 1. Causas de insatisfacción en la atención

Nota: Elaboración propia

Ante dicha realidad, se identificó que el mencionado proceso carece de estandarización, cuenta con baja productividad, presenta elevados índices de variabilidad y no satisface los estándares de calidad esperados por los ciudadanos en términos de tiempos de atención pues la media para emitir una licencia era de 120 minutos.

Estos problemas en el proceso ocasionan que los ciudadanos que acuden a tramitar la entrega de sus licencias tengan que realizar largas colas y esperar tiempos prolongados para ser atendidos.

Adicionalmente, esta situación genera incomodidad y malestar en los usuarios, puesto que se ven afectados con problemas de tipo socio económico, tales como desatención familiar, horas de trabajo perdidas, alteraciones en la conducta, entre otros. Asimismo, afecta la imagen institucional de la entidad pues el ciudadano percibe que esta no se encuentra al servicio de la población.

1.2 Definición del problema

Teniendo en cuenta la descripción del problema planteado, resulta necesario mejorar el proceso de emisión de licencias enfocándose en la reducción de tiempos y en el incremento de su capacidad para el cumplimiento de las necesidades de los usuarios.

En este contexto las preguntas que se plantean responder como resultado de esta investigación son las siguientes:

1.2.1 Problema general

¿En qué medida la aplicación de la metodología Six Sigma mejora el proceso de emisión de licencias de conducir en una entidad pública?

1.2.2 Problemas específicos

- a) ¿En qué medida la aplicación de la metodología Six Sigma reduce el tiempo del proceso de emisión de licencias de conducir en una entidad pública?
- b) ¿En qué medida la aplicación de la metodología Six Sigma mejora la capacidad del proceso de emisión de licencias de conducir en una entidad pública?

1.3 Justificación e importancia de la investigación

1.3.1 Justificación teórica

Producto de la revisión de la literatura relacionada al problema que aborda el presente estudio, se observa que la mayoría de investigaciones sobre la implementación de la metodología denominada Six Sigma corresponden a organizaciones privadas pertenecientes al sector manufactura.

En ese sentido, esta investigación aporta a la literatura científica la aplicación de una de las metodologías más exitosas (Six Sigma) en una entidad pública, específicamente en el proceso de emisión de licencias de conducir, mediante la aplicación de herramientas cuantitativas de análisis estadístico.

Asimismo, esta investigación aporta conocimientos para la aplicación de la metodología Six Sigma con el objetivo de mejorar los procesos de atención al ciudadano en aquellas entidades públicas que busquen utilizar eficientemente los recursos del Estado brindando servicios de calidad.

1.3.2 Justificación práctica

La presente investigación beneficia directamente a las entidades públicas que se encuentren en la búsqueda de mejorar sus procesos de atención a los ciudadanos, concretamente en la disminución de sus tiempos de atención e incremento de su capacidad, de modo tal que, cumplan sus funciones con eficiencia en favor de la población y logren mejorar su imagen institucional.

Asimismo, este trabajo de investigación se realiza para demostrar que, si bien es cierto, las organizaciones que están implementando las herramientas de mejora que proporciona la metodología Six Sigma, son típicamente asociadas a entornos manufactureros, es factible que, en organizaciones de servicios, incluso en administraciones públicas, estas puedan ser aplicadas de forma exitosa.

1.3.3 Justificación metodológica

Este trabajo de investigación puede ser considerado un texto de consulta a tomar en cuenta por aquellas entidades públicas bajo el alcance de la Política de

Modernización de la Gestión Pública, es decir, organizaciones políticas, sociedad civil, gobiernos descentralizados, organismos independientes y poder ejecutivo, para mejorar sus procesos, basada en la aplicación de las siguientes fases: Definir, Medir, Analizar, Mejoras y Controlar.

1.4 Objetivos de la investigación

1.4.1 Objetivo general

Determinar en qué medida la aplicación de la metodología Six Sigma mejora el proceso de emisión de licencias de conducir en una entidad pública.

1.4.2 Objetivos específicos

- a) Determinar en qué medida la aplicación de la metodología Six Sigma reduce el tiempo del proceso de emisión de licencias de conducir en una entidad pública.
- b) Determinar en qué medida la aplicación de la metodología Six Sigma mejora la capacidad del proceso de emisión de licencias de conducir en una entidad pública.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Antecedentes Nacionales

Gutiérrez (2015) en un estudio denominado *“Aplicación de la metodología Seis Sigma para el proceso de Mesa de Ayuda en el Ministerio de Economía y Finanzas”* planteó el objetivo de implementar la metodología Seis Sigma con el fin de mejorar el proceso de Mesa de Ayuda, desarrollando una investigación de tipo aplicada con un nivel descriptivo correlacional. La muestra empleada fue 30 atenciones antes y 30 después de aplicar dicha metodología. El citado autor concluye que al implementar Seis Sigma el proceso de Mesa de Ayuda mejoró, logrando reducir el tiempo de atención al usuario, mejorando su satisfacción, así como incrementando el número de casos atendidos por día.

Por otro lado, Martel (2018) planteó un estudio titulado *“Aplicación de la Metodología Six Sigma para aumentar la productividad en el área de Archivo de la Oficina Registral N° IX – Sede Callao SUNARP 2017”* donde el objetivo fue demostrar que la implementación de dicha metodología incrementa la productividad en el área de archivo. Para ello empleó una investigación aplicada, de nivel explicativo, considerando con un diseño pre experimental,

además de un enfoque cuantitativo. En cuanto a la muestra, esta estuvo conformada por 24 semanas, con la participación de 3 trabajadores del área de atención al público. Finalmente, el autor demostró que la implementación de Six Sigma en el área de archivo de la SUNARP, mejora la productividad. Además, se mejoró la eficiencia y eficacia del área bajo estudio.

Ticona y Chahuanra (2021) en su trabajo de investigación titulado *“Aplicación de la metodología Six Sigma para mejorar el proceso de registro de matrícula en la Universidad Privada San Carlos”*, se plantearon como objetivo emplear la metodología Six Sigma el proceso de registro de matrícula en dicha universidad para lograr mejoras. Aplicaron un enfoque cuantitativo de tipo descriptivo y nivel explicativo considerando una muestra de 67 estudiantes. Asimismo, usaron como técnica de recolección de datos la encuesta cuyo instrumento fue el cuestionario. Se concluyó que el tiempo de espera en la matrícula mejoró de 42 minutos a 30 minutos, además, los tiempos máximos de espera de los estudiantes se redujeron en 53 minutos.

Moreto (2019) planteó una investigación denominada *“Aplicación de la metodología Seis Sigma como herramienta para la auditoría integral y la calidad de servicio en las Cooperativas de Ahorro y Crédito de Lima Metropolitana, Período 2013 – 2015”*, cuyo objetivo fue establecer si la aplicación de Seis Sigma, incide en la calidad de servicio en las citadas cooperativas. Para ello aplicó un estudio de tipo aplicado, con un diseño no experimental, basado en una muestra de 136 personas. En dicha investigación se demuestra, a través del cálculo de la correlación de Spearman (0.774), que la implementación de la

metodología Seis Sigma, efectivamente influye significativamente en la calidad de servicio.

Finalmente, Facho (2017) en su tesis denominada *“Mejora de procesos en una empresa textil exportadora mediante la metodología Six Sigma”*, planteó como objetivo disminuir la tela no conforme y mejorar los indicadores que caracterizan la calidad. Para tal fin, empleó la metodología precitada para determinar la situación inicial y posteriormente establecer mejoras en los procesos. Dicha autora establece que, para lograr las metas en el proyecto Six Sigma, este debe ser entendido e impulsado por los niveles gerenciales debido al componente de cambio cultural que conlleva. En esta investigación se demostró que el despliegue de la metodología contribuyó a mejorar los procesos en una empresa del rubro textil, a través de la reducción de los indicadores de gestión de calidad clave, asimismo, se logró mejorar en el orden de 7.28% el nivel sigma del proceso, generando ahorros para la organización.

2.1.2 Antecedentes Internacionales

Arellano (2019) planteó una investigación denominada *“Estrategia Six Sigma: Propuesta para reducir la variabilidad del proceso de patrocinio judicial en una organización de servicios”* cuyo objetivo fue plantear un modelo sobre la base en la metodología Six Sigma con la finalidad de identificar las brechas en el citado proceso, aplicando una investigación mixta, con un enfoque cualitativo según las opiniones de directivos, así como un análisis cuantitativo con una muestra de tiempos de duración de causas judiciales extraídas del sistema de registro estadístico 2018. En este estudio se demuestra que estadísticamente el proceso

presenta variabilidad considerable con un nivel sigma de 1.81. Además, la propuesta planteada es efectiva en la identificación de necesidades y factores críticos que inciden en la mejora del desempeño del proceso en estudio, asimismo, se indica que antes de ello se requiere aplicar estrategias de capacitación al personal.

Por su parte, Rosas (2019) en su tesis de postgrado titulada *“Eficiencia en el Sector Salud a través de la implementación de Lean Six Sigma en un hospital público de México”*, planteó como objetivo mejorar el proceso de suministro de insumos médicos, a través de la aplicación de Lean Six Sigma en el Sector Salud de México. La investigación fue de tipo cuantitativa, de diseño no experimental y a su vez de alcance transversal. El estudio se aplicó a un hospital público que atendió a más de 9 mil pacientes en el 2018, cuenta 444 enfermeras y 120 médicos. La autora logró demostrar que, la aplicación de Six Sigma es clave en la metodología Lean Six Sigma, pues asegura que la mejora sea permanente. Además, concluye que, luego de la implementación se mejoró la cadena de suministros de los insumos al quirófano.

Por otro lado, Guevara (2021) desarrolló un estudio titulado *“Propuesta de reingeniería organizacional aplicando Six Sigma en el Hotel Damasco”* y planteó como objetivo diseñar una propuesta de reingeniería para los procesos de la mencionada organización, a través de la implementación de la filosofía Six Sigma con el fin de incrementar la satisfacción del cliente. Para ello aplicó una investigación mixta, pues analiza información cuantitativa y cualitativa a efectos de responder al problema planteado, asimismo, su estudio fue exploratorio

descriptivo y de nivel explicativa. La muestra empleada fueron los procesos que soportan el servicio de la organización con elección sistemática, estratificada y al azar. Adicionalmente, consideró una muestra de 100 clientes donde se aplicó una encuesta de satisfacción. En este estudio se demuestra que la implementación de la filosofía Six Sigma incrementa la satisfacción del usuario, reduciendo los tiempos de producción, la calidad de la limpieza de las habitaciones, así como capacitando al personal de la organización.

Pérez (2016) realizó una investigación sobre el impacto del uso y aplicación de la metodología Six Sigma en las organizaciones latinoamericanas en los últimos diez años, y cuáles son los factores críticos de éxito, demostrando que Six Sigma es una formidable alternativa para las organizaciones que busquen deseen incrementar la eficiencia de sus procesos, la competitividad y sustentabilidad. Es así que los beneficios de la aplicación de la metodología se reflejan en la disminución de sus tiempos de ciclo, en la disminución de costos operativos y en la mejora de la satisfacción de clientes, generando ahorros de 100 a 500 mil dólares americanos anuales para las empresas medianas, más de 300 a 500 mil dólares americanos anuales para las grandes, y más de 500 mil dólares americanos anuales para las de gran tamaño.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Antecedentes de Six Sigma

Esta metodología inició con Mikel Harry en la compañía Motorola, quien con un equipo de trabajo analizaron el fenómeno de las variaciones de los procesos de su organización, tomando especial atención en aquellos que producían

variaciones significativas. No se limitaron a mejorar la efectividad y la eficiencia, ellos comprometieron en el proyecto a Bob Galvin (director ejecutivo), quien compartió su experiencia con Lawrence Bossidy, director de Allied Signal, y este hizo lo propio con el personal del centro de entrenamientos de ejecutivos de General Electric. No obstante, al éxito logrado en Motorola y Allied Signal, General Electric fue la que empleó Six Sigma de forma impresionante, pues en menos de dos años de su aplicación, obtuvieron ahorros de aproximadamente 320 millones de dólares (Eckes, 2004).

En concordancia con lo indicado anteriormente, Gutiérrez y De La Vara (2013) afirman sobre los inicios de la metodología Six Sigma que un equipo directivo dirigido por el presidente de Motorola, Bob Galvin, implantó inicialmente Seis Sigma en 1987 con el objetivo de reducir los fallos de los productos eléctricos de la empresa. Desde entonces, una gran cantidad de empresas han adoptado, mejorado y generalizado 6σ . Junto con Motorola, otras dos empresas que contribuyeron a normalizar la metodología Seis Sigma y sus instrumentos son General Electric, que empezó a utilizar el programa en 1995, y Allied Signal, que lo puso en marcha en 1994. Sus presidentes, Larry Bossidy y Jack Welch, respectivamente, lideraron con energía y contundencia el programa en sus organizaciones, lo que constituyó un componente clave de su éxito.

Entre los resultados logrados por las organizaciones mencionadas, Gutiérrez y De La Vara (2013) destacan los ahorros de aproximadamente 1 000 millones de dólares de Motorola, así como la obtención del premio a la calidad Malcolm Baldrige en el año 1988. Un ahorro de más de 2 000 millones de dólares entre

los años 1994 y 1999 de Allied Signal y, finalmente, los ahorros de más de 2 570 millones de dólares entre los años 1997 y 1999 de General Electric.

2.2.2 Definición de Six Sigma

Para los autores Gutiérrez y De La Vara (2013), los objetivos principales de Seis Sigma, un enfoque de mejora continua, son disminuir la variación de los procesos y aumentar su rendimiento. Además, afirman que con su uso se pueden encontrar y eliminar errores, retrasos y defectos, al tiempo que se mantiene un enfoque constante en las demandas del cliente. Este enfoque está respaldado por una metodología basada en razonamientos y herramientas estadísticas, y su puesta en práctica es crucial para aumentar la satisfacción del cliente y reducir los errores y los plazos de entrega.

Por su parte, Bonilla et al. (2020) afirman sobre Six Sigma que a diferencia de la mejora continua Kaizen, que se centra en mejorar los procesos sólo hasta cierto punto, la técnica Seis Sigma aumenta los indicadores de rendimiento al menos en un 50%. En cambio, parte de la voz del cliente y optimiza los procesos basándose en dos pilares esenciales: el factor humano y las herramientas estadísticas.

Pande y Holpp (2002) plantean que seis sigma es la manera más inteligente de gestionar una organización, asimismo, refieren que esta metodología pone primero al cliente, emplea realidades y datos para promover las soluciones más destacadas relacionadas a incrementar la satisfacción, así como disminuir reducir tiempos y defectos.

Es preciso mencionar que, dicha metodología persigue como meta lograr que los procesos tengan un nivel de calidad seis sigma, es decir, que tenga como máximo 3.4 defectos por millón de oportunidades o, dicho de otro modo, ejecutar bien a la primera el 99.9997% de las veces (Polesky, 2006).

En ese mismo sentido, de acuerdo con el análisis realizado por Evans y Lindsay (2014), un nivel de calidad six sigma se asocia a una variación del proceso correspondiente la mitad de la tolerancia del diseño, permitiendo de esta manera que el valor medio pueda desplazarse hasta 1.5 veces la desviación estándar del objetivo, conforme se observa en la Figura 2.

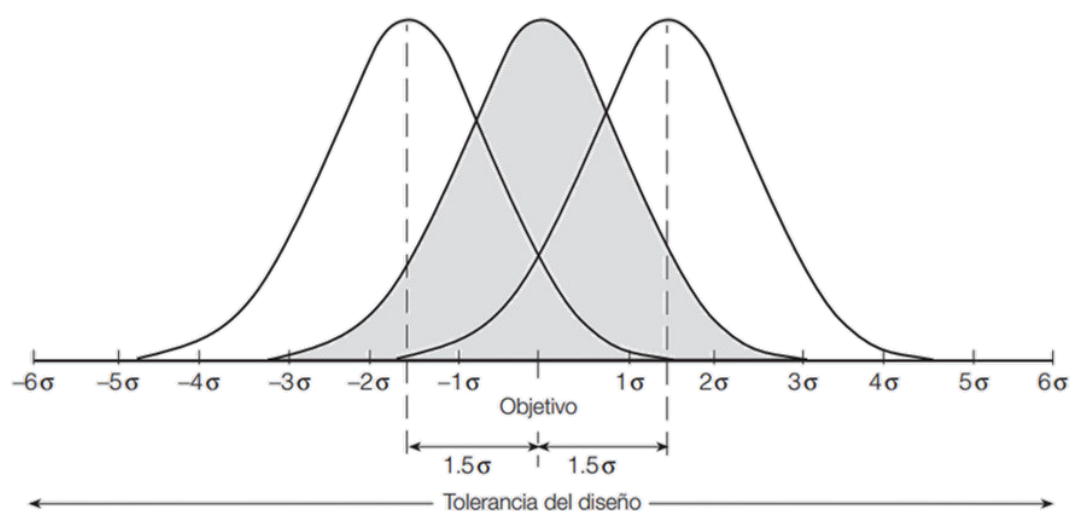


Figura 2. Nivel de calidad Six Sigma

Nota: De Evans, J. y Lindsay, W. (2014). *Administración y control de la calidad* (p.472)

De este modo, analizando lo planteado por los autores antes mencionados encontramos que la propuesta de Escalante (2013) sistematiza y complementa de mejor manera la definición de Six Sigma, por lo que en la presente investigación tomaremos como referencia que Seis Sigma es un objetivo, una filosofía de trabajo y una métrica. Sirve como estadística para evaluar lo bien que

funciona un proceso en relación con la cantidad de bienes o servicios que quedan fuera de las especificaciones. Es una filosofía de trabajo que aboga por la mejora constante de procesos y productos mediante el uso de estadísticas y otras herramientas de apoyo. Como meta, un proceso de nivel de calidad Seis Sigma pretende alcanzar un nivel de calidad de categoría mundial eliminando la producción de bienes o servicios defectuosos, según las estadísticas.

2.2.3 Principios de Six Sigma

Los proyectos Six Sigma requieren contar con ciertas características y condiciones para cumplir con sus objetivos, para Gutiérrez y De La Vara (2013) se deben cumplir doce (12) principios:

- a. Liderazgo de arriba hacia abajo: La alta dirección debe involucrarse con el proyecto, ya que implica modificar el comportamiento y la toma de decisiones.
- b. Se apoya en una estructura directiva que incluye gente de tiempo completo: La alta dirección debe conformar una estructura que esté compuesta por líderes de distintas áreas de la organización, es de esta manera como se debe demostrar su compromiso. Estos integrantes cumplen roles definidos, cuyas denominaciones han sido tomadas de las artes marciales: Champions, Master Black Belt, Black Belt, Green Belt, y Yellow Bel, cuyas responsabilidades se muestran en la Figura 3.

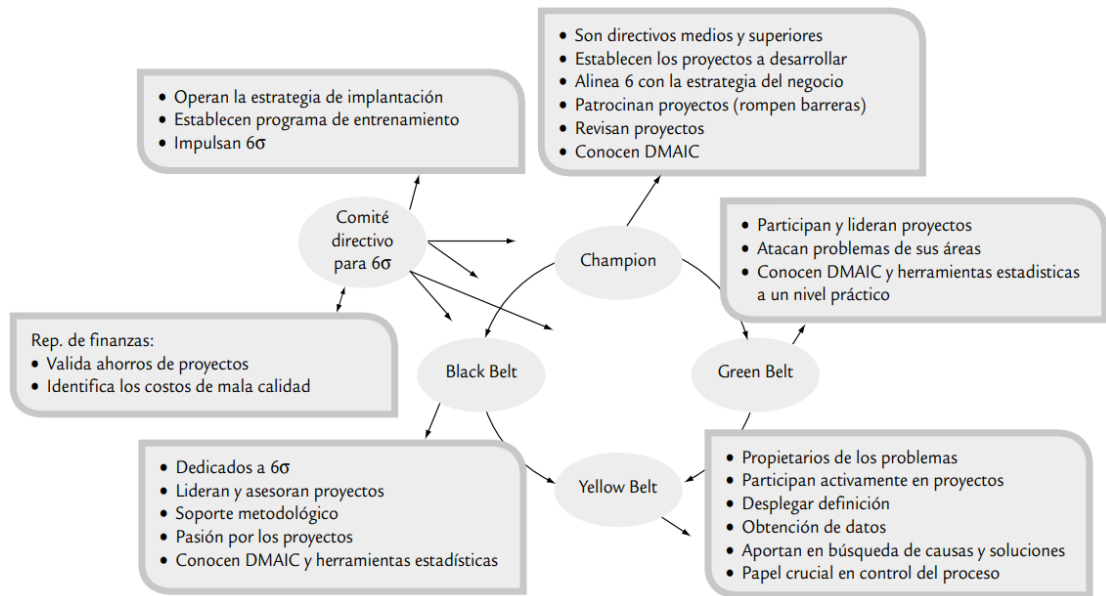


Figura 3. Estructura de Six Sigma

Nota: En la figura se muestran los roles y responsabilidades de la estructura directiva de Six Sigma. De Gutiérrez, H., y De La Vara, R. (2013). *Control estadístico de calidad y seis sigma* (p.400).

- c. Entrenamiento: Los actores que participan en los programas Six Sigma deben recibir capacitaciones, según sus roles, requiriendo varios de ellos un entrenamiento de 120 a 160 horas, este incluye conocimientos teóricos que debe ser llevados a la práctica progresivamente. Parte de los temas a tratar son: liderazgo, calidad, estadística básica, metodología DMAIC, entre otros.
- d. Acreditación: Los roles de la estructura Six Sigma deben acreditarse como tal mediante la comprobación de su experiencia y conocimiento ante empresas consultoras autorizadas. Aquí la sugerencia es no flexibilizar el nivel de dificultad para acceder a los niveles, pues pondría en riesgo el éxito de los programas.

- e. Orientada al cliente y con enfoque a los procesos: Este principio es uno de los que mejor caracteriza a Six Sigma porque se busca que los procesos en toda la organización satisfagan los requerimientos de los clientes y, a su vez, que su desempeño tienda al nivel seis sigma.
- f. Seis Sigma se dirige con datos: Los proyectos se sustentan en un pensamiento estadístico, así, por ejemplo, los datos se emplean para determinar las variables críticas de la calidad. En consecuencia, las mejoras no se plantean al azar, sino por el contrario, a través de datos que demuestren los cambios favorables.
- g. Seis Sigma se apoya en una metodología robusta: Únicamente el manejo de información y el pensamiento estadístico no son capaces de solucionar los problemas si no son complementados por una metodología rigurosa. Por ello, los programas se ejecutan con la metodología que se compone de cinco etapas: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar (DMAIC, por sus siglas en inglés).
- h. Seis Sigma se soporta en el entrenamiento de todos: Los programas incluyen un componente de entrenamiento paralelo a su implementación dirigido a todos los implicados sobre la aplicación de la metodología DMAIC y sus herramientas, así se contribuye con involucrar a toda la organización con el éxito del proyecto, manteniendo un relacionamiento integral, conforme se observa en la Figura 4.

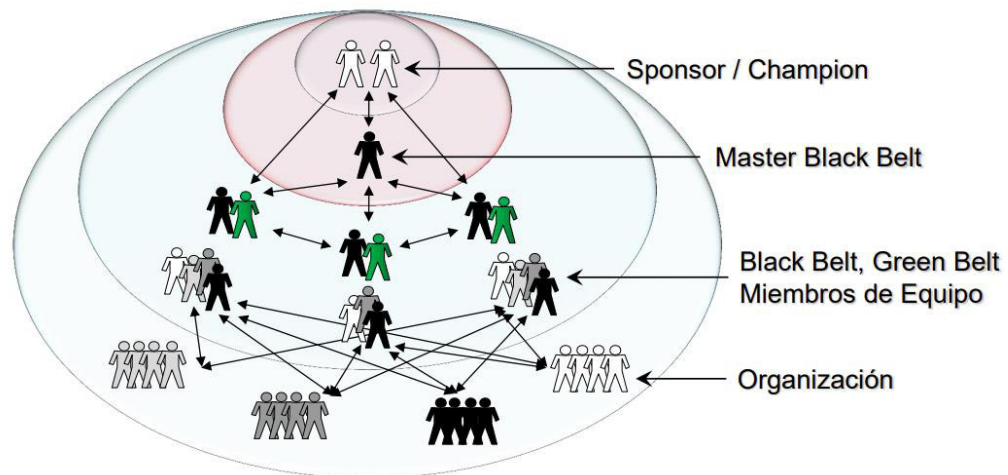


Figura 4. Relacionamiento en la organización con Six Sigma

Nota: De Molteni, R. (2013). *Lean Six Sigma* (p.18). https://www.isotools.pe/wp-content/uploads/2013/08/ISOTools_Keynote-2-Lean-Six-Sigma-Raul-Molteni-GG.pdf

- i. Los proyectos obligatoriamente generan ahorros o aumento en ventas:
Los programas Six Sigma exitosos se caracterizan por lograr ahorros o incremento de ventas, lo cual se alcanza seleccionando proyectos clave, planteando soluciones eficaces y sostenibles, además de contar con mecanismos eficientes para verificar el cumplimiento de los logros.
- j. El trabajo por Seis Sigma se reconoce: Los proyectos se mantienen en el tiempo mediante el reconocimiento de los logros a los líderes, por lo tanto, parte de la estrategia es establecer la manera en que se reconocerán los logros y esfuerzo del equipo completo.
- k. Seis Sigma es una iniciativa multianual que incorpora y refuerza otras iniciativas estratégicas en lugar de sustituirlas: Los programas Six Sigma deben integrarse a aquellas iniciativas que la organización viene ejecutando, mediante la orientación y alineamiento de esfuerzos con el objeto de dar solución a problemas críticos.

- I. Seis Sigma se comunica: Parte del éxito se fundamenta en el componente comunicacional que deben contar los programas Six Sigma, el cual debe lograr que, los miembros externos e internos de la organización comprendan, apoyen y se comprometan en la nueva filosofía de trabajo.

2.2.4 Metodologías para la implementación de Six Sigma

Las metodologías empleadas para aspirar a Six Sigma dependen del objetivo establecido por la organización.

2.2.4.1 DMAIC

Enfoque Six Sigma que se compone de cinco fases: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar (DMAIC), cuya aplicación tiene como objetivo reducir defectos y errores en la provisión de productos y servicios o en la ejecución de procesos existentes (Gryna, Chua y DeFeo, 2007).

2.2.4.2 DMADV

La metodología DMAIC sufre una adaptación al ser aplicada en la fase de diseño de un proceso, servicio o producto con la finalidad de que dicho diseño tenga una capacidad Seis Sigma y de esta manera se minimice la ocurrencia de eventos repentinos negativos al momento de introducir un nuevo producto al mercado. La metodología de diseño para Six Sigma contempla las etapas: Definir, Medir, Analizar, Diseñar y Verificar, DMADV por siglas en inglés (Gutiérrez y De La Vara, 2013).

En tal sentido, considerando que el proceso que aborda esta investigación se encuentra en ejecución y no en diseño, optaremos por emplear la metodología DMAIC de Six Sigma.

2.2.5 Metodología DMAIC

En esta sección se describen las fases de la metodología DMAIC detallándose sus objetivos, los pasos para su implementación, así como las herramientas que pueden emplearse en cada una de ellas.

2.2.5.1 Fase Definir (D)

Su finalidad es definir el proyecto Six Sigma a través del establecimiento de su objetivo, medios para medir el éxito, el alcance, sus beneficios y el equipo de trabajo. Dicha información se sistematiza en el documento denominado "*Project charter*" (Gutiérrez y De La Vara, 2013).

En ese mismo sentido, para Bonilla et al. (2020) se debe plantear los potenciales proyectos Six Sigma para ser evaluados por la alta dirección en función de indicadores de rentabilidad, reclamos, satisfacción de los clientes, costos y tiempos de atención.

Respecto a la selección de un proyecto Six Sigma, a continuación, se listan los criterios que deben tomarse en consideración, de acuerdo con Gutiérrez y De La Vara (2013):

- a. Abordar problemas de alto impacto que busquen reducir defectos en procesos críticos para la organización y que, además, tengan impacto en la satisfacción de los clientes.

- b. Contar con el compromiso de la alta dirección al conocerse la importancia y trascendencia del proyecto.
- c. Que los resultados del proyecto se traduzcan en beneficios económicos alcanzables en 3 a 6 meses, cuya medición sea cuantificable y entendible.

En la Tabla 1 se plantean los principales pasos a seguir para ejecutar la fase Definir, así como las herramientas recomendadas (Escalante, 2013):

Tabla 1.
Pasos y herramientas de la Fase Definir

PASOS	HERRAMIENTAS
Definir clientes y sus requerimientos (CTQ)	Diagrama de árbol de CTQ Modelo de Kano
Seleccionar el proyecto Six Sigma	Gráfica de impacto - desempeño Diagrama de Pareto
Definir el marco del proyecto	Project Chárter
Mapear el proceso a alto nivel	Diagrama SIPOC

Nota: Elaboración propia

a. Diagrama de árbol de CTQ

De acuerdo con Tague (2005) esta herramienta permite identificar los intereses clave del cliente, o también denominados CTQ por sus siglas en inglés (Critical-to-Quality). Estas características se convierten en aspectos medibles relacionados a los productos o procesos para establecer niveles de desempeño o especificaciones técnicas que contribuyan a mejorar la satisfacción del cliente, así, por ejemplo, en la Figura 5 se ejemplifica una aplicación para el proceso de solicitud de préstamos bancarios.

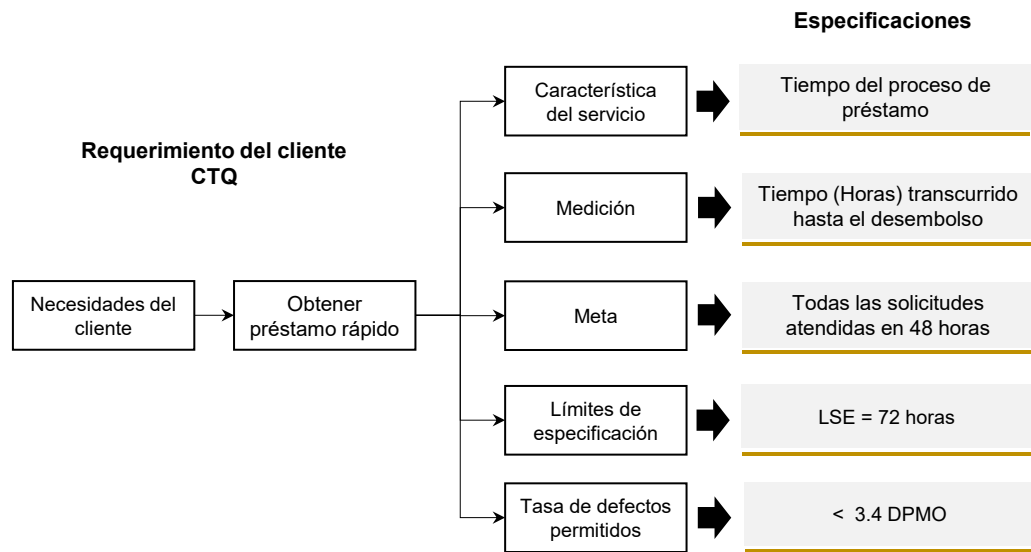


Figura 5. Aplicación del diagrama de árbol de CTQ

Nota: Adaptado de Escalante, E. (2013). *Seis-Sigma: Metodología y técnicas*. (p.23)

b. Modelo de Kano

Para los autores Tontini y Dagostin (2013) la teoría diseñada por Noriaki Kano en 1984 permite determinar aquellas cualidades atribuibles al producto o servicio que tienen altas probabilidades de producir satisfacción y aquellas que deben evitarse para no generar insatisfacción para el cliente.

Al respecto, Guerrero (2015) asegura que, dichos atributos se clasifican en cinco categorías según su relación con la satisfacción del cliente, conforme se muestra en la Figura 6.

- Atributos de calidad unidimensional: de forma lineal, producen satisfacción al cumplirse e insatisfacción al no cumplirse.
- Atributos de calidad requerida: son criterios básicos, pues si estos faltan el cliente se mostrará sumamente insatisfecho. De otra parte,

su presencia no aumenta la satisfacción ya que se daban por descontados.

- Atributos de calidad atractiva: su existencia incide positivamente en la satisfacción, sin embargo, su ausencia no disminuye la satisfacción.
- Atributos de calidad indiferente: La satisfacción del cliente no varía en la presencia o ausencia de estos atributos.
- Atributos de calidad inversa: atributo que genera insatisfacción de los usuarios y por el contrario, su ausencia implica satisfacción.



Figura 6. Dimensiones de calidad del modelo Kano

Nota: Adaptado de Guerrero, A. (2015). *Aplicación del modelo de Kano al análisis de la satisfacción de los estudiantes en los cursos de formación online*. (p.71)

El eje horizontal del diagrama corresponde al grado de cumplimiento del servicio con un atributo específico, la zona izquierda del mencionado eje

denota cumplimiento nulo, en tanto que la zona derecha muestra cumplimiento total. En cuanto al eje vertical, este corresponde al nivel de satisfacción del cliente, la zona superior denota una gran satisfacción, en tanto que la zona inferior, denota lo contrario.

c. Gráfica de impacto - desempeño

Constituye una herramienta para la selección de proyectos Six Sigma, en cuyo interior se ubican los CTQ de tal forma que se relacionan su impacto en los indicadores clave de la organización, tales como costos, rentabilidad, satisfacción de clientes, entre otros, con el nivel de desempeño actual de cada CTQ. De esta manera, el objetivo es seleccionar aquellos que cuenten con bajo desempeño y generen alto impacto (Escalante, 2013).

Así, por ejemplo, en la Figura 7 se muestra el análisis de las siguientes CTQ: atención al cliente, plazo de atención, nivel de defectos y confiabilidad de producto, y se relacionan sus niveles de desempeño y el impacto de estos en la satisfacción del usuario.

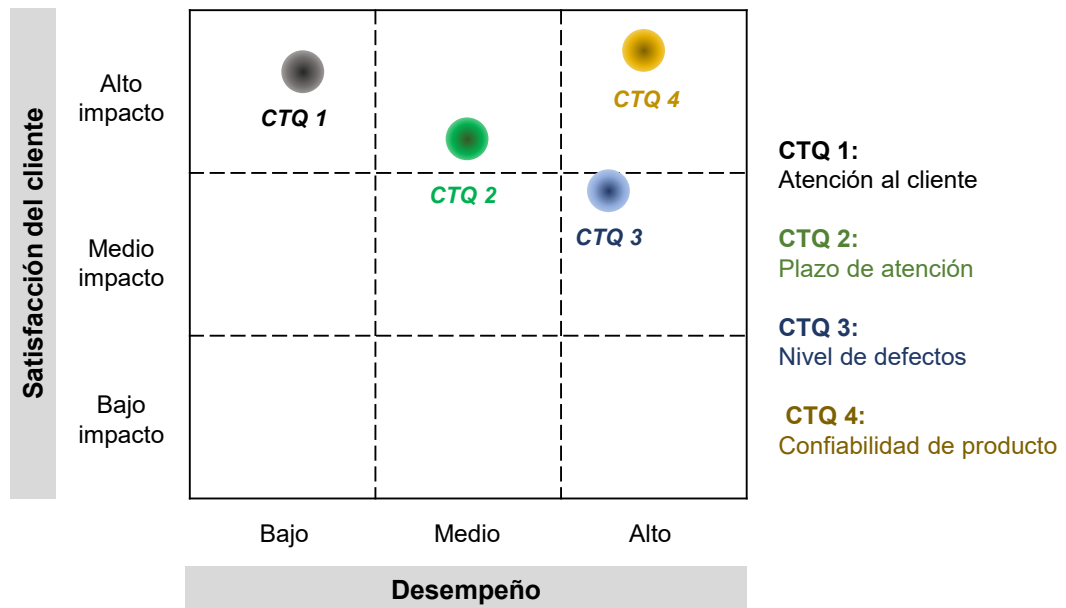


Figura 7. Aplicación de la gráfica impacto - desempeño

Nota: Adaptado de Escalante, E. (2013). *Seis-Sigma: Metodología y técnicas*. (p.24)

d. Diagrama de Pareto

Es conocido que más del 80% de los problemas que afronta una organización se deben a causas comunes, en otras palabras, se deben a problemas que se agudizan de forma permanente en los procesos. Adicionalmente, en los procesos, por lo regular, son pocos los problemas que contribuyen significativamente al problema global de una organización. Lo dicho anteriormente constituye la premisa del diagrama de Pareto, en honor al economista italiano Wilfredo Pareto, herramienta que tiene como objetivo identificar problemas vitales (Gutiérrez y De La Vara, 2013).

La utilidad de esta herramienta se basa en el principio de Pareto, también denominado “Ley 80 - 20”, cuya interpretación sugiere que, son pocos los

elementos (20%) que ocasionan la mayor parte del problema (80%). En ese entendido, en la Figura 8 se plantea la representación de este gráfico.

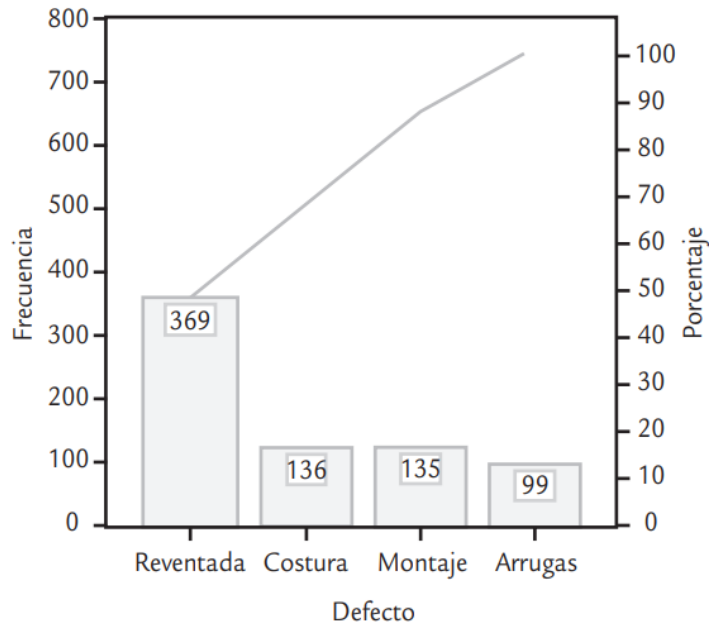


Figura 8. Aplicación del diagrama de Pareto

Nota: De Gutiérrez y De La Vara (2013). *Control estadístico de calidad y seis sigma*. (p.137)

e. Project Charter

De acuerdo con Evans y Lindsay (2014) en la fase Definir se deben establecer aspectos referidos a la gestión del proyecto Six Sigma bajo una declaración formal en un documento llamado carta del proyecto.

Se trata de un contrato en el que se esbozan los objetivos y resultados del proyecto y que vincula al equipo y al patrocinador. Por lo general, incluirá una definición básica del problema, el objetivo del proyecto, el equipo y el patrocinador, el público destinatario y los factores críticos de calidad (CQF) a tener en cuenta, los puntos de referencia y las medidas de rendimiento actuales, los beneficios previstos y el apoyo financiero, un

calendario, los recursos necesarios para completar el proyecto y los objetivos del proyecto (Evans y Lindsay, 2014).

f. Diagrama SIPOC

Esta herramienta corresponde a una representación gráfica de alto nivel que modela un proceso, es decir, lo muestra bajo una perspectiva general. En cuanto a su denominación, las siglas corresponden a los siguientes términos: S-Suppliers (proveedores), I-Inputs (entradas proporcionadas por los proveedores), P-Process (etapas generales del proceso), O-Outputs (salidas del proceso), y finalmente C-Customers (clientes que emplean las salidas). De esta manera, en la Figura 9 se presenta una aplicación de este diagrama correspondiente a la expedición de una factura.

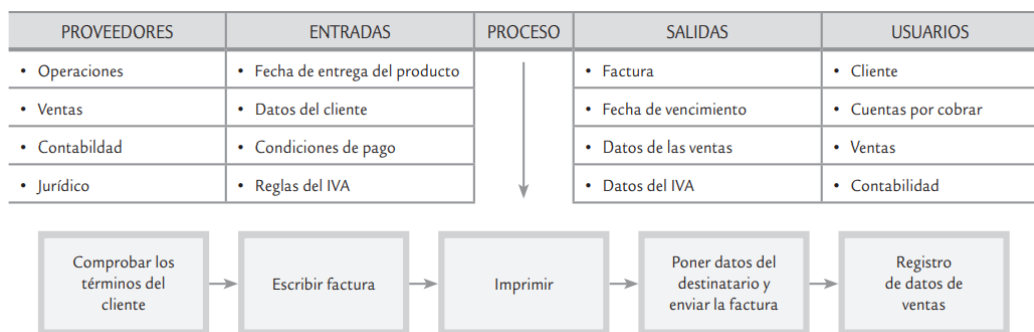


Figura 9. Aplicación del diagrama SIPOC

Nota: De Gutiérrez y De La Vara (2013). *Control estadístico de calidad y seis sigma*. (p.159)

2.2.5.2 Fase Medir (M)

Su objetivo es determinar con mayor precisión el problema planteado, así como caracterizar el proceso y sus variables para cuantificar su nivel de desempeño.

En ese sentido, los autores Bonilla et al. (2020) indican que en esta fase se debe caracterizar el proceso a través de la determinación de los requisitos clave de los usuarios, los atributos del producto o servicio y los parámetros que inciden en el desempeño del proceso, siendo esta información insumo para definir el sistema de medición y cuantificar la capacidad del proceso.

Del mismo modo, el objetivo de esta fase es comprender y cuantificar en mayor medida el problema que pretende solucionar con el proyecto. En consecuencia, el proceso debe definirse con mayor detalle con el fin de entender el flujo operativo. Adicionalmente, se determinan en detalle las métricas que permitirán determinar el éxito del proyecto. Asimismo, se debe analizar y validar el sistema de medición para finalmente, medir la situación actual del proceso (Gutiérrez y De La Vara, 2013).

A modo de resumen, se plantea elaborar un diagrama detallado del proceso en análisis, identificar las variables de entrada y salidas respectivas, evaluar el sistema de medición y finalmente calcular la capacidad inicial del proceso (Escalante, 2013).

En la Tabla 2 se plantean los principales pasos a seguir para ejecutar la fase Medir, así como las herramientas recomendadas:

Tabla 2.
Pasos y herramientas de la Fase Medir

PASOS	HERRAMIENTAS
Elaborar el mapa detallado de proceso	Diagrama de flujo
Identificar variables de entrada y salida	Definición operacional
Evaluar el sistema de medición	Estudios Gage R&R
Recolectar los datos	Plan de recolección de datos

Nota: Elaboración propia

a. Diagrama de flujo

Es útil para analizar y perfeccionar el proceso, ya que representa gráficamente el orden de los pasos de un proceso y proporciona información detallada sobre lo que implica el mismo, así como las relaciones entre sus actores, recursos y actividades (Gutiérrez y De La Vara, 2013).

Adicionalmente, los autores Gryna et al. (2007) sostienen que esta herramienta además de permitir documentar el proceso facilita la detección de las características de producto o servicio y de parámetros clave de los procesos que posteriormente sirven de insumo para definir el esquema conceptual de $Y = f(X)$, en otras palabras, para relacionar las variables de los procesos con los sus resultados.

b. Estudios Gage R&R

De acuerdo con Escalante (2013) las mediciones resultan ser muy importantes para toda organización, debido a que en función de ellas se analiza y evalúa el desempeño de sus equipos, personal, procesos, entre otros, con el objetivo de tomar decisiones importantes, asimismo, toda medida está sujeta a error.

En ese contexto, el método R&R se emplea para analizar la repetitividad y la reproductibilidad de un sistema de medición. Por lo regular se usa en instrumentos de medición utilizados para controlar características de los procesos, productos o servicios. Fundamentalmente su aplicación consiste en realizar una serie de mediciones que permiten determinar el porcentaje de la variación observada que corresponde a la medición y aquel que realmente corresponde a la característica medida, es decir, del proceso, producto o servicio. En caso el primero no supere el 20% de la variación total, se da por validado el sistema de medición (Molteni y Cecchi, 2005).

c. Plan de recolección de datos

Para Molteni y Cecchi (2005) al haber definido las variables y fuentes de datos, así como validado el sistema de medición, corresponde planificar y efectuar la recolección de los mismos. El plan de recolección sirve para guiar al equipo y clarificar aspectos referidos al relevamiento de información. En su elaboración se debe responder a las siguientes interrogantes: qué datos se recolectan, por qué se necesitan, quién es responsable, cómo se recolectan, cuándo se recolectan, por cuánto tiempo se recolectan, dónde se recolectan y cómo se registran, conforme se muestra en la Figura 10.

Dato		Definición operacional				
Variable	Tipo de variable	Unidad	Cómo se medirá: proceso e instrumentos	Dónde y cuándo se medirá	Quién medirá	Cómo y dónde se registrará

Figura 10. Plan de recolección de datos

Nota: Molteni y Cecchi (2005). *El Liderazgo del Lean Six σ : Para Entender cómo se Implementa, Paso por Paso* (p.266)

d. Gráficas de control

Es un diagrama de ejecución de datos con el límite de control superior (UCL) y el límite de control inferior (LCL) añadidos como dos líneas horizontales, conforme se muestra en la Figura 11. Dichos límites se determinan estadísticamente a efectos de obtener alta probabilidad de que los datos dentro del diagrama se sitúen entre los límites, en caso el proceso se encuentre bajo control estadístico (Evans y Lindsay, 2014).

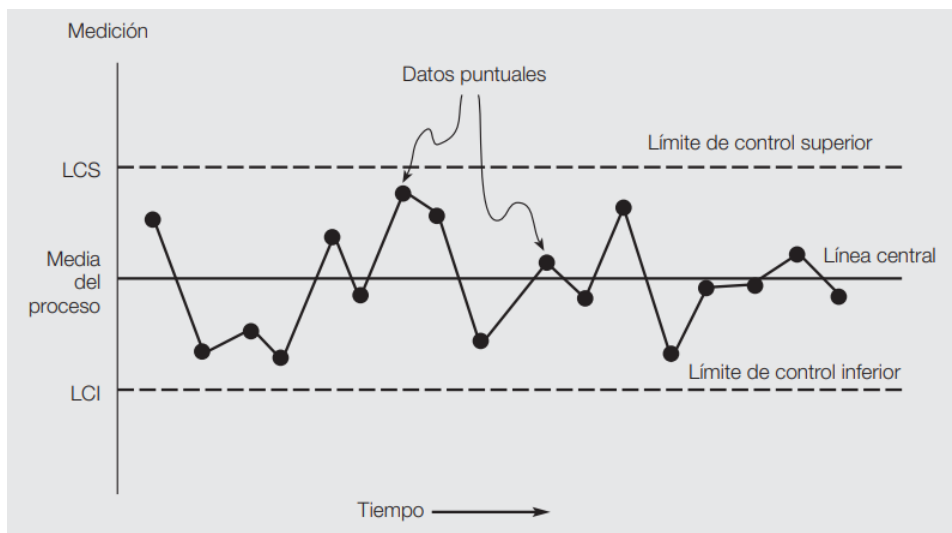


Figura 11. Estructura de una gráfica de control

Nota: De Evans y Lindsay (2014). *Administración y control de la calidad* (p.404)

Esta herramienta se utiliza para examinar la variabilidad y el rendimiento del proceso en torno a un valor medio y unos límites de control. Representa uno o varios atributos de calidad del proceso en función del tiempo (Bonilla et al., 2020).

Existen muchos tipos de gráficos de control, como los gráficos de control de variables y los gráficos de control de atributos, en función del tipo de característica o variable analizada. Asimismo, de acuerdo con Evans y Lindsay (2014) es importante destacar que en algunas circunstancias puede no ser apropiado o deseable recoger muestras de varias observaciones. El muestreo de una mezcla homogénea, por ejemplo, arrojará una varianza mínima en un proceso de producción química, posiblemente sólo en el error de medición. Una muestra adecuada puede abarcar un largo periodo de tiempo durante el cual el proceso puede haberse alterado en escenarios de producción de muy bajo volumen, lo que significa que puede no recogerse información de control útil. En otros contextos, como los tiempos de espera de los pacientes en una sala de urgencias, se podría intentar trazar cada observación.

e. Índices de capacidad del proceso

Para evaluar la capacidad de un proceso, hay que determinar el grado en que una característica de calidad satisface los requisitos midiendo la amplitud de la variación inherente al proceso. Para comparar la amplitud de los requisitos del proceso con la amplitud de la variación real del

proceso, se emplea el índice de capacidad potencial del proceso (C_p) (Gutiérrez y De La Vara, 2013):

$$C_p = \frac{LSE - LIE}{6\sigma}$$

Donde LIE y LSE corresponden a las especificaciones inferior y superior, respectivamente y, σ denota la desviación estándar del proceso.

El índice de capacidad potencial del proceso indica el número de veces que el proceso cumple las especificaciones o es capaz, asimismo, Gutiérrez y De La Vara (2013) plantean que se prefiere un valor del índice C_p superior a uno, ya que un valor inferior a uno indica que el proceso no cumple los requisitos. De esta manera en la Tabla 3 se muestra la interpretación de los valores de C_p .

Tabla 3.
Interpretación de valores del índice C_p

VALOR DEL ÍNDICE C_p	CATEGORÍA DEL PROCESO	DECISIÓN (Proceso centrado)
$C_p = 2$	Clase mundial	Cuenta con calidad Six Sigma
$C_p > 1.33$	1	Adecuado
$1 < C_p < 1.33$	2	Parcialmente adecuado y requiere de un control estricto
$0.67 < C_p < 1$	3	No es adecuado. Requiere un análisis del proceso con modificaciones serias para alcanzar una calidad satisfactoria.
$C_p < 0.67$	4	No es adecuado. Requiere modificaciones muy serias.

Nota: De Gutiérrez y De La Vara (2013). *Control estadístico de calidad y seis sigma*. (p.99)

No obstante, una desventaja del índice C_p radica en que no toma en cuenta el centrado del proceso, pues no incluye la media (μ), por ello se

emplea el índice de capacidad real del proceso (C_{pk}) para incluir dicho aspecto:

$$C_{pk} = \text{Minimo} \left[\frac{\mu - LIE}{3\sigma}, \frac{LSE - \mu}{3\sigma} \right]$$

Se considera que el proceso es capaz si el índice de capacidad real es mayor a 1, y en caso sea menor a 1, entonces el proceso no estaría cumpliendo al menos una de sus especificaciones (Gutiérrez y De La Vara, 2013).

f. Métricas Six Sigma

Índice Z

Se emplea cuando la característica de calidad es de tipo continuo y permite analizar el nivel de calidad de un producto o proceso en términos de sigmas, consiste en calcular la distancia entre las tolerancias y la media en unidades de desviación estándar, en tal sentido, para un proceso con dos especificaciones se calcula de la siguiente manera

$$Z = \text{Minimo} \left[Z_s = \frac{ES - \mu}{\sigma}, Z_i = \frac{\mu - EI}{\sigma} \right]$$

Índice DPMO

De acuerdo con Gutiérrez y De La Vara (2013) se emplea cuando la característica de calidad es de tipo atributo, previamente es oportuno definir el índice DPU, defectos (d) por unidad (U), a través del cual se calcula el nivel de no calidad del proceso con la particularidad que no considera las oportunidades de error:

$$DPU = \frac{d}{U}$$

Para remediar tal desventaja, surge la necesidad de emplear el índice DPO, defectos por oportunidad (O) y se obtiene del siguiente modo:

$$DPO = \frac{d}{U \times O}$$

Finalmente, para comprender de mejor manera la métrica DPO resulta más práctico el índice DPMO, el cual permite cuantificar los defectos de un proceso en un millón de oportunidades de error:

$$DPMO = DPO \times 10^6$$

Rendimiento del proceso (Y)

Para calcular el nivel sigma en los casos donde se determine que al detectarse al menos un defecto el producto o servicio debe ser rechazado (pasa o no pasa), se calcula previamente el rendimiento del proceso (Gutiérrez y De La Vara, 2013):

$$Y = e^{-DPU}$$

Este valor cuantifica la probabilidad de que el producto o servicio se encuentre libre de defectos.

Ahora bien, para convertir este número al nivel sigma de largo plazo se debe ubicar el valor Z en una tabla de distribución normal estándar de tal manera que dé una probabilidad acumulada igual a Z, también se puede

emplear la siguiente función de Excel: DISTR.NORM.ESTAND.INV(Y) y para determinar el nivel sigma de corto plazo se deberá sumar 1.5 sigmas.

2.2.5.3 Fase Analizar (A)

Contribuye a evitar malas prácticas en la mejora de procesos. Al respecto, Evans y Lindsay (2014) afirman que la carencia del análisis exhaustivo en muchos métodos de resolución de problemas es un grave defecto. Muchas veces, existe la tentación de resolver un problema de inmediato sin comprender completamente su naturaleza ni localizar su origen.

Esta fase tiene como objetivo principal detectar las causas que originan el problema que se busca resolver, es decir, identificar las “X” vitales (para encontrarlas primero se deben identificar las variables de entrada o posibles causas del problema). En consecuencia, aquí se debe comprender cómo y por qué se presenta el problema hasta ubicar las causas más profundas para luego confirmarlas a través de análisis numéricos (Gutiérrez y De La Vara, 2013).

En la Tabla 4 se plantean los principales pasos a seguir para ejecutar la fase Analizar, así como las herramientas recomendadas:

Tabla 4.
Pasos y herramientas de la Fase Analizar

PASOS	HERRAMIENTAS
Identificar entradas críticas potenciales	Diagrama de flujo / $Y = f(x)$ Diagrama causa y efecto Análisis AMFE
Determinar entradas críticas	ANOVA Prueba de hipótesis

Nota: Elaboración propia

a. Diagrama causa y efecto

Herramienta que contribuye a no dar por obvias las posibles causas de un problema, por el contrario, promueve un análisis del mismo desde diferentes perspectivas del equipo. Gutiérrez y De La Vara (2013) afirman sobre este diagrama que se trata de un enfoque visual que relaciona un problema o resultado con los elementos o fuentes que podrían causarlo. La importancia de este diagrama radica en que obliga al observador a investigar los diversos factores que contribuyen al problema estudiado. De este modo, se evita el error de centrarse únicamente en las posibles soluciones sin tener en cuenta las causas subyacentes.

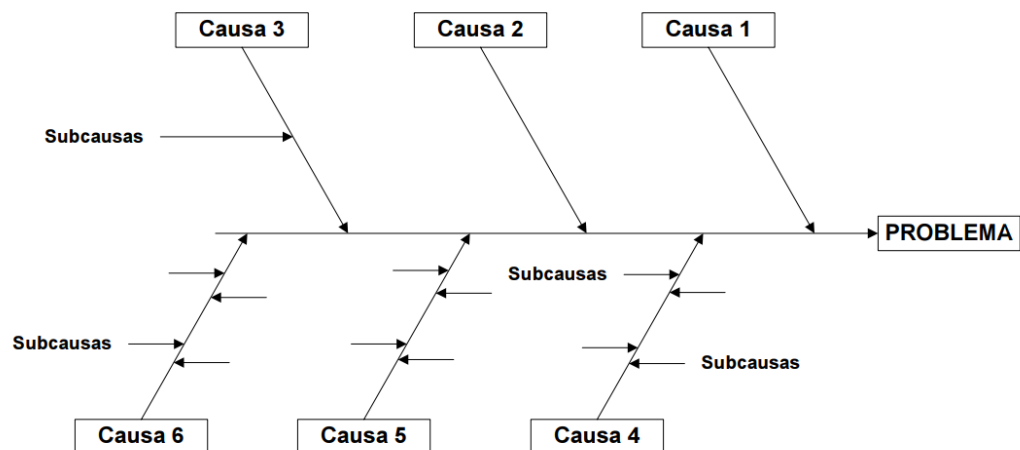


Figura 12. Diagrama causa y efecto

Nota: Adaptado de Bonilla, E., Díaz, B., Kleeberg F., y Noriega M. (2020). *Mejora continua de los procesos Herramientas y técnicas* (p.66)

b. Análisis AMFE

De acuerdo con Evans y Lindsay (2014) es una forma metódica y proactiva de analizar un proceso para averiguar dónde, cómo y qué puede

fallar. También evalúa el impacto relativo de los distintos fallos para averiguar qué fases del proceso deben modificarse más.

Esta metodología facilita detectar los riesgos en las actividades o etapas de un proceso, así como las variables críticas pues se identifican potenciales fallas y su impacto, sus causas y probabilidad de ocurrencia que se materializan en un índice de riesgo. De esta manera, las situaciones con mayor índice de riesgo requieren especial atención (Molteni y Cecchi, 2005).

c. ANOVA

Conocido como análisis de varianza, se emplea para comparar procesos o grupos mediante la comparación de sus medias (Escalante, 2013).

Asimismo, los autores Molteni y Cecchi (2005) afirman que en la metodología Six Sigma, ANOVA es muy útil en la determinación del grado de relación presente en la salida de un proceso en función a la variación de sus variables de entrada o para determinar la relación de la salida del proceso como consecuencia de la variación que puede generar la interacción de variables dependientes entre sí. Es importante mencionar que las variables (denominadas factores) pueden adoptar más de un valor (denominados niveles).

d. Pruebas de hipótesis

Son procedimientos estadísticos empleados para tomar decisiones previa comprobación de afirmaciones realizadas sobre una muestra en cuanto al

valor que toma un parámetro o respecto al comportamiento que puede adoptar la población de dónde provienen los datos, los componentes de una prueba de hipótesis son, según Escalante (2013):

- Hipótesis: Son aquellas que se pretenden probar (alternativa H_1) y su complemento (nula H_0).
- La muestra: Aquella información extraída de la población.
- El estadístico de prueba: Variable aleatoria que resume la información de la muestra.
- La región de rechazo: Zona de la distribución de referencia en cuyo caso se encuentre el estadístico de prueba, la H_0 es rechazada.
- La decisión: Definir si se rechaza o no la H_0 .
- Nivel de confianza de la prueba.

Este procedimiento permite comparar valores muestrales respecto a un valor referencial que puede ser un valor histórico o entre ellos. De esta manera se plantean dos hipótesis, una nula que, por ejemplo, afirma la igualdad entre las salidas de dos procesos, y una alternativa que plantea la desigualdad, para luego aceptar o rechazar la hipótesis nula con un nivel de error aceptable para una confiabilidad determinada (Molteni y Cecchi, 2005).

2.2.5.4 Fase Mejorar (I)

Según lo afirmado por Gutiérrez y De La Vara (2013), esta fase tiene como objetivo proporcionar y poner en práctica soluciones que aborden las causas

subyacentes, asegurándose de que el problema se soluciona o se minimiza. Es aconsejable plantear varias opciones de solución que aborden las numerosas causas, utilizando algunos de los siguientes recursos: hojas de control, diseño de experimentos, lluvia de ideas, enfoques creativos, poka-yoke, etc. Es importante considerar soluciones que se dirijan a las causas del problema y no a sus efectos.

Por otro lado, Escalante (2013) plantea que en esta etapa se debe optimizar las entradas críticas, luego generar y probar posibles soluciones, seleccionando la mejor solución, y para esta se debe diseñar un plan de implementación y verificar la capacidad final del proceso.

En la Tabla 5 se plantean los principales pasos a seguir para ejecutar la fase Mejorar, así como las herramientas recomendadas:

Tabla 5.
Pasos y herramientas de la Fase Mejorar

PASOS	HERRAMIENTAS
Plantear soluciones potenciales	Lluvia de ideas
Seleccionar las mejores soluciones	ANOVA Diseño de experimentos
Implementar soluciones	Plan de implementación
Verificar la capacidad del proceso	Gráficas de control Índices de capacidad de proceso Métricas Six Sigma

Nota: Elaboración propia

a. Lluvia de ideas

Esta herramienta constituye un método que promueve el pensamiento creativo de los miembros de un equipo de trabajo respecto a un problema

en particular, por tal razón, dichos miembros deben tener conocimiento sobre el tema en estudio. Es muy empleada porque motiva la reflexión y el diálogo sobre un problema sin cuestionamientos. Adicionalmente Gutiérrez y De La Vara (2013) recomiendan ejecutar los siguientes pasos:

- Establecer claramente el tema o problema en análisis.
- Nombrar un moderador para explicar el procedimiento.
- Todos los participantes deben elaborar una lista por escrito de sus ideas vinculadas al tema.
- Se leen las ideas escritas, uno por uno y se presentan visualmente.
- El moderador consulta a cada participante sobre comentarios adicionales.

Por su parte, Bonilla et al. (2020) plantea que se deben respetar las siguientes reglas para que la lluvia de ideas cumpla su cometido: no criticar las ideas, no pensar con restricciones, mientras más ideas mejor, combinar ideas y motivarse.

b. Diseño de experimentos

Se puede definir como un conjunto de técnicas estadísticas utilizadas para planificar experimentos y analizar sus resultados de forma ordenada y eficiente (Escalante, 2013, p.260).

Esta herramienta se emplea para efectuar experimentos e identificar aquellos valores que las variables de entrada deben tomar para optimizar las variables de salida, asimismo, determina el grado en el que las

variables impactan en los resultados de la variable de salida y sus interacciones (Molteni y Cecchi, 2005).

Por otro lado, Besterfield (2009) afirma sobre esta herramienta que determinar los parámetros críticos y los valores objetivo de las variables de un proceso o producto es el objetivo del diseño de experimentos (DOE). Se pueden estudiar simultáneamente los efectos de muchas variables empleando procedimientos formales de diseño de experimentos. Las alteraciones del procedimiento o del resultado final se aplican al azar o mediante ensayos meticulosamente organizados y muy controlados.

2.2.5.5 Fase Controlar (C)

Tiene por objetivo que las mejoras implementadas perduren en el tiempo, por ello se debe plantear un sistema que asegure el desempeño alcanzado para finalmente cerrar el proyecto. En ese sentido, Gutiérrez y De La Vara (2013) establecen que los sistemas de control tienen los siguientes propósitos:

- Evitar que los problemas identificados se repitan.
- Evitar que las mejoras y el conocimiento ganado se pierda.
- Mantener el desempeño en el proceso.
- Promover la mejora continua en la organización.

Asimismo, Molteni y Cecchi (2005) afirman que la finalidad de esta etapa es “verificar las mejoras para asegurar que se haya cumplido con los objetivos y

que sean sostenibles en el tiempo. Es una verdadera interpretación de las mejoras instaladas” (p.361).

En la Tabla 6 se plantean los principales pasos a seguir para ejecutar la fase Controlar, así como las herramientas recomendadas:

Tabla 6.
Pasos y herramientas de la Fase Controlar

PASOS	HERRAMIENTAS
Estandarizar el proceso	Documentación de procesos Capacitaciones y entrenamiento
Documentar el plan de control	Plan de control
Monitorear el proceso	Gráficas de control Hojas de verificación
Cerrar y difundir el proyecto	Reporte de cierre de proyecto

Nota: Elaboración propia

a. Documentación de procesos

Consiste en establecer y aprobar formalmente políticas o procedimientos de ejecución del nuevo método de trabajo. Al respecto, Gutiérrez y De La Vara (2013) aconsejan lo siguiente:

- Hacer partícipe al personal que supervisa y aplica el método.
- Ensayar y revisar el procedimiento documentado.
- Ser completo, pero conciso.
- Publicar el procedimiento para su fácil acceso.
- Controlar eficientemente las versiones.

b. Hojas de verificación

Esta herramienta es útil para el recojo de información y para su revisión visual por el personal de planta. Evans y Lindsay (2014) plantean que son modelos únicos de recogida de datos que permiten interpretar directamente los resultados en su formato sin necesidad de procesarlos posteriormente. En la Figura N°13 se muestra una aplicación donde se registran de forma continua los valores de una variable crítica en relación a sus límites de control.

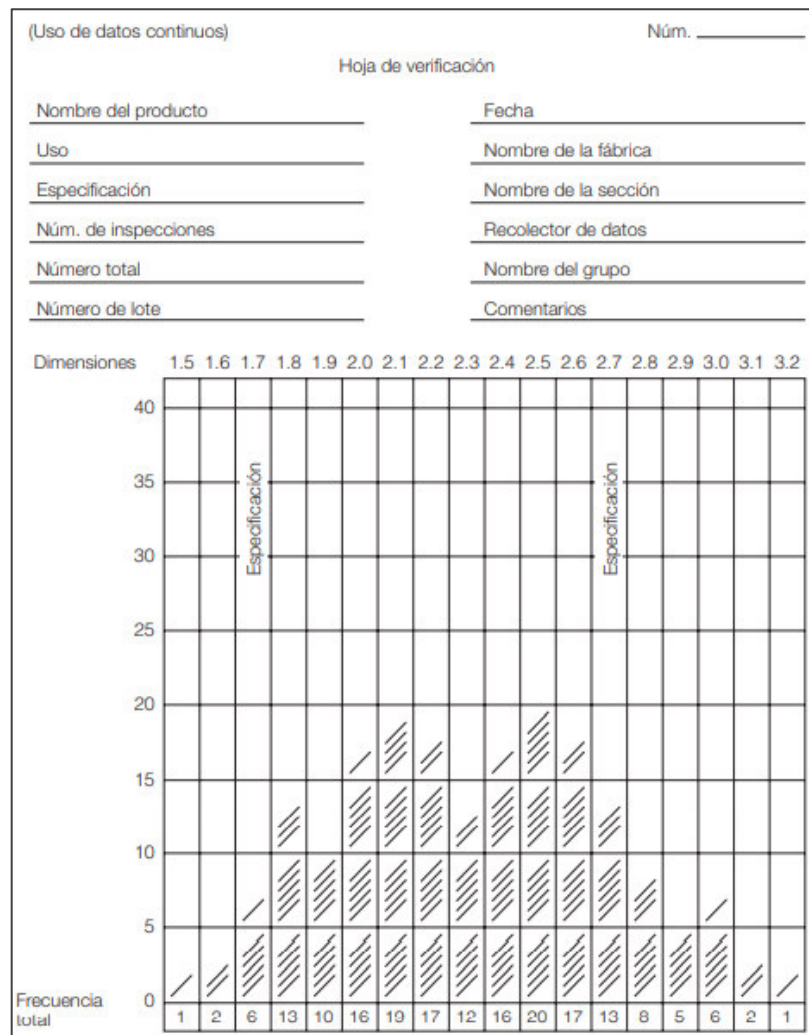


Figura 13. Aplicación de hojas de verificación

Nota: De Evans, J. y Lindsay, W. (2014). *Administración y control de la calidad* (p.487)

2.2.6 Modernización de la gestión pública

A través de la Política Nacional de Modernización de la Gestión Pública, decretada en el 2013, el Estado peruano busca dirigir, explicar e impulsar el proceso de modernización en todas las entidades para obtener resultados que mejoren la calidad de vida de las personas y el progreso de la nación (Ministerio de Transportes y Comunicaciones [MTC], 2018a).

El paradigma de gestión por resultados al servicio de los ciudadanos sirve de base para la modernización de la gestión pública. Además de tres ejes transversales: gobierno abierto, gobierno electrónico y articulación interinstitucional. Esta política desarrolla cinco pilares centrales: políticas públicas, planes estratégicos y operativos, presupuesto por resultados, gestión por procesos, simplificación administrativa y organización institucional, servicio civil meritocrático, y sistema de información, seguimiento, monitoreo, evaluación y gestión del conocimiento, siendo apoyados por un proceso permanente de gestión del cambio, tal como se muestra en la Figura 14 (Presidencia de Consejo de Ministros [PCM], 2013).



Figura 14. Pilares de la Política Nacional de Modernización

Nota: De PCM (2013)

2.2.7 Gestión por procesos

Según la PCM (2013), el tercer pilar de la Política Nacional de Modernización de la Gestión Pública establece que la gestión por procesos debe ser adoptada de manera progresiva en las entidades, indica además que antes de optimizar los procesos de la cadena de producción y alinear los procesos de apoyo, hay que tener en cuenta las definiciones de la estrategia con respecto al producto o servicio que se va a producir y los atributos más valorados por el público objetivo.

De otro lado, la PCM (2018a) refiere que para apoyar la consecución de los objetivos institucionales, la gestión por procesos pretende coordinar, supervisar y gestionar las operaciones de trabajo de una entidad pública en todas sus divisiones organizativas. Consiste en acciones que conducen a la identificación, medición y análisis de procesos con el fin de aplicar mejoras en el rendimiento.

De forma similar el MTC (2018a) indica que la gestión de procesos se define como un enfoque metódico y un conjunto de conocimientos que, de acuerdo con los recursos disponibles, sistematiza las actividades y modos de funcionamiento que se encuentran en la cadena de valor para transformarlos en una secuencia que garantice que los bienes y servicios tengan un impacto positivo en los ciudadanos. El modelo para su implementación se encuentra compuesto por tres etapas, según se muestra en la Figura 15.

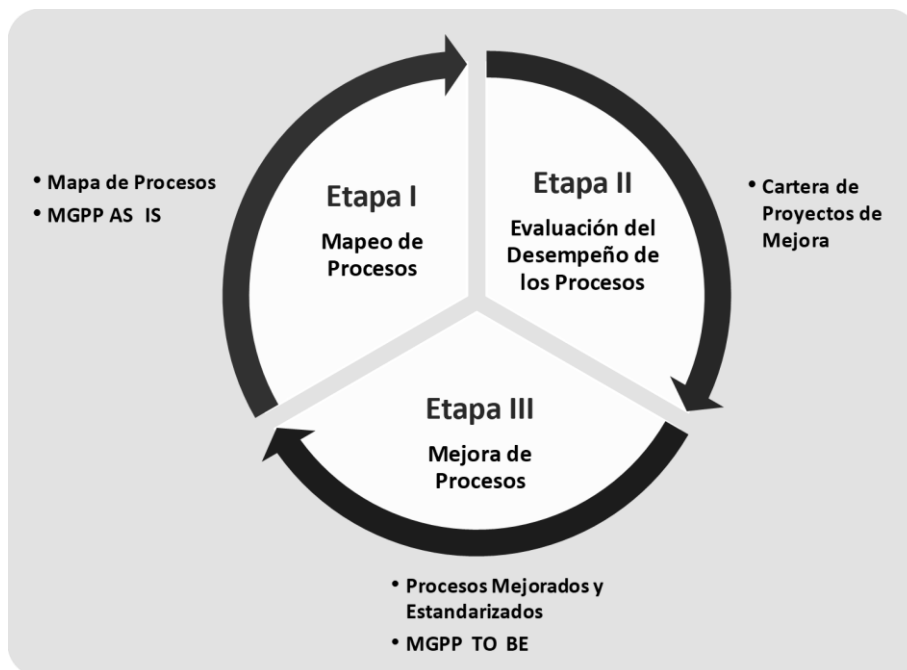


Figura 15. Etapas para la implementación de la gestión por procesos

Nota: De MTC (2018a)

2.2.8 Definición de proceso

Según Mallar (2010), un proceso es un conjunto de actividades de trabajo interrelacionadas que se distinguen por el consumo de insumos, también conocidos como inputs, que pueden ser bienes o servicios adquiridos a diferentes proveedores. Puntualiza además que, la ejecución de dichas actividades agrega valor a la organización y al cliente, para finalmente obtener resultados, también denominados outputs.

En concordancia con dicha definición la PCM (2018a) plantea que un proceso es un grupo de tareas interconectadas e interactuantes que, tras utilizar recursos, convierten insumos en productos o servicios. Asimismo, un proceso es un conjunto de actividades mutuamente relacionadas que utilizan las entradas para proporcionar un resultado previsto (ISO, 2015).

2.2.9 Elementos de un proceso

Los elementos básicos que componen un proceso son los siguientes: entradas, actividades, recursos, controles y salidas, tal como se muestra en la Figura 16 (Lizarzaburu, Chávez y Castro, 2018).

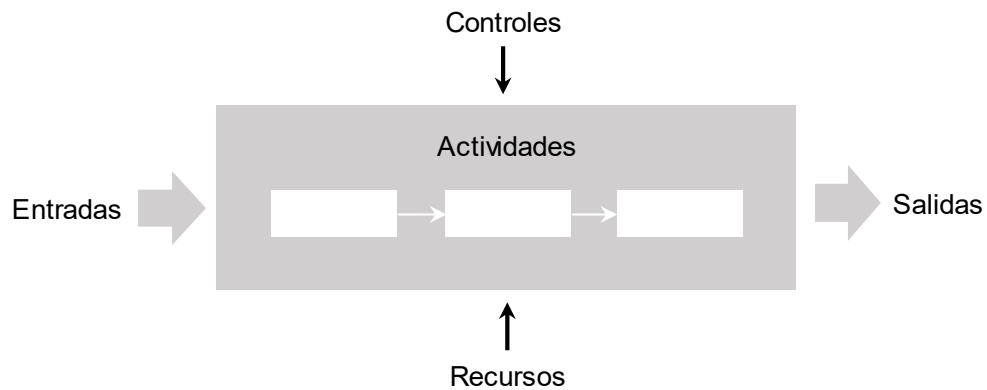


Figura 16. Elementos básicos de un proceso

Nota: Elaboración propia

La PCM (2018a) establece los siguientes componentes como parte de la caracterización del proceso: actividad, producto, destinatario, controles, propietario del proceso, elementos de entrada, indicador de rendimiento y recursos.

2.2.10 Tipos de procesos

Existen tres tipos de procesos: operativos o misionales, que se abocan a elaborar los productos o servicios de la organización; los estratégicos, que establecen las políticas, las estrategias, así como los objetivos y metas; y finalmente, los procesos de soporte o apoyo, los cuales proporcionan los recursos necesarios para la ejecución de los demás procesos (PCM, 2018a).

2.2.11 Mejora de procesos

Los autores Bonilla et al. (2020) plantean que el objetivo de la mejora continua de procesos, como estrategia de gestión de la empresa, es crear mecanismos metódicos que mejoren el rendimiento de los procesos y, a su vez, aumenten la satisfacción de las partes interesadas y de los consumidores internos o externos.

Los mencionados investigadores destacan que, la satisfacción debe concebirse como aquella relación entre la calidad del servicio, vista por el cliente, y las expectativas de este último, por lo que la mejora continua debe fundamentarse en la medición de los procesos, así como de sus resultados con la finalidad de controlar la satisfacción y la optimización de los recursos empleados.

Según lo indicado por Deming (1982), aquel proceso permanente de eliminar defectos en la organización es denominado “mejora continua”, su objetivo es contribuir con el logro de los niveles de desempeño requeridos para satisfacer las necesidades de los clientes a través de la búsqueda constante del ideal “cero defectos”. Asimismo, teniendo en cuenta que dicha aspiración no es posible de alcanzar, la mejora resulta ser un proceso interminable.

Por otro lado, la PCM (2018a) plantea que la mejora de procesos se refiere a la optimización de los mismos conforme a las prioridades que defina la entidad, donde se deben seleccionar aquellos problemas cuya solución tenga un impacto en la satisfacción de las personas a quienes se destinan los productos o servicios.

2.2.12 Emisión de licencias de conducir

La licencia de conducir es un documento oficial emitido por la entidad en estudio que en la actualidad puede ser físico o electrónico, asimismo, otorga al titular un permiso nacional para conducir un vehículo de transporte terrestre.

De acuerdo con el Reglamento Nacional del Sistema de Emisión de Licencias de Conducir, son válidas dentro del territorio nacional las siguientes licencias:

- Las otorgadas de acuerdo al referido Reglamento.
- Las expedidas a favor de personal activo de las Fuerzas Armadas y Policía Nacional del Perú.
- Las expedidas en otras naciones que se encuentren vigentes y que hayan sido expedidas de cumplimiento de convenios internacionales suscritos y ratificados por el Perú.

2.2.13 Clases y categorías de licencias de conducir

El Reglamento Nacional del Sistema de Emisión de Licencias de Conducir vigente establece que las licencias de conducir se clasifican en clase A, B y su vez por distintas categorías, conforme se muestra en la Tabla 7:

Tabla 7.
Clases y categorías de licencias de conducir

CLASE	CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN
A	I	Es la más común y permite manejar carros como sedanes, coupé, hatchback, convertibles, station wagon, SUV, Areneros, Pickup y furgones.
	II-a	Además de los anteriores, para conducir vehículos oficiales de transporte de pasajeros como Taxis, Buses, Ambulancias y Transporte Interprovincial.
	II-b	Además de los anteriores, para Microbuses de hasta 16 asientos y 4 toneladas de peso bruto y Minibuses hasta 33 asientos y 7 toneladas de peso bruto.
	III-a	Además de los anteriores, para vehículos con más de 6 toneladas como omnibuses urbanos, interurbanos, panorámicos y articulados.
	III-b	Además de los permitidos por las A-I, A-IIa y A-IIb también vehículos de chasis cabinado, remolques, grúas, cargobus, plataforma, baranda y volquetes.
	III-c	Los permitidos por las categorías A-I, A-IIa, A-IIb, A-IIIa y A-IIIb.
B	I	Vehículos no motorizados de 3 ruedas (triciclos) para transporte público especial de pasajeros.
	II-A	Bicimotos para transportar pasajeros o mercancías
	II-B	Los mismos que B-IIa y también Motocicletas (2 ruedas) o Motocicletas con Sidecar (3 ruedas) para transportar pasajeros o mercancías.
	II-C	Los mismos que B-IIa y B-IIb y también Mototaxis y Trimotos (3 ruedas) destinadas al transporte de pasajeros.

Nota: Elaboración propia

Adicionalmente a la clasificación mostrada, las licencias de conducir se dividen según el tipo de conductor, conforme se plasma en la Tabla 8:

Tabla 8.
Licencias de conducir según tipo de conductor

CONDUCTOR	CLASE Y CATEGORÍA DE LICENCIA
No profesional	Clase A - Categoría I
	Clase B - Categoría I
	Clase B - Categoría II-A
	Clase B - Categoría II-B
Profesional	Clase A - Categoría II-A
	Clase A - Categoría II-B
	Clase A - Categoría III-A
	Clase A - Categoría III-B
	Clase A - Categoría III-C
	Clase B - Categoría II-C

Nota: Elaboración propia

2.3 Marco conceptual

Entidad: Comprende los rubros enumerados en los Párrafos 1 al 7 del Artículo I del Texto Único Ordenado de la Ley N° 27444, Ley del Procedimiento Administrativo General, Título Preliminar. Se denominarán entidades a las organizaciones que realizan operaciones continuas, es decir, aquellas establecidas por una norma legal que les confiere personería jurídica (PCM, 2020).

Nivel Organizacional: Según sus funciones y atribuciones, es la categoría dentro de la estructura organizativa de la entidad que refleja la dependencia entre los órganos o unidades organizativas (PCM, 2020).

Órgano: En una estructura es la unidad organizativa del primer y segundo nivel organizativo (PCM, 2020).

Órgano de línea: Los órganos de línea desempeñan tareas importantes para la organización y pueden participar en la reglamentación técnica o en el suministro de bienes y servicios (PCM, 2018b).

Proceso estable: Es aquel que está sujeto sólo a causas comunes de variación, es decir, se encuentra en control estadístico y por consiguiente su variación es predecible en los límites de control (Escalante, 2013).

Proceso inestable: Proceso que no necesariamente tienen una gran variación, pero esta no es predecible (Escalante, 2013).

Reglamento de Organización y Funciones – ROF: La estructura organizativa de la entidad se formaliza en este documento técnico-normativo de gestión organizativa. Incluye las capacidades y obligaciones generales de la organización, las funciones particulares de sus unidades organizativas y las conexiones entre ellas (PCM, 2018b).

Repetibilidad: No variación de mediciones realizadas con un mismo instrumento por una misma persona al medir la misma característica en un mismo objeto (Molteni y Cecchi, 2005).

Reproducibilidad: No variación del promedio de mediciones realizadas por distintas personas con un mismo instrumento al medir la misma característica en el mismo objeto (Molteni y Cecchi, 2005).

Sistema de Medición: Colección de instrumentos, operaciones, métodos, software, personal y suposiciones empleados para cuantificar una unidad de medida (Escalante, 2013).

Unidad Orgánica: Un órgano se desglosa en esta unidad organizativa, que es el tercer nivel (PCM, 2018b).

CAPÍTULO III: FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

3.1 Hipótesis general

La aplicación de la metodología Six Sigma mejora el proceso de emisión de licencias de conducir en una entidad pública.

3.2 Hipótesis específicas

- a) La aplicación de la metodología Six Sigma reduce el tiempo del proceso de emisión de licencias de conducir en una entidad pública.
- b) La aplicación de la metodología Six Sigma mejora la capacidad del proceso de emisión de licencias de conducir en una entidad pública.

3.3 Definición de variables

3.3.1 *Variable independiente*

Metodología Six Sigma.

Indicador: Presencia – Ausencia

3.3.2 *Variable dependiente*

Proceso de emisión de licencias de conducir en una entidad pública.

Indicador:

- Tiempo del proceso
- Índice de capacidad del proceso

3.4 Matriz de consistencia

En la Tabla N° 9 se presenta la Matriz de consistencia con las variables e indicadores definidos para este estudio.

Tabla 9.
Matriz de consistencia

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables e indicadores	Metodología de la investigación
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variable independiente	Tipo: Aplicada
¿En qué medida la aplicación de la metodología Six Sigma mejora el proceso de emisión de licencias de conducir en una entidad pública?	Determinar en qué medida la aplicación de la metodología Six Sigma mejora el proceso de emisión de licencias de conducir en una entidad pública	La aplicación de la metodología Six Sigma mejora el proceso de emisión de licencias de conducir en una entidad pública.	Metodología Six Sigma. Indicador Presencia – Ausencia	Nivel: Correlacional causal Diseño: Experimental de campo Unidad de análisis: proceso de emisión de licencias de conducir en una entidad pública.
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	Variable dependiente	Población: Emisiones de licencias de conducir
a) ¿En qué medida la aplicación de la metodología Six Sigma reduce el tiempo del proceso de emisión de licencias de conducir en una entidad pública?	a) Determinar en qué medida la aplicación de la metodología Six Sigma reduce el tiempo del proceso de emisión de licencias de conducir en una entidad pública.	a) La aplicación de la metodología Six Sigma reduce el tiempo del proceso de emisión de licencias de conducir en una entidad pública.	Proceso de emisión de licencias de conducir Indicadores - Tiempo del proceso - Índices de capacidad del proceso	Muestra: 106 emisiones de licencias (muestreo probabilístico estratificado con asignación proporcional)
b) ¿En qué medida la aplicación de la metodología Six Sigma mejora la capacidad del proceso de emisión de licencias de conducir en una entidad pública?	b) Determinar en qué medida la aplicación de la metodología Six Sigma mejora la capacidad del proceso de emisión de licencias de conducir en una entidad pública	b) La aplicación de la metodología Six Sigma mejora la capacidad del proceso de emisión de licencias de conducir en una entidad pública.		Técnicas e instrumentos de recolección de datos: - Observación directa - Entrevistas - Análisis documental

Nota: Elaboración propia

CAPÍTULO IV: DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Tipo de investigación

El presente estudio reúne las condiciones metodológicas para ser considerado como una investigación de tipo aplicada, debido a que su interés radica en la utilización y aplicación práctica de la metodología Six Sigma con el objeto de mejorar el proceso de emisión de licencias de conducir en una entidad pública, en términos del tiempo y capacidad del proceso.

Los autores Hernández, Fernández y Baptista (2014) plantean que para identificar patrones de comportamiento y evaluar ideas, la investigación cuantitativa utiliza la recopilación de datos como técnica para probar hipótesis basadas en la medición numérica y el análisis estadístico del acontecimiento o tema objeto de estudio..

Siguiendo lo anterior, esta investigación se define como cuantitativa con nivel descriptivo correlacional causal. Es descriptivo, puesto que en su fase inicial de diagnóstico establece propiedades y características del fenómeno en estudio (emisión de licencias de conducir en una entidad pública), como parte de la implementación de la metodología Six Sigma. Asimismo, es correlacional causal dado que se analiza la relación existente entre las variables “metodología Six

Sigma” y la “mejora del proceso de emisión de licencias de conducir en una entidad pública”.

4.2 Diseño de la investigación

El diseño de la investigación permite establecer el plan o estrategia mediante el cual se obtendrá la información que se necesita con el finalidad de dar respuesta al planteamiento del problema, además de alcanzar los objetivos trazados en la investigación (Vizarreta, Salas y Tinoco, 2015).

Hernández et al. (2014) establecen que Un estudio que utiliza una modificación intencionada de una o más variables independientes con el objetivo de examinar los efectos que dicha manipulación tiene sobre una o más variables dependientes se denomina diseño experimental. Por lo tanto, el diseño de este estudio corresponde a una investigación experimental pues se manipulará la variable independiente "aplicación de la metodología Six Sigma" con el propósito de modificar la variable dependiente "mejora del proceso de emisión de licencias de conducir".

Adicionalmente, planteamos que esta investigación es experimental de campo, puesto que según lo definido por Hernández et al. (2014) los estudios realizados en un entorno realista o natural se conocen como experimentos de campo, y en ellos el investigador manipula una o varias variables independientes en circunstancias lo más controladas posible.

4.3 Población y muestra

Antes de establecer la población y muestra de esta investigación, es preciso mencionar que la unidad de muestreo y análisis es el proceso de emisión de licencias de conducir en una entidad pública.

4.3.1 Población

La población está compuesta por los procesos de emisión de licencias de conducir ejecutados de forma presencial en la entidad analizada en todas sus sedes durante el último trimestre en la ciudad de Lima Metropolitana; siendo los criterios de inclusión empleados para delimitar la poblacional:

- Atención presencial de trámites de emisión de licencias de conducir.
- El ciudadano cumple con los requisitos necesarios para iniciar su trámite.
- El trámite es realizado en la ciudad de Lima Metropolitana.

4.3.2 Muestra

Se llevará a cabo la toma de datos en la sede de atención "Orrego" durante los meses de marzo y junio de 2018, dado que representa la sede de mayor importancia en términos de demanda por parte de los ciudadanos.

El método empleado para la determinación de la muestra fue el muestreo probabilístico estratificado con asignación proporcional, de acuerdo al tipo de trámite solicitado por los ciudadanos para obtener sus licencias de conducir:

- Revalidación de licencia de conducir
- Duplicado de licencia de conducir
- Recategorización de licencia de conducir
- Licencia de conducir nueva
- Canje de licencia de conducir

Para determinar el tamaño de la muestra (n) se empleó la siguiente fórmula, teniendo en cuenta el diseño probabilístico de muestreo proporcional para poblaciones finitas:

$$\frac{(p \cdot q) \cdot Z^2 \cdot N}{E^2 \cdot (N - 1) + (p \cdot q) \cdot Z^2}$$

Donde:

Z = Coeficiente de confianza (1.96 para 95%)

N = Tamaño del universo o población (14,324 ciudadanos)

p = Probabilidad de éxito o a favor (50%)

q = Probabilidad de fracaso o en contra (50%)

E = Error de estimación (5%)

Aplicando el modelo anterior, se obtuvo que el número de observaciones al proceso sería de 374, considerando un nivel de confianza de 95% y error máximo de 5%.

La muestra se obtuvo de forma aleatoria, de acuerdo al siguiente criterio de estratificación:

Tabla 10.
Estratificación según demanda anual de licencias de conducir

Tipo de Trámite	Proporción (%)	Muestra
Revalidación de licencia	69	258
Duplicado de licencia	20	75
Recategorización de licencia	5	19
Licencia nueva	5	19
Canje de licencia	1	3
Total	100	374

Nota: Elaboración propia

4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para poder responder a las preguntas del problema planteado en esta investigación, se requiere obtener información fiable y válida mediante el uso de técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Con ese fin, en esta investigación se emplearon las siguientes técnicas de recolección de datos, de acuerdo a la clasificación propuesta por Tamayo (1998):

4.4.1 Observación directa

Representa una de las herramientas más efectivas y puede definirse como un examen riguroso de los aspectos de un fenómeno, con la finalidad de analizar sus características y comportamiento.

En este caso se visitaron las instalaciones de la sede de atención "Orrego" para registrar el proceso de emisión de licencias de conducir, el trabajo del personal involucrado, el tiempo de ciclo del proceso, el recorrido que deben realizar los ciudadanos al realizar este trámite, entre otros aspectos.

4.4.2 Entrevista

Esta técnica consiste en recopilar información directamente del entrevistado, mediante la aplicación de una serie de preguntas. Se entrevistaron a los responsables de las áreas, personal directamente involucrado en la atención a los ciudadanos, además de los participantes en los procesos de apoyo, para conocer sus impresiones, nivel de capacitación y sugerencias de mejora relacionadas a la reducción del tiempo del proceso.

4.4.3 Análisis documental

Se revisaron los registros, bases de datos, procedimientos e instructivos relacionados a la ejecución del proceso de emisión de licencias de conducir.

Adicionalmente, se revisaron tesis y artículos que abordan el tema de implementación de la metodología Six Sigma como herramienta de mejora de procesos, lo cual permitió familiarizarnos con el proceso investigado e identificar preliminarmente posibles oportunidades de mejora, las cuales fueron validadas posteriormente empleando las técnicas de observación directa y entrevista.

4.5 Técnicas de procesamiento y análisis de datos

El procesamiento y análisis de los datos obtenidos se llevó a cabo en tres etapas; en la primera, se realizó un diagnóstico del estado situacional del proceso, empleando estadística descriptiva con las variables definidas; en la segunda, se plantean soluciones a los problemas identificados empleando estadística inferencial y herramientas para la mejora de procesos; y, en la tercera, se miden las variables y se comparan con los valores obtenidos en la primera etapa utilizando técnicas de la estadística inferencial.

Para llevar a cabo dicho procesamiento y análisis de datos se utilizaron sistemas informáticos tales como Minitab y Microsoft Excel, que otorgaron el soporte para la aplicación de las herramientas estadísticas contempladas en la metodología Six Sigma, además de permitir alcanzar precisión en los resultados.

CAPÍTULO V: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

5.1 Descripción de la entidad

De acuerdo a su Ley de creación, Ley N° 29370, la entidad en estudio es un organismo del Poder Ejecutivo a cargo del Sector Transportes y Comunicaciones y como tal ejerce competencias exclusivas en materias de infraestructura y servicios de transporte, aeronáutica civil, además de infraestructura y servicios de comunicaciones.

Adicionalmente, es competente en materias de circulación y tránsito terrestre, infraestructura y servicios de transporte en el ámbito regional y local, además de la promoción de la infraestructura de telecomunicaciones de alcance regional.

5.1.1 Lineamientos de Política

En función a la Política General de Gobierno, así como de las prioridades que se trazadas por el Sector, la emisión de licencias de conducir contribuyen con los siguientes lineamientos de política institucional: accesibilidad y competitividad de

los servicios de transportes y seguridad en todos los modos de transportes se destacan las siguientes (MTC, 2021).

5.1.2 *Objetivos Estratégicos*

A efectos de cumplir con los lineamientos de política señalados, se destaca como objetivos estratégicos: gestionar la provisión de servicios de transporte con niveles adecuados de calidad, elevar los niveles de seguridad en el sistema de transporte en la población y modernizar la gestión institucional (MTC, 2021).

5.1.3 *Misión institucional*

Conforme al Plan Estratégico Institucional de la entidad, esta tiene la siguiente misión: “asegurar la provisión de infraestructura y servicios de transportes y comunicaciones a toda la población, de manera segura, sostenible, inclusiva y competitiva, orientada a la integración y desarrollo nacional” (MTC, 2021, p.9).

5.2 Diagnóstico de la Entidad

5.2.1 *Mapa de procesos*

La entidad cuenta con un mapa de procesos donde se plasma su estructura operacional a través de la cual presta sus servicios. En dicho mapa se puede observar que el proceso de emisión de licencias pertenece al proceso misional denominado “Gestión de otorgamiento y reconocimiento de derechos en transportes y comunicaciones”, conforme se evidencia en la Figura 17.

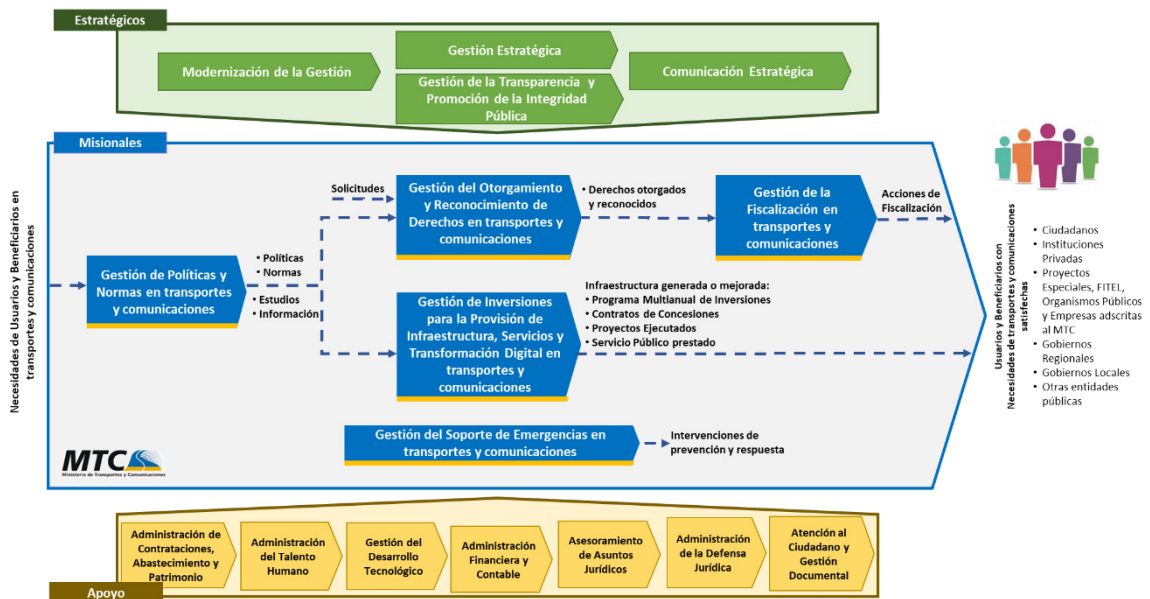


Figura 17. Mapa de procesos de la Entidad

Nota: De MTC, 2018b.

5.2.2 Servicios y clientes

De acuerdo a las competencias y funciones de la entidad se han determinado sus principales servicios y destinatarios, según se muestra en la Tabla 11.

Tabla 11.
Matriz de servicios y clientes de la entidad

Servicios / Clientes	Políticas y Normas	Infraestructura	Servicios públicos	Derechos otorgados	Acciones de fiscalización
Ciudadanos	X	X	X	X	X
Instituciones privadas	X	X	X	X	X
Proyectos Especiales, Organismos y Empresas adscritas	X				
Gobiernos Regionales	X				
Gobiernos Locales	X				

Nota: Adaptado de MTC, 2018b.

Dentro del grupo de servicios denominados “Derechos otorgados y reconocidos (autorizaciones, licencias, permisos, concesiones, registros)” se encuentran las licencias de conducir solicitadas por los ciudadanos.

5.2.3 Licencias de conducir

Como se indicó anteriormente, la licencia de conducir es un documento habilitante que permite conducir un vehículo para el transporte de personas y/o mercancías. La emisión de este título habilitante corresponde a la fase final del proceso otorgamiento de licencias de conducir donde participan actores externos a la entidad, conforme se visualiza en la Figura 18.

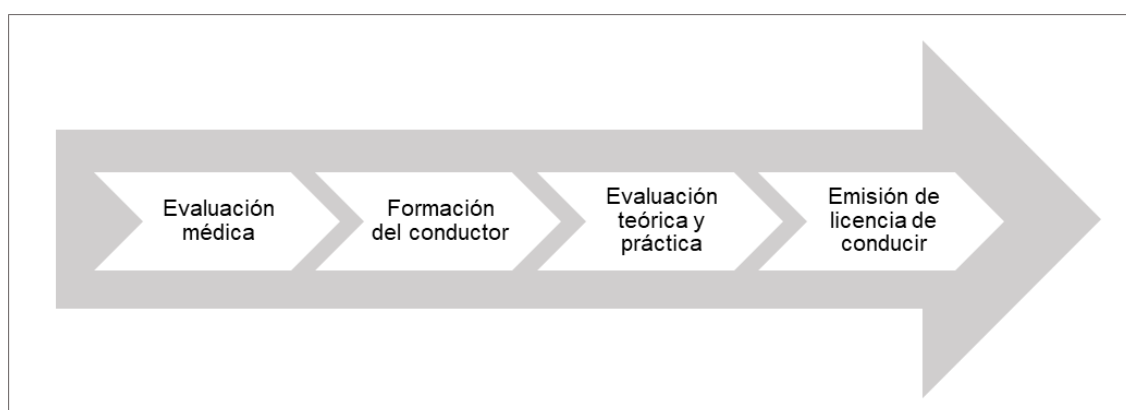


Figura 18. Proceso de otorgamiento de licencias de conducir

Nota: Elaboración propia

La fase de “evaluación médica” se encuentra a cargo de un establecimiento de salud debidamente autorizado, donde el postulante obtiene un certificado que acredita su capacidad médica y psicológica para la conducción.

A continuación, en la fase “formación del conductor”, a cargo de las escuelas de conductores debidamente autorizadas, el postulante debe adquirir los conocimientos teóricos y habilidades prácticas requeridas para una conducción segura vehículos automotores de transporte terrestre.

En la fase de “evaluación teórica y práctica” los postulantes deben acreditar sus conocimientos teóricos, mediante un examen de normas en un centro de evaluación o aprobar un curso en una escuela de conductores, además, debe rendir una prueba para acreditar su habilidad práctica, la cual se encuentra a cargo de un centro de evaluación.

Como última fase se tiene la emisión de la licencia por parte de la entidad correspondiente, siendo la entidad en estudio en el caso de Lima Metropolitana.

El trámite de emisión de licencias de conducir constituye el más demandado de la Entidad. De esta manera, se tiene que al 31 de diciembre del 2020 se contaba con 3, 263,361 licencias autorizadas a nivel nacional, adicionalmente en la Figura N° 19 se evidencia la alta demanda de este trámite durante los últimos años (a excepción del 2020 debido a la pandemia sanitaria) para el caso de Lima Metropolitana, alcance de la Entidad en estudio.

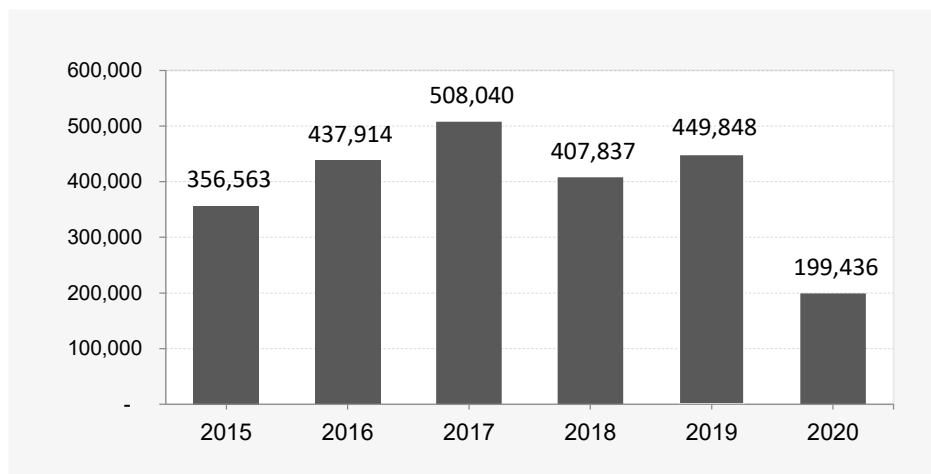


Figura 19. Emisión anual de licencias de conducir

Nota: Elaboración propia con información de la entidad en estudio

Adicionalmente, se observa que al cierre del 2018, año en estudio, el 60,2% de licencias de conducir vigentes correspondían a conductores particulares

(categoría A – I), mientras que el 39,8% restante correspondía a conductores profesionales (categorías A – II y A – III), conforme se grafica en la Figura N° 20.

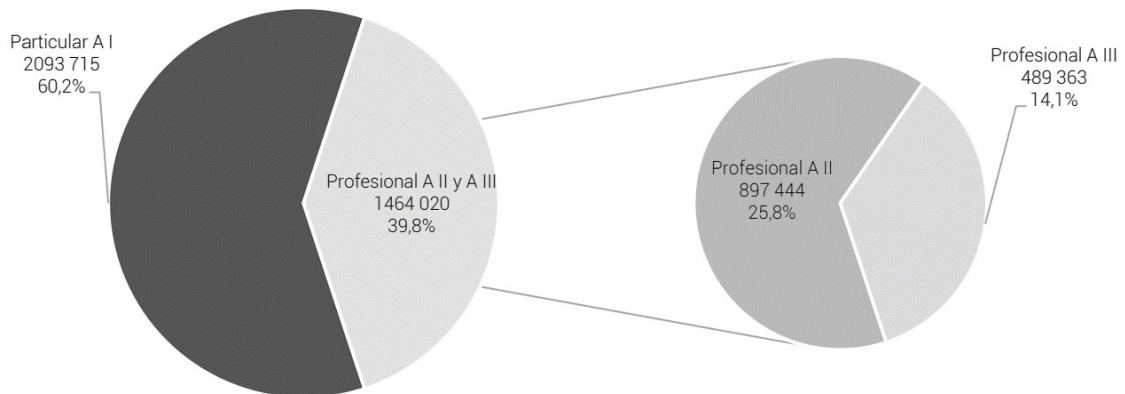


Figura 20. Licencias de conducir 2018 por certificación y categoría

Nota: Elaboración propia con información de la Entidad en estudio

En cuanto a las licencias emitidas según el tipo de trámite y su categoría, en la Figura N° 21 se observa que las licencias por revalidación son las más demandadas, pasando de 289 134 licencias en el 2015 a 520 363 licencias al cierre del 2018, seguido de las licencias nuevas.

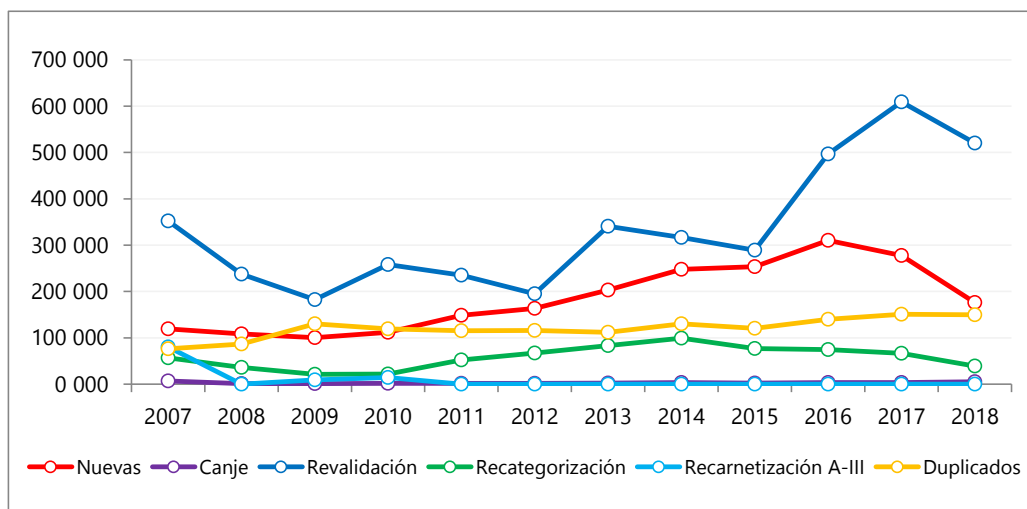


Figura 21. Evolución de Licencias de conducir por clase

Nota: Elaboración propia con información de la Entidad en estudio

Ahora bien, como se mencionó anteriormente, durante los primeros meses del 2018 la cantidad de quejas y reclamos vinculados a la emisión de licencias de conducir, se incrementó significativamente, aspecto que motivó a la entidad a realizar un estudio de investigación con los ciudadanos, determinándose que la causa principal de dicha disconformidad se debía a la demora en la atención.

5.3 Aplicación de la metodología Six Sigma

Debido a que el proceso de emisión de licencias de conducir, materia de estudio en la presente investigación, se encuentra en operación y se busca resolver los problemas que presenta, se aplicarán las fases DMAIC. En ese sentido, a continuación, se detallan las acciones desarrolladas en cada una de ellas.

5.3.1 Aplicación de la fase Definir

En esta fase se prioriza y establece el proyecto Six Sigma en función de los requisitos críticos de calidad del cliente y las prioridades de la entidad. Asimismo, se define a alto nivel el proceso por mejorar.

5.3.1.1 Clientes y requisitos críticos de calidad

Los clientes están conformados por aquellos ciudadanos que solicitan una licencia de conducir ya sea esta particular o profesional, demandando en un 78% licencias por revalidación y en un 22% licencias nuevas. Es oportuno indicar que, los clientes pueden ser conductores de transporte público y privado de pasajeros o mercancías.

Asimismo, el 88% de solicitantes son del sexo masculino y el 12% corresponden al sexo femenino. En cuanto a las edades de los usuarios, se destaca que el 75% supera los 30 años de edad.

Por otro lado, se desarrolló el modelo Kano para identificar aquellas características o cualidades del servicio de emisión de licencias de conducir que generan satisfacción o insatisfacción al ciudadano, conforme se muestra en la Figura N° 22.

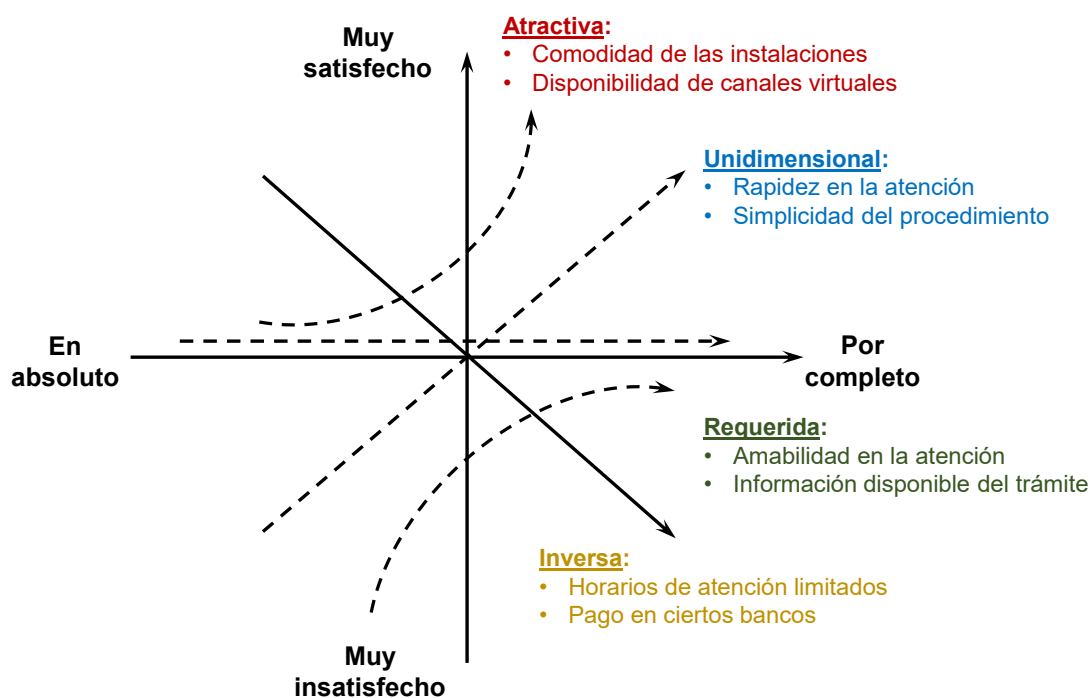


Figura 22. Modelo Kano para el servicio de licencias de conducir

Nota: Elaboración propia

Del análisis realizado se observa que las características que producen mayor satisfacción en el ciudadano cuando estas se cumplen son la “rapidez en la atención” y la “simplicidad del procedimiento”, asimismo, generan mayor insatisfacción en su ausencia (atributos de calidad unidimensional).

En cuanto a las características que el ciudadano considera aspectos básicos del servicio, se tienen la “amabilidad en la atención” y la “información disponible del trámite”. Si estos no se cumplen generan mucha insatisfacción, pero si se encuentran presentes, la satisfacción no aumenta (atributos de calidad requerida).

Asimismo, las características “comodidad en las instalaciones” y “disponibilidad de canales virtuales” generan un incremento significativo en la satisfacción cuando se cumplen, pero su ausencia no reduce la satisfacción del ciudadano (atributos de calidad atractiva).

Finalmente, el análisis determinó que la presencia de las características “horarios de atención limitados” y “pago en ciertos bancos” provocan la insatisfacción de los ciudadanos y su ausencia la incrementa (atributos de calidad inversa).

En función del análisis realizado, describiremos a continuación la característica crítica de calidad para el ciudadano denominada “rapidez en la atención” y para ello se desarrolló el diagrama de árbol de CTQ donde dicha característica se convertirá en aspectos medibles en el servicio de licencias de conducir (Ver Figura 23):

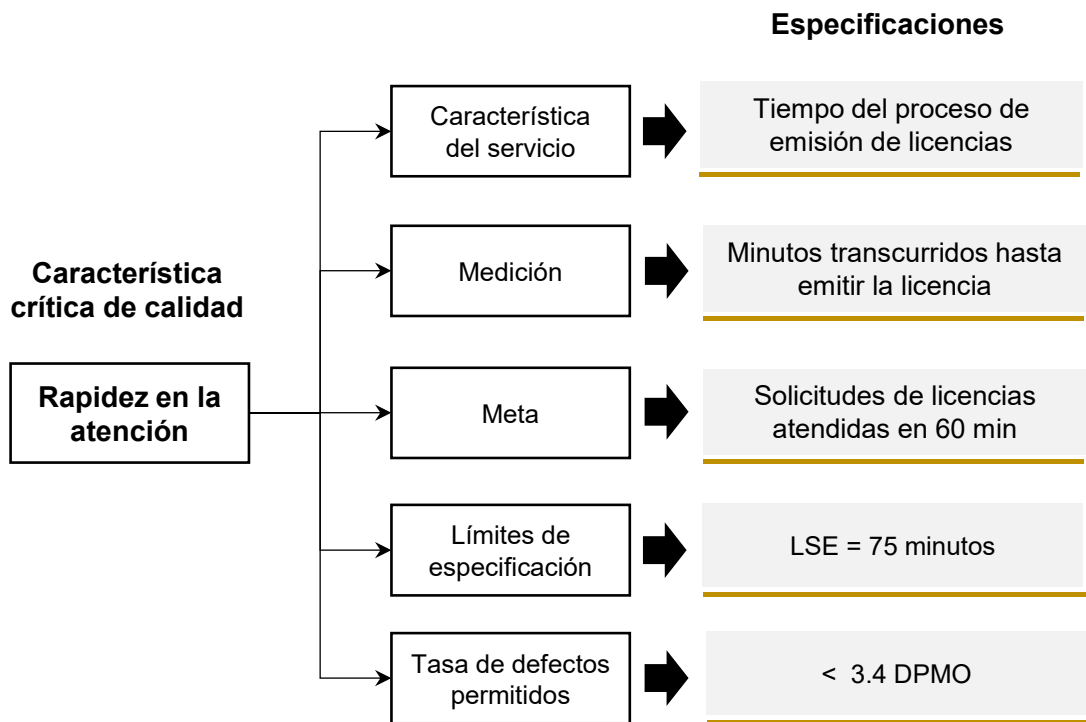


Figura 23. Diagrama de árbol de CTQ para licencias de conducir

Nota: Elaboración propia

Según las necesidades del ciudadano, las especificaciones del servicio de emisión de licencias de conducir se vinculan al tiempo del proceso, siendo la meta de 60 minutos, tiempo que representa un valor promedio tolerado por el usuario.

5.3.1.2 Selección del proyecto Six Sigma

Para seleccionar el proyecto Six Sigma la entidad consideró aquellos atributos de calidad de tipo unidimensional, atractiva y requerida, identificados en el análisis Kano y se relacionó su incidencia en la satisfacción del ciudadano, así como su nivel de desempeño, según se muestra en la Figura N° 24:

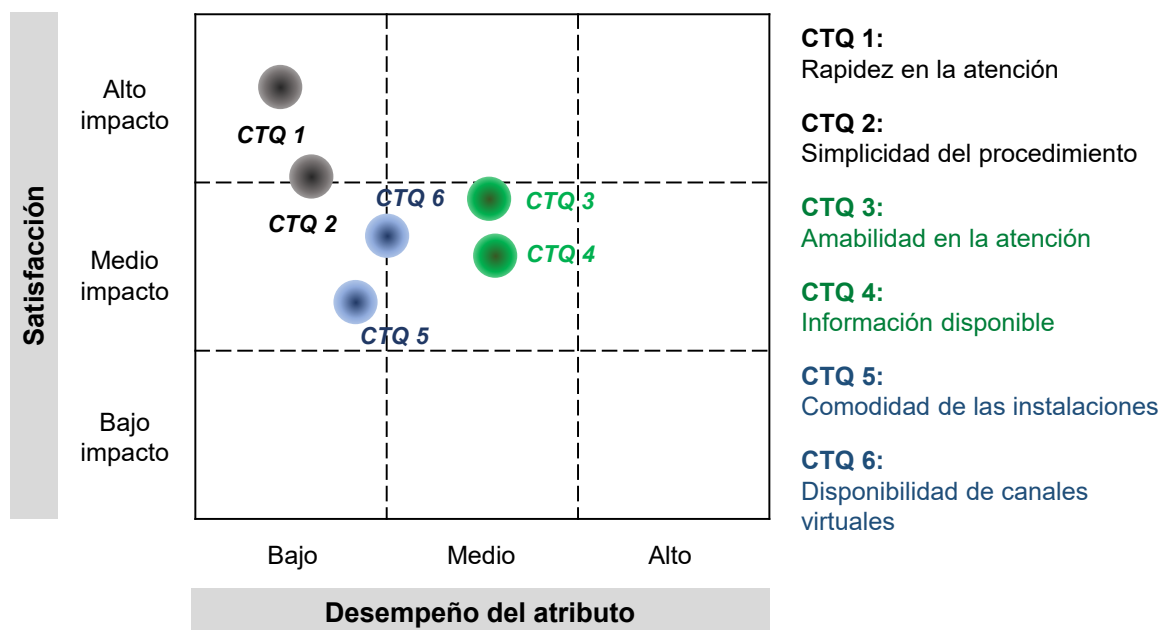


Figura 24. Gráfica impacto – desempeño

Nota: Elaboración propia

De la figura anterior se observa que la variable crítica de calidad con mayor sensibilidad en la satisfacción del ciudadano que solicita licencias de conducir y que, a su vez, presenta un bajo desempeño es la “rapidez en la atención”, por lo tanto, se planteará un proyecto que mejore los resultados de dicha variable.

5.3.1.3 Definición del marco del proyecto

Teniendo en consideración los resultados obtenidos mediante las herramientas aplicadas, se determina la necesidad de plantear un proyecto Six Sigma que aborde la mejora del atributo “rapidez en la atención” del servicio en estudio. En tal sentido, en la Tabla 12 se muestra el Project Chárter respectivo:

Tabla 12.

Project Charter del proyecto

Proyecto	: Mejora del proceso de emisión de licencias de conducir
Problema	: Elevados tiempos de atención en el trámite de licencias de conducir

Definición	: Se advirtió que en sede Orrego de la entidad (primer trimestre del 2018) se emiten licencias con tiempos de atención promedio de 121.4 minutos, superando el tiempo meta establecido de 60 minutos.
Objetivo	: Reducir el tiempo de atención de licencias de conducir de 121.4 minutos hasta 60 minutos y reducir su variabilidad hasta obtener un valor del índice de capacidad del proceso igual o mayor a 1.
Alcance	: El proyecto se ejecuta en la sede Orrego de la entidad, específicamente en el proceso de emisión de licencias de conducir.
Equipo	: <ul style="list-style-type: none"> – Patrocinador o Champion: Viceministro de Transportes – Dueño del proceso: Director de Circulación Vial – Black Belt: Líder de Implementación – Green Belt: Especialista de Gestión por Procesos y Coordinador de licencias – Yellow Belt: Analista de Procesos y evaluadores, Analistas programadores
Plan	: <ul style="list-style-type: none"> Fase Definir: Marzo 2018 Fase Medir: Marzo 2018 Fase Analizar: Abril 2018 Fase Mejorar: Mayo - Junio 2018 Fase Controlar: Julio - Agosto 2018

Nota: Elaboración propia

5.3.1.4 Diagrama SIPOC del proceso

Mediante el diagrama SIPOC se representa gráficamente el proceso de emisión de licencias de conducir, con la finalidad de identificar sus proveedores, entradas, sub procesos, salidas y clientes, tal como se detalla en Figura N° 25:



Figura 25. Diagrama SIPOC Licencias de Conducir

Nota: Elaboración propia

El proceso de emisión de licencias inicia con la orientación a los ciudadanos y finaliza con el control de calidad de la licencia de conducir impresa para su posterior entrega al solicitante. En la Tabla 13 se muestran imágenes de los subprocesos respectivos:

Tabla 13.
Subprocesos de la emisión de licencias de conducir

Subprocesos	
	
1. Orientación	2. Verificación documental
	
3. Impresión de licencia	4. Control de calidad y entrega

Nota: Elaboración propia

5.3.2 Aplicación de la fase Medir

En esta fase se determina con mayor precisión el problema planteado en la fase Definir a través de la caracterización del proceso de emisión de licencias de conducir y se identifican las variables clave para medir su desempeño con un sistema de medición validado.

5.3.2.1 Diagrama de flujo del proceso

Para comprender en mayor detalle la operación del proceso de licencias de conducir se elaboró el diagrama de proceso respectivo donde se identificaron los outputs de cada subproceso, según se visualiza en la Figura N° 26:

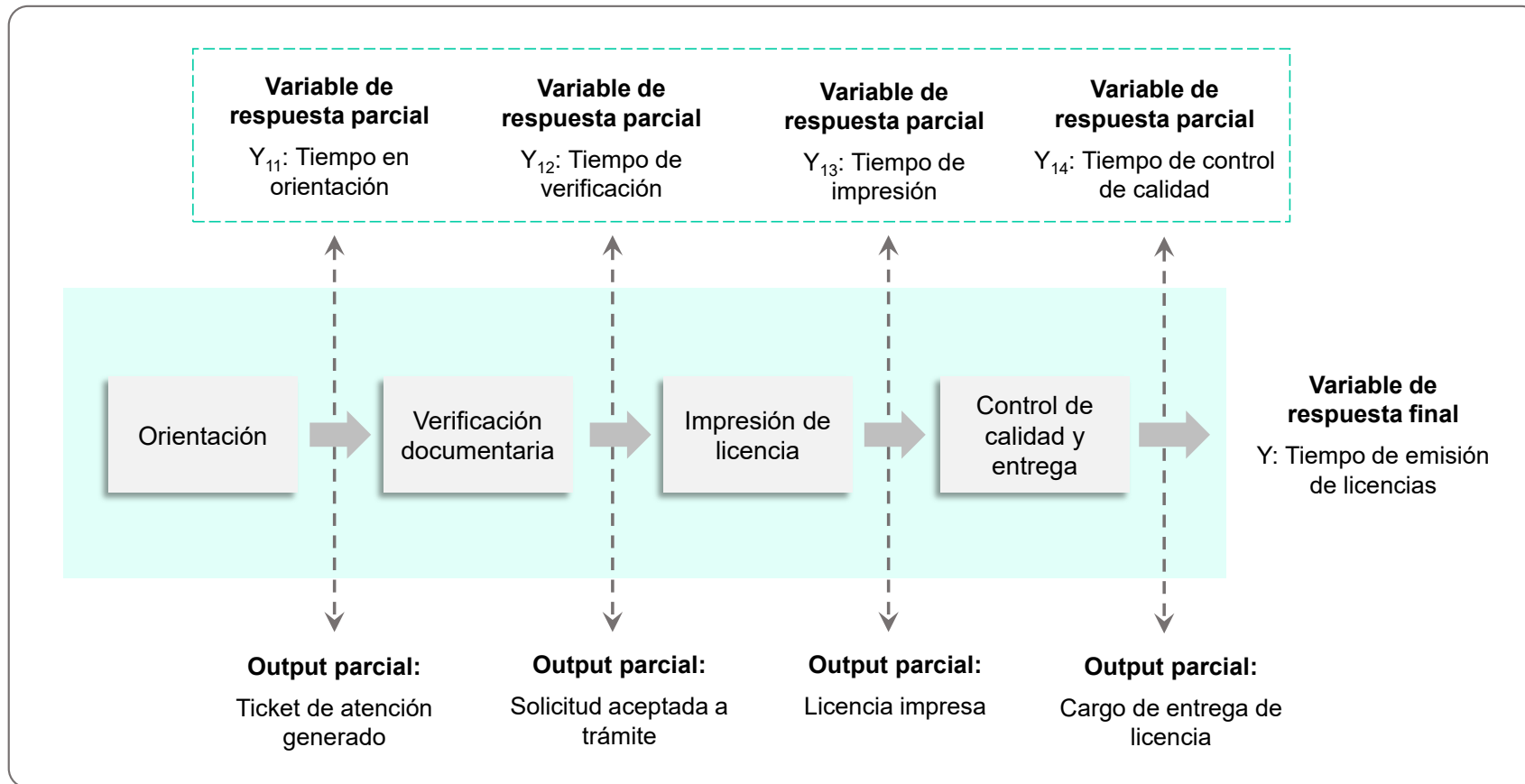


Figura 26. Diagrama de flujo del proceso Licencias de Conducir

Nota: Elaboración propia

De acuerdo con la figura anterior, el proceso de emisión de licencias de conducir se compone de cuatro (04) subprocesos: orientación, verificación documentaria, impresión de licencias y finalmente el control de calidad y entrega, los cuales se detallan a continuación:

Subproceso de orientación: En esta etapa el “anfitrión” brinda información al ciudadano sobre el trámite que sea realizar y se revisa de forma preliminar que cuente con los requisitos correspondientes. De ser así, se brinda un ticket de atención y un formulario físico de solicitud para iniciar el trámite. La Figura N° 27 plantea el diagrama SIPOC de este subproceso para mayor entendimiento:

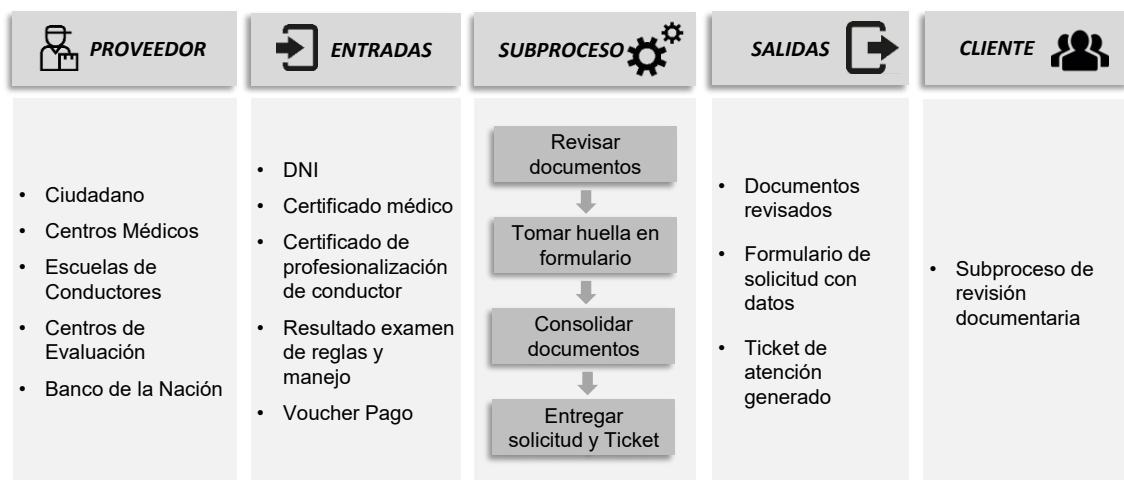


Figura 27. Diagrama SIPOC del Subproceso de orientación

Nota: Elaboración propia

Subproceso de verificación documentaria: En esta etapa el “operador de ventanilla” revisa y verifica los documentos del administrado, así como el cumplimiento de los requisitos y condiciones realizando consuntas a las siguientes bases de datos; Sistema Nacional de Conductores (SNC), Sistema Nacional de Sanciones (SNS), Sistema de Puntos, Registro Nacional de

Conductores (RNC) y Base de Datos del Servicio de Administración Tributaria de Lima (SAT). De encontrarse conforme se registra este estado en el SNC y se envía la orden de pre impresión de la licencia para que entre en cola de espera, en tanto se entrega un cargo al usuario para que espere por su licencia. La Figura N° 28 muestra el diagrama SIPOC de este subproceso para mayor entendimiento:



Figura 28. Diagrama SIPOC del Subproceso de verificación documentaria

Nota: Elaboración propia

Subproceso de impresión de licencia: En esta etapa se imprime y emite la licencia de conducir, previa verificación de las órdenes generadas en la etapa anterior (requiere acumular 08 licencias), se desglosa e inserta la mica térmica a las licencias, pasando por el laminado, corte y finalmente la compaginación con el expediente. La Figura N° 29 muestra el Diagrama SIPOC de este subproceso para mayor comprensión:

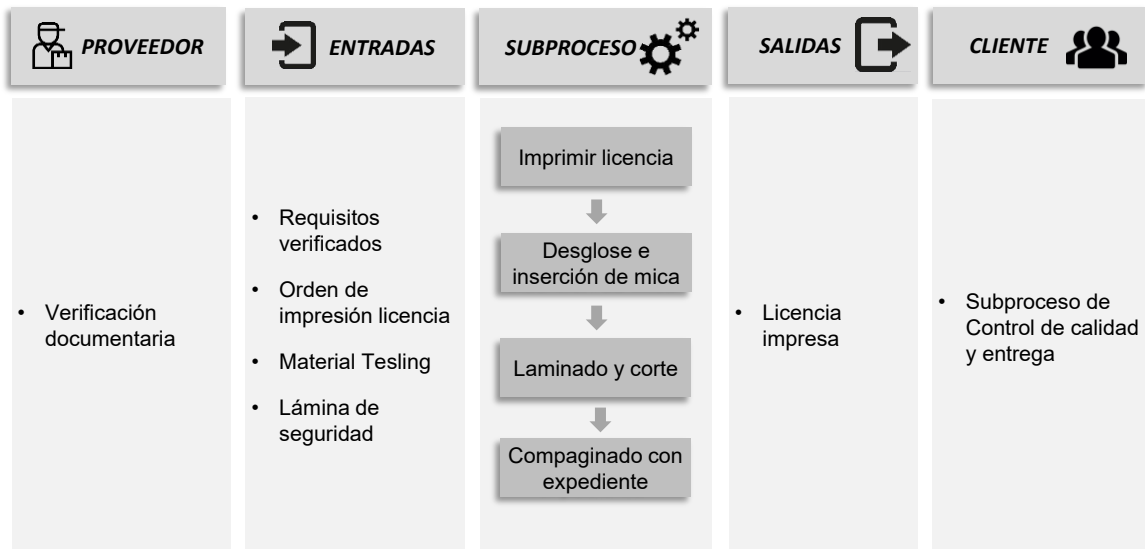


Figura 29. Diagrama SIPOC del Subproceso de impresión de licencia

Nota: Elaboración propia

Subproceso de control de calidad y entrega: En esta etapa se revisa la licencia con la información consignada en el expediente, se captura el código de barras de la licencia para su activación y finalmente se hace entrega al solicitante, firmando el cargo correspondiente. La Figura N° 30 muestra el diagrama SIPOC de este subproceso:



Figura 30. Diagrama SIPOC del Subproceso de control de calidad y entrega

Nota: Elaboración propia

5.3.2.2 Definición operacional

Habiendo caracterizado el proceso de emisión de licencias y los subproceso que lo componen, a continuación se determinaron las métricas correspondientes a la variable de respuesta final: tiempo de emisión de licencias, además de las variables potenciales que podrían explicar su comportamiento (dependerá de los resultados de la aplicación de la fase Analizar): tiempo de orientación, tiempo de verificación documentaria, tiempo de impresión y tiempo de control de calidad, conforme se observa en la Tabla 14:

Tabla 14.
Métricas del proceso de licencias de conducir

Tipo de Respuesta	Métrica	Definición operacional
Y ₁ : Final	Respuesta final	Tiempo transcurrido desde el inicio de la orientación hasta la entrega de la licencia.
Y ₁₁ : Parcial	Tiempo en orientación	Tiempo transcurrido desde el inicio de la orientación hasta el inicio de la verificación documentaria
Y ₁₂ : Parcial	Tiempo de verificación	Tiempo transcurrido desde el inicio de la verificación documentaria hasta el inicio de la impresión
Y ₁₃ : Parcial	Tiempo de impresión	Tiempo transcurrido desde el inicio de la impresión hasta el inicio del control de calidad
Y ₁₄ : Parcial	Tiempo de control de calidad	Tiempo transcurrido desde el inicio del control de calidad hasta la entrega de la licencia.

Nota: Elaboración propia

5.3.2.3 Evaluación del sistema de medición

Con el objetivo de validar el sistema de medición se evaluó la reproducibilidad y repetibilidad correspondiente, aplicando la prueba Gage R&R largo. En ese sentido, se empleó un diseño cruzado donde se seleccionaron diez (10) licencias

de conducir emitidas y se seleccionaron a tres (03) evaluadores para que realicen tres (03) mediciones cada uno.

Producto de la medición de los tiempos de emisión de licencias se obtuvieron los resultados detallados en la Tabla 15:

Tabla 15.
Mediciones para prueba R&R Tiempo de emisión de licencia

Muestra	Evaluador A			Evaluador B			Evaluador C		
	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3
1	125	125	126	124	125	126	125	124	125
2	131	130	130	129	129	130	131	131	130
3	135	136	135	136	136	135	134	135	135
4	118	116	118	117	118	118	119	118	118
5	120	121	120	120	121	119	120	119	120
6	129	128	129	129	130	130	129	130	129
7	115	115	116	115	115	114	114	115	115
8	125	126	126	124	125	125	125	125	125
9	131	131	130	130	139	130	130	131	130
10	128	128	129	128	120	129	128	128	129

Nota: Elaboración propia

Al aplicar el estudio Gage R&R cruzado empleando el software estadístico Minitab (ver la Figura 31) se calcularon las significancias de las fuentes de variabilidad de la medición (Licencia, Evaluador y la interacción Licencia*Evaluador), determinándose que la variación de la interacción Licencia*Evaluador es significativa (valor $p = 0.043$, menor a 0.05).

Asimismo, se observa que la variación entre las partes (licencias distintas) es de 98.76% de la variación total. Por lo tanto, dado que este valor es mucho mayor a la variación atribuible al Gage R&R total (1.24%), se concluye que el sistema de medición cuenta con la capacidad de diferenciar entre cada una de las partes.

En cuanto al porcentaje de variación del sistema de medición respecto a la variación total, se observa que el porcentaje de variación del estudio (%VE) del Gare R&R Total es de 11.15%, lo cual evidencia que el sistema es aceptable (menor al 30%), según el grupo AIAG (Automovite Industry Action Group).

Tabla ANOVA de dos factores con interacción

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Licencia	9	3287.60	365.289	500.650	0.000
Evaluador	2	0.87	0.433	0.594	0.563
Licencia * Evaluador	18	13.13	0.730	1.824	0.043
Repetibilidad	60	24.00	0.400		
Total	89	3325.60			

α para eliminar el término de interacción = 0.05

Componentes de la varianza

Fuente	CompVar	%Contribución (de CompVar)
Gage R&R total	0.5099	1.24
Repetibilidad	0.4000	0.98
Reproducibilidad	0.1099	0.27
Evaluador	0.0000	0.00
Evaluador*Licencia	0.1099	0.27
Parte a parte	40.5066	98.76
Variación total	41.0165	100.00

Evaluación del sistema de medición

Fuente	Desv.Est. (DE)	Var. estudio (6 × DE)	%Var. estudio (%VE)
Gage R&R total	0.71406	4.2843	11.15
Repetibilidad	0.63246	3.7947	9.88
Reproducibilidad	0.33148	1.9889	5.18
Evaluador	0.00000	0.0000	0.00
Evaluador*Licencia	0.33148	1.9889	5.18
Parte a parte	6.36448	38.1869	99.38
Variación total	6.40441	38.4265	100.00

Figura 31. Reporte estadístico de la prueba R&R

Nota: Elaboración propia

Por otra parte, del gráfico de componente de variación se aprecia que el porcentaje de variación atribuible al R&R del sistema de medición, repetibilidad

y reproducibilidad, es mucho menor que el porcentaje correspondiente al componente parte a parte, por lo que el sistema es estable.

Adicionalmente, del “gráfico R por evaluador” de la Figura 32 se observa que la variación de este al repetir sus mediciones se encuentra dentro de los límites de control y muestran estabilidad.

Asimismo, se advierte que existen diferencias en las mediciones entre las partes (licencias), sin embargo, las mediciones de los evaluadores son muy similares (reproducibilidad).

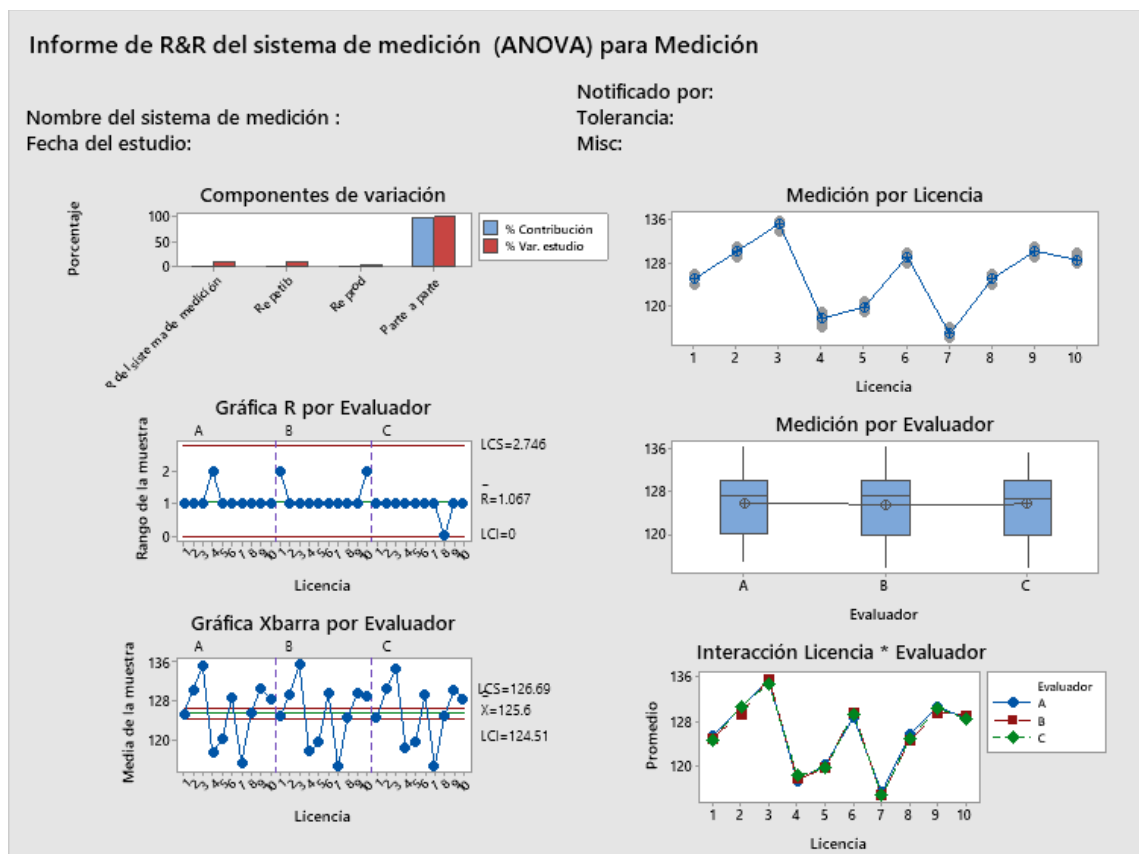


Figura 32. Reporte gráfico de la prueba R&R

Nota: Elaboración propia

En consecuencia, el análisis realizado permite validar el sistema de medición planteado y en conclusión, es factible continuar con el estudio.

5.3.2.4 Plan de recolección de datos

Si bien, se realizó una medición preliminar para validar el sistema de medición, es necesario establecer los detalles de la recolección de datos para calcular la estabilidad y capacidad del proceso, así como las demás métricas Six Sigma. En ese sentido, se planteó el plan respectivo, conforme se observa en la Tabla 16.

Tabla 16.
Plan de recolección de datos

Dato			Definición operacional			
Variable	Tipo	Unidad	Cómo se mide	Dónde y cuándo	Quién	Cómo y dónde se registra
Tiempo de emisión de licencia	Continua	Minutos	Observación directa	Sede Orrego de lunes a viernes de la 1era y 2da semana de marzo 2018	Analista de procesos	Formato Excel

Nota: Elaboración propia

La finalidad de formular el plan de recolección de datos fue para guiar al equipo y clarificar aspectos referidos al relevamiento de información.

5.3.2.5 Estabilidad y normalidad del proceso

Inicialmente evaluaremos si el proceso se encuentra bajo control estadístico, en otras palabras, si es estable a lo largo del tiempo. Para tal fin se analizan los resultados de las gráficas de control aplicadas a valores individuales y rangos móviles correspondientes a la variable “tiempo de emisión de licencias”, según se observa en la Figura 33.

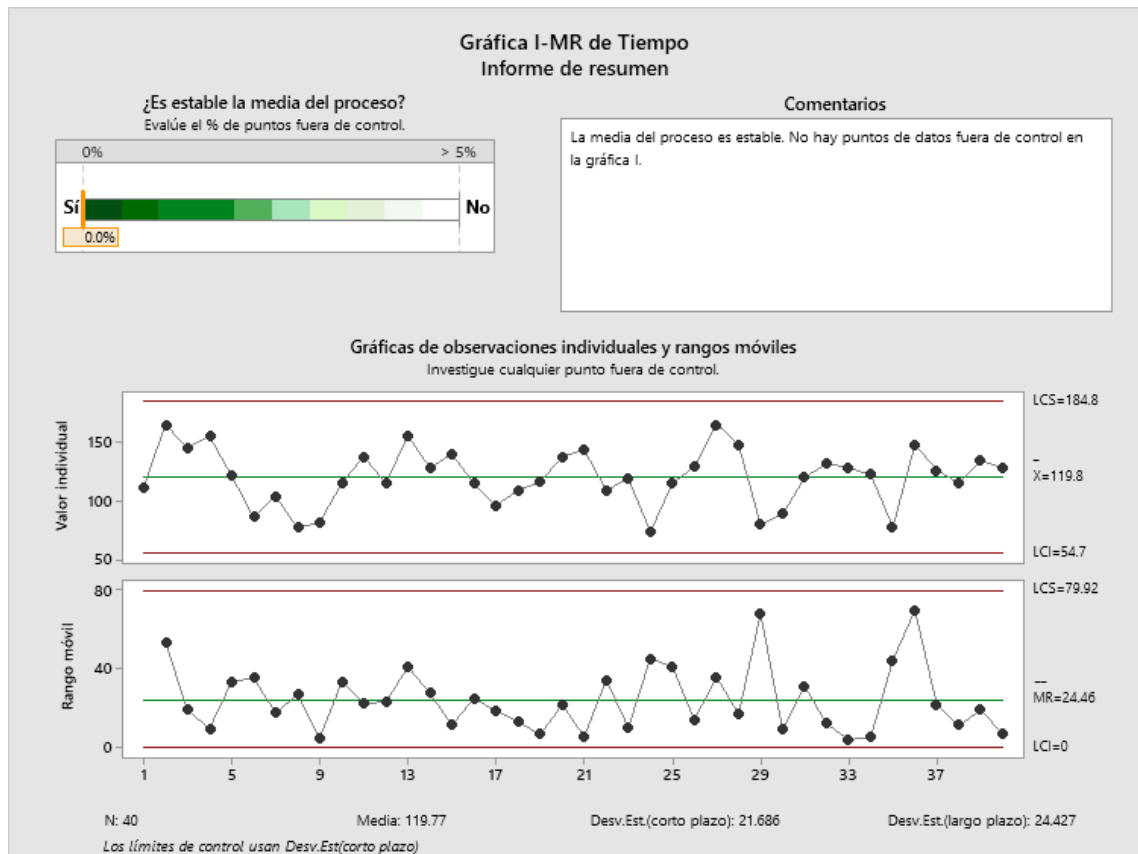


Figura 33. Gráfica de control del tiempo de emisión de licencias de conducir

Nota: Elaboración propia

De la figura anterior se puede observar que la media y la variación del tiempo de emisión de licencias se encuentran dentro de los límites de control calculados estadísticamente. Dicho de otro modo, el proceso es estable y, por lo tanto, es factible realizar los demás análisis.

Adicionalmente, se advierte que la media del proceso es de 119.8 minutos, valor que supera ampliamente la meta de 60 minutos planteada en el proyecto.

Por otro lado, para evaluar la normalidad de los datos, se aplicó la prueba de Shapiro Wilk (teniendo en cuenta que la muestra no supera los 50 elementos) donde se determinó que, debido a que el estadístico P-Value fue de 0.100 (mayor

a 0.05), no existe evidencia estadística suficiente para desestimar la hipótesis nula que plantea que la muestra se ajusta a una distribución normal con un 95% de confianza, conforme se observa en la Figura 34.

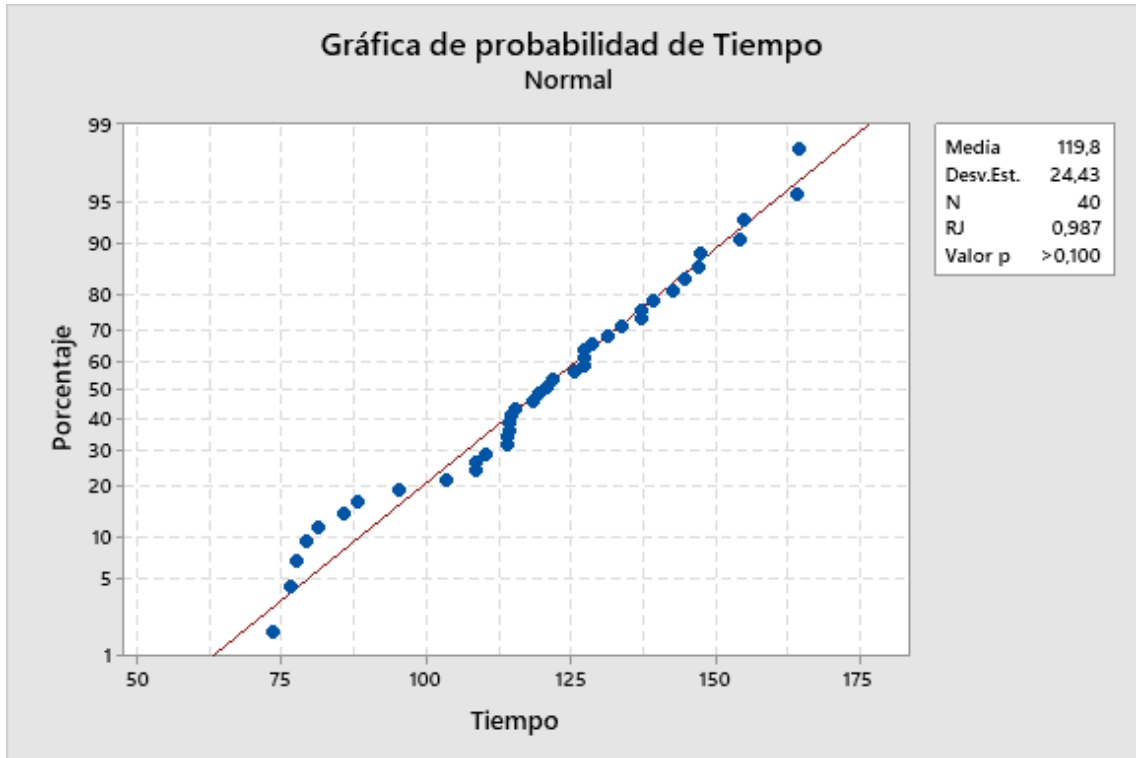


Figura 34. Prueba de normalidad del tiempo del proceso

Nota: Elaboración propia

5.3.2.6 Capacidad del proceso y métricas Six Sigma

Habiendo determinado que el proceso es estable y que los datos provienen de una distribución normal, se procede a calcular su capacidad y las principales métricas Six Sigma, cuyos resultados se muestran en la Figura 35.

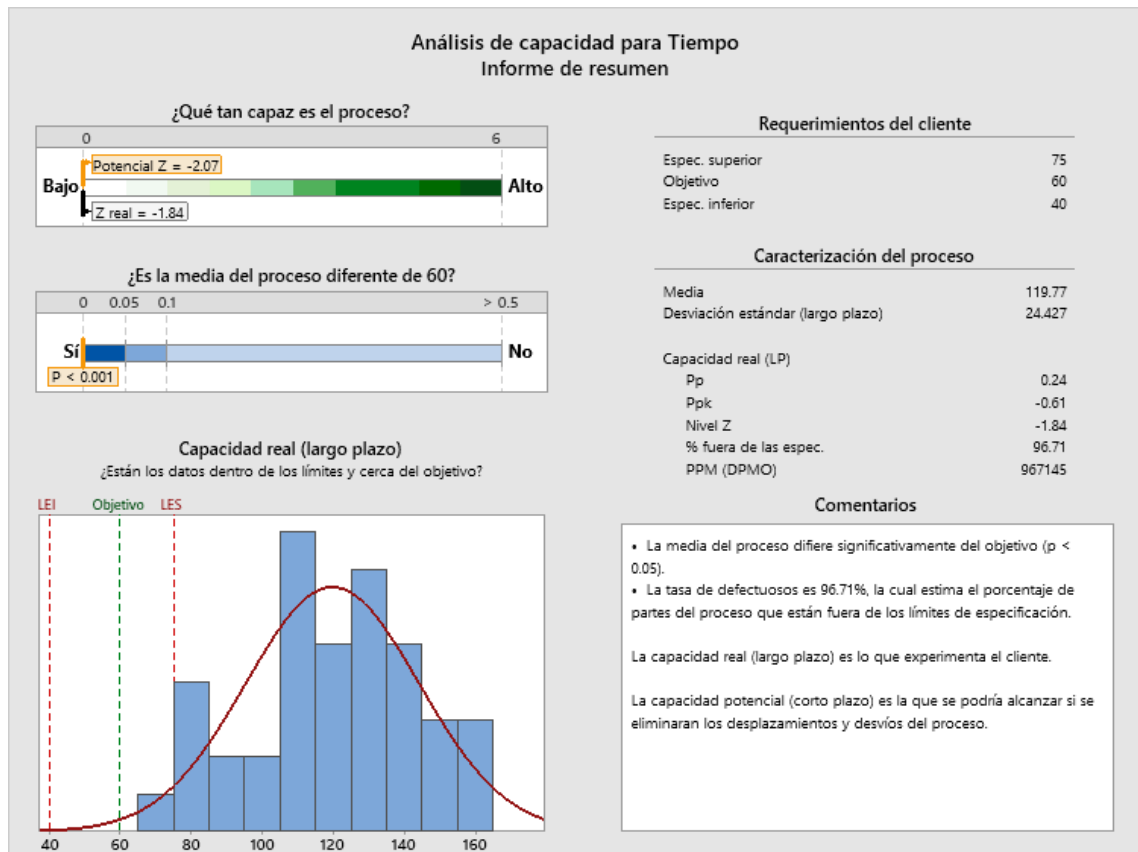


Figura 35. Capacidad del proceso y métricas Six Sigma

Nota: Elaboración propia

Respecto a la capacidad del proceso, considerando que la capacidad a largo plazo (P_p), es decir, lo que experimenta el cliente, es de 0.24 (menor a 1), podemos afirmar que el proceso no cuenta con la capacidad para cumplir con las especificaciones requeridas y debe someterse a mejoras considerables. Asimismo, en caso se redujera la variación del proceso, se experimentaría una ligera mejora pues el índice de capacidad a corto plazo (C_p) sería de 0.27.

Además, el proceso no se encuentra centrado, por el contrario, los valores del tiempo de emisión de licencias son superiores a la meta, la media de la muestra (119.8 min) difiere considerablemente de la meta (60 min). Esta afirmación se basa en el resultado de P_{pk} igual a -0.61 que denota un fuerte sesgo positivo.

Por otro lado, en cuanto a la calidad del proceso basado en el nivel Sigma, se observa que el índice Z es de -1.84, valor que se encuentra muy lejano a un proceso de calidad 6 Sigma.

En cuanto al rendimiento del proceso (Y), se observa que existe una probabilidad del 96.71% de que una licencia de conducir sea emitida fuera de los valores establecidos en límites de especificación, en términos de tiempo de atención.

Finalmente, se puede afirmar que en relación a los defectos por millón de oportunidades (DPMO), en un millón de licencias emitidas a largo plazo, se espera tener 967 145 licencias fuera de especificación para los tiempos de atención.

5.3.3 Aplicación de la fase Analizar

En esta fase se estudia el problema del proyecto para identificar y corroborar las causas reales que lo generan. Para ello se elaboró el diagrama de flujo del proceso identificando las variables de entrada por subproceso. Además, se realizó un análisis de causa y efecto con el equipo Six Sigma, identificando las causas potenciales mediante el análisis AMFE. Finalmente, se emplearon técnicas de estadística inferencial para confirmar las causas raíz.

5.3.3.1 Diagrama de flujo $F(x) = Y$

El equipo Six Sigma analizó el proceso de emisión de licencias y elaboró el diagrama de flujo detallado (ver Figura 36) donde se identificaron las causas potenciales que podrían explicar las salidas de cada sub proceso.

Entre las variables predictoras se tienen:

- Disponibilidad de información para el solicitante
- Medios de presentación de requisitos
- Competencia del personal
- Programación de citas
- Método de verificación de requisitos
- Integración de sistemas de información
- Calidad de servicio de consultas de bases de datos
- Programación de horarios de atención
- Estandarización del método de trabajo

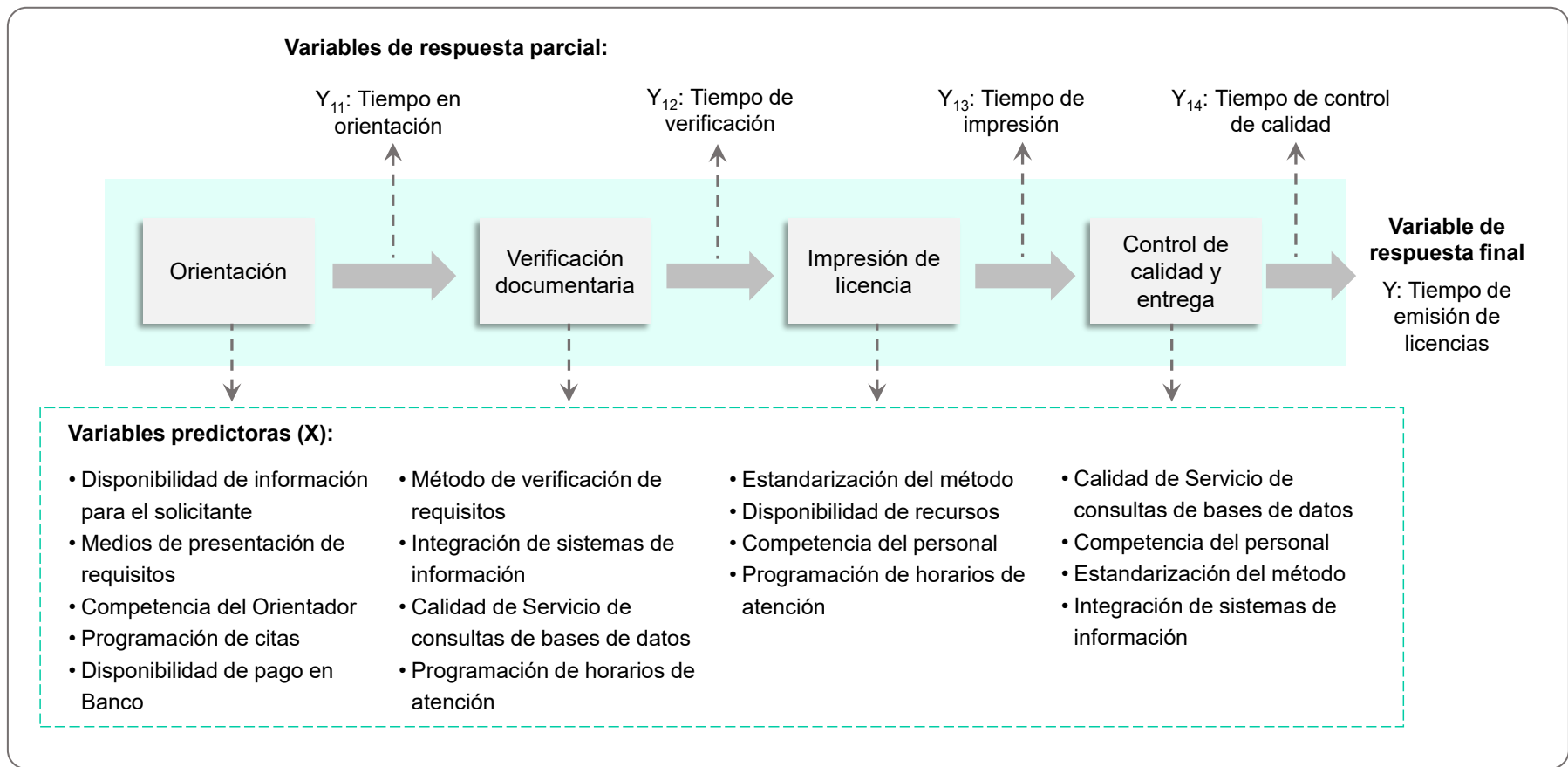


Figura 36. Diagrama de flujo detallado $F(x) = Y$

Nota: Elaboración propia

5.3.3.2 Diagrama causa – efecto

Adicionalmente al estudio detallado del proceso, el equipo Six Sigma, en coordinación con las unidades de organización vinculadas a la emisión de licencias, llevó a cabo sesiones de trabajo con el objetivo de identificar las causas que originan el problema vinculado a las demoras.

Este trabajo se llevó a cabo empleando la técnica de lluvia de ideas contando con la participación del personal conocedor del proceso, de esta manera, la información fue sistematizada en el diagrama causa y efecto, conforme se muestra en la Figura 37.

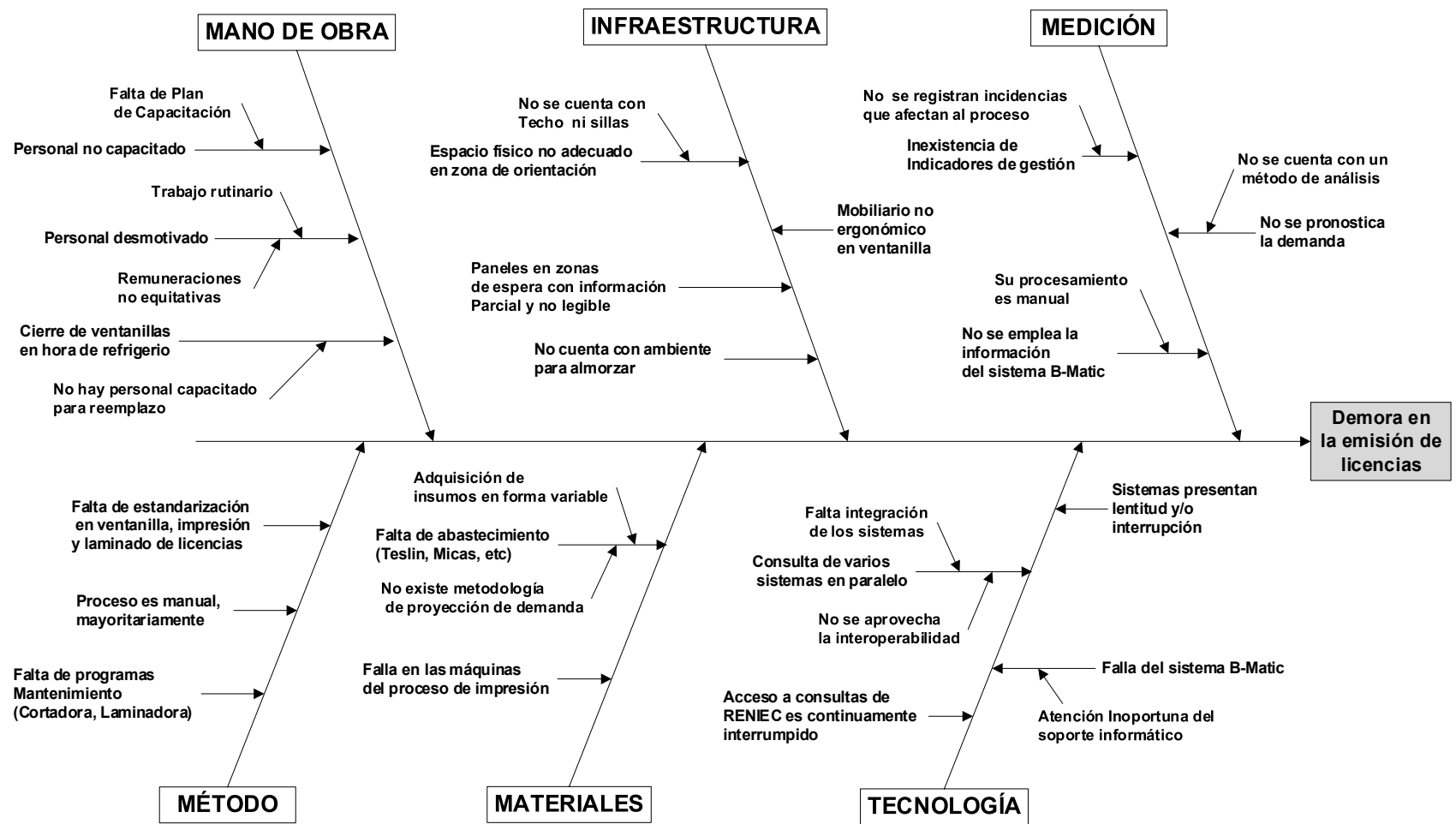


Figura 37. Diagrama causa - efecto de las demoras en la emisión de licencias

Nota: Elaboración propia

5.3.3.3 Análisis de modo y efecto de fallas - AMFE

Luego de identificar las causas potenciales que podrían explicar la demora en la emisión de licencias de conducir, el equipo realizó el análisis de modo y efecto de fallas – AMFE con la finalidad de identificar aquellas causas potenciales que son críticas para el proceso. Se contó con la participación del personal con amplia experiencia en la operación.

El análisis inició con la identificación de los modos de falla de cada sub proceso y prosiguió con la determinación de los efectos que producirían, evaluándose su severidad (puntaje del 1 al 10), según los criterios establecidos en la Tabla 17.

Tabla 17.
Criterios para valorar el factor severidad

Rango	Tipo de Efecto
9 – 10	Peligroso
7 – 8	Alto
5 – 6	Moderado
3 – 4	Bajo
1 – 2	Menor o ninguno

Nota: La entidad en estudio

Posteriormente, el equipo identificó las causas probables que originan cada efecto detectado, empleando la información del diagrama de flujo detallado y el diagrama causa – efecto. Asimismo, se evaluó la probabilidad de ocurrencia de dichas causas (puntaje del 1 al 10), según los criterios indicados en la Tabla 18.

Tabla 18.*Criterios para valorar la probabilidad de ocurrencia*

Rango	Ocurrencia	Criterio
10	Muy alta	Ocurre más de 4 veces por turno
9	Alta	Ocurre 4 veces por turno
8	Alta	Ocurre entre 2 a 3 veces por turno
7	Alta	Ocurre entre 2 a 3 veces al día
6	Moderada	Ocurre entre 3 a 4 veces a la semana
5	Moderada	Ocurre 1 vez a la semana
4	Moderada	Ocurre 2 a veces al mes
3	Baja	Ocurre 1 vez al mes
2	Baja	Ocurre 3 a 4 veces al año
1	Muy Baja	Ocurre 1 a 2 veces al año

Nota: La entidad en estudio

Luego se identificaron los controles existentes que podrían prevenir la ocurrencia de las causas de fallos. Dichos controles se evaluaron según su nivel de detección (puntaje del 1 al 10), conforme a los criterios de la Tabla 19.

Tabla 19.*Criterios para valorar la detección de causas*

Rango	Probabilidad	Criterio
10	Casi imposible	Inexistencia de método para detección disponible o conocido que brinde alertas preventivas para planificar contingencias.
9	Muy remota	
8	Remota	El método de detección tiene baja efectividad, no se detecta el riesgo en la mayoría de casos.
7	Muy baja	
6	Baja	El método de detección tiene efectividad media, se detecta el riesgo en la mitad de los casos.
5	Moderado	
4	Moderadamente alto	Existe alta probabilidad de detectar la falla, pues el defecto resulta ser obvio.
3	Alto	
2	Muy alto	El método de detección tiene efectividad alta, se detecta el riesgo con certeza y de inmediato.
1	Casi seguro	

Nota: La entidad en estudio

Finalmente, se procedió a calcular el indicador IPR (índice de prioridad de riesgo) mediante la multiplicación de los valores de severidad, ocurrencia y detección, obteniéndose los resultados mostrados en la Tabla 20.

Tabla 20.
Análisis AMFE

Sub proceso	Modo de Fallo	Efecto	Severidad	Causas	Ocurrencia	Controles actuales	Detección	IPR
Orientación	Demora en la atención	Reclamos y quejas del solicitante	8	Fallas en el sistema de colas (B-Matic)	6	Acciones correctivas según casos	6	288
				Falta de expertise del orientador	8	Inducción de entrada	8	512
				Capacidad operativa insuficiente	6	No hay controles	9	432
	Errores en el registro del formulario de solicitud	Retrabajos y desorden en la cola	7	Registro manual del formulario	9	Explicación verbal el orientador	9	567
				Desconocimiento del solicitante	8	Paneles informativos	8	448
Brindar información errada o inoportuna	Errores posteriores	8	Información desactualizada	6	Actualizaciones no programadas	7	336	
Verificación documentaria	Demora en la verificación documentaria	Reclamos y quejas del solicitante	9	Falta de integración de los sistemas de consulta	8	No hay controles	9	648
				Método de trabajo no estandarizado	7	Procedimientos obsoletos	7	441
	Errores en la revisión de requisitos y condiciones	Retrabajos y pérdida de confianza del solicitante	8	Programación ineficiente de ventanillas de atención	8	No hay controles	9	576
Impresión de licencia	Demora en la impresión	Reclamos y quejas del solicitante	8	Fallas en laminadora y troqueladora	6	Reparaciones correctivas	6	288
	Desabastecimiento de materiales	Colas y reprogramación de citas	9	Planificación ineficiente de demanda	8	Requerimientos sin base estadística	7	504
Control de calidad y entrega	Demora en la entrega	Reclamos y quejas del solicitante	8	Falta de integración de los sistemas de consulta	8	No hay controles	6	384
	Errores en la verificación de información	Retrabajos y desperdicio de materiales	7	Inexistencia de indicadores de desempeño	9	Se generan reportes esporádicamente	8	504

Nota: Elaboración propia

De acuerdo con los valores obtenidos del índice de prioridad de riesgo, el equipo Six Sigma identificó las siguientes causas potenciales críticas que originan las demoras en la emisión de licencias de conducir:

- Falta de expertis del personal orientador.
- Registro manual del formulario de solicitud por parte del ciudadano.
- Falta de integración de los sistemas de información de consulta.
- Programación ineficiente de las ventanillas de atención al ciudadano.
- Inexistencia de indicadores de desempeño del proceso.

5.3.3.4 Pruebas de hipótesis

En esta etapa se empleó como técnica de estadística inferencial, la prueba de hipótesis a efectos de comprobar el impacto de aplicar las siguientes mejoras a un grupo piloto de emisión de licencias, específicamente a la emisión de licencias por recategorización:

- Automatización de la generación del formulario de solicitud del trámite: En conjunto con la Oficina General de Tecnología de Información se desarrolló la funcionalidad en el Sistema Nacional de Conductores para que los campos del formulario (apellidos y nombres, dirección, distrito, provincia, región, DNI, teléfono, correo, procedimiento a solicitar, centro de salud, escuela de conductores, evaluación de conocimientos, evaluación de habilidades en la conducción) sean precargados de forma automática, sin la necesidad de que el ciudadano complete esta información de forma manual.

- Integración de sistemas para la validación automática de requisitos y condiciones del trámite: Con el apoyo de la Oficina General de Tecnología de Información se configuró en el Sistema Nacional de Conductores el consumo de información de otros sistemas propios de la Entidad para validar de forma automática los parámetros preestablecidos (multas, puntos, certificado de salud para licencias de conducir aprobado, examen de conocimientos para licencias de conducir aprobados, examen aprobado de habilidades para conducir, pago realizado, etc.).
- Rediseño del proceso de emisión: Consintió en reconfigurar la secuencia de actividades, considerando la reducción de tiempos logrados con los cambios descritos anteriormente. Asimismo, se documentó y difundió el nuevo proceso al personal de la entidad.
- Diseño y medición de indicadores de desempeño: Se implementaron indicadores con información clave del proceso para el monitoreo por parte del personal de la entidad.

Posteriormente a la implementación controlada de las mejoras mencionadas, se registraron los tiempos de emisión de licencias en comparativa con los tiempos previos a dichos cambios. Los resultados se registraron en la Tabla 21.

Tabla 21.

Medición comparativa de tiempos de emisión de licencias antes y después de la implementación de las mejoras en el piloto

Previo a las mejoras				Posterior a las mejoras			
121.1	128.3	90.5	97.4	69.4	64.9	69.1	70.4
112.1	115.1	149.2	112.0	61.9	62.1	65.0	72.6
120.5	139.2	125.4	130.4	60.4	64.3	66.7	61.9
105.9	101.3	94.6	86.4	69.7	62.4	66.8	59.4
162.2	140.2	149.4	76.1	65.8	61.8	64.9	60.7

Previo a las mejoras				Posterior a las mejoras			
109.0	113.7	102.5	128.0	62.1	62.8	66.4	66.2
134.8	123.4	116.3	86.4	68.7	69.4	58.4	66.1
120.1	115.1	126.0	126.4	72.3	64.1	64.3	66.1
94.6	106.8	130.0	145.3	62.7	64.9	58.9	62.4
124.3	121.9	129.0	128.9	68.4	64.2	66.4	61.8
112.0	128.0	119.3	126.4	58.6	70.6	64.9	60.4
130.4	86.4	101.6	94.9	55.9	58.4	68.7	63.5
86.4	126.4	134.8	125.4	67.3	65.3	67.9	59.8
76.1	124.9	120.1	151.6	59.8	59.8	72.6	62.1
99.3	128.9	94.6	149.4	72.9	68.4	75.4	68.7

Nota: Elaboración propia

Para comprobar si producto de la implementación de las mejoras se produjeron cambios significativos en términos de reducción de tiempos y reducción de la variación del proceso, luego de comprobar la normalidad de los datos se planteó una prueba de hipótesis para la diferencia de las muestras (tiempo del proceso post mejoras y tiempo del proceso previo a las mejoras) empleando la distribución “t de Student” (variación desconocida de la población) con un nivel de significancia de 0.05, obteniendo los siguientes resultados:

Método

μ_1 : media de Tiempo Post

μ_2 : media de Tiempo Pre

Diferencia: $\mu_1 - \mu_2$

Estadísticas descriptivas

Muestra	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
Tiempo Post	60	64.96	4.29	0.55
Tiempo Pre	60	117.6	19.5	2.5

Prueba

Hipótesis nula $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$

Hipótesis alterna $H_1: \mu_1 - \mu_2 < 0$

Valor T	GL	Valor p
-20.43	64	0.000

Figura 38. Prueba de hipótesis pre y post mejoras controladas

Nota: Elaboración propia

Se observa que, dado que se obtuvo un valor de 0.00 para el estadístico de prueba “p” (menor a 0.05), se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_1). De esta manera, se cuenta con evidencia estadística (95% de confianza) para afirmar que el tiempo de emisión de licencias de conducir se redujo luego de las mejoras. Asimismo, en la Figura 39 se aprecia que dicha reducción fue significativa, pues pasó de ser 117.6 a 64.9 minutos, comportamiento similar al de la variación del proceso (de 19.5 a 4.3 minutos).

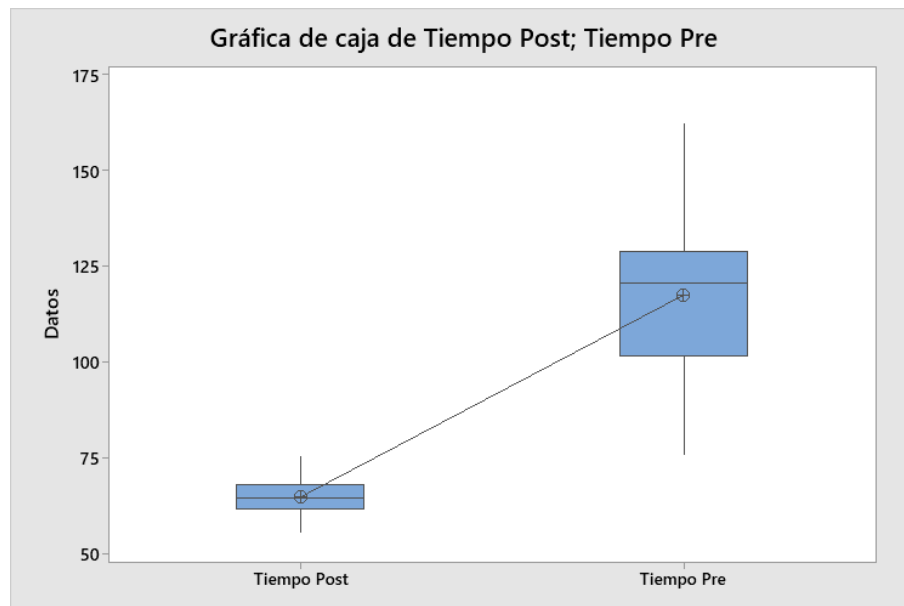


Figura 39. Diagrama de Caja para Tiempos pre y post mejoras controladas

Nota: Elaboración propia

5.3.4 Aplicación de la fase Mejorar

En esta fase se detallarán las propuestas, así como la implementación de aquellas soluciones que resuelvan las causas raíz de la demora en la emisión de licencias a efectos de mitigar o reducir dicho problema.

En ese sentido, se consideraron las cinco (05) propuestas de mejora planteadas en la fase “Analizar” cuya aplicación fue a un grupo control de licencias de conducir, ensayo que permitió demostrar estadísticamente su eficacia a través de la formulación de pruebas de hipótesis. Por tal motivo dichas mejoras fueron aplicadas en el proceso de emisión de licencias en general, de acuerdo al siguiente cronograma:

N°	Mejora	Responsable	Mes 1				Mes 2				Mes 3			
			S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
1	Automatización del formulario de solicitud del trámite	OGTI; DCV	■	■	■	■								
2	Integración de sistemas para la validación automática de requisitos	OGTI; DCV				■	■	■	■					
3	Rediseño del proceso distribución física	DCV; ODM							■	■	■	■		
4	Diseño y medición de indicadores de desempeño	DCV; ODM										■	■	■

Figura 40. Cronograma de implementación de mejoras

Nota: Elaboración propia

5.3.4.1 Automatización del formulario de solicitud del trámite

Esta mejora evita que los solicitantes de licencias de conducir registren de forma manual el formulario de solicitud al momento de iniciar el trámite, eliminando las demoras debido a las consultas que realizaban sobre los detalles de los campos de debían llenar, además de los reprocesos a causa de errores en el mencionado registro. Asimismo, se reduce el consumo de papel y útiles de oficina que proporcionaba la entidad a los usuarios en esta etapa, condiciones que se grafican en la Figura 41.

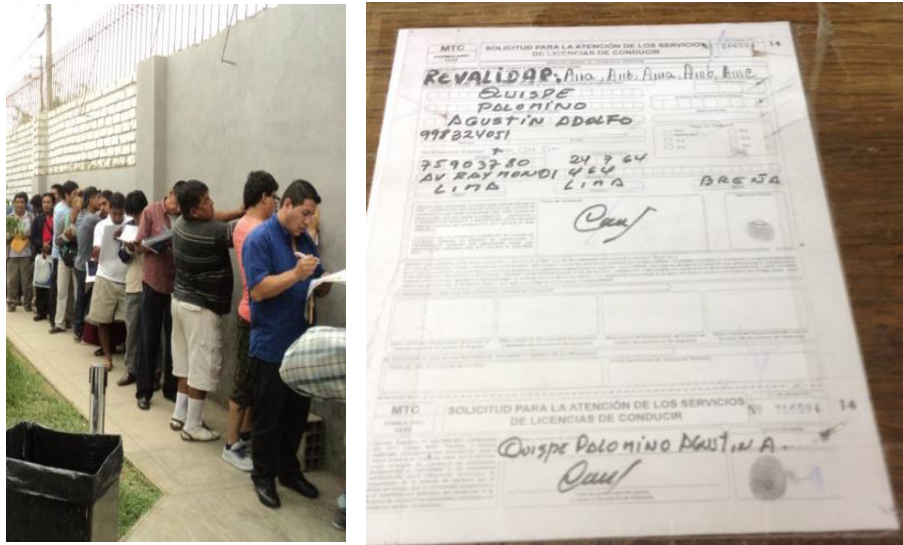


Figura 41. Registro manual del formulario de solicitud

Nota: Elaboración propia

La automatización del citado formulario requirió de la participación de la unidad de organización responsable de los sistemas informáticos de la entidad, así como del área encargada de la atención del trámite. El desarrollo permitió que el Sistema Nacional de Conductores cuente con la funcionalidad de registrar de forma automática los campos del formulario (datos personales del solicitante e información general) sin la necesidad de que el ciudadano complete esta información de forma manual. Para ello se empleó información proveniente del Registro Nacional de Identificación y Estado Civil (RENIEC) a través de la interoperabilidad de sistemas. Además, se empleó información de las bases de datos de sistemas administrados por la propia entidad.

A continuación, en la Figura 42 se presenta el cronograma de trabajo desplegado para implementar esta automatización:

N°	Mejora	Responsable	Mes 1			
			S1	S2	S3	S4
1	Requerimientos funcionales	DCV; ODM	■			
2	Análisis y desarrollo de nueva funcionalidad	OGTI		■		
3	Pruebas funcionales y de calidad	OGTI; DCV			■	
4	Marcha blanca	OGTI; DCV				■
5	Pase a producción	OGTI				■

Figura 42. Cronograma para la automatización del formulario

Nota: Elaboración propia

Es oportuno mencionar que la implementación de la nueva funcionalidad en el sistema implicó comunicar a los solicitantes que el formulario sería impreso por la entidad al momento que acudan a recoger las licencias a efectos que sean firmados. Este esquema de trabajo aplicó para aquellas solicitudes efectuadas vía web, así como aquellas que se presentaban de forma presencial.

5.3.4.2 Integración de sistemas para evaluación automática

Esta mejora evita que los solicitantes de licencias de conducir presenten documentos físicos para demostrar el cumplimiento de los requisitos, tales como: certificado de aprobación de examen médico, certificado de aprobación de examen de conocimientos, certificado de curso en escuela de conductores, certificado de aprobación de examen práctico de manejo y comprobante de pago emitido por el Banco de la Nación.

En muchos casos los solicitantes olvidaban presentar alguno de los documentos mencionados, lo cual impedía que sean atendidos por la entidad, a pesar de haber cumplido con aprobar o pagar lo estipulado en los requisitos. Por otro lado, en el caso de aquellos solicitantes que presentaban todos los documentos, estos

debían ser revisados y cotejados por el personal de la entidad, tiempo que sería eliminado con la propuesta.

Ante tal situación, se procedió a integrar la información del Sistema Nacional de Conductores y Sistema Nacional de Sanciones, dado que cuando el solicitante realiza las pruebas antes mencionadas, tanto los centros de evaluación, centros médicos y escuela de conductores registran los resultados respectivos en el Sistema Nacional de Conductores, sistema mediante el cual se emiten las licencias. De igual manera, se consumió la información proporcionada por el Banco de la Nación respecto a los pagos realizados por los solicitantes.

La mejora permitió verificar de forma automática los requisitos con solo contar con el documento de identidad del solicitante, dado que su información se encuentra registrada en los sistemas de la entidad. Este modelo permitió ahorrar tiempos bajo la siguiente estructura (Figura 43):

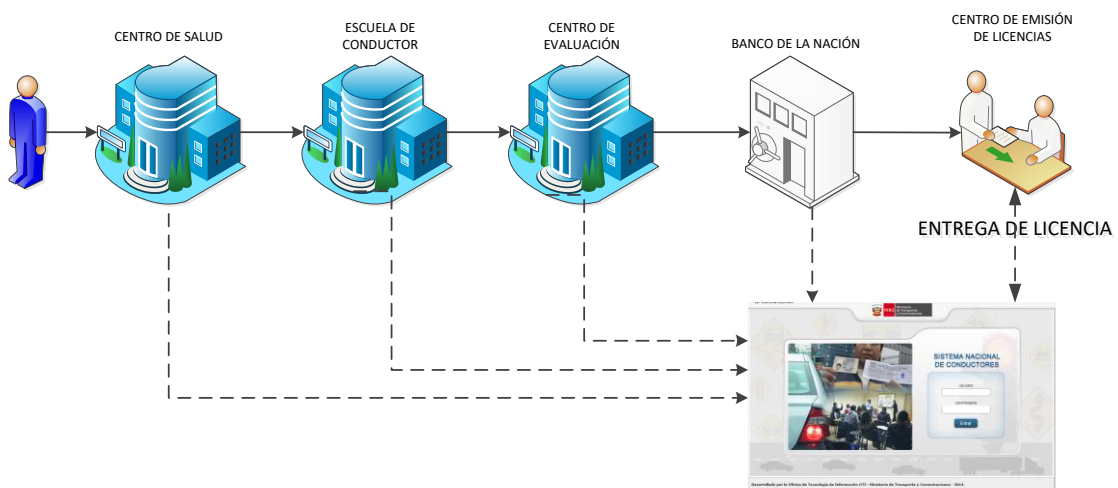


Figura 43. Modelo de verificación automática de requisitos

Nota: Elaboración propia

En la Figura 44 se presenta el cronograma de trabajo desplegado para implementar esta mejora:

N°	Mejora	Responsable	Mes 1				Mes 2	
			S1	S2	S3	S4	S1	S2
1	Requerimientos funcionales	DCV; ODM			■			
2	Análisis y desarrollo	OGTI			■	■		
3	Migración e integración de información	OGTI			■	■		
4	Pruebas funcionales y de calidad	OGTI; DCV				■	■	
5	Marcha blanca	OGTI; DCV					■	■
6	Pase a producción	OGTI						■

Figura 44. Cronograma para la Integración de sistemas

Nota: Elaboración propia

Al igual que el caso anterior, la implementación de esta mejora implicó concientizar tanto a los administrados como al personal de la entidad dado que a partir de dicho momento no era obligatorio que se presentaran documentos en físico para acreditar el cumplimiento de ciertos requisitos.

5.3.4.3 Rediseño del proceso y distribución física

La generación automática del formulario de solicitud contribuyó a una reducción significativa de los tiempos, pues la presentación del formulario por parte del administrado es más rápida ya que no debe registrar manualmente sus datos, sino sólo firmar un documento generado por la entidad de forma automática.

Asimismo, la integración de la información de los sistemas permitió realizar la verificación documentaria de forma optimizada, pues se eliminaron las tareas de verificación manual del cumplimiento de requisitos en diversos aplicativos informáticos, salvo de aquellos aspectos que no pudieron sistematizarse debido

a la dependencia de información administrada por entidades externas, tal es el caso de multas electorales.

Teniendo en cuenta ello, fue necesario reestructurar el proceso, así como la distribución de la línea de producción de licencias de la entidad con la finalidad de dotar de mayor continuidad a las operaciones. Por lo cual, se planteó efectuar la operación de “control de calidad” previo a la impresión de licencias para identificar posibles errores o inconsistencias en la información asociada a la solicitud antes a la impresión de la licencia. Adicionalmente, se incluyó el rol de habilitador para el traslado eficiente y continuo de documentos y licencias impresas en la línea de producción, siendo su principal función evitar los tiempos de espera.

En la Figura 45 se presenta el cronograma de trabajo desplegado para implementar esta mejora:

N°	Mejora	Responsable	Mes 1				Mes 2					
			S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4		
1	Análisis del proceso	DCV; ODM										
2	Documentación del nuevo proceso	DCV; ODM										
3	Redistribución de mobiliario y equipos	OGA										
4	Difusión y capacitación del personal	DCV										

Figura 45. Cronograma de rediseño del proceso

El nuevo proceso, así como la nueva distribución de la línea de producción de licencias de conducir se detallan en la Figura 46.

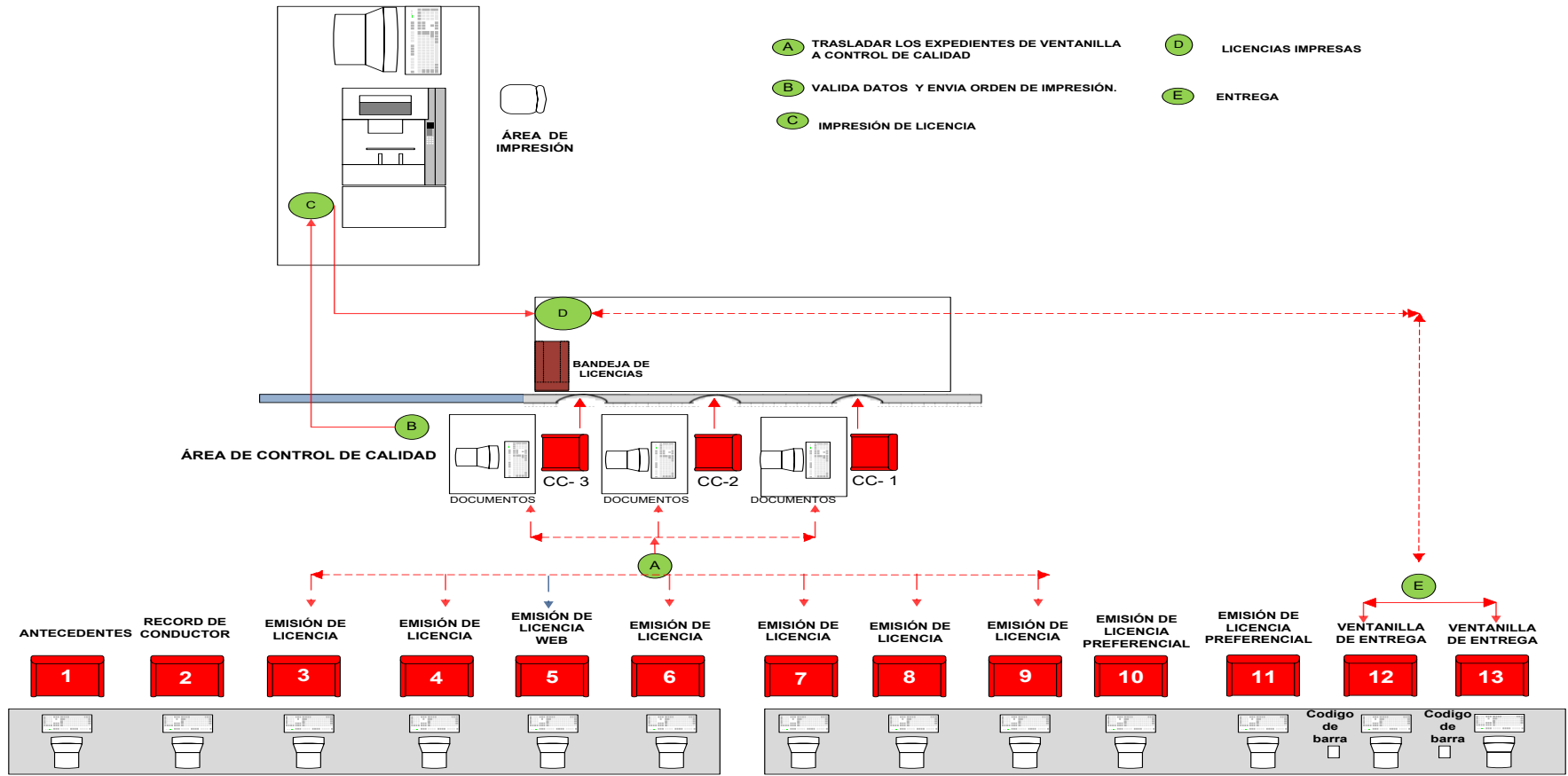


Figura 46. Rediseño del proceso y distribución física

Nota: Elaboración propia

Los cambios en el proceso incidieron en la reducción de tiempos estimados de un 44.8% en promedio. En la Tabla 22 se puede observar el detalle de dicha reducción.

Tabla 22.

Rediseño del proceso de emisión de licencias

Proceso anterior		Proceso actual	
Subproceso	Tiempo (Min.)	Subproceso	Tiempo (Min.)
Orientación	28.5	Orientación	15.1
Verificación documentaria	45.1	Verificación documentaria	22.7
Impresión de licencia	27.6	Control de Calidad	10.4
Control de calidad y entrega	16.4	Impresión de licencia y entrega	16.7
Total	117.6	Total	64.9

Nota: Elaboración propia

Este nuevo método de trabajo fue documentado mediante una ficha de procedimiento (Ver Anexo 01), cuya elaboración tuvo la participación del personal ejecutor de la emisión de licencias, además de los supervisores de la entidad. Para su implementación se realizaron acciones de difusión mediante entregas físicas y virtuales del referido documento y se llevaron a cabo talleres prácticos. Asimismo, se efectuaron auditorías para verificar su cumplimiento en la operación.

5.3.4.4 Diseño y medición de indicadores de desempeño

Con la finalidad de llevar un mejor control del proceso se implementaron indicadores para medir tres aspectos clave: cumplimiento de entrega de licencias, los tiempos de emisión de licencias y los reprocesos en la evaluación de solicitudes.

El indicador de “cumplimiento de entrega de licencias de conducir” mide la proporción de licencias producidas y entregadas en relación a las solicitadas. Con estos datos se puede controlar y comparar si se logra atender la demanda real de solicitudes. En ese sentido, en la Tabla 23 se muestra los detalles de este indicador:

Tabla 23.
Indicador “cumplimiento de entrega de licencias de conducir”

NOMBRE DEL INDICADOR:	Cumplimiento de entrega de licencias de conducir	TIPO:	Eficacia
DEFINICIÓN:	Mide el nivel de cumplimiento de entrega de las licencias de conducir de acuerdo a las solicitudes recibidas		
PROCESO RELACIONADO:	Emisión de licencias de conducir	NIVEL:	2
		CÓDIGO:	M02.05.02
EXPRESIÓN MATEMÁTICA:	$\frac{\text{Total Licencias emitidas}}{\text{Total de solicitudes}} \times 100\%$	UNIDAD DE MEDIDA:	Porcentaje
		PERIODICIDAD:	Semanal
		META:	95%
		TENDENCIA:	Creciente
RESPONSABLE:	Director/a de Circulación Vial	FUENTE:	Reporte del Sistema Nacional de Conductores

Nota: Elaboración propia

Respecto al indicador de “tiempo de emisión de licencias”, este mide el tiempo promedio de permanencia del administrado en el centro de emisión de licencias de conducir desde la emisión del ticket de atención hasta que recibe su licencia. En la Tabla 24 se muestra los detalles:

Tabla 24.
Indicador “tiempo de emisión de licencias”

NOMBRE DEL INDICADOR:	Tiempo de emisión de licencias	TIPO:	Eficiencia
DEFINICIÓN:	Mide el tiempo promedio de permanencia del administrado en el centro de emisión de licencias de conducir.		
PROCESO RELACIONADO:	Emisión de licencias de conducir	NIVEL:	2
EXPRESIÓN MATEMÁTICA:	$\frac{\sum (Hora\ entrega - Hora\ Ticket)}{Total\ de\ atenciones \times 60}$	CÓDIGO:	M02.05.02
		UNIDAD:	Minutos
		PERIODICIDAD:	Semanal
		META:	60 Min
		TENDENCIA:	Decreciente
RESPONSABLE:	Director/a de Circulación Vial	FUENTE:	Reporte del Sistema B-Matic

Nota: Elaboración propia

En cuanto al indicador de “reprocesos en la evaluación de solicitudes”, este mide el porcentaje de solicitudes rechazadas en la etapa de control de calidad, previo a la impresión de la licencia en relación al total de evaluaciones realizadas. En ese sentido, en la Tabla 25 se muestra los detalles:

Tabla 25.

Indicador “reprocesos en la evaluación de solicitudes”

NOMBRE DEL INDICADOR:	Reprocesos en la evaluación de solicitudes	TIPO:	Eficiencia
DEFINICIÓN:	Determina el porcentaje de evaluaciones rechazadas en la etapa de control de calidad		
PROCESO RELACIONADO:	Emisión de licencias de conducir	NIVEL:	2
EXPRESIÓN MATEMÁTICA:	$\frac{Total\ evaluaciones\ rechazadas}{Total\ evaluaciones} \times 100\%$	CÓDIGO:	M02.05.02
		UNIDAD:	Porcentaje
		PERIODICIDAD:	Semanal
		META:	5 % como máx.
		TENDENCIA:	Decreciente
RESPONSABLE:	Director/a de Circulación Vial	FUENTE:	Reporte del Sistema Nacional de

Nota: Elaboración propia

Los indicadores antes mencionados fueron formalizados a través de la elaboración de las fichas técnicas respectivas, conforme se muestra en el Anexo 02.

5.3.4.5 Análisis económico de las mejoras

Para el análisis económico de las mejoras priorizadas por el equipo Six Sigma se empleó la metodología costo beneficio (evaluación socioeconómica) para un periodo de 5 años. Dicho análisis consiste en establecer la viabilidad de la implementación del proyecto de mejora mediante la valoración en términos monetarios de los costos y beneficios para los usuarios y el Estado.

Costos de implementación

A continuación, se muestra el resumen de los costos requeridos para la implementación de las mejoras planteadas por el Equipo Six Sigma proyectados en 5 años, conformados por conceptos de materiales, tiempo empleado por el personal (horas – hombre), capacitaciones, adquisición de software, compra de mobiliario, mantenimiento de los sistemas informáticos, entre otros:

Tabla 26.

Costos de implementación

Descripción	Costos (S/)
1. Entrenamiento del equipo Six Sigma	35,875.48
Contratación de experto metodológico Six Sigma	20,500.00
Tiempo de personal – Equipo Six Sigma	15,375.48
2. Automatización del formulario de solicitud del trámite	37,550.40
Tiempo de personal – Diseño, desarrollo e implementación	35,250.00
Material audio visual de capacitación y difusión	2,300.40
3. Integración de sistemas para evaluación automática	53,354.32
Tiempo de personal – Diseño, desarrollo e implementación	29,854.32
Mejora de software y hardware	23,500.00
4. Mantenimiento y mejora del sistema	17,025.00
5. Rediseño del proceso y distribución física	30,490.40
Tiempo de personal – Rediseño distribución	12,540.00
Adquisición de mobiliario y equipos	16,800.00

Descripción	Costos (S/)
Material audio visual de capacitación y difusión	1,150.40
6. Diseño y medición de indicadores de desempeño	11,755.52
Tiempo de personal – Diseño y medición de indicadores	8,100.00
Difusión y capacitación interna	3,655.52
Costo Total	186,051.12

Nota: Elaboración propia

Beneficios de la implementación

En relación a los beneficios obtenidos para la entidad se cuantificaron los recursos ahorrados en los 5 años proyectados (disposición de personal para otras labores, reducción de consumo de papel, tóner, etc.), y finalmente se consideró como beneficio la cuantificación monetaria del tiempo que los usuarios ahorran ya que el trámite es más rápido (valor social del tiempo establecido por el MEF para la evaluación de proyectos de inversión).

Al respecto, es oportuno precisar que el ahorro de tiempo para los usuarios es de 52.28 minutos en promedio (de 120.7 a 68.42 minutos) en cada trámite de licencia de conducir. Asimismo, se consideró como valor social del tiempo S/ 7.83 por hora ahorrada, conforme a la “Nota técnica para el uso de los precios sociales en la evaluación social de proyectos de inversión” del MEF:

Tabla 27.

Beneficios de la implementación

Descripción	Beneficios (S/)
1. Ahorro de recursos para la entidad	48,005.00
Disponibilidad de personal para otras actividades	42,000.00
Ahorro en uso de tóner, papel y otros útiles de oficina	6,505.00
2. Ingresos por tasa de tramitación de licencias	629,000.00
Incremento anual de demanda atendida	42,500.00

Descripción	Beneficios (S/)
Tasa por derecho de tramitación (soles / Licencia)	14.80
3. Ahorro de tiempo para los usuarios	3,065,445.00
Valor social del tiempo (Soles / Hora)	7.83
Ahorro de tiempo (Horas)	0.87
Demanda de licencias promedio por año	450,000.00
Beneficios Total	3,742,450.00

Nota: Elaboración propia

Flujo de caja

Luego de calcular los costos y beneficios de la implementación del proyecto Six Sigma se elaboró el flujo de caja considerando una proyección de 5 años. Asimismo, se empleó como tasa social de descuento un valor de 8%, conforme a lo establecido por el Ministerio de Economía y Finanzas para la evaluación de proyectos de inversión.

Tabla 28.
Flujo de caja

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Costos	169.026	3.405	3.405	3.405	3.405	3.405
Entrenamiento del equipo Six Sigma	35.875	-	-	-	-	-
Automatización del formulario de solicitud del trámite	37.550	-	-	-	-	-
Integración de sistemas para evaluación automática	53.354	-	-	-	-	-
Mantenimiento y mejora del sistema	-	3.405	3.405	3.405	3.405	3.405
Rediseño del proceso y distribución física	30.490	-	-	-	-	-
Diseño y medición de indicadores de desempeño	11.756	-	-	-	-	-
Beneficios	-	786.894	786.894	786.894	786.894	786.894
Ahorro de recursos para la entidad	-	48.005	48.005	48.005	48.005	48.005
Incremento de Ingresos por tramitación de licencias	-	125.800	125.800	125.800	125.800	125.800
Ahorro de tiempo para los usuarios	-	613.089	613.089	613.089	613.089	613.089
Flujo de efectivo	-169.026	783.489	783.489	783.489	783.489	783.489

Indicador	Valor	Criterio de Aceptación
VAN	2.959.218	(> 0)
TIR	463%	(> 8%)

Nota: Elaboración propia

Como puede observarse en la tabla anterior, el VAN para el proyecto fue de S/ 2.959.218. En cuanto a la TIR se determinó un valor de 463% (mayor al 8% de la tasa social de descuento), por lo cual se concluye que el proyecto es viable económicamente.

5.3.5 Aplicación de la fase Controlar

En esta fase se contempla la verificación de las mejoras implementadas a través de mecanismos de control con la finalidad de asegurar que el cumplimiento de las metas del proyecto sea sostenible en el tiempo. Asimismo, en esta etapa se procede con el cierre formal del proyecto Six Sigma.

En tan sentido, se plantea la utilización de gráficas de control e indicadores de capacidad del proceso.

5.3.5.1 Gráfica de control luego de implementar las mejoras

En la Figura 47 se contempla la gráfica de control correspondiente al tiempo de emisión de licencia de conducir antes y después de implementar las mejoras. Es oportuno mencionar que el objetivo del proyecto fue emitir las licencias en 60 minutos como máximo.

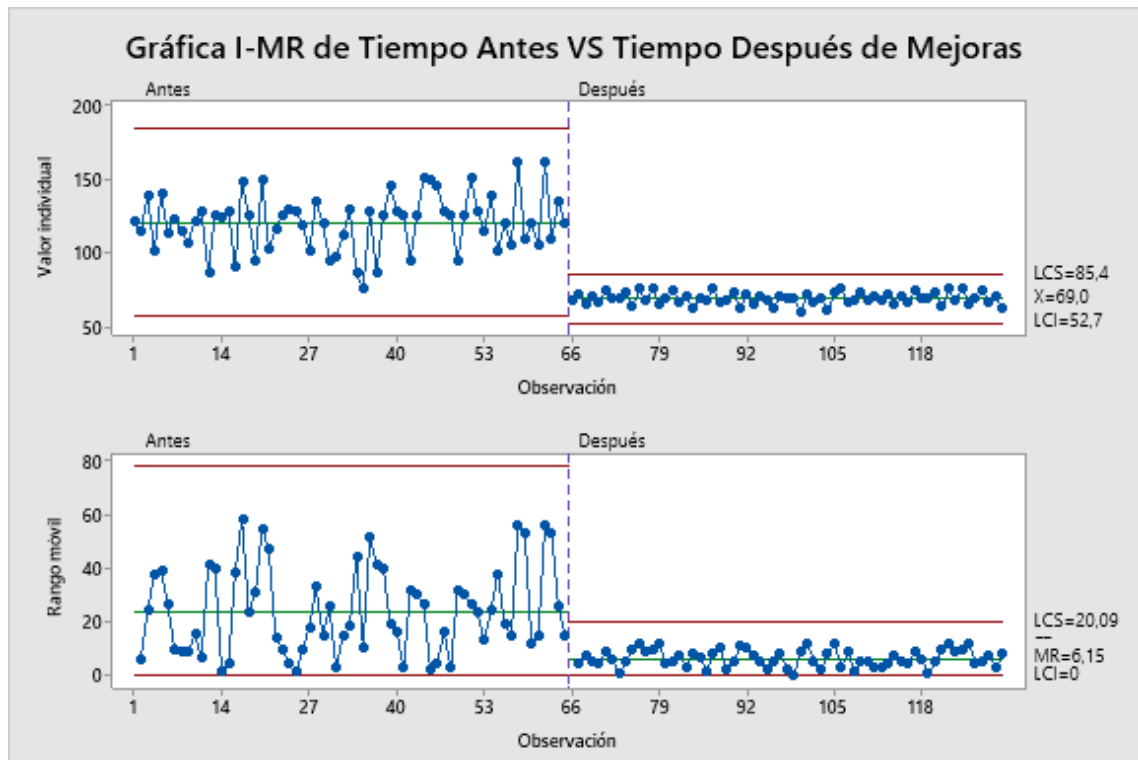


Figura 47. Gráfica de control del tiempo de emisión de licencias, antes y después de las mejoras

Nota: Elaboración propia

Se puede observar que después de las mejoras el tiempo medio para la emisión de licencias fue de 68.42 minutos, encontrándose dentro de los límites de control calculados estadísticamente. De esta manera, el proceso se mantiene estable pues no se advierten puntos fuera de los límites inferior y superior.

Por otro lado, si bien no se alcanzó el objetivo trazado (60 minutos como máximo), la reducción en el tiempo fue significativa, pues pasó de ser 120.7 minutos a 68.42 minutos, en promedio.

Adicionalmente, se aprecia que luego de aplicar las mejoras, la amplitud ha disminuido considerablemente, por lo que se infiere que el proceso tiene menor variación.

5.3.5.2 Capacidad del proceso luego de implementar las mejoras

Previo al análisis de capacidad del proceso se demostró que los datos vinculados al tiempo de emisión de licencia de conducir antes de implementar las mejoras corresponden a una distribución normal, pues el valor p-value fue mayor a 0.05 aplicando la prueba de Kolmogorov - Smirnov (muestra mayor a 50 datos), conforme se muestra en la Figura 48.

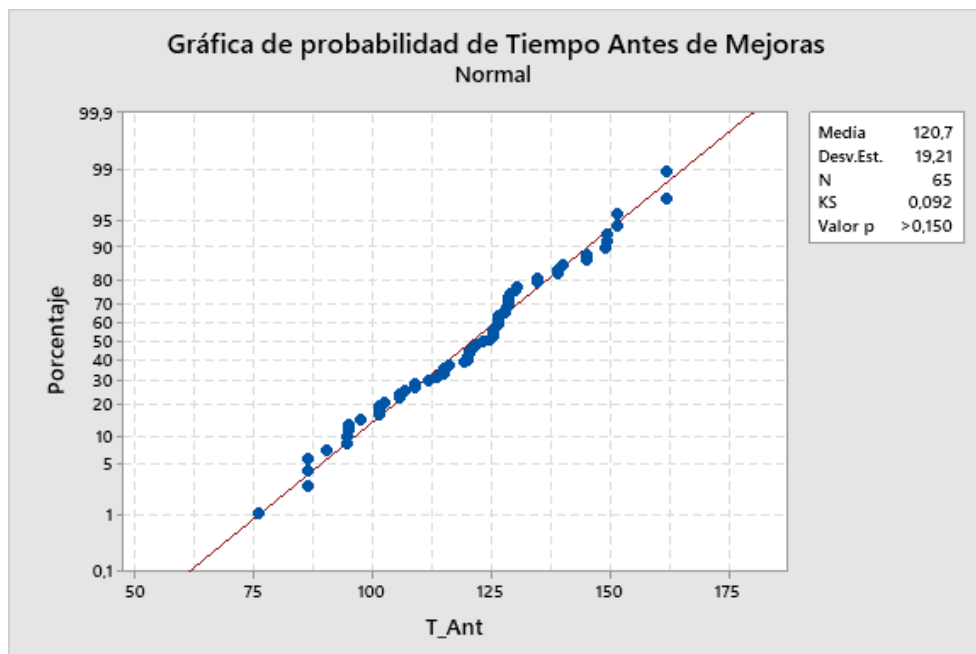


Figura 48. Normalidad del tiempo de emisión de licencias antes de las mejoras

Nota: Elaboración propia

Del mismo modo, se demostró que los datos correspondientes al tiempo de emisión de licencia de conducir luego de implementar las mejoras se ajustan a una distribución normal, pues el valor p-value fue mayor a 0.05 aplicando la prueba de Kolmogorov - Smirnov (muestra mayor a 50 datos), conforme se muestra en la Figura 49.

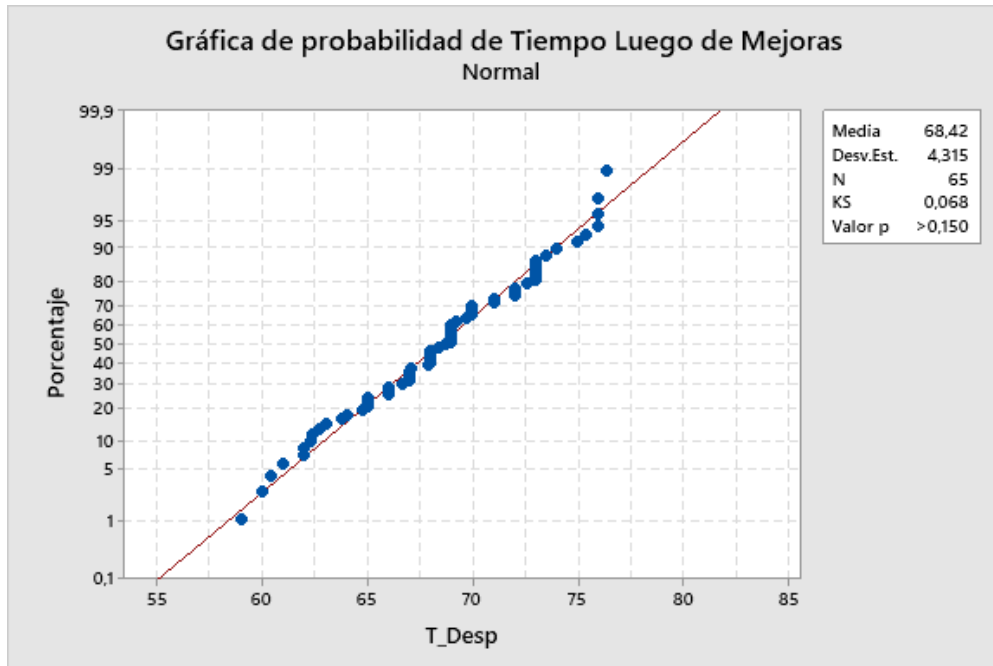


Figura 49. Normalidad del tiempo de emisión de licencias luego de las mejoras
Nota: Elaboración propia

Por otro lado, en la Figura 50 se puede apreciar que la capacidad del proceso a largo plazo (P_p), es decir, lo que experimenta el cliente luego de las mejoras, fue de 1.35 correspondiendo este valor a un proceso capaz (mayor a 1.33) en comparación al valor de 0.30 antes de las mejoras. Por tanto, podemos afirmar que el proceso mejoró su capacidad para cumplir con las características requeridas por los usuarios, pues el porcentaje fuera de especificaciones se redujo de 99.14% antes de las mejoras a 6.35%.

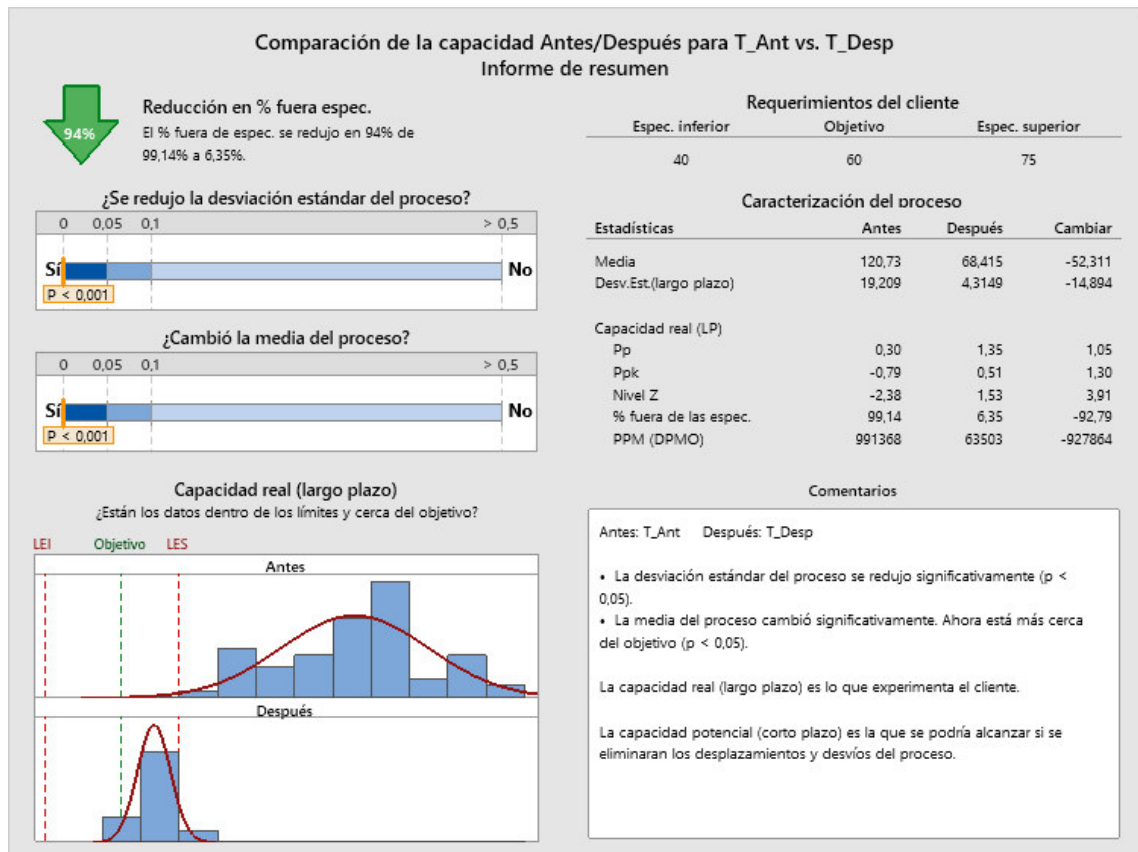


Figura 50. Capacidad del proceso antes y después de las mejoras

Nota: Elaboración propia

Respecto de la centralidad del proceso, esta mejoró pues del histograma de la figura anterior se puede observar que los valores del tiempo de emisión de licencias luego de las mejoras se encuentran, en mayor medida, dentro de los límites establecidos. Esta afirmación se basa en el resultado de P_{pk} igual a 0.51 que corresponde a un proceso más centrado en comparación al valor de -0.79 antes de las mejoras, que evidenciaba un fuerte sesgo positivo.

5.3.5.3 Cierre y difusión del proyecto

Culminado el proyecto se procedió a reportar el cierre del mismo para lo cual es preciso mencionar que se empleó la metodología Six Sigma como alternativa para reducir el tiempo de atención de licencias de conducir y reducir su

variabilidad. En ese sentido, en la etapa “Definición” de la mencionada metodología se determinó que la característica que produce mayor satisfacción en el ciudadano cuando se cumple es la “rapidez en la atención” y a su vez genera mayor insatisfacción en su ausencia. Asimismo, se concluyó que el tiempo en el proceso es el parámetro más importante para el ciudadano, siendo 60 minutos el valor promedio tolerado por este último.

En la etapa “Medición” se mapeo el proceso identificando sus etapas y posteriormente se definieron las métricas correspondientes al tiempo para su emisión, así como las variables potenciales que podrían explicar su comportamiento, tiempo de orientación, verificación, impresión y control de calidad.

Adicionalmente, se realizó la “Prueba Gage R&R” correspondiente a la métrica “tiempo de emisión de licencia de conducir”, concluyéndose que el sistema de medición fue estable y por lo tanto pudo ser aplicado al estudio completo. Posteriormente se determinó que el proceso se encontraba bajo control estadístico con media 119.8 minutos en promedio, incumpliendo ampliamente la meta de 60 minutos.

Finalmente, se calculó la capacidad del proceso donde se obtuvo un valor de 0.24, por lo que se concluyó que el proceso no contaba con la capacidad para cumplir con las especificaciones del ciudadano y además existía una probabilidad del 96.71% de que una licencia de conducir sea emitida fuera de los límites de especificación.

En la etapa “Analizar” se elaboró un flujo detallado del proceso y se identificaron las siguientes causas potenciales que podrían explicar la demora en la atención:

- Disponibilidad de información para el solicitante
- Medios de presentación de requisitos
- Competencia del personal
- Programación de citas
- Método de verificación de requisitos
- Integración de sistemas de información
- Calidad del servicio de consultas de bases de datos
- Programación de horarios de atención
- Estandarización del método de trabajo

Asimismo, con la participación de los actores involucrados se realizó una lluvia de ideas y se utilizó la herramienta de diagrama de Ishikawa para identificar las causas que originaron la demora en la atención. Finalmente se desarrolló el AMFE donde se determinaron las siguientes causas potenciales críticas:

- Falta de experiencia del personal orientador.
- Registro manual del formulario de solicitud por parte del ciudadano.
- Falta de integración de los sistemas de información de consulta.
- Programación ineficiente de las ventanillas de atención al ciudadano.
- Inexistencia de indicadores de desempeño del proceso.

Adicionalmente, se determinaron y aplicaron a un grupo piloto del proceso las siguientes mejoras: Automatización de la generación del formulario de solicitud del trámite, Integración de sistemas para la validación automática de requisitos

y condiciones del trámite, rediseño del proceso y distribución física, diseño y medición de indicadores de desempeño.

Finalmente, se realizó una prueba de hipótesis para comprobar que dichas mejoras afectarían significativamente a la variable respuesta final, donde se infirió que efectivamente producirían cambios positivos en términos de reducción de tiempos y variación del proceso.

En la fase “Mejorar” se planificaron y aplicaron las mejoras antes mencionadas al proceso de emisión de licencias en sus demás modalidades, obteniéndose los siguientes resultados correspondientes a fase “Controlar”:

- a. Después de la implementación de las mejoras, el tiempo medio para la emisión de licencias fue de 68.42 minutos, encontrándose dentro de los límites de control.
- b. La capacidad a largo plazo del proceso mejoró a 1.35 constituyéndose en un proceso capaz (mayor a 1.33) en comparación al valor de 0.30 antes de las mejoras. Podemos afirmar que el proceso mejoró su capacidad para cumplir con las especificaciones de los usuarios.
- c. El porcentaje fuera de especificaciones del ciudadano se redujo de 99.14% antes de las mejoras, a 6.35% luego de estas.

5.4 Contrastación de hipótesis

5.4.1 Contrastación de hipótesis específicas

Hipótesis específica 1:

H₁: La aplicación de la metodología Six Sigma reduce el tiempo del proceso de emisión de licencias de conducir en una entidad pública.

Definición de variables:

μ_1 : Promedio del tiempo del proceso de emisión de licencias de conducir en una entidad pública antes de la aplicación de la metodología Six Sigma.

μ_2 : Promedio del tiempo del proceso de emisión de licencias de conducir en una entidad pública luego de la aplicación de la metodología Six Sigma.

Hipótesis estadística:

Hipótesis H₀: La aplicación de la metodología Six Sigma no reduce el tiempo del proceso de emisión de licencias de conducir en una entidad pública.

$$\mathbf{H_0} : (\mu_2 - \mu_1 \geq 0)$$

Hipótesis H₁: La aplicación de la metodología Six Sigma reduce el tiempo del proceso de emisión de licencias de conducir en una entidad pública.

$$\mathbf{H_0} : (\mu_2 - \mu_1 < 0)$$

Considerando que en la sección anterior de esta investigación se comprobó que los datos del tiempo antes y después de aplicación de Six Sigma, son normales, se planteó la paramétrica “t de Student” para muestras relacionadas, empleando un nivel de significancia de 0.05, obteniendo los siguientes resultados:

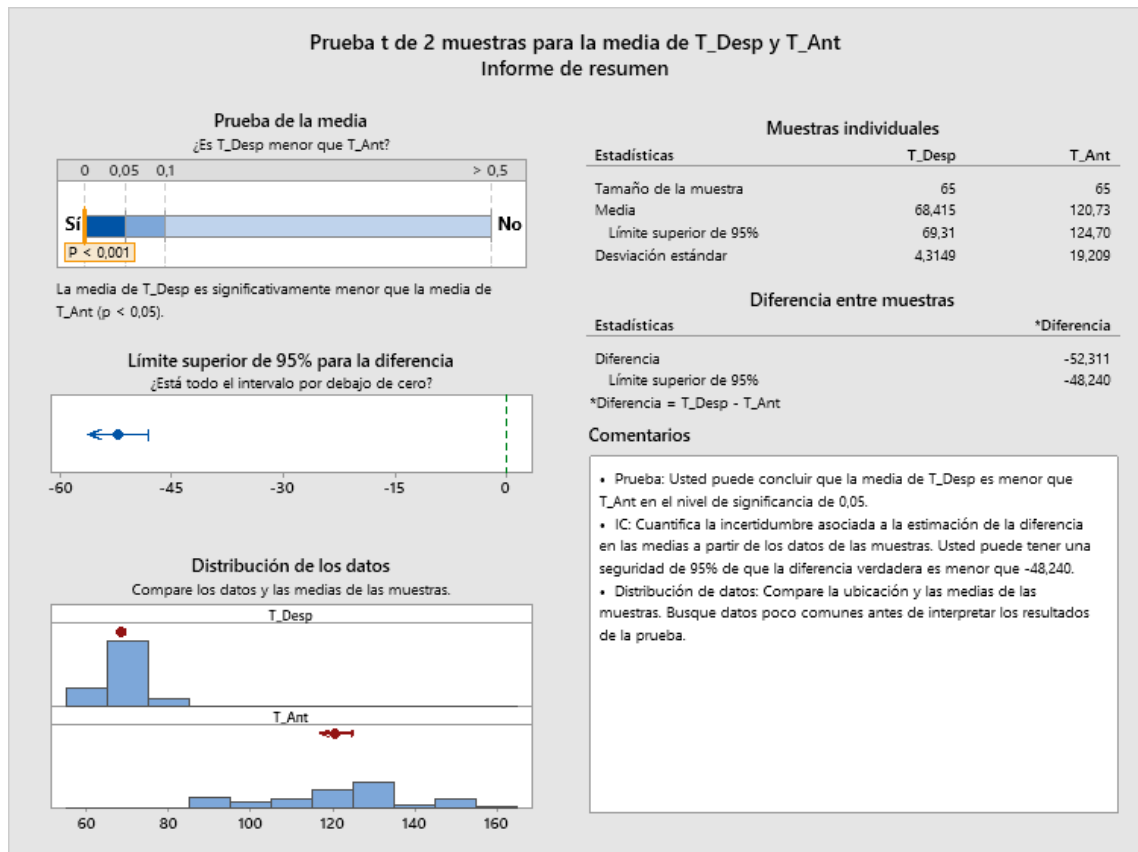


Figura 51. Prueba de hipótesis específica 1

Nota: Elaboración propia

Por lo tanto, debido a que se obtuvo un valor de 0.001 para el estadístico de prueba “p” (menor a 0.05), se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se aprueba la hipótesis alterna (H_1), es decir, se cuenta con evidencia estadística al 95% de confianza para afirmar que “la aplicación de la metodología Six Sigma redujo el tiempo del proceso de emisión de licencias de conducir en una entidad pública”.

Hipótesis específica 2:

H_2 : La aplicación de la metodología Six Sigma mejora la capacidad del proceso de emisión de licencias de conducir en una entidad pública.

Definición de variables:

μ_1 : Índice de capacidad promedio del proceso de emisión de licencias de conducir en una entidad pública antes de la aplicación de la metodología Six Sigma.

μ_2 : Índice de capacidad promedio del proceso de emisión de licencias de conducir en una entidad pública luego de la aplicación de la metodología Six Sigma.

Hipótesis estadística:

Hipótesis H_0 : La aplicación de la metodología Six Sigma no mejora la capacidad del proceso de emisión de licencias de conducir en una entidad pública.

$$H_0 : (\mu_2 - \mu_1 \leq 0)$$

Hipótesis H_1 : La aplicación de la metodología Six Sigma mejora la capacidad del proceso de emisión de licencias de conducir en una entidad pública.

$$H_1 : (\mu_2 - \mu_1 > 0)$$

Considerando que en la sección anterior de esta investigación se comprobó que los datos de capacidad antes y después de aplicación de Six Sigma, son normales, se planteó la paramétrica “t de Student” para muestras relacionadas, empleando un nivel de significancia de 0.05, obteniendo los siguientes resultados:

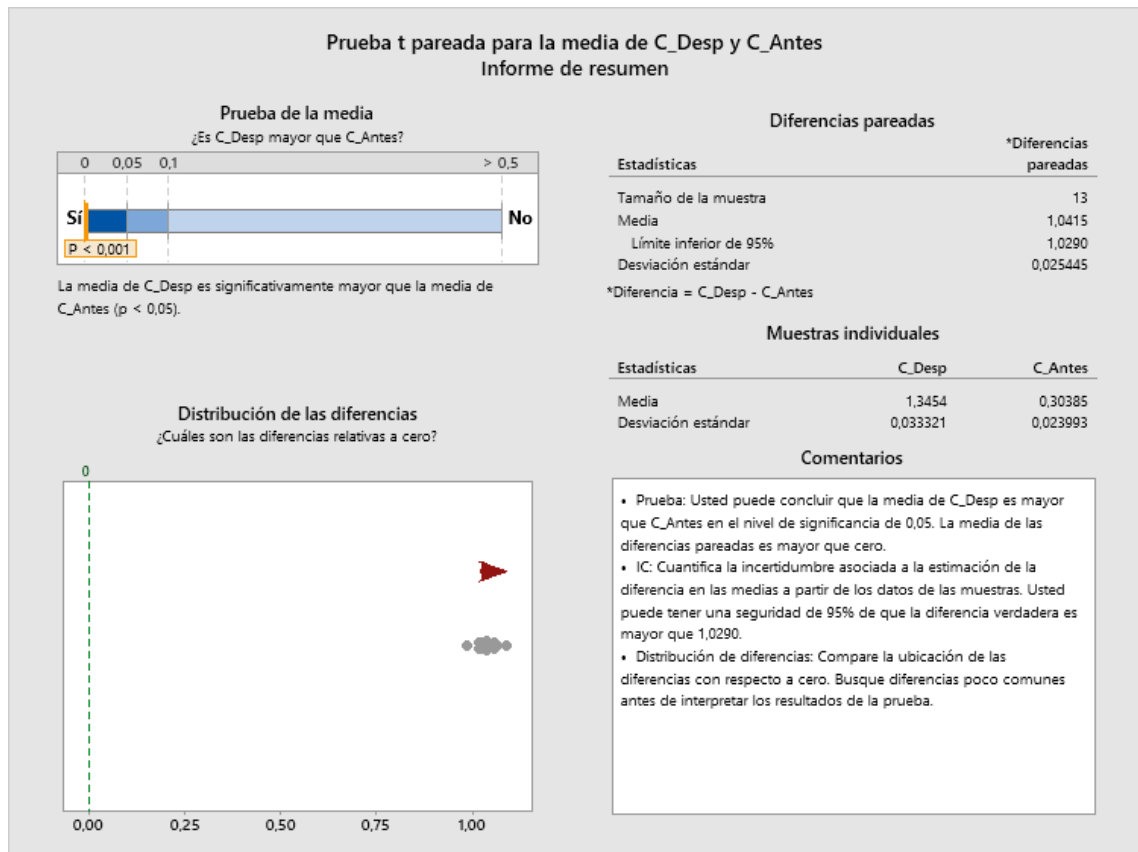


Figura 52. Prueba de hipótesis específica 2

Nota: Elaboración propia

Por lo tanto, debido a que se obtuvo un valor de 0.001 para el estadístico de prueba “p” (menor a 0.05), se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se aprueba la hipótesis alterna (H_1), es decir, se cuenta con evidencia estadística al 95% de confianza para afirmar que “la aplicación de la metodología Six Sigma mejora la capacidad del proceso de emisión de licencias de conducir en una entidad pública”.

5.4.2 Contrastación de hipótesis general

Hipótesis general:

H₁: La aplicación de la metodología Six Sigma mejora el proceso de emisión de licencias de conducir en una entidad pública.

Para contrastar la hipótesis, es preciso recordar que en la presente investigación se definieron los siguientes indicadores de desempeño del proceso de emisión de licencias de conducir en una entidad pública: tiempo para la emisión de licencias y el índice de capacidad del proceso. En tal sentido, la mejora de dicho proceso se ve reflejado en el comportamiento de los citados indicadores.

Por lo tanto, teniendo en cuenta que se ha demostrado estadísticamente en la contratación de las hipótesis específicas que ambos indicadores mejoraron (ver Tabla 26), es posible afirmar que la aplicación de la metodología Six Sigma mejora el proceso de emisión de licencias de conducir en una entidad pública, con lo cual comprueba la hipótesis general.

Tabla 29.
Cuadro comparativo de Indicadores del proceso

Indicador el proceso	Aplicación de Six Sigma		Mejora
	Pre	Post	
Tiempo para la emisión de licencias	120.73 min.	68.42 min.	Reducción de 52.31 min. en la atención (-43.32)
Índice de capacidad del proceso	0.30	1.35	Se mejoró en un 350% la capacidad del proceso para cumplir con las especificaciones

Nota: Elaboración propia

5.5 Discusión de resultados

Los resultados de esta investigación permitieron comprobar que las hipótesis planteadas son verdaderas. En cuanto a la hipótesis general, esta fue

confirmada, toda vez que el tiempo para la emisión de licencias se redujo en un 43.32% (120.73 a 52.31 minutos en promedio), asimismo, el índice de capacidad del proceso pasó de 0.30 a 1.35, valor correspondiente a un proceso con mayor capacidad de cumplir con las especificaciones del cliente.

De este modo, el presente estudio ha determinado que la aplicación de la metodología Six Sigma tiene implicancias favorables en el desempeño del proceso de emisión de licencias de conducir en una entidad pública, aspecto que puede generalizarse para los demás servicios de dicha entidad. En ese sentido, nuestro trabajo ha permitido establecer la necesidad de promover la aplicación de esta metodología, estructurada y con base en herramientas estadísticas, con la finalidad de mejorar los procesos de emisión de licencias de conducir en el país.

En relación a la primera hipótesis específica, conforme a la prueba “t de Student” aplicada para muestras relacionadas con un nivel de significancia de 0.05, esta se confirmó con una evidencia estadística al 95%. De esta manera, se destaca la importancia de la aplicación de la metodología Six Sigma con el objetivo de reducir los tiempos en procesos de emisión de licencias de conducir, lo cual puede generalizarse para los demás servicios de dicha entidad.

Respecto a la segunda hipótesis específica, conforme a la prueba “t de Student” aplicada para muestras relacionadas con un nivel de significancia de 0.05, esta fue confirmada con una evidencia estadística al 95%. En tal sentido, de dichos resultados se puede colegir que la aplicación de la metodología Six Sigma

permite incrementar la capacidad el proceso de emisión de licencias de conducir para cumplir con las necesidades de los usuarios. De esta manera, la presente investigación es importante pues ha contribuido a comprender que la aplicación de dicha metodología contribuye con el propósito de mejorar los niveles de satisfacción de los clientes del proceso de emisión de licencias de conducir, asimismo, este aspecto sirve como referencia para que otras entidades públicas del país que emiten tales licencias comprendan de su relevancia.

Adicionalmente, los resultados obtenidos en este estudio demuestran lo importante y favorable que es la aplicación de la metodología Six Sigma para la mejora no sólo del proceso de emisión de licencias de conducir en una entidad pública, sino también para los demás servicios de dicha entidad, así como para el conjunto de entidades públicas del país. En ese sentido, muestra investigación resulta trascendente pues permite replicar su valides en todos los procesos de prestación de servicios de la entidad en estudio y demás entidades públicas del país.

Finalmente, es preciso mencionar que los resultados obtenidos en nuestra investigación demuestran que la aplicación de la metodología Six Sigma mejora el proceso de emisión de licencias en una entidad pública, del mismo modo que en los estudios referidos en el acápite de antecedentes, tales como Martel (2018) quien demostró que Six Sigma mejora la productividad en el área de archivo de la Oficina Registral N° IX – Sede Callao SUNARP; Ticona y Chahuanra (2021), quienes demostraron que el tiempo de espera en la matrícula en la Universidad Privada San Carlos mejoraron significativamente; Moreto (2019), quien demostró

que la aplicación de esta metodología influye significativamente en la calidad de servicio en las cooperativas de ahorro y crédito de Lima Metropolitana, entre otros.

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- 1 Se determinó que la aplicación de la metodología Six Sigma mejora el proceso de emisión de licencias de conducir en una entidad pública, puesto que se comprobó un incremento en el desempeño de los indicadores que caracterizan dicho proceso, en términos de tiempo de atención y capacidad.
- 2 Se determinó que la aplicación de la metodología Six Sigma reduce el tiempo del proceso de emisión de licencias de conducir en una entidad pública, lo cual se comprobó con un nivel de confianza estadística del 95% a través de la prueba “t de Student” ($p < 0.05$).
- 3 Se determinó que la metodología Six Sigma mejora la capacidad del proceso de emisión de licencias de conducir en una entidad pública, lo cual se comprobó con un nivel de confianza estadística del 95% a través de la prueba “t de Student” ($p < 0.05$).
- 4 Se determinó que los atributos críticos de calidad del proceso de emisión de licencias de conducir en una entidad pública, que producen mayor

satisfacción en los usuarios son la “rapidez en la atención” y la “simplicidad del procedimiento”.

- 5 La robustez metodológica y el pensamiento estadístico en que se basa la metodología Six Sigma contribuyen favorablemente a contar con el liderazgo y compromiso de la Alta Dirección en la ejecución de proyectos de mejora de procesos en una entidad pública.

6.2 Recomendaciones

- 1 Adoptar un enfoque de mejoramiento continuo del proceso de emisión de licencias de conducir, a través de la aplicación de la metodología Six Sigma, así como incluir los procesos correspondientes a los demás servicios de la entidad, incluyendo la emisión de licencias de conducir a nivel nacional en coordinación con los Gobiernos Regionales.
- 2 Promover la aplicación de la metodología Six Sigma con el objetivo de reducir los tiempos de atención de los demás servicios de la entidad, incluyendo la emisión de licencias de conducir a nivel nacional en coordinación con los Gobiernos Regionales.
- 3 Promover la aplicación de la metodología Six Sigma con el objetivo de incrementar la capacidad de los procesos correspondientes a los demás servicios de la entidad para incrementar el nivel de cumplimiento de las especificaciones de los usuarios, incluyendo la emisión de licencias de conducir a nivel nacional en coordinación con los Gobiernos Regionales.

- 4 Analizar y determinar periódicamente los atributos críticos de calidad del proceso de emisión de licencias de conducir y a su vez medir el desempeño de los indicadores planteados a través de una herramienta automatizada, con la finalidad de plantear mejoras basadas en la evidencia.

- 5 Promover de forma continua la conformación de equipos Six Sigma, así como el desarrollo de programas de entrenamiento que permitan dotar de sostenibilidad a la aplicación de proyectos similares al planteado en la presente tesis para los demás servicios de la entidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arellano, J. (2019). *Estrategia Six Sigma: Propuesta para reducir la variabilidad del proceso de patrocinio judicial en una organización de servicios* (Tesis de maestría). Recuperado de <https://repositorio.udd.cl/handle/11447/3781>
- Besterfield, D. H. (2009). *Control de calidad*. México: Pearson Educación
- Bonilla, E., Díaz, B., Kleeberg F., y Noriega M. (2020). *Mejora continua de los procesos Herramientas y técnicas*. Recuperado de <https://repositorio.ulima.edu.pe/handle/20.500.12724/10832>
- D.S. No 007-2016-MTC. (2016). Reglamento Nacional del Sistema de Emisión de Licencias de Conducir. Diario Oficial El Peruano. Obtenido de <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1663450/Reglamento-Nacional-del-Sistema-de-Emisi%C3%B3n-de-Licencias-de-Conducir-%E2%80%93DS-N%C2%BA-007-2016-MTC.pdf.pdf>
- Deming, E. (1982). *Out of the crisis*. Massachusetts: The W. Edwards Deming Institute.
- Eckes, G. (2004). *El Six Sigma para todos*. Bogotá, Colombia: Norma.
- Escalante, E. (2013). *Seis-Sigma: Metodología y técnicas*. Distrito Federal, México: Limusa.
- Evans, J. y Lindsay, W. (2014). *Administración y control de la calidad*. Distrito Federal, México: Cengage Learning Editores.

- Facho, G. (2017). *Mejora de procesos en una empresa textil exportadora mediante la metodología Six Sigma* (Tesis de pregrado). Recuperado de <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/6732>
- Gryna F., Chua R. y DeFeo J. (2007). *Método Juran. Análisis y planeación de la calidad*. Distrito Federal, México: McGraw-Hill Interamericana Editores.
- Guerrero Alonso M. (2015). *Aplicación del modelo de Kano al análisis de la satisfacción de los estudiantes en los cursos de formación online* (Tesis doctoral). Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=77177>
- Guevara, R. (2021). *Propuesta de reingeniería organizacional aplicando Six Sigma en el Hotel Damasco C.A. de San Fernando de Apure, Municipio San Fernando, Estado Apure* (Tesis de pregrado). Recuperado de https://www.academia.edu/60120207/Propuesta_de_Reingenieria_Organizacional_Aplicando_Six_Sigma_en_el_Hotel_Damasco_C
- Gutiérrez Pulido, H., y De La Vara Salazar, R. (2013). *Control estadístico de calidad y seis sigma*. Distrito Federal, México: McGraw-Hill Interamericana Editores.
- Gutiérrez, J. (2015). *Aplicación de Six Sigma para el proceso de mesa de ayuda en el Ministerio de Economía y Finanzas* (Tesis de pregrado). Recuperado de https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/AUTO_142b4704dc750f9161b1bf23c14a4fa6

- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M. (2014). *Metodología de la Investigación*, sexta edición, México: McGraw-Hill/Interamericana editores.
- Lizarzaburu, E., Chávez, M., Barriga, G., y Castro, G. (2018). *Gestión de operaciones y calidad*. Lima, Perú: Editorial Pearson Educación.
- Organización Internacional de Normalización. (2015). Sistemas de gestión de la calidad - Fundamentos y vocabulario ISO 9000. Recuperada de <https://www.iso.org/obp/ui/es/#iso:std:iso:9000:ed-4:v1:es>
- Mallar, M. (2010). La gestión por procesos: Un enfoque de gestión eficiente. *Visión de Futuro*, 13(1). Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=357935475004>
- Martel, F. (2018). *Aplicación de la Metodología Six Sigma para aumentar la productividad en el área de Archivo de la Oficina Registral N° IX – Sede Callao SUNARP 2017* (Tesis de pregrado). Recuperado de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/36663>
- Molteni, R. (Agosto de 2013). Lean Six Sigma. En Flores J. (Director), *Change Management for Organizational Performance Excellence*. Conferencia llevada a cabo en el Segundo Congreso Internacional de la Calidad PUCP-ASQ, Lima, Perú.
- Molteni, R. y Cecchi, O. (2005). *El Liderazgo del Lean Six σ : Para Entender cómo se Implementa, Paso por Paso*. Buenos Aires, Argentina: Editores Macchi

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018a), *Resolución Ministerial N° 764-2018-MTC/01 que aprueba a Guía para la implementación de la gestión por procesos en el Ministerio de Transportes y Comunicaciones*, Lima: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018b), *Resolución Ministerial N° 583-2018-MTC/01 que aprueba el documento Mapa de Procesos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones*, Lima: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2021), *Resolución Ministerial N° 363-2021-MTC/01 que aprueba el Plan Estratégico Institucional (PEI) 2020-2024 ampliado del Ministerio de Transportes y Comunicaciones*, Lima: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Moreto, D. (2019). *Aplicación de la metodología Seis Sigma como herramienta para la auditoría integral y la calidad de servicio en las Cooperativas de Ahorro y Crédito de Lima Metropolitana, Período 2013 – 2015* (Tesis de maestría). Recuperado de http://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/UNFV/3494/UNFV_MORETO_QUIROZ_DORIS_ROCIO_MAESTRIA_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Pareja, A. (2020). *Simplificando vidas: gestión de la calidad y satisfacción ciudadana con los servicios públicos 2018*. Washington, D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo. Obtenido de <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Simplificando>

-vidas-Gestion-de-la-calidad-y-satisfaccion-ciudadana-con-los-servicios-publicos-2018.pdf

Presidencia de Consejo de Ministros (2013). *Decreto Supremo N° 004-2013-PCM que aprueba la Política Nacional de Modernización de la Gestión Pública*. Lima: Presidencia de Consejo de Ministros.

Presidencia de Consejo de Ministros (2018a). *Resolución de Secretaría de Gestión Pública N° 006-2018-PCM/SGP que aprueba la Norma Técnica N° 001-2018-SGP, Norma Técnica para la implementación de la gestión por procesos en las entidades de la administración pública*. Lima: Presidencia de Consejo de Ministros.

Presidencia de Consejo de Ministros (2018b). *Decreto Supremo N° 054-2013-PCM que aprueba los Lineamientos de Organización del Estado*. Lima: Presidencia de Consejo de Ministros.

Presidencia de Consejo de Ministros (2020). *Resolución de Secretaría de Gestión Pública N° 005-2020-PCM/SGP que aprueba los Lineamientos N° 02-2020-SGP que establecen orientaciones sobre el Reglamento de Organización y Funciones - ROF y el Manual de Operaciones - MOP*. Lima: Presidencia de Consejo de Ministros.

Pérez, H. (2016). *El impacto de Lean Sigma en organizaciones latinoamericanas y sus factores críticos de éxito* (Tesis doctoral). Recuperado de <https://docplayer.es/43061855-El-impacto-de-lean-six-sigma-en-organizaciones-latinoamericanas-y-sus-factores-criticos-de-exito.html>

- Polesky, G. (2006); *Curso de Preparación para Green Belt en la Metodología Seis Sigma*. Puebla: Universidad de las Américas.
- Rosas, L. (2019). *Eficiencia en el Sector Salud a través de la implementación de Lean Six Sigma en un hospital público de México* (Tesis doctoral). Recuperado de <https://repositorioinstitucional.uabc.mx/handle/20.500.12930/88>
- Tague, N. R. (2005). *The quality toolbox*. Milwaukee, Wis: ASQ Quality Press
- Tamayo, M. (1998). *El Proceso de la Investigación Científica*, tercera edición, Edit. Limusa S.A., México.
- Ticona, Y. y Chahuara, M. (2021). *Aplicación de la metodología Six Sigma para mejorar el proceso de registro de matrícula en la Universidad Privada San Carlos* (Tesis de pregrado). Recuperado de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/16134>
- Tontini G, Dagostin Picolo J. (2013). Identifying the impact of incremental innovations on customer satisfaction using a fusion method between importance-performance analysis and Kano model. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 31(1), 32-5. doi: 0.1108/IJQRM-05-2012-0062
- Vizarreta, R., Salas, J. y Tinoco, O. (2015). *El Proceso de Elaborar una Tesis*, primera edición. Perú: Edit. Biblioteca Nacional del Perú.

ANEXOS

Anexo 01. Procedimiento de emisión de licencias de conducir

Código	M02.02.04.01	Nombre	Expedición de licencia de conducir clase A, categoría I.	Clasificación	Misional
Responsable	Dirección de Circulación Vial				
Objetivo	Brindar un servicio oportuno y de calidad para atención de solicitudes de otorgamiento de licencia de conducir				
Alcance	Inicia con La validación del cumplimiento de los requisitos establecidos en la norma y finaliza con la entrega de la licencia de conducir al solicitante. Aplica para la Dirección de Circulación Vial				
Base Legal	Reglamento Nacional del Sistema de Emisión de Licencias de Conducir, aprobado por Decreto Supremo N° 007-2016-MTC.				

Proveedores	Entradas	Salidas	Cientes
<ul style="list-style-type: none"> - Proveedor de papel Teslin, micas térmicas - Centros Médicos - Escuelas de Conductores - Centros de Evaluación - RENIEC - Banco de la Nación - Ciudadano 	<ul style="list-style-type: none"> - Solicitud - DNI ciudadano - Certificado médico - Certificado de profesionalización de conductor - Resultado examen de reglas y manejo - Denuncia Policial - Voucher Pago 	<ul style="list-style-type: none"> - Licencia por duplicado - Licencia por revalidación - Licencia por recategorización - Licencia nueva - Licencia por canje 	<ul style="list-style-type: none"> - Postulantes - Conductores de transporte público o privado de pasajeros o mercancías

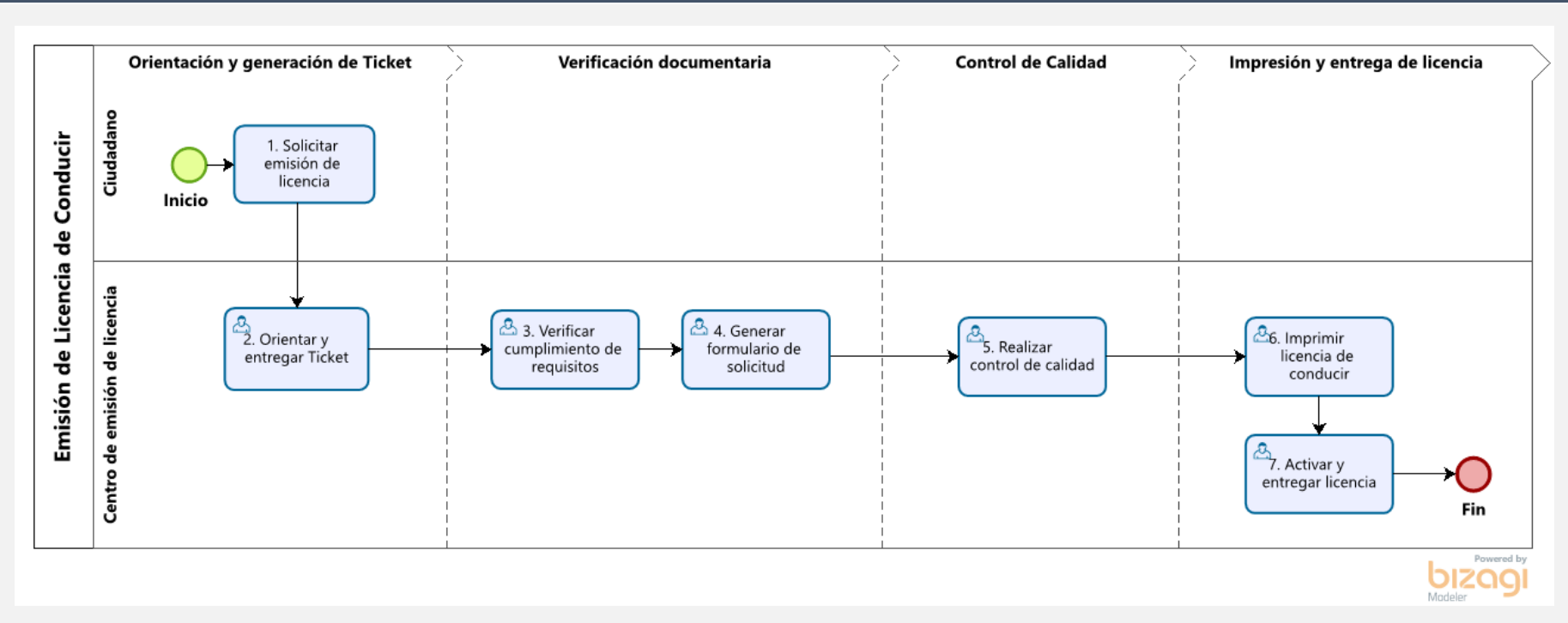
Descripción de actividades			
Nº	Actividad	Responsable	Registro
1	<p>Solicitar emisión de licencia de conducir, habiendo previamente obtenido información y realizado el pago respectivo.</p> <p>Las condiciones para presentar la solicitud son:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Presentar su identificación 	Ciudadano	

Descripción de actividades			
Nº	Actividad	Responsable	Registro
	<ul style="list-style-type: none"> - Contar con 18 años como mínimo - Certificado de salud aprobado registrado en el SNC. - Examen de conocimientos aprobado y registrado en el SNC. - Examen de habilidades en la conducción aprobado y registrado en el SNC. 		
2	Brindar orientación y entregar ticket de atención , incluye verificar el documento de identidad del solicitante y la verificación previa de requisitos cumplimiento de requisitos.	Técnico Administrativo I	Ticket de atención
3	Verificar cumplimiento de requisitos , esta actividad implica revisar los resultados de las consultas automáticas del Sistema Nacional de Conductores (SNC), Registro Nacional de Sanciones (RNS) y Sistema Nacional de Conductores Capacitados (SNCC). Asimismo, se debe revisar la información de multas del Jurado Nacional de Elecciones (JNE).	Operador PAD II	Reporte de verificación de requisitos
4	Generar e imprimir el formulario de solicitud , se consigna la información de la solicitante registrada en los sistemas de la Entidad y la RENIEC. Asimismo, se solicita la validación de la información del formulario al postulante, quien debe colocar su firma y huella digital, para finalmente entregar desglose de cargo del formulario. En esta etapa se genera la orden de impresión de la licencia de conducir.	Operador PAD II	Registro de solicitud
5	Efectuar el control de calidad , se contrasta y verifica que la orden de impresión de licencia sea justificada, es decir, que se cumplan los requisitos y condiciones, según el tipo de licencia solicitada. Para ello se consultan los sistemas de la Entidad.	Operador PAD II	
6	Imprimir licencia de conducir , se seleccionan grupos de 8 licencias de conducir y se imprimen en el Sistema Nacional de Conductores, luego se laminan y troquelan y finalmente se compagina la licencia con el formulario de solicitud respectivo.	Operador PAD II	Sistema Nacional de Conductores

Descripción de actividades

Nº	Actividad	Responsable	Registro
7	Activar y entregar licencia , se contrastan los datos contenidos en la licencia con el formulario de solicitud y se activa el código de barras en el SNC. Se llama por el nombre del postulante, se le solicita su identificación y el desglosable para obtener su firma en la constancia de entrega de la licencia.	Operador PAD II	Sistema Nacional de Conductores

Diagrama de flujo de procedimiento



Anexo 02. Fichas de Indicadores

FICHA DE INDICADOR																																					
NOMBRE DEL INDICADOR:	Cumplimiento de entrega de licencias de conducir	TIPO:	Eficacia																																		
DEFINICIÓN:	Mide el nivel de cumplimiento de entrega de las licencias de conducir de acuerdo a las solicitudes recibidas																																				
PROCESO RELACIONADO:	Emisión de licencias de conducir	NIVEL:	2																																		
EXPRESIÓN MATEMÁTICA:	$\frac{\text{Total Licencias emitidas}}{\text{Total de solicitudes}} \times 100\%$	CÓDIGO:	M02.05.02																																		
		UNIDAD DE MEDIDA:	Porcentaje																																		
		PERIODICIDAD:	Semanal																																		
		META:	95%																																		
		TENDENCIA:	Creciente																																		
RESPONSABLE:	Director/a de Circulación Vial	FUENTE:	Reporte del Sistema Nacional de																																		
DIAGRAMA DEL INDICADOR		LÍMITES DE CONTROL																																			
<table border="1"> <caption>Datos del Diagrama del Indicador</caption> <thead> <tr> <th>Fecha</th> <th>Cumplimiento (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>11-May.-18</td><td>83%</td></tr> <tr><td>18-May.-18</td><td>86%</td></tr> <tr><td>25-May.-18</td><td>75%</td></tr> <tr><td>1-Jun.-18</td><td>95%</td></tr> <tr><td>8-Jun.-18</td><td>89%</td></tr> <tr><td>15-Jun.-18</td><td>81%</td></tr> <tr><td>22-Jun.-18</td><td>96%</td></tr> <tr><td>29-Jun.-18</td><td>87%</td></tr> <tr><td>6-Jul.-18</td><td>84%</td></tr> <tr><td>13-Jul.-18</td><td>93%</td></tr> <tr><td>20-Jul.-18</td><td>91%</td></tr> <tr><td>27-Jul.-18</td><td>89%</td></tr> </tbody> </table>		Fecha	Cumplimiento (%)	11-May.-18	83%	18-May.-18	86%	25-May.-18	75%	1-Jun.-18	95%	8-Jun.-18	89%	15-Jun.-18	81%	22-Jun.-18	96%	29-Jun.-18	87%	6-Jul.-18	84%	13-Jul.-18	93%	20-Jul.-18	91%	27-Jul.-18	89%	<table border="1"> <thead> <tr> <th>SEMAFORO</th> <th>RANGO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SATISFACTORIO</td> <td>< 95% - 100%]</td> </tr> <tr> <td>REGULAR</td> <td>< 80% - 95%]</td> </tr> <tr> <td>CRÍTICO</td> <td>[0% - 80%]</td> </tr> </tbody> </table>		SEMAFORO	RANGO	SATISFACTORIO	< 95% - 100%]	REGULAR	< 80% - 95%]	CRÍTICO	[0% - 80%]
Fecha	Cumplimiento (%)																																				
11-May.-18	83%																																				
18-May.-18	86%																																				
25-May.-18	75%																																				
1-Jun.-18	95%																																				
8-Jun.-18	89%																																				
15-Jun.-18	81%																																				
22-Jun.-18	96%																																				
29-Jun.-18	87%																																				
6-Jul.-18	84%																																				
13-Jul.-18	93%																																				
20-Jul.-18	91%																																				
27-Jul.-18	89%																																				
SEMAFORO	RANGO																																				
SATISFACTORIO	< 95% - 100%]																																				
REGULAR	< 80% - 95%]																																				
CRÍTICO	[0% - 80%]																																				
ELABORADO POR	REVISADO POR	APROBADO POR																																			
Analista de Procesos	Especialista de procesos	Director/a de Circulación Vial																																			

FICHA DE INDICADOR																																							
NOMBRE DEL INDICADOR:	Tiempo de emisión de licencias			TIPO:	Eficiencia																																		
DEFINICIÓN:	Mide el tiempo promedio de permanencia del administrado en el centro de emisión de licencias de conducir.																																						
PROCESO RELACIONADO:	Emisión de licencias de conducir	NIVEL:	2	CÓDIGO:	M02.05.02																																		
EXPRESIÓN MATEMÁTICA:	$\frac{\sum (Hora\ entrega - Hora\ Ticket)}{Total\ de\ atenciones \times 60}$			UNIDAD:	Minutos																																		
				PERIODICIDAD:	Semanal																																		
				META:	60 Min																																		
				TENDENCIA:	Decreciente																																		
RESPONSABLE:	Director/a de Circulación Vial			FUENTE:	Reporte del Sistema B-Matic																																		
DIAGRAMA DEL INDICADOR				LÍMITES DE CONTROL																																			
<table border="1"> <caption>Data for Diagrama del Indicador</caption> <thead> <tr> <th>Fecha</th> <th>Valor</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>11-May-18</td><td>81</td></tr> <tr><td>18-May-18</td><td>69</td></tr> <tr><td>25-May-18</td><td>73</td></tr> <tr><td>1-Jun-18</td><td>82</td></tr> <tr><td>8-Jun-18</td><td>68</td></tr> <tr><td>15-Jun-18</td><td>71</td></tr> <tr><td>22-Jun-18</td><td>86</td></tr> <tr><td>29-Jun-18</td><td>64</td></tr> <tr><td>6-Jul-18</td><td>74</td></tr> <tr><td>13-Jul-18</td><td>65</td></tr> <tr><td>20-Jul-18</td><td>54</td></tr> <tr><td>27-Jul-18</td><td>63</td></tr> </tbody> </table>				Fecha	Valor	11-May-18	81	18-May-18	69	25-May-18	73	1-Jun-18	82	8-Jun-18	68	15-Jun-18	71	22-Jun-18	86	29-Jun-18	64	6-Jul-18	74	13-Jul-18	65	20-Jul-18	54	27-Jul-18	63	<table border="1"> <thead> <tr> <th>SEMAFORO</th> <th>RANGO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SATISFACTORIO</td> <td>[75 - Menos</td> </tr> <tr> <td>REGULAR</td> <td>< 75 - 95]</td> </tr> <tr> <td>CRÍTICO</td> <td>< 95 - más</td> </tr> </tbody> </table>		SEMAFORO	RANGO	SATISFACTORIO	[75 - Menos	REGULAR	< 75 - 95]	CRÍTICO	< 95 - más
Fecha	Valor																																						
11-May-18	81																																						
18-May-18	69																																						
25-May-18	73																																						
1-Jun-18	82																																						
8-Jun-18	68																																						
15-Jun-18	71																																						
22-Jun-18	86																																						
29-Jun-18	64																																						
6-Jul-18	74																																						
13-Jul-18	65																																						
20-Jul-18	54																																						
27-Jul-18	63																																						
SEMAFORO	RANGO																																						
SATISFACTORIO	[75 - Menos																																						
REGULAR	< 75 - 95]																																						
CRÍTICO	< 95 - más																																						
ELABORADO POR		REVISADO POR		APROBADO POR																																			
Analista de Procesos		Especialista de procesos		Director/a de Circulación Vial																																			

FICHA DE INDICADOR																																							
NOMBRE DEL INDICADOR:	Reprocesos en la evaluación de solicitudes	TIPO:	Eficiencia																																				
DEFINICIÓN:	Determina el porcentaje de evaluaciones rechazadas en la etapa de control de calidad																																						
PROCESO RELACIONADO:	Emisión de licencias de conducir	NIVEL:	2	CÓDIGO:	M02.05.02																																		
EXPRESIÓN MATEMÁTICA:	$\frac{\text{Total evaluaciones rechazadas}}{\text{Total evaluaciones}} \times 100\%$			UNIDAD:	Porcentaje																																		
				PERIODICIDAD:	Semanal																																		
				META:	5 % como máx.																																		
				TENDENCIA:	Decreciente																																		
RESPONSABLE:	Director/a de Circulación Vial			FUENTE:	Reporte del Sistema Nacional de																																		
DIAGRAMA DEL INDICADOR			LÍMITES DE CONTROL																																				
<table border="1"> <caption>Data for Diagrama del Indicador</caption> <thead> <tr> <th>Fecha</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>11-May.-18</td><td>10%</td></tr> <tr><td>18-May.-18</td><td>7%</td></tr> <tr><td>25-May.-18</td><td>12%</td></tr> <tr><td>1-Jun.-18</td><td>13%</td></tr> <tr><td>8-Jun.-18</td><td>14%</td></tr> <tr><td>15-Jun.-18</td><td>16%</td></tr> <tr><td>22-Jun.-18</td><td>8%</td></tr> <tr><td>29-Jun.-18</td><td>10%</td></tr> <tr><td>6-Jul.-18</td><td>4%</td></tr> <tr><td>13-Jul.-18</td><td>6%</td></tr> <tr><td>20-Jul.-18</td><td>5%</td></tr> <tr><td>27-Jul.-18</td><td>7%</td></tr> </tbody> </table>			Fecha	Porcentaje	11-May.-18	10%	18-May.-18	7%	25-May.-18	12%	1-Jun.-18	13%	8-Jun.-18	14%	15-Jun.-18	16%	22-Jun.-18	8%	29-Jun.-18	10%	6-Jul.-18	4%	13-Jul.-18	6%	20-Jul.-18	5%	27-Jul.-18	7%	<table border="1"> <thead> <tr> <th>SEMAFORO</th> <th>RANGO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SATISFACTORIO</td> <td>[0% - 8% ></td> </tr> <tr> <td>REGULAR</td> <td>< 8% - 12%]</td> </tr> <tr> <td>CRÍTICO</td> <td>[12% a más</td> </tr> </tbody> </table>			SEMAFORO	RANGO	SATISFACTORIO	[0% - 8% >	REGULAR	< 8% - 12%]	CRÍTICO	[12% a más
Fecha	Porcentaje																																						
11-May.-18	10%																																						
18-May.-18	7%																																						
25-May.-18	12%																																						
1-Jun.-18	13%																																						
8-Jun.-18	14%																																						
15-Jun.-18	16%																																						
22-Jun.-18	8%																																						
29-Jun.-18	10%																																						
6-Jul.-18	4%																																						
13-Jul.-18	6%																																						
20-Jul.-18	5%																																						
27-Jul.-18	7%																																						
SEMAFORO	RANGO																																						
SATISFACTORIO	[0% - 8% >																																						
REGULAR	< 8% - 12%]																																						
CRÍTICO	[12% a más																																						
ELABORADO POR	REVISADO POR	APROBADO POR																																					
Analista de Procesos	Especialista de procesos	Director/a de Circulación Vial																																					