

*“Hacia una Universidad Lean”*: Propuesta de un modelo de Gestión de procesos que cree valor en la Universidad ECCI.

Jenny Marcela Iguarán Olaya

Karen Andrea Arce Alarcón

Universidad ECCI

Facultad De Ingenierías

Maestría En Ingeniería. Enf. Ingeniería Industrial

Bogotá D.C, 2021

*“Hacia una Universidad Lean”*: Propuesta de un modelo de Gestión de Servicio que cree valor en la Universidad ECCI.

Jenny Marcela Iguarán Olaya

Karen Andrea Arce Alarcón

Asesores

Miguel Ángel Urián

Rubén Darío Buitrago Pulido

Universidad ECCI

Facultad De Ingenierías

Maestría En Ingeniería. Enf. Ingeniería Industrial

Bogotá D.C, 2021

A Ethan, a su mirada, a Santy, a su sonrisa

Al amor de mi vida, por cada gota de lluvia que ha caído

A mi hija Luna, a sus latidos y fuerza de vivir.

Para ella, con todo mi amor.

## **Agradecimientos**

A Dios, dador de la vida y de la sabiduría humana, porque por El y para El son todas las cosas.

Agradecimientos y admiración al Dr. Giovanny Orozco Hernández y al Dr. Néstor Forero por sus aportes y disposición en la elaboración del proyecto, a los ingenieros directores de trabajo de grado Mg. Miguel Ángel Urián y Dr. Rubén Darío Buitrago Pulido por compartir su conocimiento y guiarnos en este camino.

Agradecer hoy y siempre a mi esposo Daniel Bohórquez y a mi mamá Constanza Alarcón por siempre estar presentes en cada paso profesional y transformar mis dudas y tristezas en fortalezas para seguir adelante y culminar todo proceso, este proyecto se lo dedico a mi hija Luna Sofía Arce Bohórquez por estar en mi vida, ser mi mayor fortaleza y traer tanta alegría en mi vida.

A los compañeros de maestría por aportar a nuestro crecimiento profesional, en cada sesión de clase, en cada asignación académica.

A nuestras familias, quienes sacrificaron momentos, tiempos y tuvieron la paciencia para acompañarnos en nuestro proyecto personal

## CONTENIDO

<b>Introducción .....</b>	<b>14</b>
<b>1 Capítulo I. Aproximación Al Problema De Investigación.....</b>	<b>17</b>
1.1 Descripción del problema.....	17
1.1.1 Distribución estudiantes Universidad ECCI.....	20
1.2 Árbol de problemas .....	28
1.3 Formulación del problema .....	31
1.4 Objetivos de la Investigación .....	32
1.4.1 Objetivo general .....	32
1.4.2 Objetivos específicos.....	32
1.5 Justificación.....	33
1.5.1 De la Mejora continua en la Universidad ECCI.....	35
1.6 Delimitación.....	38
1.7 Limitaciones .....	40
<b>2 Capítulo II. Marco De Referencia.....</b>	<b>42</b>
2.1 Estado del arte .....	42
2.2 Marco Teórico .....	49
2.2.1 Principios de Lean .....	53
2.2.2 Características generales de las organizaciones de servicios .....	54
2.2.3 Características asociadas a Lean service .....	55
2.2.4 Estandarización .....	56
2.2.5 El servicio educativo .....	57
2.3 Marco legal.....	59
2.3.1 Acreditación institucional.....	60
<b>3 Capítulo III. Marco Metodológico .....</b>	<b>62</b>
3.1 Paradigma investigativo .....	62
3.2 Enfoque de Investigación.....	64
3.3 Alcance.....	64
3.4 Fuentes de información .....	65
3.5 Selección de la muestra .....	66
3.5.1 Universo poblacional.....	67
3.5.2 Población.....	69
3.5.3 Muestra.....	70

3.6	Instrumentos .....	71
3.7	Metodología Lean y constructo ingenieril .....	72
<b>4</b>	<b>Capítulo IV. Resultados .....</b>	<b>81</b>
4.1	Hallazgos .....	81
4.2	Definición y caracterización de procesos .....	86
4.2.1	Caracterización proceso verificación y modificación de notas .....	87
4.2.2	Caracterización proceso de grado.....	88
4.2.3	Caracterización proceso para dar de baja una factura en Arca.....	89
4.3	Diagramas de flujo .....	90
4.3.1	Diagrama de flujo actual del proceso de grados.....	91
4.3.2	Diagrama de flujo actual para el proceso Verificación y modificación de notas.....	93
4.3.3	Diagrama de flujo actual para Dar de baja una factura en Arca: .....	95
4.4	Diagrama de operaciones (DOP).....	96
4.4.1	DOP actual del proceso de grados:.....	97
4.4.2	DOP actual del proceso verificación y modificación de notas.....	98
4.4.3	DOP actual del proceso para dar de baja una factura en ARCA. ....	99
4.5	Desperdicios .....	100
4.6	Lean Six Sigma .....	102
4.7	Value Stream Map.....	110
4.7.1	Value Stream Map actual proceso para grado.....	111
4.7.2	Value Stream Map, actual proceso verificación y modificación de notas. ....	113
4.7.3	Value Stream Map, actual proceso dar de baja una factura en el sistema Arca. Actual	115
4.8	Propuesta de mejoramiento .....	116
4.8.1	Diagrama de flujo mejorado del proceso de grados. ....	118
4.8.2	Diagrama de flujo mejorado para el proceso verificación y modificación de notas ..	120
4.8.3	Diagrama de flujo mejorado para dar de baja una factura en Arca.....	122
4.8.4	DOP mejorado del proceso de grados .....	123
4.8.5	DOP mejorado del proceso verificación y modificación de notas .....	124
4.8.6	DOP Mejorado del proceso dar de baja una factura en Arca .....	125
4.8.7	Value Stream Map identificación de oportunidades proceso para grado. ....	127
4.8.8	Value Stream Map, identificación de oportunidades proceso verificación y modificación de notas. ....	128
4.8.9	Value Stream Map identificación de oportunidades proceso dar de baja una factura en el sistema Arca.....	130
4.9	DMAIC.....	131

4.9.1 DMAIC Verificación y modificación de notas .....	134
4.9.2 DMAIC Proceso de grados.....	135
4.9.3 DMAIC Dar de baja factura en ARCA .....	136
<b>5. Capítulo V. Análisis de costos .....</b>	<b>138</b>
5.1 Determinación de costos según takt time actual .....	139
5.1.1 Proceso de grados por ceremonia. ....	139
5.1.2 Verificación y Modificación de notas. ....	143
5.1.3 Dar de baja una factura en el sistema Arca. ....	146
5.2 Determinación de costos según takt time propuestos .....	149
5.2.1 Proceso de grados por ceremonia. ....	149
5.2.2 Verificación y Modificación de notas. ....	153
5.2.3 Dar de baja una factura en el sistema Arca. ....	156
5.3 Costo reputacional.....	160
5.4 Costo de la propuesta .....	162
5.5 Propuesta plan de implementación Hacia Una Universidad Lean 2022-2023 .....	164
<b>6. Conclusiones y recomendaciones .....</b>	<b>166</b>
6.1 Conclusiones .....	166
6.2 Recomendaciones.....	169
<b>7. Bibliografía.....</b>	<b>172</b>

## Índice de Ilustración

Ilustración 1. Número estudiantes activos 2021-2 .....	20
Ilustración 2 Registro de solicitudes y PQR. ....	22
Ilustración 3. Tiempo para el proceso de grado. ....	27
Ilustración 4. Árbol de problemas.....	30
Ilustración 5 Relación acreditación institucional, lean thinking e Iso 9001 .....	38
Ilustración 6. Línea de tiempo Lean Manufacturing.....	51
Ilustración 7. Diagrama general.....	65
Ilustración 8. Identificación Universo, Población, Muestra. ....	67
Ilustración 9 Mapa de procesos.....	68
Ilustración 10. Diagrama general.....	70
Ilustración 11. Metodología Lean Service.....	73
Ilustración 12 Caracterización proceso verificación y modificación de notas. ....	87
Ilustración 13 Caracterización proceso de grado. ....	88
Ilustración 14 Caracterización proceso para dar de baja una factura en Arca .....	89
Ilustración 15 Diagrama de flujo actual del proceso de grados. ....	91
Ilustración 16 Diagrama de flujo actual para el proceso Verificación y modificación de notas ...	93
Ilustración 17 Diagrama de flujo actual para Dar de baja una factura en Arca .....	95
Ilustración 18 DOP actual del proceso de grados .....	97
Ilustración 19 DOP actual del proceso verificación y modificación de notas .....	98
Ilustración 20 DOP actual del proceso para dar de baja una factura en ARCA. ....	99
Ilustración 21 Diagrama mudas.....	101
Ilustración 22 Diagrama mudas 2.....	102
Ilustración 23 Diagrama CTQ.....	106
Ilustración 24 Value Stream Map actual proceso para grado. ....	111
Ilustración 25 Value Stream Map, actual proceso verificación y modificación de notas.....	113
Ilustración 26 Value Stream Map, actual proceso dar de baja una factura en el sistema Arca. Actual.....	115
Ilustración 27 Elementos para mejorar un proceso.....	117
Ilustración 28 Diagrama de flujo mejorado del proceso de grados .....	118
Ilustración 29 Diagrama de flujo mejorado para el proceso verificación y modificación de notas .....	120
Ilustración 30 Diagrama de flujo mejorado para dar de baja una factura en Arca. ....	122
Ilustración 31 DOP mejorado del proceso de grados.....	123
Ilustración 32 DOP mejorado del proceso verificación y modificación de notas.....	124
Ilustración 33 DOP Mejorado del proceso dar de baja una factura en Arca.....	125
Ilustración 34 Value Stream Map identificación de oportunidades proceso para grado. ....	127
Ilustración 35 Value Stream Map, identificación de oportunidades proceso verificación y modificación de notas. ....	129
Ilustración 36 Value Stream Map identificación de oportunidades proceso dar de baja una factura en el sistema Arca. ....	130
Ilustración 37 Fases DMAIC .....	132
Ilustración 38 DMAIC Verificación y modificación de notas.....	134
Ilustración 39 DMAIC Proceso de grados .....	135
Ilustración 40 DMAIC Dar de baja factura en Arca .....	136



Ilustración 41 Value Stream Map mejorado proceso para grado.....	152
Ilustración 42 Value Stream Map, mejorado proceso verificación y modificación de notas. ....	155
Ilustración 43 Value Stream Map mejorado proceso dar de baja una factura en el sistema Arca.	159
Ilustración 44. Metodología Lean Service. ....	164
Ilustración 45. Cronograma propuesta plan de implementación Hacia Una Universidad Lean 2022-2023.....	165

## Índice de tablas

Tabla 1. Clasificación de estudiantes matriculados 2021-2. ....	21
Tabla 2. Caracterización de solicitudes 2021-1. ....	23
Tabla 3. Tiempos de respuesta a las solicitudes estudiantiles 2021.....	24
Tabla 4. Caracterización de procesos y tiempos de respuesta .....	25
Tabla 5. Clasificación programas y colaboradores. ....	39
Tabla 6 Descripción proceso metodológico. Etapa 1 .....	74
Tabla 7 Descripción proceso metodológico. Etapa 2.....	75
Tabla 8 Descripción proceso metodológico. Etapa 3.....	76
Tabla 9 Descripción proceso metodológico. Etapa 4.....	77
Tabla 10 Descripción proceso metodológico. Etapa 5.....	79
Tabla 11 Descripción proceso metodológico. Etapa 6.....	80
Tabla 12. Clasificación de solicitudes por proceso. Universidad ECCI 2021 – 2 .....	82
Tabla 13 Preguntas a los colaboradores del proceso de grado.....	83
Tabla 14 Respuestas de los colaboradores del proceso de grado.....	84
Tabla 15 Preguntas a los colaboradores del proceso verificación y modificación de notas. ....	84
Tabla 16 Respuestas de los colaboradores del proceso verificación y modificación de notas .....	85
Tabla 17 Preguntas de los colaboradores del proceso dar de baja una factura en el sistema Arca..	85
Tabla 18 Respuestas de los colaboradores del proceso dar de baja una factura en el sistema Arca.	86
Tabla 19 Situación Actual Proceso De Grados .....	98
Tabla 20 Situación Actual Verificación Y Modificación De Notas.....	99
Tabla 21 Situación Baja De Facturas En Arca.....	100
Tabla 22 Diagrama six sigma.....	104
Tabla 23 Preguntas Verificación y modificación de notas para CTQ.....	105
Tabla 24 Identificación CTQ'S, oportunidades y defectos.....	107
Tabla 25 Nivel Sigma.....	108
Tabla 26 Nivel Sigma aplicado al proyecto. ....	109
Tabla 27 Situación actual proceso de grados .....	112
Tabla 28 Situación actual verificación y modificación de notas.....	114
Tabla 29 Situación actual baja de facturas .....	116
Tabla 30 Costos actual Proceso de grados Sistema Westinghouse.....	142
Tabla 31 Tabla de costos actual Proceso de grados según VSM y Sistema Westinghouse .....	142
Tabla 32 Costos actual Verificación y modificación de notas Sistema Westinghouse.....	145
Tabla 33 Costos actual Verificación y modificación de notas según VSM y Sistema Westinghouse .....	145
Tabla 34 Costo actual Dar de baja una factura en Arca según Sistema Westinghouse .....	148
Tabla 35 Costo actual Dar de baja una factura en Arca según VSM y Sistema Westinghouse.....	148

Tabla 36 Costos propuesta Proceso de grados según Sistema Westinghouse.....	151
Tabla 37 Costos propuesta Proceso de grados según VSM y Sistema Westinghouse.....	151
Tabla 38 Costos propuesta proceso de verificación y modificación de notas según Sistema Westinghouse.....	154
Tabla 39 Costos propuesta proceso de verificación y modificación de notas según VSM y Sistema Westinghouse.....	154
Tabla 40 Costos propuesta Dar de baja una factura en Arca según Sistema Westinghouse.....	158
Tabla 41 Costos propuesta Dar de baja una factura en Arca según VSM y Sistema Westinghouse .....	158

## Resumen

Los procesos organizacionales están mediados por múltiples factores que inciden en su operatividad y determinan el alcance de sus propósitos, uno de estos factores es la estandarización, la cual, como campo de estudio de la ingeniería industrial examina la unificación de los procedimientos organizacionales, a fin de crear patrones de desempeño y establecer orientaciones sobre actividades y tiempos que componen cada proceso vinculado a la prestación de un servicio.

Por tanto, el análisis de la cuestión se centró en proponer un modelo de gestión de procesos en la Universidad ECCI que, con fundamento en Lean thinking, permitiera estandarizar los tiempos de respuesta a las solicitudes y disminuir demoras en la solución de las peticiones; a partir de la consulta de la literatura disponible en distintas fuentes de carácter académico, ingenieril, investigativo y procedimental. La mencionada consulta y la aplicación de distintas herramientas de Lean Service permitió someter tres procesos de la IES a un modelo experimental organizado en Diagramas de flujo y DOP, para hacer efectivo el seguimiento mediante análisis de desempeño de los procesos, mapas VSM y Lean Six Sigma, con un enfoque particularizante en mudas y valor añadido.

De esta manera, apoyados en el paradigma pospositivista en el que las realidades son susceptibles de reflexión y los resultados considerados como probablemente verdaderos y una propuesta metodológica descriptiva, los procesos objeto de estudio fueron plasmados y examinados desde representaciones gráficas actuales y futuras; con la motivación de incrementar progresivamente la calidad en la prestación del servicio educativo, aumentando el valor para el cliente y la eficiencia en el uso de los recursos.

**Palabras Clave:** Mudas, procesos críticos, medición y análisis, Diagramas de operaciones, diagrama de flujo, Value stream map, Critical to Quality

### **Summary**

Organizational processes are mediated by multiple factors that affect their operation and determine the scope of their purposes, one of these factors is standardization, which, as a field of study of industrial engineering, examines the unification of organizational procedures, in order to create performance patterns and establish guidelines on activities and times that make up each process linked to the provision of a service.

Therefore, the analysis of the issue focused on proposing a process management model at ECCI University that, based on Lean thinking, would allow standardizing response times to requests and reducing delays in the solution of requests; from the consultation of the literature available in different academic, engineering, investigative and procedural sources. The aforementioned consultation and the application of different Lean Service tools allowed to submit three processes of the IES to an experimental model organized in flow diagrams and DOP, to make the monitoring effective through analysis of the performance of the processes, VSM maps and Lean Six Sigma, with a particularizing focus on changes and added value.

In this way, supported by the postpositivist paradigm in which the realities are susceptible to reflection and the results considered as probably true and a descriptive methodological proposal, the processes under study were reflected and examined from current and future graphic representations; with the motivation to progressively increase the quality in the provision of educational services, increasing the value for the client and efficiency in the use of resources.

**Key Words**

Mudas, critical processes, measurement and analysis, Operation diagrams, flow diagram,  
Value stream map, Critical to Quality

## Introducción

Es bien conocida la eficiencia de Lean thinking cuando es aplicado en los procesos de manufactura; las mejoras sustanciales, la eliminación de despilfarros, el impacto positivo en la reducción de costos y el cambio de paradigma organizacional que se centra en satisfacer al cliente teniendo especial cuidado en reconocer, qué añade valor a las actividades y cuáles aspectos definitivamente suponen un esfuerzo organizacional importante, el cliente “*pareciera*” no estimar su valor y, por supuesto, tampoco está dispuesto a reconocerlo económicamente.

Sin embargo, aunque eficiente en la manufactura, ampliamente abordada por distintos autores y valorada en el entorno ingenieril, la filosofía Lean no es tradicionalmente aplicada al sector terciario, bien por las características de intangibilidad del producto o, por la profundidad que se requiere para hacer una transposición conceptual efectiva del entorno productivo operacional al entorno de los servicios.

Por ello, el presente trabajo de investigación nace de la motivación por promover la aplicación de las herramientas Lean a las entidades o empresas de servicios, buscando formular y exponer sus beneficios en un entorno educativo; y allí, desde la academia, encontrar la complacencia resultante de la asociación eficiente entre teoría y praxis, la evidencia de que la experiencia científica constituye también una forma de la práctica y que la filosofía Lean más allá de ser un modelo de ingeniería exitoso, constituye una cultura y un cambio de paradigma en la operatividad diaria.

Luego, desde la Universidad ECCI, un espacio donde se exhorta constantemente a los estudiantes no solo a producir conocimiento sino también a validarlo, se hace una invitación a corroborar que los contenidos que se imparten en la academia no pertenecen solamente a sistemas hipotéticos contruidos o axiomas predeterminados que subyacen del currículo educativo, más bien, los saberes impartidos motivan a los estudiantes a cuestionar las prácticas productivas del entorno y a proponer mecanismos que permitan replicar modelos que han sido exitosos en otros escenarios, con algunas limitaciones de tipo contextual pero también con las capacidades de liderazgo y adaptación que nos caracterizan.

De ahí que el presente estudio pretenda modestamente, aplicar la filosofía Lean a una entidad educativa con trayectoria en la profesionalización de grandes ingenieros y así, proponer la optimización de procesos en un contexto real, con los conocimientos adquiridos en el mismo entorno donde se han propiciado los saberes, las preguntas y los cuestionamientos.

En primer lugar, el lector encontrará que el documento se divide en cinco apartados, el primero de ellos brinda un acercamiento al problema, no solo desde el punto de vista de la administración y la ingeniería sino desde la importancia que tienen las universidades para el crecimiento de un país, y, por tanto, su funcionamiento debería alcanzar niveles óptimos de calidad en la prestación de servicio. Allí mismo se esbozan las posibles causas del problema, sus efectos, y los objetivos que se pretenden alcanzar en el ejercicio investigativo.

Un segundo apartado determina el marco referencial, los antecedentes investigativos y el marco legal que soporta la operatividad en las Instituciones de Educación Superior, dado que, se trata de entidades que prestan un servicio público y por tanto, sus acciones deben ser motivadas por el desarrollo y crecimiento social, más allá de la rentabilidad y competitividad que persigue la empresa privada, todos estos elementos esbozan las categorías teóricas, conceptuales y legales que guiaron el proceso investigativo.

Seguidamente, en el tercer capítulo se plantea la metodología desde dos esferas, inicialmente la metodología de investigación, donde se indica el tipo de investigación, su enfoque y el paradigma determinado para el abordaje del objeto de estudio, su naturaleza y la forma de exponer, interpretar y comprender los resultados de la investigación realizada, allí se pone de manifiesto que se trata primeramente de un ejercicio de tipo cuantitativo pospositivista con la complejidad que caracteriza la correcta interpretación de los hallazgos, y finalmente el establecimiento de su alcance, de fundamentación descriptiva.

Por otro lado, la metodología Lean, que constituye el “*core*” del estudio, constituye un sistema integrado socio-tecnológico de mejoramiento de procesos, que tiene como objetivo inicial eliminar desperdicios, acciones, actividades, tareas o procesos que no agregan valor al cliente, así

pues, es conocido como modelo, método, filosofía o constructo administrativo y de ingeniería que posee multiplicidad de herramientas, todas estas ampliamente aplicadas en la industria durante varios años.

Seguidamente, el apartado cuatro presenta los hallazgos del estudio, producto del análisis riguroso y la medición de algunos procesos determinados en la Facultad de ingenierías como críticos o claves para la prestación del servicio, sin incluir procesos propios del ejercicio pedagógico y curricular, teniendo en cuenta tanto la voz del estudiante como la voz del cliente interno, colaboradores de la facultad que aportaron significativamente al tema en cuestión y orientaron algunas de las mejoras propuestas, actuando de manera participativa vinculante.

Con el propósito de conocer el costo relativo al estado actual de los procesos y el costo de la propuesta, se construye el capítulo cinco, en este se plasman algunos elementos que permiten dilucidar el impacto económico de cada uno de los procesos, así como las bondades en la eliminación de los despilfarros y mudas que se habrán sugerido a lo largo del documento.

Al cierre, el lector encontrará las conclusiones y recomendaciones que presenta el ejercicio investigativo, mismas que deberían ser observadas para posteriores trabajos de ésta naturaleza o bien, para la transición efectiva “Hacia una Universidad Lean”, una transición hacia un modelo filosófico y de gestión organizacional que sin lugar a dudas crearía valor en la Universidad ECCI, desde una mirada ingenieril que permite reflexionar y poner de manifiesto los beneficios de Lean thinking, en un llamado a poner en práctica sus atributos, sus propósitos y sus herramientas al servicio de la Educación Superior.



## **1 Capítulo I. Aproximación Al Problema De Investigación**

“Podemos afirmar que han sido la ingeniería y la tecnología las que han permitido el avance de la sociedad humana” Carlos Slim

En este apartado, el lector encontrará los elementos que motivan el estudio; a partir del abordaje de los factores constitutivos de la cuestión, las características de la realidad observable en el escenario operativo de la facultad de ingenierías de la Universidad ECCI y el propósito investigativo en sí mismo. Elementos que, en suma, orientarán el constructo ingenieril y justificarán la selección y aplicación de las metodologías consideradas pertinentes dentro de la propuesta.

### **1.1 Descripción del problema**

Administrar Instituciones de educación superior es una tarea de suma importancia, pues son organizaciones que buscan el crecimiento integral de los individuos que acuden a ella para impulsar el crecimiento y desarrollo social que a largo plazo modelará el andamiaje científico, tecnológico y humano de una nación.

El objetivo de estas instituciones es generar conocimiento y competencias para el mercado laboral actual a sus clientes principales, los estudiantes, y sus clientes secundarios profesores y personal administrativo. Esto implica que, todos los esfuerzos deberán verse reflejados en la calidad de sus egresados más que en su flujo de caja, en ciudadanos competentes, formados en ciencia y tecnología, más allá de la rentabilidad de un ejercicio empresarial.

La Universidad ECCI es una institución de educación superior ubicada en la ciudad de Bogotá; se caracteriza por un enfoque en ingeniería, gerencial y de desarrollo científico; promueve la formación por ciclos propedéuticos en programas de pregrado en tecnología y profesional, cuenta con una dirección de posgrados presenciales y virtuales; tiene la responsabilidad de aportar al crecimiento económico del país mediante innovación e investigación, construcción de conocimiento y, en consecuencia, con el desarrollo de tecnologías comercializables que promuevan el crecimiento social de la nación.

Lo anterior se consigue por medio de prácticas educativas innovadoras, atractivas y sostenibles en el largo plazo, con especial observancia de las prácticas empresariales que le corresponden según su actividad económica y su rol en lo que se conoce como “La Triple Hélice”, un engranaje de formación integral, en el que la universidad, la industria y el gobierno forman una relación de mutua correspondencia que persigue el funcionamiento armónico de las partes y el desarrollo social. (Etzkowitz, 2011)

De este modo, todas las estrategias que apoyen la mejora continua en las instituciones de educación, de manera directa, aportarán al desarrollo del país, si se advierte la incidencia de la academia en la solución de problemas que mejoren la calidad de vida de la sociedad a partir de distintas estrategias o focos de apoyo en varias esferas: Promoción de conocimiento de los individuos que acuden a ella, cualificación de sujetos, ideación de proyectos, artefactos, prototipos y tecnologías novedosas, incubación de planes de emprendimiento, apoyo al crecimiento organizacional de empresas, entre otras acciones que fundamentalmente movilizan la economía de los países.

Por otro lado, en el contexto actual la palabra “*Lean*” significa “Magro” es decir, sin grasa; esta palabra en español no dice mucho, por lo que se conoce o relaciona más fácilmente con los

términos, “esbelto” o “ágil” (Padilla, 2010); un atributo perseguido en los procesos organizacionales, en los que se busca la mejora continua, o bien, evitar-minimizar los desperdicios en tiempo, mano de obra e insumos que, en concordancia con lo anterior, hacen que la organización sea más “pesada”, y, con ello, menos adaptable, flexible y ligera.

En la administración organizacional la filosofía Lean no es un término nuevo, para las universidades, es un concepto que llama a la reflexión, en medio de la pandemia generada por el Covid-19; fenómeno sanitario que ha desencadenado una situación social, económica y de salud que trajo una serie de interrupciones en las operaciones de la gran mayoría de las empresas del país, el cierre de muchas de ellas, la dificultad en la realización de actividades y rutinas de las personas y la suspensión de programas, proyectos y planes que las organizaciones habían establecido a finales del año 2019; en este sentido, las organizaciones flexibles, ágiles y con suficiente capacidad de adaptación, tal y como precisa esta filosofía, son las que han tenido un menor impacto en cuanto a suspensión de actividades.

En el caso puntual de las IES en adelante Instituciones de Educación Superior que prestan sus servicios de manera presencial, muchas tuvieron que migrar sus actividades y funciones presenciales a la virtualidad, a partir de la adaptación abrupta que motivó la crisis, con las implicaciones propias de los procesos que se realizaban de manera tradicional sin la mediación de herramientas digitales, lo que suscita ciertos interrogantes sobre la pertinencia de algunos procesos administrativos presenciales, su posibilidad de trasladarlos totalmente a la virtualidad, o, por otro lado, eliminar algunos trámites que solo generan despilfarros, en consonancia con lo preceptuado en el pensamiento Lean.

De cualquier modo, en este escenario y dada la complejidad del proceso administrativo de las IES, en cuanto a lo que se espera de ella en la dinámica social y lo necesario para garantizar su

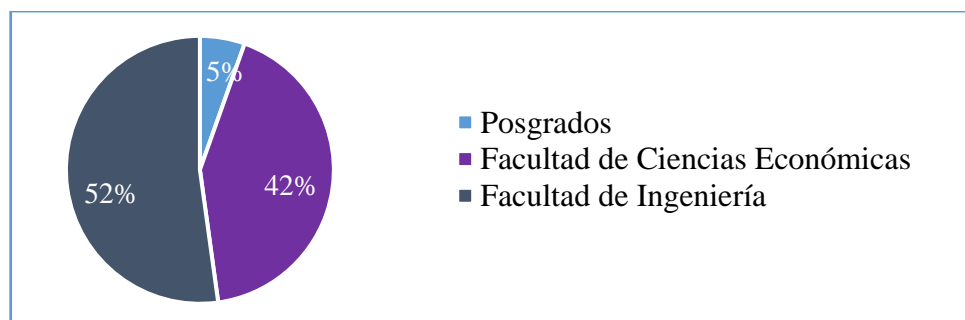
operatividad, resulta importante enfocar los esfuerzos en la retención estudiantil, pues de allí provienen gran parte de los recursos necesarios para el sostenimiento económico de la organización, y, a diferencia de otros productos o servicios comercializables, un proceso educativo requiere una interacción cliente-organización que supere varios años. Es decir, que quienes se decidan por un programa educativo lo desarrollen en el tiempo establecido para ello y esa relación, en algunos programas deberá superar los 5 años; en una apuesta de las universidades por una “fidelización” de quienes acuden a ellas, que no persigue un vínculo comercial y de consumo, sino un arraigo ideológico, científico y académico.

Por ello, todas las acciones de mejora facilitarán dicha fidelización estudiantil, la percepción de calidad de los mismos, la recomendación a conocidos y parientes sobre los servicios prestados por su institución y, sobre todo, el fortalecimiento del vínculo cuando se adquiera la calidad de egresado.

### 1.1.1 Distribución estudiantes Universidad ECCI

La Universidad registra en el año 2021 -2 un total de 16.563 alumnos activos, en la Facultad de Ingenierías está concentrada gran parte de sus programas y estudiantes adscritos, representando el 52% del total de estudiantes y caracterizados de la siguiente manera:

**Ilustración 1.** *Número estudiantes activos 2021-2*



*Nota.* Número de programas y distribución de estudiantes en las Facultades. Universidad ECCI 2021-2. Elaboración propia. Fuente: ECCI

**Tabla 1.***Clasificación de estudiantes matriculados 2021-2.*

Estudiantes activos y clasificación general por Facultades							
	Posgrados	Facultad de Ciencias Económicas			Facultad de Ingeniería		
		Tecnología	Profesional	Total	Tecnología	Profesional	Total
Programas	12	4	10	14	13	11	24
Estudiantes	532	1040	3116	4156	5117	4654	9771

*Nota. Matricula estudiantes Universidad ECCI. Facultad de ingenierías 2021-2. Elaboración propia. Fuente: ECCI*

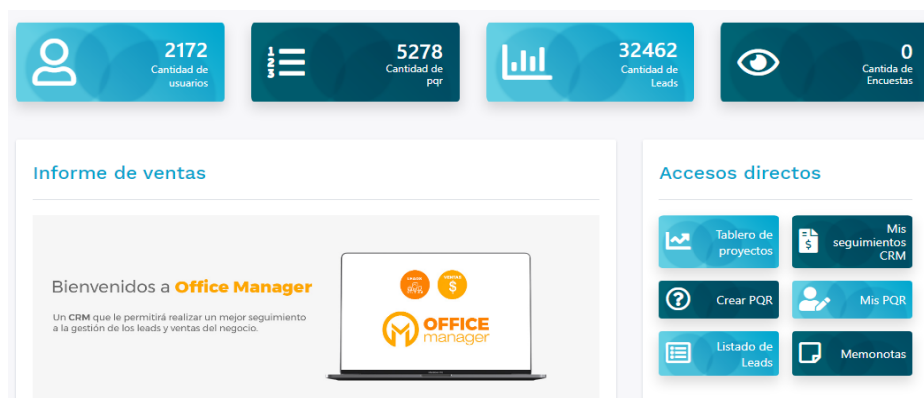
La tabla anterior refleja el estado de la matrícula de estudiantes en la Universidad ECCI, Facultad de ingenierías, que requieren acompañamiento pedagógico y también administrativo, a partir de estos procesos se generan múltiples solicitudes que en el pasado se atendían mayoritariamente de manera presencial, sin embargo, a raíz de la crisis sanitaria generada por la aparición del Covid-19, su llegada al país durante el primer bimestre de 2020 y la declaración de pandemia por parte de la OMS; desde marzo del 2020 las solicitudes se radican por correo, por la página institucional o de manera remota mediante las salas de Google Meet.

En la Facultad de Ingenierías se manejan alrededor de 200 procesos con las áreas de Archivo, Centro De Lenguas, Certificados, Crédito Y Cartera, Dirección De Virtualidad, Evaluame (Pruebas Saber), Informática, Oficina De Grados, ORI (Prácticas Empresariales), Internacionalización, Registro, Tesorería, Vicerrectoría Administrativa y Admisiones, en esta área los procesos que se llevan a cabo son: aplazamiento y congelamiento del semestre completo, generación de horario de estudiante nuevo (tecnología, pregrados, pregrados virtuales), inscripción, programación para prueba diagnóstica de ingreso, solicitud para retiro definitivo entre otros, sin embargo, para el presente ejercicio se concentran las investigadoras en algunos procesos

de la Facultad de Ingenierías: Proceso de grados, verificación y modificación de notas, y, descargue de facturas en el sistema Arca.

En esta Facultad, a partir del año 2021 se implementó el programa office manager donde los estudiantes deben registrar todas sus solicitudes o inquietudes, y, para el primer semestre se identificaron más de 7.150, algunas con más de 4 meses sin respuesta; la siguiente ilustración permite evidenciar que se tiene un registro de 5.278 solicitudes<sup>1</sup>; de estas, el 70% son académicas y administrativas; a su vez, 3.217 son relacionadas a peticiones propias de la Facultad de Ingeniería, es decir, más del 50%.

### Ilustración 2 Registro de solicitudes y PQR.



Nota. Informe del programa Office Manager. Universidad ECCI. Fecha 25 de enero a 16 de marzo de 2021.

El gráfico anterior permite distinguir que el número de peticiones es bastante elevado si se tiene en cuenta que se trata de solo 51 días, indica que son, por promedio, alrededor de 105 usuarios que diariamente manifiestan inconformidades, adelantan acciones o expresan diferentes

---

<sup>1</sup> Información desde el 25 de enero al 16 de marzo del 2021-1

dificultades. Adicionalmente, las solicitudes no están unificadas ni estandarizadas, y esta es la razón principal por la que se generan los reprocesos.

**Tabla 2.**  
*Caracterización de solicitudes 2021-1.*

<b>Tipo de solicitud</b>	<b>Suma de cantidad</b>
Certificado de estudio	953
Inscripción	258
Requisitos para grado	219
Facturación	174
Adición y cancelación de asignaturas	152
Modificación de notas	144
Solicitud validaciones, habilitaciones y suficiencias	99
Soporte de ingreso a las aulas virtuales	90
Examen de clasificación y validación de nivel	71
Solicitud de congelamiento o aplazamiento de curso	60
Cruce de saldos a favor	56
Homologación	55
Ajuste y cambio de fecha orden de pago	52
Información sobre pensum	50
Asesoría para organizar horario	49
Verificación de ingresos	46
Expedición de carta de prácticas empresariales	42
Anulación de cargos y orden de pago aprobadas	39
Derecho de petición	38
Contenidos programáticos	25
Procedimiento de prácticas empresariales	24
Legalización de pagos en línea	21
Cambio de contraseña.	20

*Nota. Informe del programa Office Manager, caracterización de solicitudes estudiantiles. Año 2021- 1 Fuente: ECCI*

Por otro lado, la siguiente tabla refleja el estado actual y demoras en la solución de algunas de ellas, en días.

**Tabla 3.**  
*Tiempos de respuesta a las solicitudes estudiantiles 2021.*

<b>Solicitud</b>	<b>Tiempo de respuesta</b>
Requisitos para grado.	26
Solicitud validaciones, habilitaciones y suficiencias.	25
Información sobre pensum.	24
Modificación de notas.	24
Adición y cancelación de asignaturas.	23
Asignación de asesores de trabajo de grado.	23
Estudio y carga de homologaciones en arca.	19
Facturación de validaciones, habilitaciones y suficiencias.	19
Asesoría para organizar horario.	18
Cambios de grupo.	18
Solicitud validaciones, habilitaciones y suficiencias.	18
Autorización para prácticas, pasantías y ciclo coterminal.	13
Publicación de notas.	13
Asignación de jurados de grado.	10
Verificación académica para grado.	8
Orientación sobre desbloqueo en el sistema.	7

*Nota. Informe del programa Office Manager, tiempos de respuesta a las solicitudes, en días. Año2021. Fuente ECCI.*

A partir de la información registrada en las tablas 3 y 4, se indaga en las direcciones de programa para identificar las solicitudes que se generan dentro de cada una de las direcciones, lo que permite identificar más de 19 peticiones en las que se registra una demora de respuesta de 3 días hábiles y que cumplen lo que estipula el reglamento estudiantil, caso contrario en las solicitudes estudiantiles de trabajos de opciones de grado (tesis meritorias o laureadas), homologaciones, certificados y autorización para baja de facturas, que demoran más de 16 días hábiles, hasta 4 meses; este retraso de respuesta se debe a los procesos que se deben seguir en áreas diferentes a la Facultad de Ingenierías.



**Tabla 4.**  
*Caracterización de procesos y tiempos de respuesta.*

<b>Procesos en las Direcciones de programa de la Facultad de Ingeniería</b>	<b>Dirección de programa</b>	<b>Decanatura</b>	<b>Vicerrectoría académica</b>
		<b>Consejo de Facultad</b>	<b>Consejo Académico</b>
Trabajos opciones de grado (Tesis meritoria o laureadas)	15 días	3 meses	3 meses
Salidas de campo	3 días	3 días	3 días.
Validaciones	20 días		
Supletorios	3 días		
Habilitaciones	3 días		
Suficiencias	3 días		
Sobre cupos en clases.	1 días		
Baja de asignaturas.	1 días		
Cargue de facturas.	1 días		
Autorización opción de grado.	3 días		
Revisión competencia de bilingüismo.	3 días		
Recepción trabajos opciones de grado.	3 días		
Proceso de grados.	3 días		
Estudio de notas para certificados.	3 días		
Activación de ciclos	3 días		
Pasantías	15 días		
Practicar	15 días		
<b>Procesos en las Direcciones de programa de la Facultad de Ingeniería</b>	<b>Registro y control.</b>	<b>Dirección de programa.</b>	<b>Registro y control.</b>
Homologaciones.	5 días.	8 días.	5 días
<b>Procesos en las Direcciones de programa de la Facultad de Ingeniería</b>	<b>Dirección de programa.</b>	<b>Decanatura de Ingeniería</b>	<b>Crédito y cartera</b>
Proceso para dar de baja una factura en el sistema Arca.	3 días.	3 días.	3 a 4 Meses.

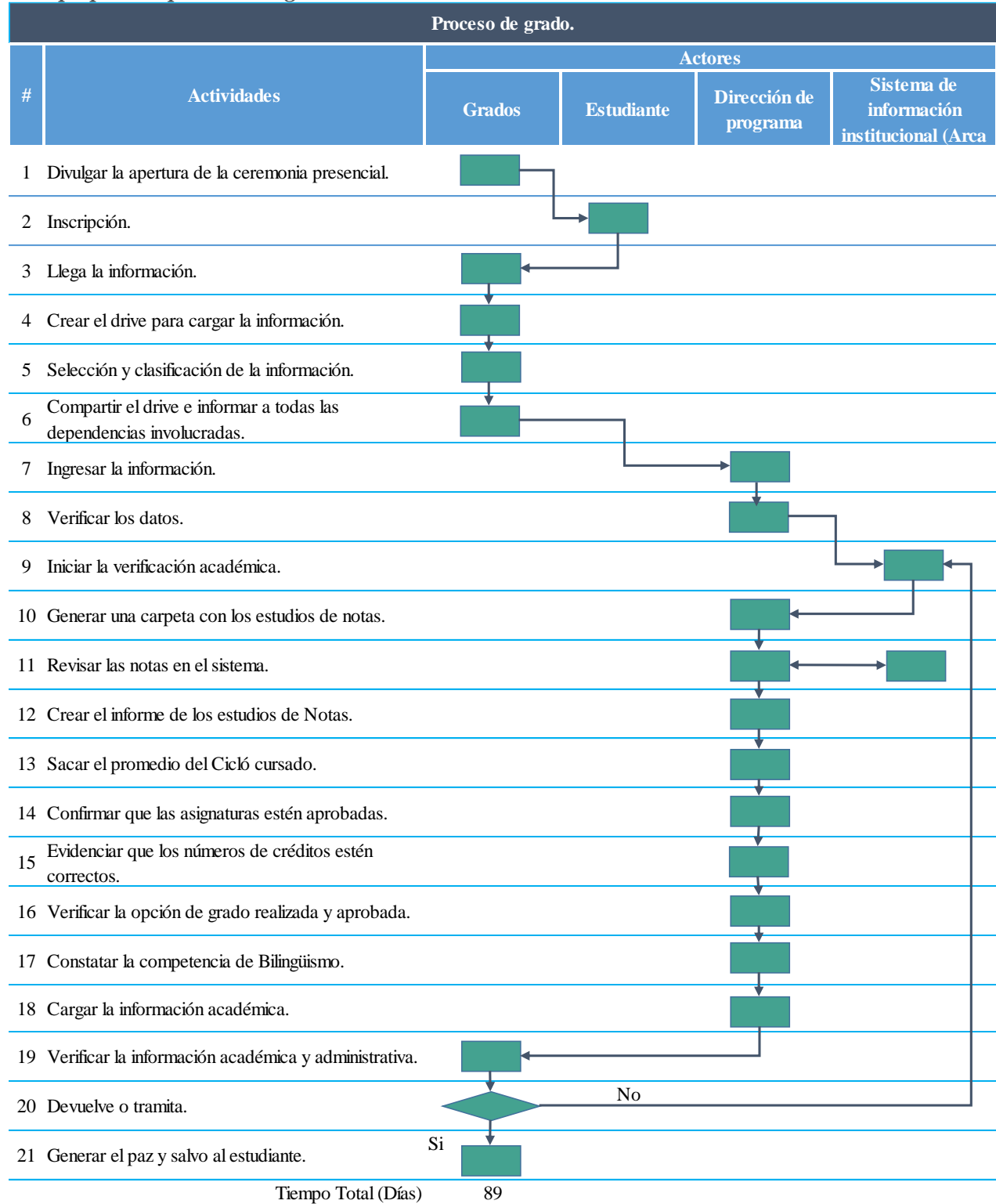
*Nota. Caracterización de procesos y tiempos de respuesta. Año 2021. Fuente ECCI.*

Conviene entonces, revisar la razón de estas esperas prolongadas dado que no añaden valor adicional al servicio prestado a los estudiantes, son tiempos por los que estos no pagarán ningún monto adicional y lo único que añaden es un incremento en los tiempos de respuesta y

costos; costos asociados a contratación de personal, reprocesos u otros; la ilustración 3 muestra los actores, actividades y tiempos que intervienen en un proceso para dar de baja una factura en el sistema Arca.

### Ilustración 3.

#### Tiempo para el proceso de grado.



*Nota. Tiempo para el proceso de grado. Fuente: ECCI. Elaboración propia.*

- Actores: 4
- Actividades: 20
- Tiempo: 89 días
- Número de solicitudes: 689 profesional- especialización y 762 tecnologías periodo 2021 - 2

Se evidencia que para dar de baja una factura participan 4 actores con 21 actividades que darían un tiempo total de 89 días, en tareas que no superan las dos horas, un impacto importante en términos de tiempo que incide en la percepción de eficiencia que el estudiante o cliente tiene de la Universidad.

## 1.2 Árbol de problemas

El árbol de problemas es una técnica utilizada en procesos de investigación con el propósito de caracterizar una situación a partir del análisis de relaciones tipo causa-efecto. Lo que permite esquematizar y resumir los elementos que inciden con mayor impacto en el objeto de estudio, de modo que los investigadores obtienen un panorama general de las dimensiones del fenómeno. (Sánchez, 2007)

Aplicada la técnica, y revisados algunos procesos se encuentran algunas claves para comprender el problema de investigación, que se pondrán de manifiesto en las siguientes líneas.

Inicialmente se tiene que, una de las causas que provoca demora en los tiempos es que el estudiante radica solicitudes imprecisas o ambiguas, por lo que los funcionarios deben “interpretar” la petición para poder orientarla a la dependencia que corresponde, con la posibilidad de que la respuesta no sea la pertinente o lo que el estudiante esperaba.

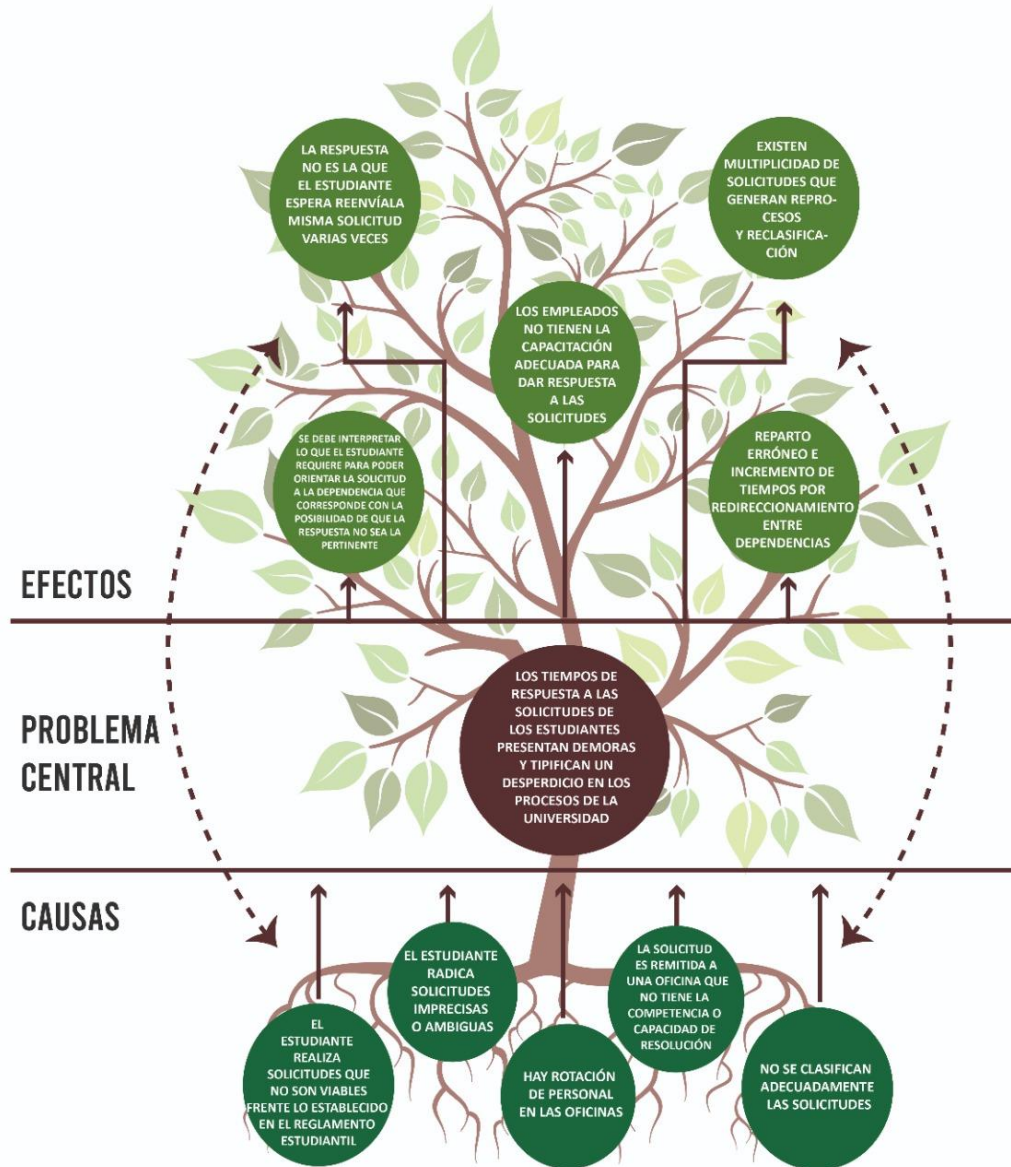
La segunda causa posible del desperdicio es que la solicitud es remitida a una oficina que no tiene la competencia o capacidad de resolución; así, el reparto erróneo incrementa los tiempos por redireccionamiento entre dependencias.

Una tercera causa es, el estudiante realiza solicitudes que no son viables frente a lo establecido en el reglamento estudiantil, y no es posible dar una respuesta positiva frente a la requisición, adicionalmente reenvía la misma solicitud varias veces con un impacto en el número de peticiones pendientes.

Como complemento a lo anterior, los procesos de contratación de personal y la rotación de colaboradores impide que se adquiera la experticia suficiente para dar respuesta a las solicitudes, ocasionando respuestas imprecisas o que no obedecen a los procedimientos internos y el reglamento estudiantil.

En definitiva, se percibe como causa fundamental del problema, que no se clasifican adecuadamente las solicitudes generando reprocesos, reclasificación y demoras, tampoco se han estandarizado los procesos de tal manera que exista una ruta claramente establecida a la solución de las peticiones.

**Ilustración 4.**  
*Árbol de problemas.*



*Nota. Elaboración propia.*

En ese sentido, resultará importante satisfacer las demandas de los estudiantes a partir de la implementación de procesos administrativos que incrementen la agilidad de respuesta a las peticiones, descartando todas aquellas tareas que no añaden valor y entendiendo el enfoque en el estudiante como un elemento dinamizador entre lo que satisface su solicitud y la calidad de la

respuesta, no necesariamente movilizándolo a las personas a trabajar más rápido, sino eliminando “movimientos” o actividades innecesarias.

Para ello, se requiere una mirada al enfoque organizacional, que conciba la organización como un sistema que opera de manera transversal -no jerárquica vertical- que valora los procesos de liderazgo y autorregulación por encima del concepto de supervisión y jefatura, que tiene como centro del proceso al cliente, la satisfacción de sus necesidades y no a la tarea en sí misma; en suma, un enfoque por procesos.

En suma, con el propósito de incrementar la retención estudiantil y cumplir con lo estipulado en el reglamento estudiantil en cuanto a los tiempos de respuesta a las solicitudes estudiantiles es necesario la implementación de un modelo de Gestión de Servicio en la Universidad ECCI que aporte inicialmente a la reducción de los tiempos de respuesta y de esta forma solucionar las solicitudes que están ligadas a 9.771 estudiantes y requieren un tiempo de trámite consecuente con la complejidad de la tarea en sí misma.

### **1.3 Formulación del problema**

¿Cómo un modelo de mejoramiento fundamentado en Lean Service aportará a la estandarización de los procesos y la reducción de los desperdicios en el proceso de atención al estudiante en la Facultad de Ingeniería de la Universidad ECCI?

## **1.4 Objetivos de la Investigación**

### **1.4.1 Objetivo general**

Proponer un modelo de gestión de procesos en la Facultad de ingenierías y sus direcciones de programa de la Universidad ECCI, fundamentado en la filosofía Lean y las herramientas de Lean Service, que permita estandarizar los tiempos de respuesta a las solicitudes y disminuir demoras en la solución de las peticiones teniendo como centro del proceso de gestión a las personas.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Establecer un diagnóstico organizacional que permita conocer procesos y áreas clave para la implementación de Lean en la IES.
- Determinar las herramientas Lean pertinentes para la Universidad ECCI, teniendo en cuenta sus características económicas, educativas, sociales y curriculares.
- Proporcionar a la Universidad ECCI propuesta de mejoramiento de los procesos determinados en la fase diagnóstica, para el conjunto de tareas y actividades según lo definido por Lean Service y la metodología DMAIC.
- Determinar del costo actual de cada uno de los procesos y su posterior disminución a partir de la implementación de la propuesta.
- Validar el aporte en la disminución demoras en la solución de las peticiones en cada uno de los procesos objeto de estudio, mediante las herramientas Lean utilizadas en la propuesta de mejoramiento.



## 1.5 Justificación

De acuerdo con (Martínez Nogueira, 2000) en los últimos años la organización universitaria y su gestión se ha complejizado, en particular en lo relativo a aquellas dimensiones organizacionales y operativas relacionadas con tareas, recursos, procesos, productos, resultados e impactos; es decir, que más allá del ejercicio académico que le ocupa a la Universidad y su incidencia en el desarrollo social- productivo en el país, la administración de las instituciones reviste cada vez mayor eficiencia y efectividad, pues se requiere un permanente equilibrio entre la gestión académica, la gestión administrativa y la gestión social.

Para comprender su importancia, se cita de Baptista, lo siguiente:

“La universidad es una institución social porque son centros del saber, de trasmisión de conocimientos y de formación cultural que tiene sus normas, valores, organización y estructura que responden al escenario socioeconómico y político social donde descansa su actividad.” (Fabre Batista, 2005)

Por otro lado, la función de las universidades se orienta a la excelencia académica de sus egresados con base en las buenas prácticas pedagógicas, para que los estudiantes adquieran destrezas que les procuren su inserción efectiva al mercado laboral y, adicionalmente, se realicen investigaciones científicas, tecnológicas y de extensión social, conocidas como sus funciones sustantivas. (Villalba Benítez, 2017)

Por consiguiente, las mencionadas funciones sustantivas, orientan, definen la participación social, económica, política y ambiental de las organizaciones educativas, y le movilizan a la puesta en marcha de estrategias que promuevan la toma de decisiones de manera participativa, ágil y pertinente, para mejorar actividades como la formación profesional, la investigación científica y la extensión universitaria. (Fabre Batista, 2005)

En ese orden de ideas, la gestión universitaria invita a la “vigilancia de la coherencia entre su identidad, su orientación y su desempeño, reafirmando el sentido único al que deben responder las acciones, las respuestas a los desafíos contextuales y la resolución de las tensiones que enfrente y padezca” (Martínez Nogueira, 2000) lo que, en suma, sugiere la aplicación de modelos administrativos, gerenciales y de dirección que atiendan a los mencionados desafíos, que emergen precisamente de las dinámicas sociales en las que se encuentra inmersa la academia y que son tan cambiantes como los mismos procesos de evolución, crecimiento y desarrollo social; modelos administrativos que le garanticen mutua correspondencia entre sus funciones sustantivas, al tiempo que proyectan a la sociedad la responsabilidad social que le corresponde a la universidad y que deberá ser alcanzada en medio de sus actividades y operatividad diaria.

De allí ,según (Martínez Nogueira, 2000) se desprende la necesidad de proponer modelos de gestión universitaria que integren “procedimientos administrativos, procesos técnicos y la misión de las universidades como componentes estrechamente articulados. Valorando la democracia como forma de gobierno y la participación como estrategia administrativa; respetando la idiosincrasia de la universidad y de los contextos donde se inserta”

En consecuencia, la investigación planteada contribuirá a generar un modelo de gestión de procesos que se oriente a la mejora continua y la estandarización de las actividades administrativas de la Universidad ECCI; enfocado en la necesidad de brindar un mejor soporte a las funciones sustantivas de la universidad, realizar un trabajo de aseguramiento de la calidad de la gestión administrativa, renovar las prácticas existentes, acreditar los procesos administrativos y documentar el conocimiento adquirido, con especial observancia de los instrumentos de gestión utilizados para la consecución de los objetivos. (Martínez Nogueira, 2000)

### 1.5.1 De la Mejora continua en la Universidad ECCI

La Universidad ECCI sede Bogotá, realizó la transición a la norma ISO 9001:2015 otorgada por el ICONTEC (Instituto Colombiano de Normas Técnicas) y por IQNet, (Red de Certificación Internacional), a su Sistema de Gestión de Calidad; el alcance es el diseño y desarrollo de programas académicos y prestación de servicio en Educación superior en los niveles, tecnológico y profesional (pregrado, posgrado y extensión) en las facultades de Ingeniería, Ciencias Económicas y Administrativas, Artes, Humanidades y Ciencias de la salud.

Los principios básicos del Sistema de Gestión de la Calidad con base en ISO 9001 en cuanto a la política de calidad son: evaluación permanente y el mejoramiento continuo, desarrollo del talento humano, respeto, gestión racional de los recursos, información clara, pertinencia y buen vecino. Con estos principios la Universidad se compromete a definir, mantener y generar estrategias que le permitan operar lo establecido en su Misión y alcanzar lo propuesto en su Visión.

Por otro lado, los componentes son: Modelo de Autoevaluación, Sistema de Gestión de la Calidad, Sistema de Control Interno; son componentes planteados por la universidad ECCI, en donde participan estudiantes, docentes y administrativos, con el fin de recolectar información que permita proponer e implementar planes de mejora. (*Política de calidad / Universidad ECCI, s. f.*)

La mencionada norma ISO en el numeral 10,3 plantea el concepto de mejora continua, como el atributo que permite a la organización evaluar y retroalimentar constantemente sus procesos, con especial observancia en la consecución de sus objetivos bajo una política de calidad tangible.

La organización debe mejorar continuamente la conveniencia, adecuación y eficacia del sistema de gestión de la calidad. La organización debe considerar los resultados del análisis y la evaluación, y las salidas de la revisión por la dirección, para determinar si hay necesidades u oportunidades que deben considerarse como parte de la **mejora continua**. (ICONTEC, 2015).

En efecto, se considera la mejora continua como una oportunidad de la organización para aplicar sus procesos misionales con un enfoque en la visión organizacional soportada en la mejora

continua y en el perfeccionamiento de su operatividad diaria, oportunidad planteada como un principio en Lean Manufacturing y elemento clave para el desarrollo en positivo y la aplicación de las herramientas de la filosofía Lean; para ello resulta importante mencionar lo que al respecto indican Hernández Matías y Vizán Idoipe, 2013:

La mejora continua se basa en la lucha persistente contra el desperdicio. El pilar fundamental para ganar esta batalla es el trabajo en equipo bajo lo que se ha venido en denominar espíritu Kaizen, verdadero impulsor del éxito del sistema Lean en Japón. Kaizen significa “cambio para mejorar”; deriva de las palabras KAI-cambio y ZEN-bueno. Kaizen es el cambio en la actitud de las personas. Es la actitud hacia la mejora, hacia la utilización de las capacidades de todo el personal, la que hace avanzar el sistema hasta llevarlo al éxito. (Hernández Matías & Vizán Idoipe, 2013)

Así pues, existe mutua correspondencia entre la filosofía de Lean Manufacturing y el Sistema de gestión de calidad adoptado por la Universidad, por lo que un ejercicio investigativo que promueva la mejora continua y la estandarización en la ECCI como Institución de Educación Superior que persigue la consecución del reconocimiento de calidad de sus programas y de sus procesos institucionales, estaría justificado desde lo planteado en el Acuerdo 03 de 2014, artículo 3, numeral a, por parte del Consejo Nacional de Educación Superior.

Las características de alta calidad de una institución, desde la perspectiva de la acreditación, son referentes a partir de los cuales orienta su acción y supone retos de alta envergadura. En la actualidad, no es posible pensar la calidad de la educación superior al margen de los siguientes aspectos:

a) Una sólida cultura de autorregulación y autoevaluación orientada al **mejoramiento continuo**, razón de ser de la voluntariedad de la acreditación. (Consejo Nacional de Educación Superior, 2014)

Edwards Deming es uno de los autores que han abordado el concepto de mejora continua, concepto inherente al sistema de gestión de la calidad. En el año de 1940 se da inicio a varios estudios con el propósito de mejorar la calidad; estas ideas y conceptos se usan hoy y continúan generando resultados fiables, de superioridad y excelencia. El doctor Deming describe catorce

elementos para la calidad, uno de ellos ampliamente aplicable a los procesos académicos e institucionales.

Mejorar constantemente y para siempre. Esta afirmación apunta que la mejora continua siempre será una meta. La perfección no se alcanza nunca, pero intentaremos acercarnos a ella lo máximo posible. La mejora continua de procesos es un aspecto que nunca está finalizado, sino que continúa “para siempre”. (OMS, 2016)

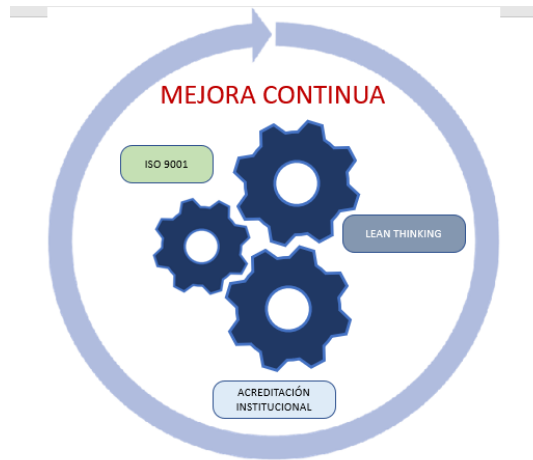
Entendiendo “proceso” como una serie de acciones enlazadas e interrelacionadas que permiten alcanzar un propósito o prestar un servicio; la mejora continua de procesos deberá ser para el entorno estudiado, a nivel gerencial, una estrategia sistemática y periódica que permea todas las actividades organizacionales para mejorar la calidad del servicio educativo y los elementos de entrada y de salida que componen la operatividad universitaria.

En consecuencia, se justifica el proyecto de investigación en la medida que se orienta hacia la propuesta de un modelo de Gestión del Servicio en la Facultad de Ingenierías y sus direcciones de programa, que cree valor en la Universidad ECCI, promueva la eliminación de desperdicios y aporte a la mejora continua de la organización; en concordancia con lo planteado en el sistema de gestión de calidad adoptado por la institución, la necesidad de facilitar el aseguramiento de la calidad, la oportunidad de conseguir el reconocimiento por parte del Estado a través del Consejo Nacional de Acreditación en adelante CNA, la consecución de sus objetivos y procesos misionales, el cumplimiento de las expectativas de los estudiantes y la aplicación de metodologías dispuestas para tal fin desde los constructos ingenieriles y la filosofía Lean.

Se justifica también, en la medida que permite identificar problemas en la atención a los estudiantes, hacer seguimiento a los procesos existentes, hallar debilidades en el sistema actual y aplicar acciones correctivas al flujo de trabajo y de información de la Institución, por medio de indicadores de calidad que promuevan la eliminación de desperdicios ocasionados por demoras en la atención y permitan reconocer en qué grado se satisfacen las necesidades del cliente.

## Ilustración 5

### *Relación acreditación institucional, lean thinking e Iso 9001*



*Fuente: Autoras*

En suma, se observa una relación recíproca entre uno de los principios más importantes de Lean Thinking, el sistema de gestión de calidad adoptado por la universidad y los propósitos de la acreditación institucional y esa correspondencia se da por medio del concepto **Mejora Continua**.

## 1.6 Delimitación

El trabajo de investigación se circunscribe a la Universidad ECCI, con especial enfoque en la Facultad de Ingenierías y sus direcciones de programa. Como se mencionó en el apartado correspondiente a la descripción del problema, esta facultad, representa el 52% del total de estudiantes y actualmente oferta 10 programas profesionales de Ingeniería y 12 tecnologías, de los cuales 3 programas se encuentran acreditados.

**Tabla 5.**  
*Clasificación programas y colaboradores.*

#	Sigla		Direcciones de Programa	Colaboradores
<b>1</b>	PROF	PRIA	Ingeniería Ambiental	3
<b>1,1</b>	TECN	TLDA	Tecn en Desarrollo Ambiental	
<b>2</b>	PROF	PRIB	Ingeniería Biomédica	2
<b>2,1</b>	TECN	TLEM	Tecno en Electro medicina	
<b>2,2</b>	TECN	TLMEB	Tecno en Mantenimiento de Equipos Biomédicos	
<b>3</b>	PROF	PRIE	Ingeniería Electrónica	2
<b>3,1</b>	TECN	TLSTC	Tecn en Soporte de Telecomunicaciones	
<b>3,2</b>	TECN	TLEI	Tecn En Electrónica Industrial	
<b>4</b>	PROF	PRIN	Ingeniería Industrial	4
<b>4,1</b>	TECN	TLPI	Tecn en Gestión de Procesos Industriales	
<b>5</b>	PROF	PRIM	Ingeniería Mecánica	4
<b>5,1</b>	TECN	TLMA	Tecn en Mecánica Automotriz	
<b>5,2</b>	TECN	TLMIP	Tecn en Mecánica Industrial	
<b>6</b>	PROF	PRIME	Ingeniería Mecatrónica	2
<b>6,1</b>	TECN	TLARI	Tecn en Automatización y Robótica Industrial	
<b>7</b>	PROF	PRIP	Ingeniería de Plásticos	1
<b>7,1</b>	TECN	TLPPL	Tecn en Procesamiento de Plásticos	
<b>8</b>	PROF	PRIQ	Ingeniería de Química	1
<b>8,2</b>	TECN	TLPQI	Tecn en Procesos Químicos Industriales	
<b>9</b>	PROF	PRIS	Ingeniería de Sistemas	3
<b>9,1</b>	TECN	TLDI	Tecn en Desarrollo Informático	
<b>10</b>			Ciencias básicas	2

*Nota. Clasificación programas y colaboradores. Facultad de Ingenierías ECCI 2021. Elaboración propia.*

La tabla 5 representa la distribución y clasificación de los programas de la facultad y da cuenta de los 24 colaboradores que soportan los distintos procesos en el área administrativa, no incluidos los maestros pues como es debido, su participación es mayoritariamente de carácter académico.

En ese sentido, los procesos analizados durante el estudio, involucran de alguna manera estos colaboradores, aunque desde la transversalidad de los procesos organizacionales, incide también el área de facturación, registro y control, admisiones y todas las demás oficinas que apoyan los procesos institucionales.

## **1.7 Limitaciones**

Las limitaciones advertidas durante la investigación obedecen a la situación de pandemia en el contexto temporal del año 2021, teniendo en cuenta que, las instituciones educativas se vieron en la necesidad de garantizar la operatividad académica en un escenario para el cual no estaba pensado el ejercicio pedagógico, con relación a los programas presenciales y al trabajo en casa. La crisis sanitaria obligó a un cambio sustancial de muchas de las operaciones que normalmente se realizaban de manera presencial y en las instalaciones de la universidad, lo que significó una mirada a partir de la incertidumbre que generó el modelo de trabajo y de prestación de servicios educativos, muchos de los cuales, en varias organizaciones prestadoras de servicios llegaron como una oportunidad de cambio y de mejora.

Lo anterior limitó también la recolección de la información mediante diarios de campo, notas de campo, observación directa a los colaboradores, cuestionarios y encuestas, y, obligó a repensar la operatividad institucional desde el retorno progresivo a las actividades, con un impacto positivo en las modificaciones promovidas desde lo digital.

Conviene señalar, que el área a intervenir es la Facultad de ingenierías de la universidad ECCI, a partir de la medición de tiempos de algunos de los procesos que allí se llevan a cabo durante todo el año en su sede principal, por lo que, la suspensión de actividades presenciales por parte de los colaboradores del área, trajo consigo la necesidad de hacer algunas pausas en el



avance del proceso investigativo, hasta el momento en que las operaciones pudieran ser normalizadas.

## 2 Capítulo II. Marco De Referencia

“No hay mejora sin estándares. El inicio de toda mejora es saber exactamente dónde está usted” Taiichi Ohno

En este apartado se brinda una aproximación a Lean Service, a partir de la literatura consultada, como filosofía proveniente de Lean Manufacturing; que permita reconocer sus características fundamentales y factores diferenciadores. Por otro lado, el marco legal que soporta el ejercicio investigativo y los estudios asociados a Lean Service en el ámbito académico.

### 2.1 Estado del arte

Uno de los primeros estudios que orientan la revisión teórica de esta investigación se denomina: Propuesta de una metodología de Lean service a través de las herramientas de Lean manufacturing para mejorar el proceso de servicio al cliente en una empresa de traslado de dinero. El estudio del año 2015 desarrollado en la Universidad de la Sabana, tuvo como objetivo general: “Proponer una metodología de adaptación de herramientas “Lean manufacturing” a una metodología de “Lean service” para una empresa de servicios que permita mejorar la satisfacción de sus clientes” (Sarmiento & Marina, 2015)

En la investigación se analiza la implementación de herramientas Lean en Colombia y en el mundo, posteriormente se hizo un diagnóstico de la empresa objeto del estudio con el fin de seleccionar la herramienta con mayor pertinencia. A partir de la herramienta seleccionada, se desarrolla la propuesta, se implementa, se elaboran los procesos de experimentación y finalmente se analizan los resultados.

En el estudio se concluye que, la implementación de herramientas Lean Service en la compañía, aportó al mejoramiento del lead time de atención de una solicitud de 34 días a 17 días, se optimizó el tiempo de atención de algunas peticiones de una (1) hora a 10 minutos y también se presentó mejoría en cuanto al tiempo de atención de otros procesos secundarios de 8 días a 3 días. (Sarmiento & Marina, 2015)

La siguiente investigación que aportó a la construcción de este documento, fue la realizada en la Universidad Javeriana en Bogotá, titulada: "Aplicación de los principios Lean del Toyota Production System para la mejora de tiempos de atención en el servicio de urgencias de un hospital de 4to nivel, Hospital Universitario San Ignacio, Bogotá D.C., 2018 – 2019" (Porta & María, 2020). El objetivo de este estudio se orientó a la aplicación los principios Lean en un Hospital, por lo que sus autores se concentraron en identificar el funcionamiento del servicio de urgencias del Hospital para así representar la atención del servicio en términos de procesos, líneas de producción y tiempos; lo que permitió realizar un diagnóstico del proceso de atención en urgencias y posteriormente ejecutar la representación de un diseño para la mejora organizacional con base en las herramientas Lean. (Porta & María, 2020)

Del estudio se concluye que las áreas con mayor congestión por rutas de atención, tras la utilización del diagrama de espaguetti fueron: triage, admisiones, consulta, toma de muestras y facturación. Adicionalmente, las áreas con mayor tiempo de espera (WT) fueron: consulta, toma de muestras, exámenes radiológicos, revaloración y facturación.

En efecto, se identificaron 23 actividades, que fueron clasificadas en los 7 desperdicios, estableciendo que las mudas con mayor porcentaje fueron: defectos con el 39% y procesos con el 30%. Como hallazgo fundamental, se identifica "mala distribución de espacios; falta de inventario en áreas como central de enfermería, toma de muestras y facturación; problemas tecnológicos;

mala comunicación con sus pacientes; no existe orden en el proceso de atención y falta de acompañamiento al paciente.” (Porta & María, 2020)

Finalmente, y luego de socializar los focos de demoras y desperdicios al personal del hospital, se recomienda la elaboración de sesiones Kaizen para establecer oportunidades de mejora y se recomienda la metodología Lean para mejorar la prestación de servicios en el sector salud.

Un tercer documento analizado para el abordaje de este estudio fue “Un análisis del impacto financiero sobre la implementación de Lean manufacturing en los restaurantes de la empresa dlk” (De la Torre, 2014). Este estudio, permite comprender la aplicación de las bondades de la metodología y su incidencia positiva en el área financiera de una compañía, con el propósito de comprobar que, al aplicar el sistema, los desperdicios podrían reducirse de forma significativa y, así, hacer uso de los recursos de manera más eficiente, bajando los costos e incrementando la utilidad operacional.

En la investigación se pudo comprobar que al implementar el sistema de producción Lean en la empresa de restaurantes, se redujeron los desperdicios y se tuvo un impacto en los costos de manera importante; se alcanzó una mayor rotación de producto en la organización de neveras, una toma de pedidos que va alineada con *just in time*, y una reducción en los inventarios. (De la Torre, 2014)

Otro documento que aporta al análisis de la cuestión es el estudio denominado “Implementación de los principios de Lean en una entidad pública de Colombia como herramienta para la competitividad. Caso: unidad administrativa facultad de ingeniería” (Sánchez Ojeda, 2019) En este, se tuvo como propósito principal aplicar la filosofía Lean en la facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia; en la etapa diagnóstica se revisaron los procesos de la

Gerencia Administrativa y Financiera de la universidad, se revisaron los macroprocesos, algunos documentos e información de diferentes facultades y finalmente, se hizo revisión interna de la Unidad administrativa de la Facultad de Ingeniería de los sistemas de información, documentación y procedimientos. (Sánchez Ojeda, 2019), y posteriormente, se aplicaron las herramientas: 5S, VSM. Kaizen, Controles visuales, poka-yoke y trabajo estándar.

De la investigación se pudo concluir que existe una diferencia sustancial entre la aplicación de las herramientas Lean a la manufactura y a una entidad pública por la relación entre funcionarios y contratistas, así como la renuencia de los colaboradores a los cambios que impliquen la modificación de sus funciones.

Por otro lado, fue sencilla la identificación de los desperdicios, pero no su impacto en las finanzas de la organización, situación promovida por dificultades en la medición, pues la valoración económica en una IES es diametralmente distinta a la de una empresa manufacturera.

Aun así, como resultado más evidente, se tiene la mejora en los procesos comunicacionales entre los colaboradores de la unidad administrativa y los coordinadores administrativos de proyectos.

Ya en términos de aplicación de las herramientas Lean al servicio educativo, se tiene el documento “Aplicación de Lean VSM (Value Stream Mapping) en el sector educativo. Revisión bibliográfica” de la Universidad Estatal de milagro, en Ecuador, (Alfaro León y Unda Rodríguez, 2018) el cual presenta como objetivo general “Explicar cómo se ha aplicado la técnica Lean VSM en el sector educativo en otros países”, teniendo en cuenta el impacto de la calidad educativa en el crecimiento en positivo de la sociedad.

Para ello, se tiene en cuenta lo planteado por Salazar et al. 2013:

Un sistema de educación superior de buena calidad es aquel que está orientado a satisfacer las necesidades del desarrollo social, científico, tecnológico, económico, cultural y humano del país; es promotor de innovaciones y se encuentra abierto al cambio en entornos institucionales caracterizados por la argumentación racional rigurosa, la responsabilidad, la tolerancia, la creatividad y la libertad; cuenta con una cobertura suficiente y una oferta amplia y diversificada que atiende la demanda educativa con equidad, con solidez académica, y eficiencia en la organización y utilización de sus recursos.” Salazar et al. 2013 Citado por (Alfaro León & Unda Rodríguez, 2018)

Se concluye que la herramienta utilizada mayormente es el Value Stream Mapping para mejorar la gestión académica y procesos institucionales, las instituciones mejoraron sus procesos reduciendo tiempos y costos, la herramienta facilita la identificación de estructuras subyacentes en la cadena de valor y aquellas actividades que no agregan valor, lo que permite formular acciones estructurales que agilicen el flujo de los procesos, con relación al flujo principal; para el cumplimiento de las metas planeadas. (Alfaro León & Unda Rodríguez, 2018)

Así mismo, el artículo "Universidades Lean": Contribución para la reflexión” (Araújo, 2011) de la escritora Portuguesa Patricia Araujo, pone de manifiesto la intención de motivar a las instituciones de Educación Superior a pensar en la posibilidad de poner en marcha un programa Lean, teniendo en cuenta que éstas, como cualquier otra organización, presentan desperdicios y requieren de una cultura organizacional enfocada en la mejora continua, haciendo énfasis en que estas mejoras se verán reflejadas en el futuro de la sociedad y de un país. (Araújo, 2011)

Tras hacer un estudio de seis universidades que han implementado la filosofía Lean, en Escocia, Shanghái, EEUU y Gales, se encontró que en todas se evidenciaban mejoras, pero también que es un trabajo arduo que requiere de un equipo de trabajo que se empeñe en

materializar los objetivos y sostenga el propósito a nivel de cultura en todas las áreas de desempeño, Estratégica, Táctica y Operativa.

Se expresa también que, en la universidad de St. Andrews, se formularon dos principios, mejora continua y respeto por las personas con los siguientes pasos: “El proyecto Lean de la Universidad de St Andrews pasó esencialmente por los siguientes pasos:

Homogenización de puestos, por ejemplo, el staff puede consultar cualquier petición de trabajo en cualquier computadora de la universidad, evitando la necesidad de regresar a su computadora para verificar las peticiones; (b) modificación en el proceso de solicitud de cartas de los estudiantes, en este caso las solicitadas por los estudiantes están disponibles y fue posible evitar 5 o 10 días de espera; (c) en la biblioteca, cualquier libro devuelto está ahora disponible en su lugar correcto cuatro horas después de la devolución, mientras que en 1994 se devolvían los libros a su lugar en un promedio de 21 a 210 horas; (d) modificación en los pedidos de licencias para investigación que permitieron eliminar más de 6,000 hojas de papel; (e) modificación en las notificaciones de aceptación, lo que permite informar después de dos semanas de la notificación inicial, lo que representó un ahorro de 150,000 libras.” (Araújo, 2011)

Estos cambios trajeron reducción de costos y de tiempos de espera, lo que se denomina un desperdicio en la filosofía Lean o una “muda”.

Advierte que, en la investigación se presentan solo 6 casos exitosos de muchos que hay alrededor del mundo, sin embargo, reflexiona que el nivel de conformismo, la resistencia al cambio, el “tradicionalismo anticuado” y la necesidad de mantenerse en los lugares conquistados, impiden que muchas instituciones se decidan por la implementación de Lean y pone de manifiesto el impacto del adagio: “*en casa del herrero, cuchillo de palo*”; es decir, en las

universidades se enseñan las bondades Lean Thinking, pero no se aplican claramente a los procesos organizacionales In situ. (Araújo, 2011)

Por su parte el documento “Lean Service: Reassessment of Lean Manufacturing for Service Activities” valora los beneficios de la filosofía Lean en la industria, sin embargo, cuestiona los resultados de su aplicación y su efectividad cuando se aplica a productos intangibles. (López et al., 2015)

El estudio cobra relevancia en la medida que redefine el valor y el concepto de residuo, una mirada a las características inherentes al servicio: intangibilidad, perecibilidad, inseparabilidad, variabilidad y carencia de propiedad. Con base en este enfoque, se realiza un análisis del valor del servicio que se ofrece al cliente y del *ciclo de vida del cliente* (proceso de principio a fin). Así mismo, se evalúan las metodologías Lean para ampliar su aplicabilidad al entorno de servicio. De este estudio se ampliará la información más adelante en el apartado correspondiente a la caracterización de las empresas de servicios.

Finalmente, entre la literatura revisada para la construcción del estudio, se tiene el documento “Education for lean & lean for education: a literature review” (Vukadinovic et al., 2017), en el que autores de la Universidad de Kragujevac, en Serbia, analizan cómo la preparación de ingenieros en entornos Lean puede formar profesionales calificados que beneficien a las empresas por medio de la aplicación y el conocimiento a fondo de las herramientas de la metodología, mediante el análisis de la relación entre la filosofía Lean y la educación en ingeniería.

En el documento se reconoce la aplicación de la filosofía Lean en diferentes entornos de la industria y la manufactura, y, además en el entorno educativo; aplicación en actividades tanto administrativas como académicas, registrando su contribución a la sostenibilidad de las



universidades en la medida en que se proporciona un marco de desempeño que promueve mejores prácticas.

Indican los autores que, la aplicación de las herramientas Lean puede mejorar el sistema educativo y también favorecer la capacitación de ingenieros calificados y con la formación adecuada para traer beneficios a las empresas y, específicamente a las instituciones educativas, pues proporciona métodos, herramientas y enfoques que podrían utilizarse para mejorar el proceso educativo hacia un sistema educativo racional y óptimo que está libre de todo tipo de desperdicios, entre los miembros de la comunidad educativa: Estudiantes, maestros y colaboradores. Así, los beneficios para la IES incluyen reducción de costos, menor tiempo de ciclo, eliminación de demoras, mayor nivel de satisfacción para estudiantes y profesores, mejor desempeño de los colaboradores, satisfacción laboral y mejora general del proceso de la organización. (Vukadinovic et al., 2017).

En líneas generales, la literatura consultada permite entrever las bondades de la aplicación de Lean Thinking a los procesos de las empresas de servicios; aunque mayoritariamente sus conceptos y herramientas han sido aplicadas a organizaciones industriales, las empresas de servicios también presentan despilfarros, insatisfacción de sus clientes internos y externos, actividades que no crean valor y generan sobre costos, elemento ampliamente abordado y perseguido por la metodología Lean.

## **2.2 Marco Teórico**

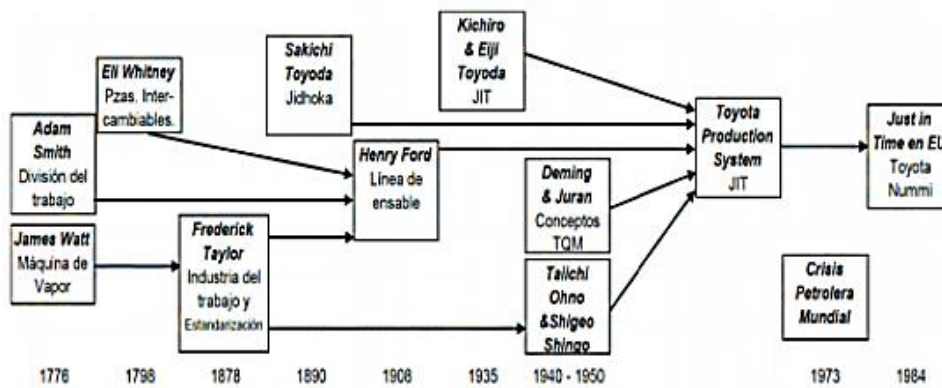
Lean es un vocablo o palabra inglesa que significa “esbelto” (delgado, proporcionado, ágil) elemento que traducido a los procesos productivos o de servicio al cliente, implica flexibilidad y agilidad (Rajadell Carreras & Sánchez García, 2010); metafóricamente, se puede equiparar con lo que sucede con el cuerpo de los individuos que carecen de “grasa corporal” y

tienen una “figura esbelta” que les permite ser ágiles, sanos, vigorosos, saludables, diametralmente opuesto a la “gordura” u “obesidad” que se traduce en afecciones corporales, impacto psicológico, social, dificultades de movimiento, baja autoestima, entre otros. Su ápice es la eliminación de todos aquellos procesos o actividades que no añaden valor o que sean identificados como desperdicios.

Por su parte, el término Lean Service fue abordado en la publicación realizada por Womack y Jones en 1996. En esta comenzaron a verse los primeros pasos de la aplicación de la filosofía Lean en múltiples sectores, diferentes al industrial; entretanto, Bowen y Youndahl en 1998 son considerados los primeros investigadores que analizaron las técnicas de Lean Production en organizaciones dedicadas a la prestación de servicios, relatando estudios de casos y probando aciertos de lo que luego se denominaría Lean Service, reconocidos como los padres de esta filosofía (Arango Vásquez & Rojas López, 2017)

La filosofía Lean surge a partir del desarrollo de mejoras en modelos de producción tales como la creación del sistema de partes intercambiables por Eli Whitney, la administración científica del señor Frederick Taylor y la cadena de ensamblaje de Henry Ford; el término Lean Production fue dado a conocer por los autores Womack, J.P., Jones, D.T. and Roos (1990) en el libro “*The machine that change the world*” donde se presentó el resultado de un proceso de investigación, análisis y comparación de la productividad y calidad de las empresas productoras de vehículos a motor entre Europa, Estados Unidos y Japón. (Arango Vásquez & Rojas López, 2017). La siguiente ilustración da cuenta de la evolución en el tiempo de Lean manufacturing y los autores que aportaron a su construcción.

*Ilustración 6. Línea de tiempo Lean Manufacturing.*



*Nota. Fuente (Socconini, 2019).*

Este estudio, arrojó un resultado positivo para las plantas japonesas, utilizaban “la mitad del esfuerzo humano, mitad del espacio de manufactura, mitad de la inversión en herramientas, menos de la mitad del inventario en la planta; se tenía un menor número de defectos y se producían una mayor variedad de bienes” (Dahlgaard & Mi Dahlgaard-Park, 2006). Citado por (Arango Vásquez & Rojas López, 2017), es decir, aunque utilizaban menos recursos, el sistema de producción era más efectivo y generaba mejores resultados.

Dichos resultados, como consecuencia de una estrategia de manufactura denominada Lean Manufacturing (manufactura esbelta) o sistema de producción Toyota, manufactura enmarcada en un proceso continuo y sistemático de identificación y eliminación de desperdicios, todas aquellas actividades que no agregan valor a un proceso, pero si generan costos y trabajo. (Socconini, 2019)

Las organizaciones Lean se convierten en entidades esbeltas y ágiles, con gran capacidad de adaptación ante las dinámicas del entorno, un entorno caracterizado por una constante incertidumbre, que exige solución a problemas desconocidos, organizaciones inmersas en fenómenos sociales, políticos y económicos inmanejables y escenarios nunca pensados. De igual forma, Lean manufacturing promueve cambios desde adentro, ancla su estrategia en la cultura empresarial de tal forma que sea promovida la participación activa del personal a partir de mejoras

y ajustes incrementales dados por iniciativa propia, los colaboradores detectan anomalías y toman decisiones sobre estas.

De a poco, se han ido fundamentando diversas vertientes y aplicaciones Lean:

- Lean Manufacturing (manufactura ágil).
- Lean Government (administraciones públicas ágiles).
- Lean Office (oficinas ágiles).
- Lean Healthcare (hospitales ágiles).
- Lean Hotel (hoteles ágiles).
- Lean Design (diseño ágil).
- Lean Logistics (logística ágil).
- Lean Accounting (contabilidad ágil). (Socconini, 2019)

Sin embargo, para el proceso que nos ocupa, conviene analizar las características del Lean Service con enfoque en las Instituciones de Educación Superior.

El termino Lean Service fue abordado en la publicación realizada por Womack y Jones en 1996. En esta comenzaron a verse los primeros pasos de la aplicación de la filosofía Lean en múltiples sectores, diferentes al industrial; entretanto, Bowen y Youndahl en 1998 son considerados los primeros investigadores que analizaron las técnicas de Lean Production en organizaciones dedicadas a la prestación de servicios, relatando estudios de casos y probando aciertos de lo que luego se denominaría Lean Service, reconocidos como los padres de esta filosofía (Arango Vásquez & Rojas López, 2017)

### 2.2.1 Principios de Lean

Nacional Institute of Standards and Technology (NIST) define la fabricación Lean como “un enfoque sistemático para identificar y eliminar la pérdida dentro de la producción mediante la mejora continua, haciendo que fluya el valor del producto en la misma dirección que la demanda del cliente para alcanzar la perfección.” (Asturias corporación universitaria, 2018) en este sentido, abarcaría todos los procesos a nivel empresarial incluidas sus actividades de producción, administración, cadena de suministro y servicios.

Así, los principios básicos de Lean, o una gestión basada en Lean son los siguientes:

1. Valor: Determinar el valor para los clientes (eliminar desperdicios)
2. Cadena de valor: Identificar el mapa de la cadena de valor (VSM) para cada servicio
3. Flujo: El proceso debería facilitar el flujo continuo de elementos e información desde el inicio hasta la terminación del proceso en un plazo mínimo de tiempo
4. Sistema pull: realizar acciones e iniciar procesos relacionados directamente con la demanda real del cliente
5. Mejora continua: La continua reevaluación de toda la cadena de valor es esencial para eliminar las actividades que no añaden valor. (Asturias corporación universitaria, 2018)

Teniendo en cuenta la actividad económica de la Universidad ECCI, Institución de Educación Superior objeto del presente estudio, se encuentra que podrían aplicarse a ella las características propias de Lean service, sin embargo, antes de adentrarnos a Lean service resulta importante exponer: ¿cuáles son las características generales de un servicio?

## 2.2.2 Características generales de las organizaciones de servicios

Las organizaciones que brindan servicios son aquellas que ofrecen intangibles, con el fin de satisfacer una necesidad del ser humano, aunque para ello se valen de múltiples recursos físicos, tecnológicos y de infraestructura; se sirven de redes de personas que por medio de la ejecución de tareas y múltiples actividades proporcionan satisfacción a un cliente o suplen una necesidad. En el caso de las instituciones de Educación, se ofrecen servicios especializados, por medio de personal calificado, aunque su operación no sea con fines de lucro.

Según López las características de los servicios, serían las siguientes:

- Intangibilidad: la calidad de un servicio se basa en los sentimientos y expectativas del cliente.
- Inseparabilidad: La generación y el consumo del servicio ocurren simultáneamente.
- Variabilidad y heterogeneidad: los recursos transformados son información, conceptos e ideas. Variabilidad resulta en la falta de un nivel de calidad consistente, homogéneo y repetitivo.
- Perecederos: los servicios no se pueden producir y almacenar para venderlos en una etapa posterior. (López et al., 2015)

Por lo tanto, resulta importante revisar la pertinencia de la aplicación de las herramientas Lean aplicadas en la Industria, frente a las que pueden o deben ser usadas en el sector servicios, más aún, en instituciones educativas cuya misionalidad es de carácter social, público y no meramente productivo o lucrativo, con enfoque en productividad y rentabilidad. Por lo tanto, los métodos Lean deberían ser reevaluados antes de aplicarse a una organización de servicios. (López et al., 2015)

### 2.2.3 Características asociadas a Lean service

Son atributos determinantes de Lean service los siguientes, según lo que indica López, 2015:

- Especificar qué crea valor: el valor se puede considerar en el entorno del servicio como la necesidad que el servicio puede cubrir para el cliente final. Por tanto, debe ser definido por el cliente.
- Identificar el flujo de valor: en el servicio, el valor es creado principalmente por las necesidades del cliente, por lo tanto, el valor del flujo es constituida por la secuencia de actividades que posibilita su satisfacción.
- Flujo: Se enfoca en la optimización del movimiento continuo a través de la secuencia de actividades de servicio que genera valor, tal como lo percibe el cliente.
- Pull: en un entorno de servicio, pull significa distribuir la demanda del cliente a lo largo del flujo de valor, entregando solo lo que realmente demanda el cliente.
- Esfuerzo por la perfección: su traducción al servicio debe centrarse en la perspectiva del cliente entregando exactamente lo que quiere el cliente, exactamente cuándo lo quiere.

(López et al., 2015)

#### Desperdicios

En líneas anteriores se ha mencionado el término “desperdicio”, considerado como todo aquello que no agrega valor al producto o servicio, de este modo en la filosofía Lean y según Tejada, 2011 se advierten 8 desperdicios:

1. Sobreproducción. Hacer el producto antes, más rápido o en cantidades mayores a las requeridas por el cliente, ya sea interno o externo.
2. Demoras o tiempo de espera. Operarios o clientes esperando por material o información.

3. Inventario. Almacenamiento excesivo de materia prima, en proceso o terminada. Ocupan espacio y requieren de instalaciones adicionales de administración y administración.
4. Transporte. Mover material en proceso o producto terminado de un lado a otro. No agrega valor al producto.
5. Defectos. Reparación de un material en proceso o repetición de un proceso.
6. Desperdicios de procesos. Esfuerzo que no agrega valor al producto o servicio desde el punto de vista del cliente.
7. Movimiento. Cualquier movimiento de personas o máquinas que no agreguen valor al producto o servicio.
8. Subutilización del personal. Cuando no se utilizan las habilidades y destrezas del personal (habilidad creativa, física y mental) (Tejeda, 2011)

Según lo analizado en el diagnóstico del capítulo 1 y plasmado en el árbol de problemas, en la Universidad ECCI se encuentran: Demoras o tiempos de espera, Reprocesos (defectos), Desperdicios de procesos y Movimientos, 4 de los 8 desperdicios desarrollados en la filosofía Lean y que según la literatura consultada incrementan costos, inciden en la percepción del “cliente” e impiden la consecución de calidad en la prestación del servicio. Ahora bien, las metodologías Lean luchan por alcanzar el mayor nivel Sigma, lo que significa que su porcentaje de rendimiento es máximo y el desperdicio mínimo. (The council for Six Sigma Certification, 2018)

#### **2.2.4 Estandarización**

En palabras de (Hernández Matías & Vizán Idoipe, 2013) estandarizar supone seguir un método para ejecutar un determinado procedimiento de tal forma que la organización y el orden sean elementos que se materialicen en la producción de objetos o en la prestación de un servicio.



Según los autores, un estándar es la manera más práctica y fácil de trabajar para los colaboradores o implicados en los procesos, ya sea mediante un documento, un papel, una fotografía o un dibujo.

De allí que la estandarización sea considerada como una herramienta prevista para instaurar acuerdos organizacionales acerca de la forma de hacer una cosa, por medio de herramientas administrativas o ingenieriles; así el propósito del estándar es suministrar las instrucciones precisas y claras para la ejecución de tareas, eliminando la subjetividad del colaborador o la multiplicidad de formas o métodos que puedan aplicarse, pues, de otra manera, los productos y las actividades no tendrían lineamientos, restricciones o modelos predeterminados.

Para una correcta estandarización se deberán describir las actividades propias del trabajo o del proceso de manera clara, breve y específica, con el fin de facilitar el establecimiento de indicadores de desempeño que permitan cuantificar el cumplimiento del objetivo y de los niveles de calidad propuestos y esperados.

Ahora bien, el trabajo estandarizado requerirá capacitación continua y eficiente a los colaboradores para que apliquen los procedimientos establecidos y se facilite el seguimiento y verificación del cumplimiento del estándar.

Con la estandarización se espera que la universidad ECCI logre resultados visiblemente positivos en términos cuantitativos y cualitativos, utilizando adecuadamente los recursos con que cuenta, facilitando la operatividad de los procesos con la calidad previamente determinada.

### **2.2.5 El servicio educativo**

Las instituciones que prestan servicios educativos, independientemente del origen de sus recursos públicos o privados, dan un servicio a la sociedad. (Senlle & Gutiérrez, 2006); centrado en la preparación de sujetos idóneos para desempeñarse en una actividad de la cual se beneficiará

el Estado, las empresas y las demás personas, por tanto, quien aprovecha el servicio educativo es directamente la sociedad.

De aquí que la calidad de este servicio favorece el desarrollo, mejora las condiciones de vida de las personas, aporta al crecimiento ciudadano, contribuye al conocimiento científico, tecnológico; y, promueve armonía entre quienes componen el sistema social; de otra parte, la carencia en la calidad en el servicio impide la formación de ciudadanos competentes, motiva la deserción, suscita un rezago científico y tecnológico e incentiva la falta de presupuesto para la educación.

Con referencia directa, al impacto que trae consigo la educación desprovista de calidad, conviene decir lo siguiente:

La calidad es gratis (Crosby) lo que cuesta es hacer las cosas mal, tener que revisarlas, arreglarlas o repetirlas, tener trabajo extra, falta de conformidad, consumo de tiempo, energía, esfuerzo, desánimo, desmotivación, repetición de tareas, aumento de costes, desviación del objetivo, no logro de resultados.

Es injusto hacer un trabajo y tenerlo que repetir porque está mal hecho, y cuando de calidad en la educación se trata, es más grave aún porque influye en la vida de las personas. (Senlle & Gutiérrez, 2006)

Una educación superior que se imparte sin la calidad esperada es más difícil de percibir por el consumidor que cualquier otro producto adquirido en el mercado, y su impacto negativo tendrá graves consecuencias a la sociedad, mayores incluso, que al sujeto en sí mismo. Si en un momento se piensa en los arquitectos que diseñan las viviendas y edificios, los médicos que tratan enfermedades y los pilotos que operan aviones, una mala calidad educativa desdibuja el propósito

del saber hacer y los atributos y competencias esperadas en el individuo en tanto sea llamado “profesional” o aquel que trabaja en un área concreta y especializada, con amplios conocimientos adquiridos por medio de la instrucción universitaria

### **2.3 Marco legal**

Teniendo en cuenta la Misión de la Universidad ECCI, es pertinente exponer que, aunque se trata de una organización privada, sus operaciones no tienen ánimo lucrativo y, por tanto, no es oportuno proponer un análisis con fines empresariales o de rentabilidad; en términos generales las universidades no constituyen actividad económica alguna, sino que persiguen principios constitucionales y sociales.

La ley 30 de 1992, encargada de regular el servicio público de la educación superior, en su artículo 1 dice lo siguiente:

Artículo 1° La Educación Superior es un proceso permanente que posibilita el desarrollo de las potencialidades del ser humano de una manera integral, se realiza con posterioridad a la educación media o secundaria y tiene por objeto el pleno desarrollo de los alumnos y su formación académica o profesional. (Ley 30 de 1992, 1992)

La educación superior tiene como objetivo fundamental el desarrollo – crecimiento- de los alumnos, se trata de un servicio público que es inherente (esencial) a la finalidad social del Estado; esto citado de manera literal en su artículo 2.

El artículo 4 establece el marco de acción de la educación superior, resumido en cuatro elementos: libertades de enseñanza, de aprendizaje, de investigación y de cátedra y, así mismo, el

artículo 6 determina los objetivos de la educación superior, en ellos se excluye completamente una finalidad de carácter económico, productivo o lucrativo, condición establecida expresamente en el artículo 98, de la misma ley: “Artículo 98. Las instituciones privadas de Educación Superior deben ser personas jurídicas de utilidad común, sin ánimo de lucro, organizadas como corporaciones, fundaciones o instituciones de economía solidaria.” (Ley 30 de 1992, 1992)

No obstante, el numeral c del artículo 6 indica lo siguiente: c) Prestar a la comunidad un servicio con calidad, el cual hace referencia a los resultados académicos, a los medios y procesos empleados, a la infraestructura institucional, a las dimensiones cualitativas y cuantitativas del mismo y a las condiciones en que se desarrolla cada institución. (Ley 30 de 1992, 1992)

En ese caso, se tiene que la misma ley hace una invitación a la prestación de servicios con calidad, en términos de medios y procesos institucionales, por lo que, cualquier institución dedicada a la prestación de este servicio, está llamada a velar por el cumplimiento de condiciones de calidad.

### **2.3.1 Acreditación institucional**

La acreditación institucional es un reconocimiento que concede el Estado sobre la calidad o excelencia de un programa o institución educativa a partir de un proceso previo de análisis y evaluación en el que participan la IES, las comunidades académicas y MEN por medio del Consejo Nacional de Acreditación CNA. (Proceso de Acreditación Universidad ECCI, 2021)

Esta acreditación garantiza y certifica la relación entre los objetivos institucionales, el proyecto educativo y la pertinencia de sus programas de cara a las necesidades del país y al desarrollo social y colectivo, y en esa relación, verifica el cumplimiento de sus procesos

misionales, la huella en los educandos, las buenas prácticas pedagógicas y educativas, y, en suma, su posterior impacto en el sector externo desde lo académico, social, científico y tecnológico.

Como mayor beneficio obtenido en el proceso de acreditación, es la confianza que se brinda a los usuarios o estudiantes de que la formación profesional que allí se imparte es de calidad, se basa en planes y proyectos fuertes, sostenibles en el largo plazo y con un futuro prominente tanto en el mercado laboral, como en la idoneidad del servicio que estarán en capacidad de prestar sus egresados a la sociedad.

En consecuencia, refleja el compromiso por parte de la institución de mejorar sus procesos administrativos y académicos, la correcta organización y distribución de sus recursos económicos y financieros, el uso apropiado y pertinente de su capacidad instalada, la inversión estructural e íntegra de los dineros y el desarrollo, aporte a los procesos de investigación.

### 3 Capítulo III. Marco Metodológico

"No hay nada tan inútil como hacer con gran eficiencia algo que no debería haberse hecho en absoluto" Peter Drucker

En esta sección se pone de manifiesto el proceso metodológico desde dos esferas, la esfera investigativa propia del ejercicio académico y la metodológica propuesta desde Lean Service, así, se detallan los elementos base para el desarrollo del proyecto en cuanto a recolección de información, análisis de datos, caracterización del universo investigativo y aplicación de las herramientas ingenieriles que se consideraron pertinentes a la solución de las problemáticas identificadas en el árbol de problemas, reflexionando siempre sobre el alcance de la mejora continua y la estandarización propuesta por la filosofía Lean.

Las actividades que se prevén son las establecidas por el método cuantitativo de investigación: planteamiento de la idea, planteamiento del problema de investigación, revisión de la literatura y desarrollo del marco teórico (Hernández Sampieri et al., 2014) bajo una perspectiva de prestación del servicio educativo. Adicionalmente, la aplicación de la metodología ingenieril determinada en etapas y fases, que serán descritas en el numeral 3,6.

#### 3.1 Paradigma investigativo

El paradigma investigativo que orienta el ejercicio, posee atributos propios del positividad, paradigma en el cual las realidades son susceptibles de reflexión y los resultados considerados como probablemente verdaderos.

Ontológicamente, este paradigma reconoce la realidad desde sus límites aprehensivos, por la propia imperfección del ser humano y los fenómenos que le son incontrolables, por tanto, en el proyecto “Hacia una universidad Lean”, se considera adecuado éste paradigma como ápice del proceso investigativo, ya que los métodos y herramientas Lean determinadas como pertinentes representan carácter contextual, inclusivo y experimental, en las que influyen las emociones y las experiencias tanto de los estudiantes en su rol de clientes, como de los colaboradores de la facultad como responsables de la ejecución de los procesos que se encuentran en estudio, sujetos activos en la prestación del servicio.

Desde la epistemología, los hallazgos de un proceso investigativo post-positivista, aunque objetivos, están dispuestos a admitir razonamientos cualitativos fruto de la observación del investigador, aunque el mismo no influirá en los datos de manera holística y menos aún, de manera subjetiva. (Ramos, 2015)

En términos metodológicos, este paradigma se construye en una relación mutua entre sujeto y objeto desde los diseños experimentales y la manipulación de los datos bajo el enfoque cuantitativo, de este modo, encontramos nuevamente puntos de encuentro entre el paradigma y las herramientas Lean, algunas de carácter cuantitativo como Six Sigma que es una estrategia para cualificar los procesos mediante el uso de métodos estadísticos y otros instrumentos de carácter analítico, que permiten confrontar los problemas organizacionales y les impiden obtener mejores resultados.

Por otro lado, herramientas como el VSM, un mapa o representación gráfica que permite visualizar, analizar y mejorar el flujo de los procesos; instrumento que adquiere una connotación híbrida, entre lo observable y lo medible, rescatando ese atributo del paradigma que permite

significados e interpretaciones de los datos de manera reflexiva y no meramente cuantitativa. (The council for Six Sigma Certification, 2018)

### **3.2 Enfoque de Investigación**

La metodología que se propone para el Desarrollo del proyecto es la Investigación Cuantitativa, la cual según Hernández Sampieri ostenta una perspectiva y enfoque particularizante orientada hacia instrumentos numéricos (Hernández Sampieri et al., 2014). Para el caso que nos ocupa, se considera pertinente este enfoque de investigación, porque se tomarán en cuenta técnicas mayoritariamente cuantitativas (Medición de procesos, medición y cálculo de desperdicios, mapeo de procesos) y distintas clases de evidencia.

Aunque, en mutua correspondencia con el paradigma investigativo, las posibles soluciones a los problemas encontrados admitirán elementos interpretativos y de reflexión frente a los tiempos, las demoras y elementos que inciden en el desempeño de los colaboradores, y que generan algunas diferencias en el modo de realizar las tareas, escenario que impide la estandarización de algunos procesos.

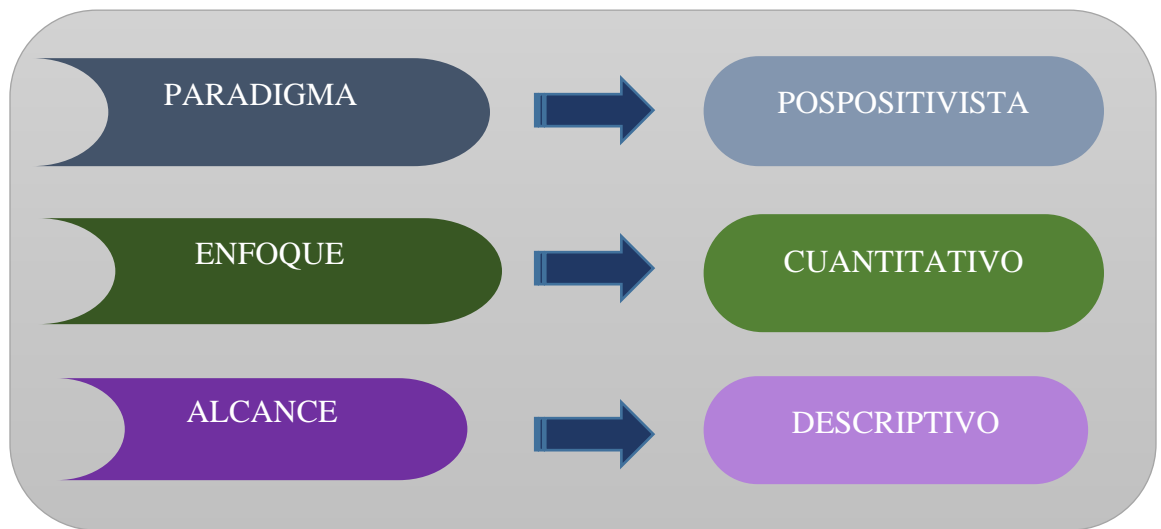
### **3.3 Alcance**

Dada la naturaleza del paradigma, el enfoque investigativo y, considerando las características del proyecto, se considera un alcance de tipo descriptivo, el cual, según Lerma, describe el estado, las características, factores y procedimientos presentes en fenómenos y hechos que ocurren, aunque no precisa las relaciones entre los tales, es decir, a diferencia del alcance de la investigación correlacional o explicativa, no permite la demostración de hipótesis, ni la predicción de resultados, aunque si posibilita la cuantificación de la magnitud del fenómeno. (Lerma, 2012)



Para Lerma (2012) este alcance investigativo, facilita la caracterización global del objeto de estudio, y, pueden ser utilizadas herramientas estadísticas como tablas, diagramas de frecuencia, distribuciones de frecuencia, medidas de tendencia central, de dispersión y correlación (pág,62) , sin que ello implique adentrarse a un alcance correlacional propiamente dicho.

**Ilustración 7.**  
*Diagrama general.*



*Nota. Diagrama general. Tipología investigativa. Fuente: elaboración propia.*

### 3.4 Fuentes de información

Para la revisión de la literatura alrededor del tema, inicialmente se consultaron aproximadamente 200 referencias según las palabras clave: Lean Manufacturing, Lean service, procesos, procedimientos, desperdicios; en bases de datos, buscadores, repositorios de universidades y revistas científicas; estas referencias se archivaron y trabajaron en el gestor bibliográfico Zotero<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> Zotero es un programa para gestión de referencias bibliográficas. Se trata de una extensión libre para Firefox, en la que es posible recopilar, gestionar y referenciar investigaciones de diferentes tipos a partir de la

A partir del filtrado inicial de referencias se determinaron las referencias clave, analizadas con el fin de identificar sus aportes al ejercicio investigativo y la importancia de la referencia respecto al tema de investigación.

Estos pasos sugieren una aplicación del método deductivo, que permite una transición del tema objeto de investigación de lo general a lo particular; estableciendo el orden de las ideas que serían abordadas en este documento, facilitando la asociación de las herramientas Lean y su aplicación al sector de servicios educativo; permitió también, reconocer la relación de la abstracción teórica de los fenómenos industriales propios de Lean Manufacturing y su impacto en los procesos institucionales propios de una organización de servicios.

Finalmente, fue posible verificar la relación de Lean Thinking y su constructo teórico a la optimización de la prestación del servicio en la facultad de Ingenierías de la Universidad ECCI, con el propósito de descomponer, fragmentar el cuerpo de cada instrumento para reconocer sus principios constitutivos y comprender relaciones, asociaciones y diferencias entre las distintas herramientas implementadas en este proyecto.

### **3.5 Selección de la muestra**

En las investigaciones cuantitativas, resulta de gran importancia identificar las muestras de la población estudiada, con el propósito de, posteriormente, generalizar estos resultados a un universo más amplio (Hernández Sampieri et al., 2014). Para el caso que nos ocupa, conviene dar pasos en el análisis y seguimiento de algunos procesos de la Facultad de ingenierías, hallar

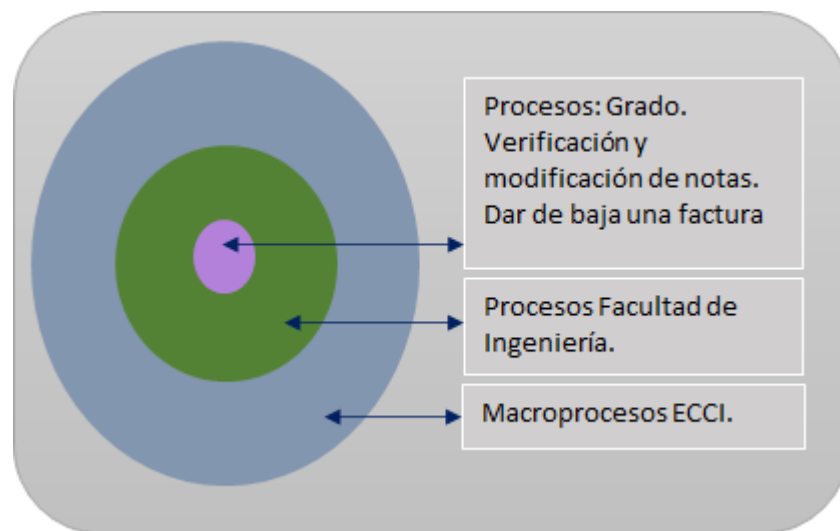
---

importación de datos directamente desde las páginas visualizadas en el momento. El software detecta automáticamente cuándo se consulta una fuente de información: tesis, artículo, revista, libros, u otros recursos de texto, audio y video, para guardar la información en un fichero incluyendo todos los datos de la referencia.

mejoras, replicarlas a los demás procesos, y, en prospectiva, tomar un camino “Hacia una Universidad Lean”.

La siguiente ilustración permite reconocer a grandes rasgos, los elementos que justifican la elección de la muestra y su relación.

**Ilustración 8.**  
*Identificación Universo, Población, Muestra.*



*Nota: Fuente: Elaboración propia.*

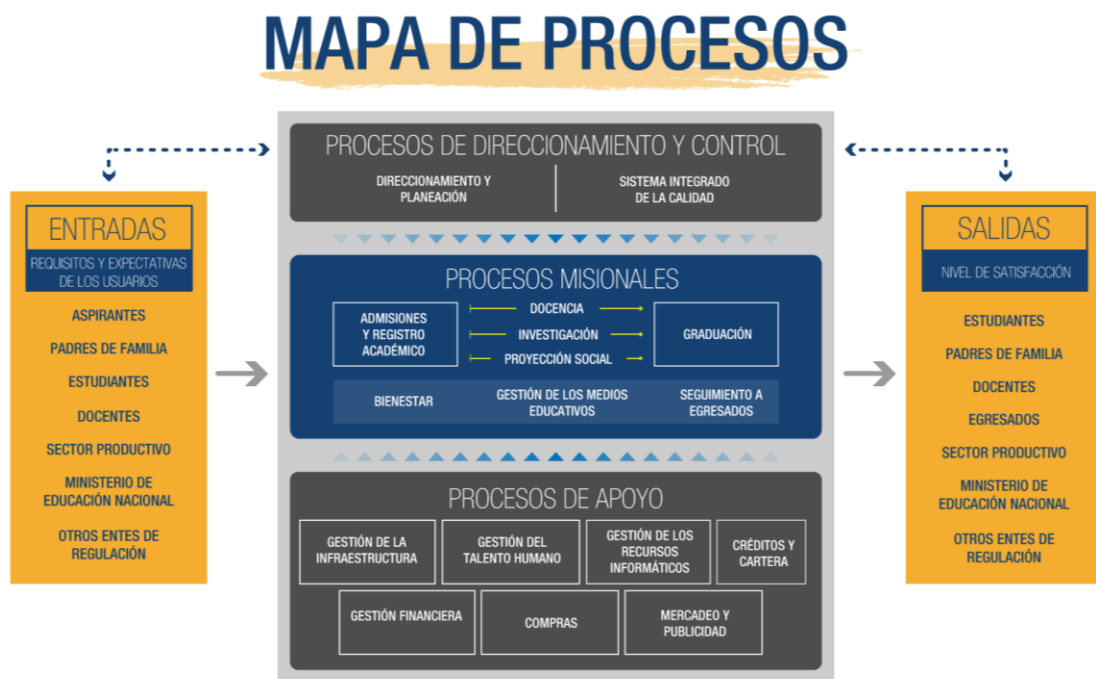
### 3.5.1 Universo poblacional

Está dado por la totalidad de elementos o individuos objeto de investigación, en el caso de este ejercicio, el Universo lo componen los Macroprocesos de la Universidad ECCI. Dada su naturaleza de servicio educativo, la institución basa su operatividad en procesos académicos y administrativos, a través de un andamiaje organizacional que le permite gestionar sus estrategias “con fundamentos en la optimización y maximización de los recursos institucionales, el

mejoramiento continuo y el desarrollo de procesos eficientes, eficaces y efectivos para prestar un servicio de calidad y llevar a cabo una gestión transparente”. (ECCI, 2021)

De la misma forma, en líneas anteriores se ha determinado que la piedra angular de este proyecto de investigación, es la propuesta de un modelo de gestión de procesos en la Facultad de ingenierías y sus direcciones de programa de la Universidad ECCI, por ello, resulta imperativo, conocer el Mapa de procesos de la universidad, que pone de manifiesto los macroprocesos de la organización.

**Ilustración 9**  
*Mapa de procesos.*



*Nota. Mapa de procesos ECCI, 2021. Fuente: Universidad ECCI*

Este mapa pone de manifiesto tres macroprocesos:

- Procesos de direccionamiento y control
- Procesos misionales

- Procesos de apoyo

De los cuáles, se obtienen 17 procesos interrelacionados que consolidan las relaciones de internas de la organización y afianzan sus alianzas externas. (ECCI, 2021)

### **3.5.2 Población**

La población considerada como un subgrupo del universo, está determinada por 2 procesos misionales de la Universidad ECCI Y 1 proceso de apoyo, conformados de la siguiente manera:

- ✓ Procesos Misionales: Estos procesos se relacionan con el propósito social de la institución, es decir, el servicio educativo, constituidos con especial apego a la normatividad vigente y el perfil proyectado de sus egresados.
- Docencia
- Graduación
- ✓ Procesos De Apoyo: Los procesos de apoyo son aquellos servicios administrativos que dan soporte al logro de la misión y visión de la Institución. (ECCI, 2021)
- Gestión Financiera

La siguiente ilustración describe los propósitos de cada uno de los procesos inmersos en el ejercicio investigativo.

**Ilustración 10.**  
*Diagrama general.*



Nota. Diagrama general. Procesos inmersos en el estudio. Fuente: ECCI, 2021. Elaboración propia.

### **3.5.3 Muestra**

La muestra, es un subconjunto de la población, a partir de la cual se recolectan los datos. (Hernández Sampieri et al., 2014), y, dado que el objetivo de esta investigación se orienta a estandarizar los tiempos de respuesta a las solicitudes con el propósito de disminuir demoras en la solución de las peticiones, fueron seleccionados como muestra, tres procesos, los cuales, según la tabla 4 deberían tener un tiempo de proceso entre 1 y 3 días, actualmente, tienen tiempos de ejecución superiores a 8 días.

Los procesos son los siguientes:

- ✓ Proceso para Dar de baja una factura en Arca
- ✓ Verificación y Modificación de Notas
- ✓ Proceso de grado

### 3.6 Instrumentos

Para obtener la información, se utilizan diferentes instrumentos de investigación tales como: Encuestas y entrevistas a los colaboradores de las direcciones de programa de la Facultad de ingenierías y se analizan documentos existentes tales como el PEI y el reglamento estudiantil, otros documentos son construidos a partir de la observación directa.

Para las encuestas diseñadas y aplicadas, se cuenta con la herramienta VoC Voice of the Customer, reconocida como elemento y concepto fundamental en muchos programas de calidad, la herramienta recopila comentarios del cliente, lo que hace que los datos de VOC sean fundamentales para proponer cambios desde su perspectiva antes, durante y después de los proyectos de mejora. (The council for Six Sigma Certification, 2018)

En cuanto a la revisión de literatura, se hace uso del software Zotero, referido en el apartado de Fuentes de información y, finalmente, para la implementación de Six Sigma, se utiliza el Software Minitab<sup>3</sup> y el programa Atlas. Ti<sup>4</sup> para la consolidación de los CTQ resultantes de la encuesta a estudiantes.

Todos estos, instrumentos utilizados con el propósito de hacer mediciones, identificar las características de los procesos tomados como unidades de observación, registrar los datos y finalmente analizarlos de manera objetiva.

---

<sup>3</sup> Minitab es un software que sirve para realizar análisis estadísticos. Es comúnmente usado en los procesos de mejora continua, en su mayor frecuencia usados en los procesos con la metodología Seis Sigma. Tomado de: <https://spcgroup.com.mx/los-seis-recursos-para-el-analisis-de-datos-con-minitab/>

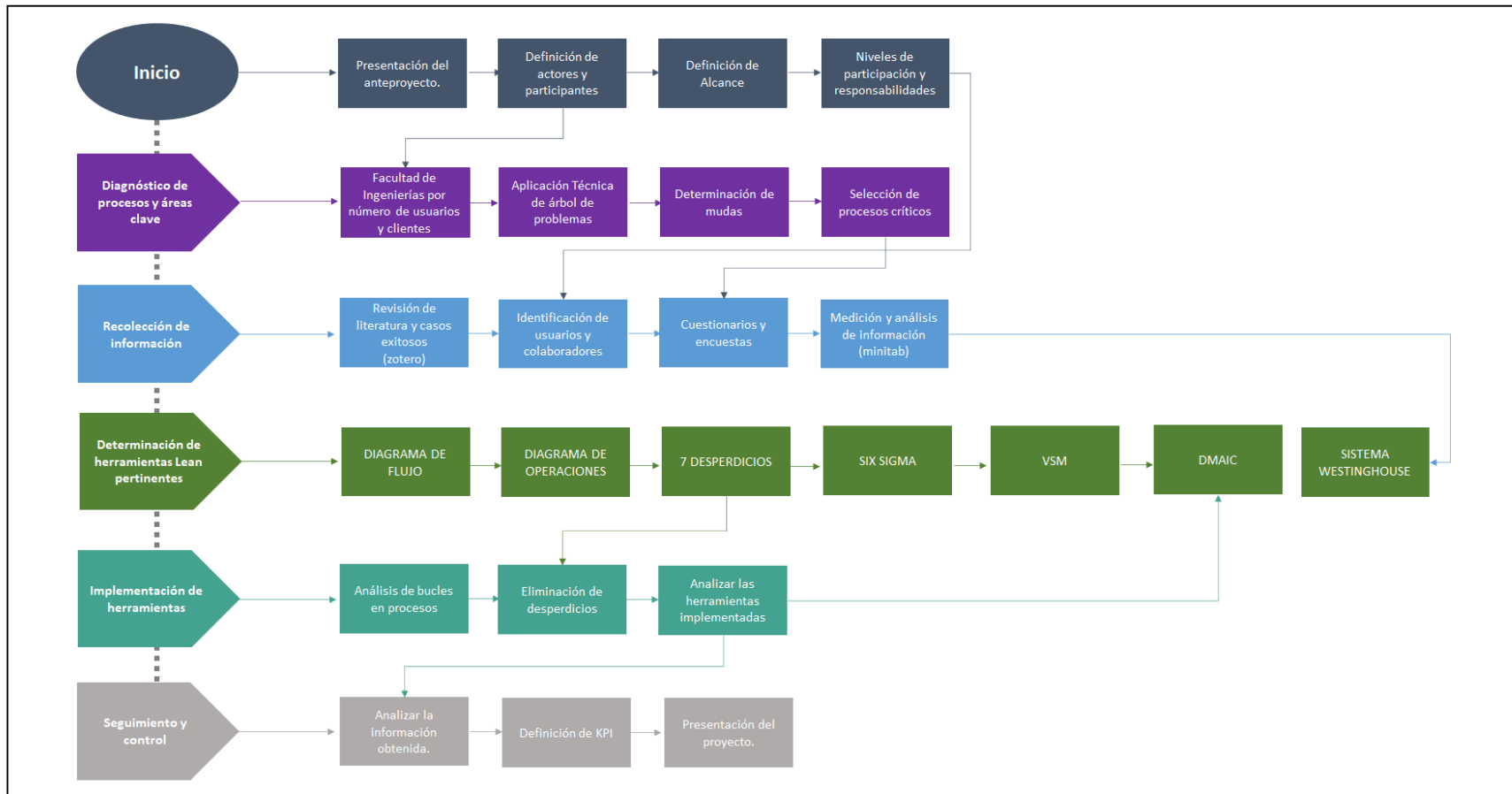
<sup>4</sup> Atlas. Ti es una herramienta de uso tecnológico y técnico creada con el objetivo de apoyar la organización, el análisis e interpretación de información en investigaciones cualitativas. El programa permite trabajar y organizar grandes cantidades de información en una amplia variedad de formatos digitales. Además de realizar su contraste y comparación, optimizando los tiempos en la investigación y aprovechando al máximo la información, los elementos de análisis y el trabajo en equipo. Tomado de: <https://n9.cl/6mh4n>

### **3.7 Metodología Lean y constructo ingenieril**

La metodología de implementación de Lean Service en la Universidad ECCI que se propone en un primer momento, se resume en la siguiente ilustración:



**Ilustración 11.**  
*Metodología Lean Service.*



*Nota. Metodología Lean Service. Fuente: Elaboración propia*

## **Tabla 6**

### *Descripción proceso metodológico. Etapa 1*

---

#### **ETAPA 1: INICIO**

---

##### **Fase 1: PRESENTACIÓN DEL ANTEPROYECTO**

---

Primero, se presenta el anteproyecto que es aprobado y se conforma un equipo de constituido por colaboradores y consultores de la Universidad que definirán las herramientas a implementar en atención al diagnóstico previo de la organización.

##### **Fase 2: DEFINICIÓN DE ACTORES Y PARTICIPANTES**

---

Se conforma el equipo encargado y este define las áreas a las cuales se va a orientar o enfocar el esfuerzo inicial, dando especial énfasis a los colaboradores que están directamente familiarizados con los procesos. “Los operarios están en permanente contacto con el medio de trabajo, son los primeros interesados por la organización del puesto, los mejor colocados para captar los problemas antes que nadie” (Rajadell Carreras & Sánchez García, 2010)

##### **Fase 3: DEFINICIÓN DEL ALCANCE**

---

Inicialmente, establecer el alcance es indispensable a la hora de implementar la filosofía Lean, teniendo en cuenta que la definición de áreas claves permite reconocer las mudas que se presentan en cada proceso y su incidencia en la dinámica de la organización, sin embargo, a largo plazo se deberá implantar en todos los procesos organizacionales. Pues, según lo planteado por (Womack & Jones, 1997) en un entorno lean deben ser eliminados los límites creados entre los departamentos, áreas y procesos.

##### **Fase 4: NIVELES DE PARTICIPACIÓN Y RESPONSABILIDADES**

---

Resulta importante reconocer la influencia de los colaboradores y su impacto en la consecución de los objetivos planteados, lo que requerirá, de manera tácita, un trabajo orientado a la capacitación organizacional sobre el cambio de paradigma hacia una cultura Lean en la Universidad ECCI. En este escenario resulta importante rescatar lo que al respecto indica JIDOKA: “otorgar la responsabilidad a cada operario para aquello que realiza en su entorno de trabajo”. (Rajadell Carreras & Sánchez García, 2010) . Se brindan las indicaciones necesarias para la implementación de las herramientas y se hace el seguimiento que corresponde. Lo anterior arrojará unos resultados, que al ser medidos, valorados y evaluados permitirán la elaboración de una retroalimentación que dará lugar a la toma de decisiones de acuerdo a los resultados obtenidos y al análisis de los indicadores

---

*Nota. Descripción proceso metodológico. Etapa 1. Elaboración propia.*

**Tabla 7**

*Descripción proceso metodológico. Etapa 2*

---

<b>ETAPA 2: DIAGNÓSTICO DE PROCESOS Y ÁREAS CLAVES</b>
<b>Fase 1: FACULTAD DE INGENIERÍAS</b>
Se define la facultad de ingenierías dado que el mayor número de usuarios y clientes están definidos en esta facultad con el 52% de los estudiantes matriculados en la Universidad ECCI.
<b>Fase 2: APLICACIÓN TÉCNICA DE ÁRBOL DE PROBLEMAS</b>
El árbol de problemas permite reconocer las causas o raíces del problema y los efectos que produce, en este sentido, se logra establecer como problema central, que la respuesta a las solicitudes de los estudiantes presenta demoras, retrasos importantes que difieren entre lo establecido por el área de calidad y la realidad de los programas de la Facultad de ingenierías. Estas demoras tipifican un despilfarro, bien sea en términos de costos o en la percepción de calidad del cliente.
<b>Fase 3: DETERMINACIÓN DE MUDAS</b>
La determinación de Mudras debe ser el primer paso para la selección de las técnicas más adecuadas. El firme convencimiento de la existencia de multitud de desperdicios en la empresa ayudará a la hora de diagnosticar el sistema y aplicar las medidas más eficientes. (Hernández Matías & Vizán Idoipe, 2013) Estas son determinadas con enfoque especial en los servicios, aunque, en el caso que nos ocupa, el despilfarro inicialmente abordado es el “Tiempo de espera”, en mutua correspondencia con lo establecido en el árbol de problemas.
<b>Fase 4: SELECCIÓN DE PROCESOS CRÍTICOS</b>
Se definen como procesos críticos los anotados en la muestra de investigación: a. Proceso para Dar de baja una factura en Arca, dado que, según el área de calidad debería tener un lead time de 3 días, y según lo caracterizado en la descripción del problema, actualmente lleva un tiempo de 69 días. b. Verificación y Modificación de Notas. Proceso que influye en el resultado académico de los estudiantes de la universidad c. Proceso de grado. Otro proceso clave para la satisfacción del cliente, toda vez, que implica el cierre de muchos de los procesos académicos y administrativos que vinculan al estudiante con la universidad.

---

*Nota. Descripción proceso metodológico. Etapa 2. Elaboración propia.*

## **Tabla 8**

### *Descripción proceso metodológico. Etapa 3*

---

#### **ETAPA 3: RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN**

---

##### **Fase 1: REVISIÓN DE LITERATURA Y CASOS EXITOSOS**

---

El estado del arte y revisión de literatura es una herramienta de tipo investigativo hermenéutico, que consiste en el análisis e interpretación del conocimiento que por varios años se ha construido alrededor de un tema de estudio; la revisión de la literatura tiene como propósito la exploración documental sobre investigaciones similares que orienten el estudio y le den luces al investigador sobre los caminos para resolver las preguntas que han motivado la investigación. Su importancia radica en el ejercicio intrínseco de poner en diálogo a los diferentes investigadores a partir de los documentos y textos escritos alrededor de una cuestión específica, con el propósito de presentar unos momentos o estados del conocimiento y sus adelantos en un lapso determinado, así como los factores comunes y específicos sobre el tratamiento de un tema. (Camargo Abello, et al, 2008) En este caso conviene revisar el éxito en la aplicación de las herramientas Lean a organizaciones de servicios, y, tal como se mencionó en el apartado del marco teórico, existen múltiples elementos que permiten reconocer las bondades de la filosofía Lean en la operatividad armoniosa de estas empresas y la eliminación de desperdicios. Para este ejercicio investigativo, se tiene como herramienta de apoyo el software Zotero.

---

##### **Fase 2: IDENTIFICACIÓN DE USUARIOS Y COLABORADORES**

---

A partir de lo establecido en la etapa 1, se reconocen como usuarios principales, los estudiantes adscritos a los programas de la Facultad de ingenierías de la Universidad ECCI, así mismo, se identifican las personas implicadas desde la Facultad de ingenierías, en los tres procesos que se abordan en el estudio, las asistentes de las direcciones de programa.

---

##### **Fase 3: CUESTIONARIOS Y ENCUESTAS**

---

Los instrumentos utilizados en esta investigación fueron las entrevistas a los colaboradores mencionados en la fase 2 y a los estudiantes que han recibido atención en el proceso de modificación y actualización de notas. Estos cuestionarios se plantean teniendo en cuenta los tiempos muertos para la solución a la solicitud y, adicionalmente, que los colaboradores responsables, no tienen dedicación exclusiva a estos procesos, lo que implica que deben llevarse a cabo en medio de múltiples asignaciones adicionales.

---

##### **Fase 4: MEDICIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN**

---

La información recolectada permite describir el problema y alcanzar la estandarización de los procesos mediante la toma de tiempos y la trazabilidad de las actividades necesarias para su desarrollo.

---

*Nota. Descripción proceso metodológico. Etapa 3. Elaboración propia.*

**Tabla 9**

*Descripción proceso metodológico. Etapa 4*

---

## **ETAPA 4: DETERMINACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN**

---

### **Fase 1: DIAGRAMA DE FLUJO**

---

El método de diagrama de flujo fue utilizado por primera vez por Frank Gilberth (1868-1924), lo presentó un representante de la Administración Científica en 1921 en los Estados Unidos. El método se introdujo rápidamente en la ciencia de la ingeniería para la representación y análisis de los flujos de trabajo, es un instrumento útil para representar los procesos de trabajo y de negocios para analizar y optimizar pasos individuales que se consideran en el contexto de un amplio proceso en varias unidades organizativas (Cudney, 2018). Para el caso que nos ocupa, los diagramas de flujo permitirán identificar el paso a paso de cada uno de los procesos estudiados, y así, establecer reprocesos, posibles bucles, puntos de inicio y final del proceso, entradas, salidas, posibles caminos y decisiones o, algunas fallas.

### **Fase 2: DIAGRAMA DE OPERACIONES**

---

En consonancia con los planteado en la etapa 3, se consideran los diagramas de operaciones como una herramienta para determinar el flujo de las actividades teniendo en cuenta: Transportes, Demoras, Operaciones, Inspección de calidad e Inspección de cantidad. Este diagrama permite reconocer algunas operaciones que se podrían hacer de manera combinada y adicionalmente las que presentan demoras.

### **Fase 3: SIETE DESPERDICIOS**

---

Los 7 desperdicios fueron definidos por el responsable de establecer el sistema de producción en Toyota, Taiichi Ohno. Desperdicio (“Waste” en inglés y “Muda” en japonés) es toda actividad que no aporta valor al producto o servicio pero que consume recursos. (The council for Six Sigma Certification, 2018)

Los 7 desperdicios son los siguientes:

- SOBREPDUCCIÓN: Producción de informes, formatos o documentos que no serán leídos.
  - TIEMPOS DE ESPERA: Recursos sin utilizar esperando a poder realizar una actividad.
  - TRANSPORTE Y ALMACENAJE: Tiempo invertido en transportar y almacenar solicitudes o documentos, bien sea de manera física o digital. Como en el caso de los correos electrónicos.
  - TIEMPOS DE PROCESO INNECESARIOS: Procesos ineficientes que originan la necesidad de realizar tareas sin valor añadido.
  - INVENTARIOS: Acumulación de solicitudes represadas o sin respuesta.
  - MOVIMIENTO: Cualquier movimiento (método) que no es necesario para completar una operación de valor añadido. Como aquellas solicitudes que pasan de oficina en oficina sin la debida respuesta.
  - DEFECTOS: Utilizar, generar o suministrar respuestas que no se ajustan al reglamento estudiantil o que no cumplen las expectativas del cliente.
-

---

#### **Fase 4: SIX SIGMA**

---

Seis Sigma es una forma de dirigir un negocio o un departamento enfocada a la calidad total. Seis Sigma pone primero al cliente y usa cálculos estadísticos y datos para impulsar una mejora en los resultados. Los esfuerzos de Seis Sigma se enfocan en tres áreas principales:

- Mejorar la satisfacción del cliente
- Reducir el tiempo del ciclo
- Reducir los defectos

Six Sigma, o  $6\sigma$ , es tanto una metodología para la mejora de procesos como un concepto estadístico que busca definir la variación inherente a cualquier proceso. La premisa general de Six Sigma es que la variación en un proceso conduce a oportunidades de error; las oportunidades de error conducen a riesgos de defectos en el producto. Los defectos del producto, ya sea en un proceso tangible o en un servicio, conducen a una baja satisfacción del cliente. Así, trabajando para reducir la variación y las oportunidades de error, el método Six Sigma finalmente reduce costos de proceso y aumenta la satisfacción del cliente (The council for Six Sigma Certification, 2018) En esta etapa se hará uso de la herramienta VoC para reconocer los CTQ de algunos procesos.

---

#### **Fase 5: VSM**

---

El Value Stream Mapping (VSM) o Mapeo de Flujo de Valor, es una herramienta de la metodología Lean que tiene como finalidad la eliminación de mudas o despilfarros en la medida en que se grafican las actividades que hacen parte del proceso y es posible observar aquellas

que agregan valor y satisfacen las necesidades del cliente. Con el VSM será posible exhibir los desperdicios de manera gráfica desde el momento en que inicia la prestación del servicio hasta que termina. Normalmente, se debe hacer un VSM actual y uno propuesto con el fin de garantizar la implementación de las mejoras. (Cudney, 2018)

Para (Plenert, 2007) y (Holden, 2010) citados por Sarmiento, 2015 la identificación de la cadena de valor permite la reducción del ciclo del proceso, eliminar cuellos de botella, mejorar las comunicaciones, reducir los transportes y mejorar los procesos.

---

#### **Fase 6: DMAIC**

---

Esta fase estaría incluida dentro de la futura implementación de la metodología Lean a la facultad de ingenierías de la universidad ECCI, dado que se trata de una pieza clave para la aplicación de Six Sigma con un enfoque en proyectos. Una de las cosas que distingue a Six Sigma es precisamente su aporte a la consecución de objetivos planteados en proyectos que están destinados a mejorar un proceso, para ello se vale de una “hoja de ruta” conocida como el proceso DMAIC. El cual se divide en cinco fases correspondientes a cada una de las letras de la metodología: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar. (The council for Six Sigma Certification, 2018)

Las principales actividades de un proyecto DMAIC incluyen identificar las entradas o causas críticas que están creando el problema, verificando esas causas se expone o plantea una lluvia de ideas y una serie de posibles soluciones, para que puedan ser implementadas y así crear un plan de control para asegurarse de que se mantenga el estado mejorado, y, en caso de implementar la metodología Six Sigma como herramienta de control a los

---

---

procesos institucionales, será de suma importancia la aplicación de DMAIC para su medición y seguimiento.

---

### **Fase 7: Sistema Westinghouse**

---

El sistema Westinghouse, es una de las técnicas más utilizadas en la estandarización de tiempos, se caracteriza por tener en cuenta no solo las tareas de cada proceso sino las condiciones individuales en que opera cada colaborador incluyendo sus habilidades y competencias básicas y funcionales, el esfuerzo individual que imprime en cada actividad, es decir, la voluntad de trabajar eficientemente, las condiciones en que trabaja (iluminación, temperatura, ventilación y ruido) y, finalmente, la consistencia del trabajador, definida como la forma repetitiva de la acción que promueve la memoria muscular. (NIBEL & FREIBALDS, 2009)

---

*Nota.* Descripción proceso metodológico. Etapa 4. Elaboración propia.

### **Tabla 10**

*Descripción proceso metodológico. Etapa 5*

---

## **ETAPA 5: IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS**

---

### **Fase 1: ANÁLISIS DE BUCLES EN PROCESOS**

---

El diagrama de flujo permite establecer aquellas situaciones repetitivas que utilizan un mismo conjunto de acciones, en ese sentido, si no se da solución al fenómeno, este se puede repetir varias veces creando un ciclo que impide pasar a la siguiente etapa del proceso o del servicio. Esta cantidad de repeticiones puede ser determinada por el servicio o puede ser variada, sin embargo, constituye un grave inconveniente en la resolución de solicitudes, generando demoras e insatisfacción en el cliente. El propósito es identificar los bucles y proponer soluciones que permitan el flujo normal del proceso a partir de la estandarización del proceso.

---

### **Fase 2: ELIMINACIÓN DE DESPERDICIOS**

---

Teniendo en cuenta lo planteado en la ETAPA 5, el propósito es implantar una nueva cultura que de a poco permita modificar la prestación del servicio, en mutua correspondencia con la mejora continua y la reflexión constante sobre los desperdicios en los procesos y la necesidad de eliminar aquellas actividades que no añaden valor.

---

### **Fase 3: ANÁLISIS DE HERRAMIENTAS LEAN**

---

En la etapa de implementación de herramientas, convendrá determinar la eficacia y la correcta implementación de estas, desde su necesidad, su pertinencia, los atributos individuales de cada una de ellas y su aporte a la consecución de una cultura Lean en la universidad ECCI. Conviene recopilar datos sobre su implementación en los procesos determinados en el proyecto “Hacia una Universidad Lean” en la facultad de ingenierías, y así, proponer estrategias que aporten a la mejora continua de la institución educativa manteniendo como eje central las herramientas definidas en la ETAPA 4.

---

*Nota.* Descripción proceso metodológico. Etapa 5. Elaboración propia.

**Tabla 11**

*Descripción proceso metodológico. Etapa 6*

---

**ETAPA 6: SEGUIMIENTO Y CONTROL**

---

**Fase 1: ANÁLISIS DE INFORMACIÓN**

---

Esta etapa guarda estrecha relación con la fase 3 de la ETAPA 5, Cada una de las herramientas Lean permitirá la recolección de información que deberá ser analizada de manera cualitativa y cuantitativa para estandarizar los tiempos de respuesta a las solicitudes para disminuir demoras en la solución de las peticiones, en concordancia con el Objetivo general de la investigación.

---

**Fase 2: DEFINICIÓN DE KPI**

---

Los KPI son indicadores de medida que permiten controlar la calidad en los procesos organizacionales con el propósito de medir los resultados alcanzados en el proceso de implementación de herramientas. Son indicadores clave de rendimiento para rastrear la consecución de los objetivos establecidos, cuando un KPI se determina apropiadamente proporciona respuestas sobre el desempeño organizacional y sirve de apoyo la toma de decisiones. En esta fase se espera proporcionar a la Universidad ECCI indicadores de control y monitoreo que permitan hacer seguimiento al proceso de implementación Lean Service.

---

**Fase 3: PRESENTACIÓN DEL PROYECTO**

---

Esta etapa permitirá evaluar la consecución de los objetivos establecidos con relación al alcance del proyecto y proponer mejoras teniendo en cuenta la evaluación y retroalimentación de las actividades realizadas. Se espera una disminución significativa en las demoras y una estandarización en los procesos definidos en la ETAPA 2, fase 4.

---

*Nota. Descripción proceso metodológico. Etapa 6. Elaboración propia.*

Finalmente, resulta imperativo reconocer que cada una de estas etapas y sus fases guardan relación mutua, por tanto, su cumplimiento y el adecuado uso de las herramientas Lean, tendrán una incidencia directa en los resultados del proceso investigativo y de estandarización de los procesos.



## **4 Capítulo IV. Resultados**

“Los costos no existen para ser calculados,  
sino reducidos” Taiichi Ohno

Este apartado presenta el propósito del estudio; en él, se plasman los resultados del ejercicio investigativo a partir de los elementos abordados en los capítulos anteriores; se presenta la solución al problema de investigación con base en el marco teórico y la revisión de la literatura consultada, resultados derivados de la aplicación metodológica establecida en el capítulo III.

Por consiguiente, lo que se presenta en esta sección es consecuencia de la metodología escogida, los instrumentos utilizados y los hallazgos tras la implementación de cada una de las herramientas Lean seleccionadas.

### **4.1 Hallazgos**

En este apartado se da cuenta de los elementos que arrojó el proceso diagnóstico organizacional, la determinación de áreas clave y procesos para la implementación de Lean Service en la Universidad ECCI.

Mediante entrevistas orientadas a los colaboradores de la facultad de Ingenierías, se establecieron los tiempos para cada uno de los procesos y, a partir del análisis de los datos se elaboraron los distintos diagramas, cada uno de los procesos objeto de estudio y sus horas, corresponden a un número de solicitudes elevado, es decir, No son por estudiante.

Estas solicitudes se clasificaron por programa y por proceso, para el periodo 2021-2 y los datos se resumen en la siguiente tabla.

**Tabla 12. Clasificación de solicitudes por proceso. Universidad ECCI 2021 – 2**

#	Direcciones de Programa	FR-GR-022 FORMATO DE VERIFICACIONES- PROFESIONALES Y ESPECIALISTAS- CEREMONIA- OCTUBRE-2021-2	FR-GR-022 FORMATO DE VERIFICACIONES- TECNOLOGIA- SEPTIEMBRE CEREMONIA-2021-II	NOVEDAD DE NOTAS 2021 (respuestas)	ANULACIÓN DE CARGOS Y FACTURAS 2021
<b>1</b>	<b>Ingeniería Ambiental</b>	<b>150</b>			
1,1	Tecnología en Desarrollo Ambiental		106	69	79
<b>2</b>	<b>Ingeniería Biomédica</b>	<b>59</b>			
2,1	Tecnología en Electro medicina Tecnología en mantenimiento de equipos Biomédicos		64	13	15
<b>3</b>	<b>Ingeniería Electrónica</b>	<b>42</b>			
3,1	Tecnología en Soporte de Telecomunicaciones		17	1	6
3,2	TECNOLOGÍA EN ELECTRÓNICA INDUSTRIAL		24		
<b>4</b>	<b>Ingeniería Industrial</b>	<b>177</b>			
4,1	Tecnología en Gestión de Procesos Industriales		185	43	47
<b>5</b>	<b>Ingeniería Mecánica</b>	<b>128</b>			
5,1	Tecnología en Mecánica Automotriz		138	17	161
5,2	Tecnología en Mecánica Industrial		38		
<b>6</b>	<b>Ingeniería Mecatrónica</b>	<b>60</b>			
6,1	TECNOLOGÍA EN AUTOMATIZACIÓN Y ROBÓTICA INDUSTRIAL		76	22	65
<b>7</b>	<b>Ingeniería de Plásticos</b>	<b>1</b>			
7,1	Tecnología en Procesamiento de Plásticos		7	1	0
<b>8</b>	<b>Ingeniería de Química</b>				
8,2	Tecnología en Procesos Químicos Industriales		3	6	0
<b>9</b>	<b>Ingeniería de Sistemas</b>	<b>72</b>			
9,1	Tecnología en Desarrollo Informático		104	31	48
10	Ciencias básicas	No aplica	No aplica	0	0
11	Estadística	No aplica	0	3	0
<b>Total:</b>		<b>689</b>	<b>762</b>	<b>206</b>	<b>421</b>

*Nota: Clasificación de las solicitudes por proceso y por programa durante el periodo 2021-2*

De la tabla anterior se tiene que para el proceso de grados se atendieron 689 estudiantes en el ciclo profesional y de especialización y, para el ciclo tecnológico, se atendieron 762 estudiantes; en cuanto al proceso de modificación y verificación de notas se atendieron 206 respuestas y para el proceso de baja de facturas en Arca, se atendieron 421 solicitudes.

Sujeto al número de solicitudes atendidas por cada proceso, se procede a estructurar las preguntas a los colaboradores para determinar los tiempos de respuesta; la tabulación de sus respuestas se presenta a continuación:

- Proceso de grados

**Tabla 13**

*Preguntas a los colaboradores del proceso de grado*

Preguntas
1. Cuando grados comparte el DRIVE con la información de los estudiantes aspirantes a grados. ¿Cuánto tiempo de inicio a fin (en horas) se demora Grados por ceremonia en desarrollar esta actividad?
2. Crear una carpeta con los estudios de notas de los estudiantes ¿Cuánto tiempo de inicio a fin (en horas) se demora usted desarrollando esta actividad?
3. Crear los estudios de Notas (Formato Código: FR-DO-007). ¿Cuánto tiempo de inicio a fin (en horas) se demora usted desarrollando esta actividad?
4. Verificar las notas en el sistema ARCA y SOPHIA. ¿Cuánto tiempo de inicio a fin (en horas) se demora usted desarrollando esta actividad?
5. Sacar promedio del Ciclo cursado. ¿Cuánto tiempo de inicio a fin (en horas) se demora usted desarrollando esta actividad?
6. Verificar que las notas estén al día y que tenga la opción de grado realizada – aprobada y Competencia de Bilingüismo según política. ¿Cuánto tiempo de inicio a fin (en horas) se demora usted desarrollando esta actividad?
7. Contando desde el momento en que se hace la primera actividad, hasta el final ¿Cuánto tiempo de inicio a fin (en días) se demora este proceso? incluyendo tiempos muertos.

*Nota. Preguntas a los colaboradores de la facultad de Ingenierías del proceso de grado.  
Elaboración propia.*

Tabulando los resultados se obtienen los siguientes promedios de cada actividad, según el numeral de cada pregunta:

**Tabla 14**  
*Respuestas de los colaboradores del proceso de grado*

Respuestas							
Colaboradores	1 (horas)	2 (horas)	3 (horas)	4 (horas)	5 (horas)	6 (horas)	7 (días)
Colaborador 1	1	3	3	3	1	5	90
Colaborador 2	1	2	3	3	1	6	85
Colaborador 3	1	1	2	2	1	3	80
Colaborador 4	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Colaborador 5	1	3	3	3	1	5	90
Colaborador 6	1	3	3	3	1	8	90
Colaborador 7	1	2	2	2	1	8	90
Colaborador 8	1	1	2	2	1	4	90
Colaborador 9	1	3	2	2	1	8	90
Colaborador 10	1	2	2	2	1	8	90
Colaborador 11	1	2	2	2	1	8	90
Colaborador 12	1	2	2	2	1	6	90
Colaborador 13	1	2	2	2	1	6	90
Colaborador 14	1	2	2	2	1	8	90
Colaborador 15	1	2	2	2	1	4	90
<b>Promedio</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>89</b>

Nota. Respuestas a los colaboradores de la facultad de Ingenierías del proceso de grado. Elaboración propia.

- Verificación y modificación de notas

**Tabla 15**  
*Preguntas a los colaboradores del proceso verificación y modificación de notas.*

Preguntas
1. Verificar los documentos existentes de notas . ¿Cuánto tiempo de inicio a fin (en horas) se demora usted desarrollando esta actividad?
2. Documentar los descargos del docente. ¿Cuánto tiempo de inicio a fin (en horas) se demora usted desarrollando esta actividad?
3. Recopilar los soportes de las calificaciones. ¿Cuánto tiempo de inicio a fin (en horas) se demora usted desarrollando esta actividad?
4. Diligenciar el formato de modificación de notas. ¿Cuánto tiempo de inicio a fin (en horas) se demora usted desarrollando esta actividad?
5. Enviar los soportes y formatos a Decanatura. ¿Cuánto tiempo de inicio a fin (en horas) se demora usted desarrollando esta actividad?
6. La Decanatura realiza en cambio en el sistema Arca. ¿Cuánto tiempo de inicio a fin (en horas) se demora la Decanatura desarrollando esta actividad?
7. Verificar en el Sistema de Información Institucional ARCA. ¿Cuánto tiempo de inicio a fin (en horas) se demora usted desarrollando esta actividad?
8. Contando desde el momento en que se hace la primera actividad, hasta el final ¿Cuánto tiempo de inicio a fin (en días) se demora este proceso? incluyendo tiempos muertos.

Nota. Preguntas a los colaboradores de la facultad de Ingeniería del proceso verificación y modificación de notas. Elaboración propia.

Tabulando los resultados se obtienen los siguientes promedios de cada actividad, según el numeral de la pregunta:

**Tabla 16**  
*Respuestas de los colaboradores del proceso verificación y modificación de notas*

Colaboradores	Respuestas							
	1 (horas)	2 (horas)	3 (horas)	4 (horas)	5 (horas)	6 (horas)	7 (horas)	8 (días)
Colaborador 1	3	24	24	1	1	24	1	70
Colaborador 2	2	20	20	1	1	20	1	60
Colaborador 3	1	16	16	1	1	24	1	30
Colaborador 4	1	16	8	1	1	16	1	40
Colaborador 5	3	16	16	1	1	24	1	70
Colaborador 6	3	24	24	1	1	16	1	50
Colaborador 7	3	24	24	1	1	24	1	50
Colaborador 8	2	24	8	1	1	24	1	35
Colaborador 9	2	24	8	1	1	24	1	45
Colaborador 10	2	24	16	1	1	24	1	40
Colaborador 11	3	16	8	1	1	24	1	32
Colaborador 12	1	24	8	1	1	24	1	40
Colaborador 13	1	24	8	1	1	24	1	40
Colaborador 14	2	16	8	1	1	24	1	70
Colaborador 15	2	15	8	1	1	16	1	48
<b>Promedio</b>	<b>2,1</b>	<b>20,5</b>	<b>13,6</b>	<b>1,0</b>	<b>1,0</b>	<b>22,1</b>	<b>1,0</b>	<b>48,0</b>

*Nota. Respuestas de los colaboradores de la facultad de Ingenierías del proceso verificación y modificación de notas. Elaboración propia.*

**Tabla 17**  
*Preguntas de los colaboradores del proceso dar de baja una factura en el sistema Arca*

Preguntas
1. Usted recibe y analiza la solicitud. ¿Cuánto tiempo de inicio a fin (en horas) se demora usted desarrollando esta actividad?
2. Realiza la trazabilidad correspondiente. ¿Cuánto tiempo de inicio a fin (en horas) se demora usted desarrollando esta actividad?
3. Carga la información en el drive de la Decanatura ¿Cuánto tiempo de inicio a fin (en horas) se demora usted desarrollando esta actividad?
4. La Decanatura verifica y envía la información al departamento financiero. ¿Cuánto tiempo de inicio a fin (en horas) se demora la Decanatura desarrollando esta actividad?
5. El departamento financiero verifica y baja la factura del sistema Arca ¿Cuánto tiempo de inicio a fin (en días) se demora el departamento financiero desarrollando esta actividad?
6. Contando desde el momento en que se hace la primera actividad, hasta el final ¿Cuánto tiempo de inicio a fin (en días) se demora este proceso? incluyendo tiempos muertos.

*Nota. Preguntas de los colaboradores de la facultad de Ingenierías del proceso dar de baja una factura en el sistema Arca. Elaboración propia.*

Tabulando los datos:

**Tabla 18**

*Respuestas de los colaboradores del proceso dar de baja una factura en el sistema Arca*

Colaboradores	Respuestas					
	1 (horas)	2 (horas)	3 (horas)	4 (horas)	5 (días)	6 (días)
Colaborador 1	1	1	1	24	30	40
Colaborador 2	1	1	1	20	45	50
Colaborador 3	1	1	1	16	30	35
Colaborador 4	1	1	1	21	20	20
Colaborador 5	1	1	1	24	30	35
Colaborador 6	1	1	1	24	20	25
Colaborador 7	1	1	1	24	15	25
Colaborador 8	1	1	1	24	30	33
Colaborador 9	1	1	1	24	40	42
Colaborador 10	1	1	1	24	15	33
Colaborador 11	1	1	1	24	28	38
Colaborador 12	1	1	1	24	45	50
Colaborador 13	1	1	1	24	45	50
Colaborador 14	1	1	1	24	40	30
Colaborador 15	1	1	1	24	30	48
<b>Promedio</b>	<b>1,0</b>	<b>1,0</b>	<b>1,0</b>	<b>23,0</b>	<b>31</b>	<b>36,9</b>

*Nota. Respuestas de los colaboradores de la facultad de Ingenierías del proceso dar de baja una factura en el sistema Arca. Elaboración propia.*

Los datos anteriores permiten construir los diagramas DOP y el VSM, herramientas que se abordarán más adelante.

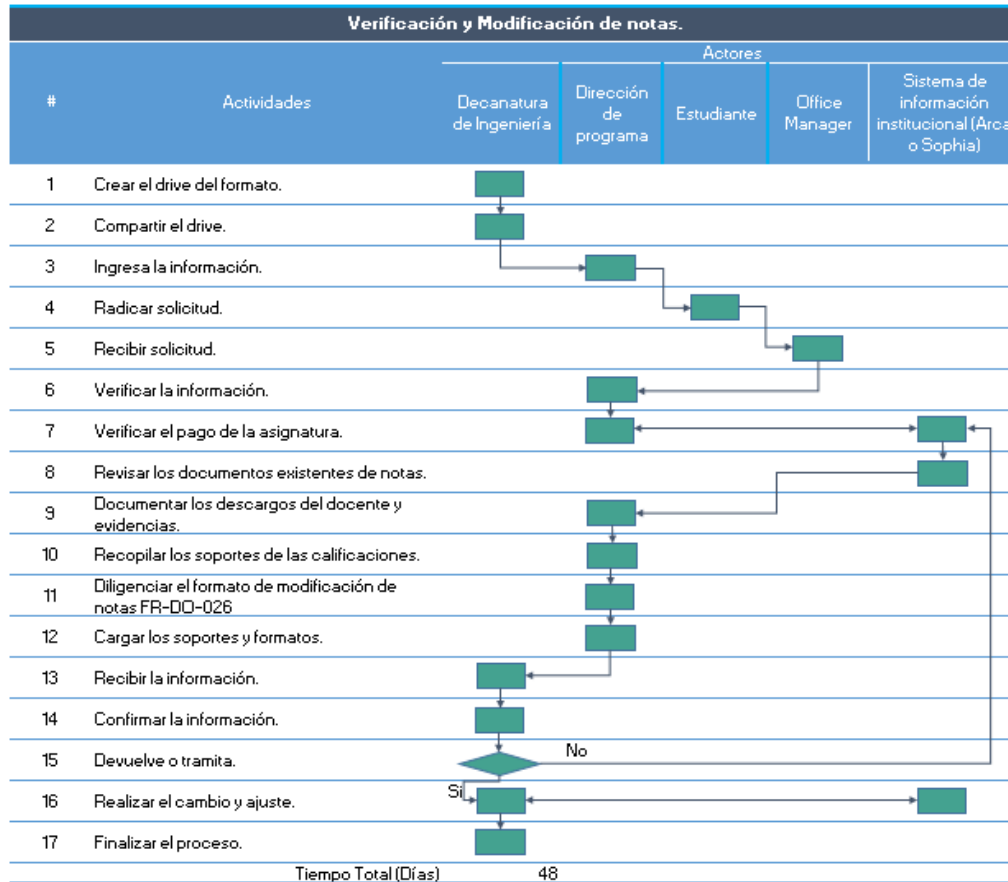
#### **4.2 Definición y caracterización de procesos**

De acuerdo a lo estipulado en la Etapa 1. Fase 2 de la metodología, cada uno de los procesos objeto de estudio de la investigación, debe caracterizarse en cuanto a las actividades que se realizan, los actores que intervienen en cada una de ellas y el tiempo total del proceso a nivel global, en ese sentido, los siguientes diagramas dan cuenta de la caracterización y descripción general de cada uno de los servicios definidos: Proceso de grados, verificación y modificación de notas y baja de facturas en Arca.

## 4.2.1 Caracterización proceso verificación y modificación de notas

### Ilustración 12

*Caracterización proceso verificación y modificación de notas.*



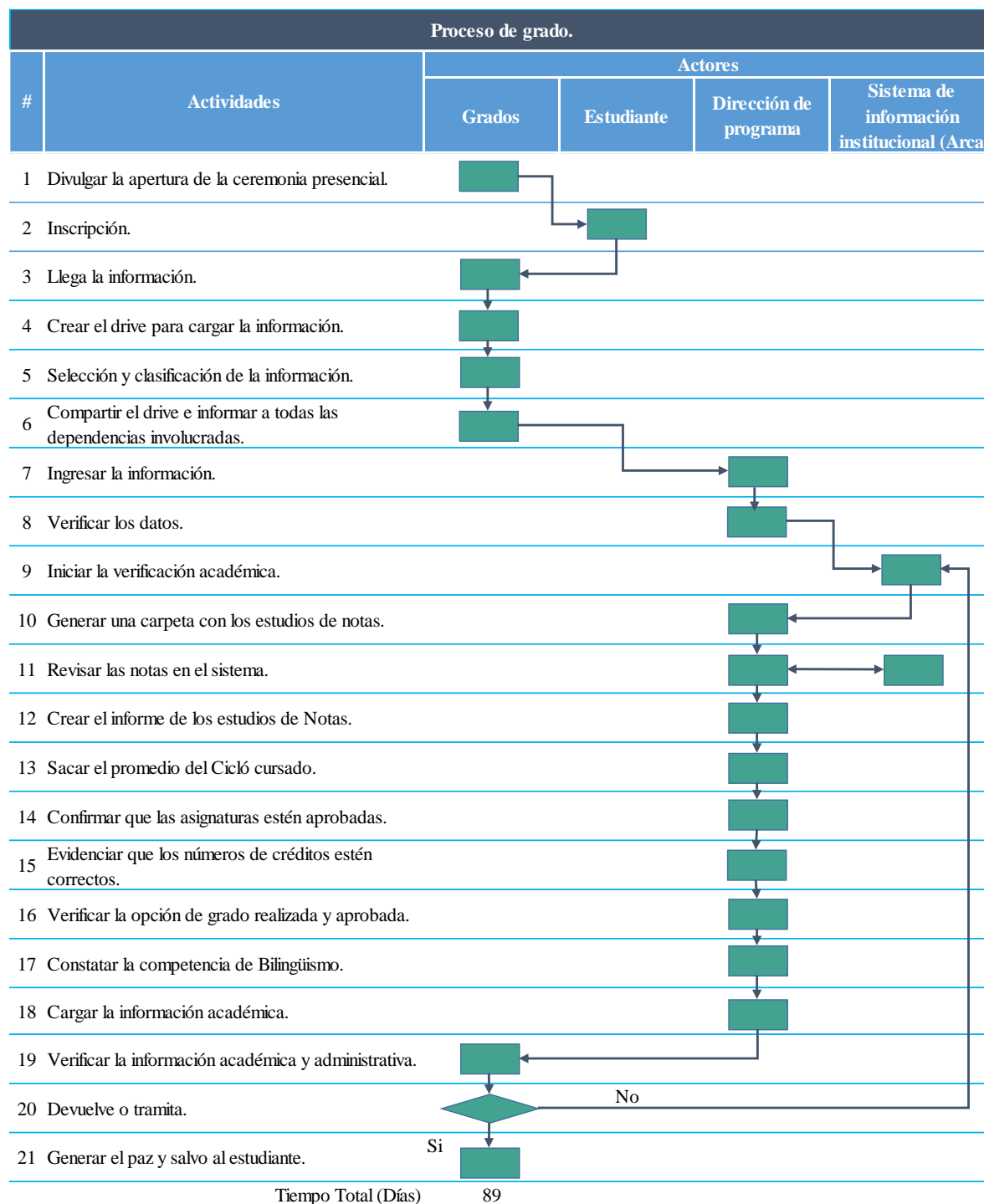
*Nota: Elaboración propia.*

- Actores: 5
- Actividades: 17
- Tiempo: 48 días
- Número de solicitudes: 206 periodo 2021 – 2

## 4.2.2 Caracterización proceso de grado

### Ilustración 13

Caracterización proceso de grado.



Nota. Elaboración propia.

- Actores: 4

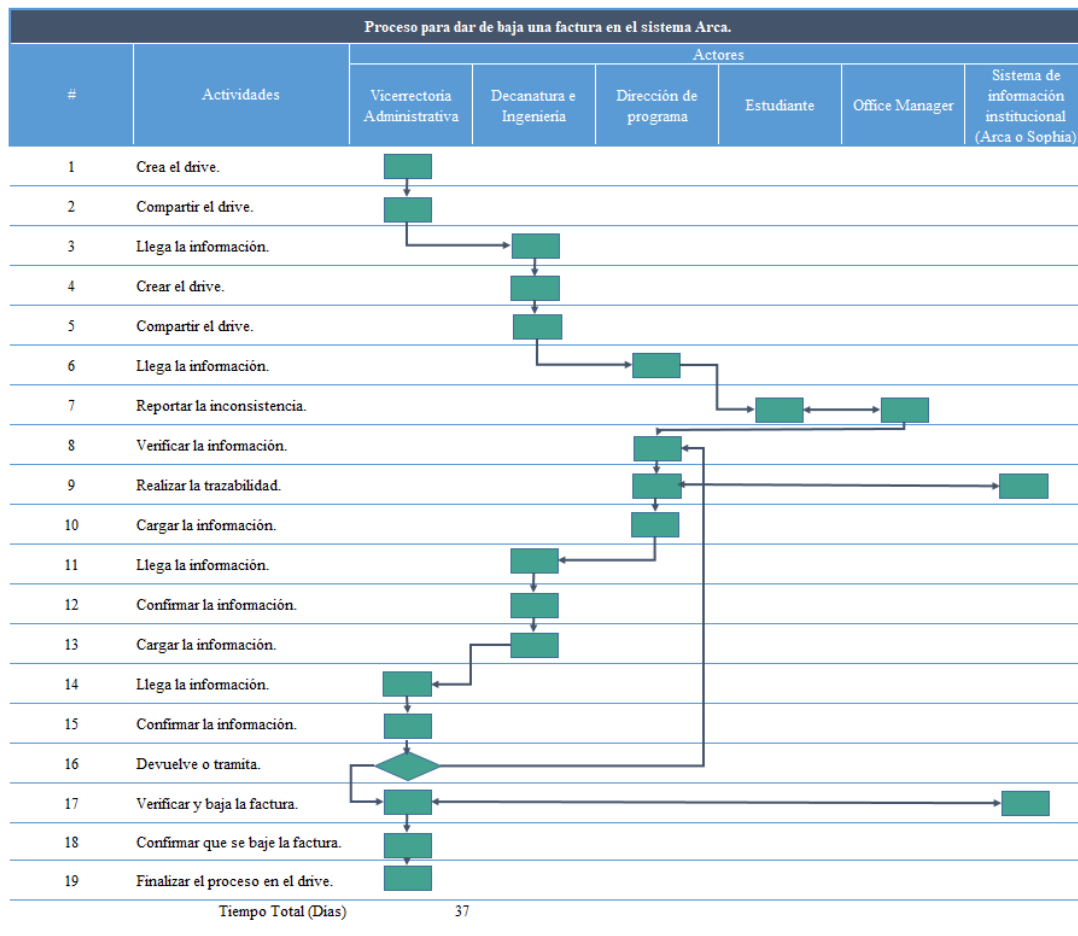


- Actividades: 20
- Tiempo: 89 días
- Número de solicitudes: 689 profesional- especialización y 762 tecnologías periodo 2021 - 2

### 4.2.3 Caracterización proceso para dar de baja una factura en Arca

#### Ilustración 14

*Caracterización proceso para dar de baja una factura en Arca*



*Nota. Elaboración propia.*

- Actores: 6
- Actividades: 19

- Tiempo: 37 días
- Número de solicitudes: 421 periodo 2021 - 2

De los anteriores esquemas se puede inferir que el número de actores no es elevado, sin embargo, los tiempos de ejecución del proceso superan los 30 días.

Con esta información se procede a realizar los diagramas de flujo actuales de cada uno de los procesos según el número de solicitudes atendidas: Proceso de grados por ceremonia (689 estudiantes profesional- especialización y 762 tecnologías), Verificación y Modificación de notas (206 estudiantes) y dar de baja una factura en el sistema Arca (421 estudiantes)

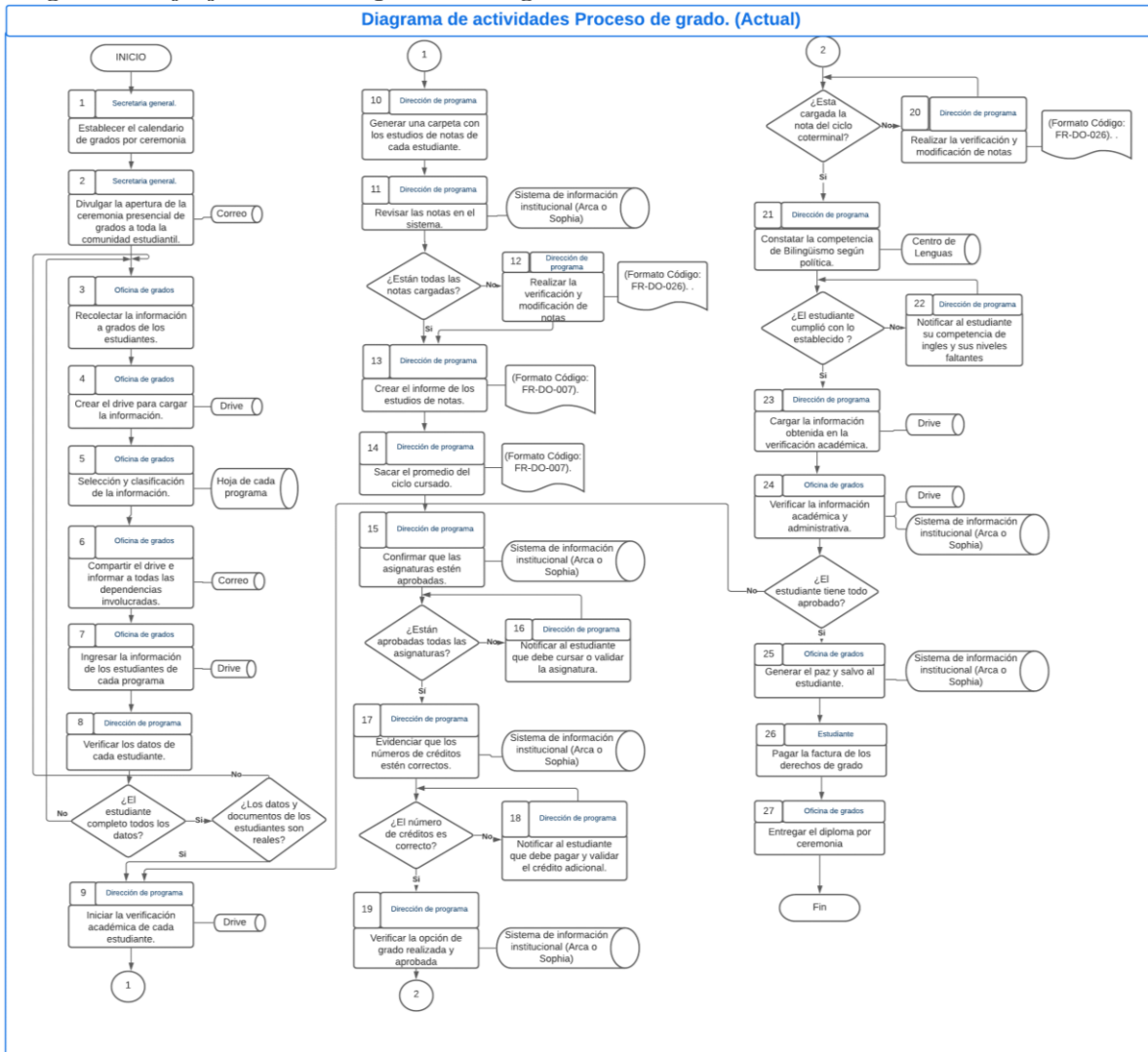
#### **4.3 Diagramas de flujo**

Cada diagrama de flujo representa la secuencia de actividades, dónde comienza, los puntos de decisión y el final del proceso; proporcionando una visualización descriptiva del conjunto de tareas, sus derivaciones y el número de pasos; permite también una mejor comprensión del proceso, las relaciones entre los actores y su incidencia en cada tarea.

### 4.3.1 Diagrama de flujo actual del proceso de grados.

#### Ilustración 15

Diagrama de flujo actual del proceso de grados.



Nota. Elaboración propia.

El proceso tiene 4 actores con 27 operaciones, como: secretaria general con 2 operaciones, oficina de grados con 8 operaciones, dirección de programa con 15 operaciones y el estudiante con 1 operación. Solicitudes atendidas periodo 2021 – 2: 689 profesional- especialización y 762 tecnologías.

La actividad inicia en secretaria general estableciendo un cronograma de actividades para que el estudiante inicie su proceso y obtenga su diploma, luego secretaria general socializa por los diferentes medios de la Universidad a toda la comunidad estudiantil, con esto grados recolecta la información e inicia el proceso interno mediante un Drive compartido con las áreas involucradas, que, en suma, significa más de 40 personas de la Universidad.

Las actividades 8 y 9 se dan en la dirección del programa, la 24 y 25 se dan en la oficina de grados, las decisiones entre las tareas motivan una devolución a la actividad 3 para el caso de la dirección del programa y para el caso de la oficina de grados motivan a una devolución a la actividad 9, esto genera un reproceso y una demora en días para generarle una respuesta al estudiante.

Por otro lado, las actividades 11 y 13 – 19 y 21 se dan en la dirección del programa y se evidencia una verificación y ajuste extra en las notas cargadas en el sistema Arca, si hay alguna inconsistencia se debe realizar la verificación y modificación de notas a la Decanatura de Ingenierías, proceso que se demora en promedio 48 días.

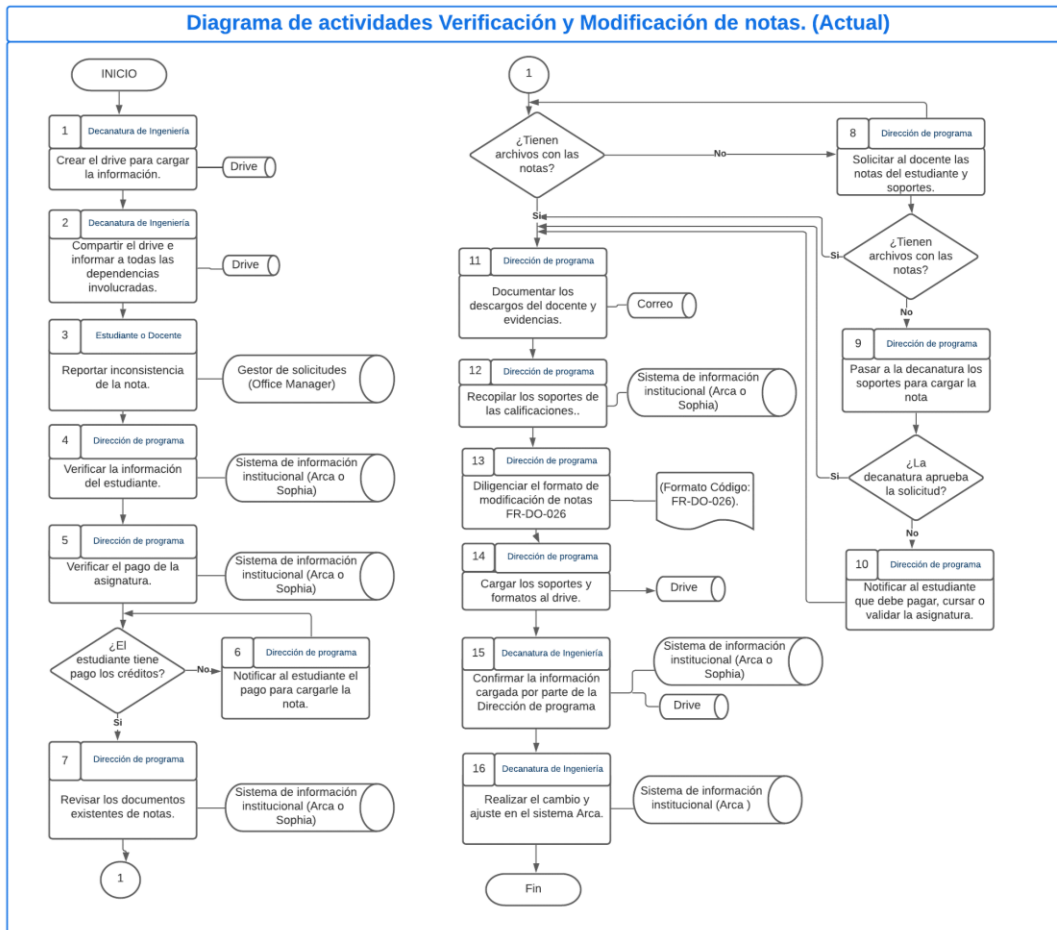
De igual manera, en las actividades 17 y 19 se debe verificar que el número de créditos cursados sea igual que el número de créditos de su pensum, de no ser así, se le notifica al estudiante que “debe pagar y validar los créditos faltantes”, en cuanto a las actividades 21 y 23, frente a la competencia de bilingüismo “deber cursar los niveles de inglés faltantes”, son tareas que se dan en la dirección del programa.

Lo anterior genera múltiples devoluciones y reprocesos, produce una mayor carga a los trabajadores inmersos en las tareas descritas, incremento en tiempos de respuesta y demoras por su movimiento entre áreas.

### 4.3.2 Diagrama de flujo actual para el proceso Verificación y modificación de notas

Ilustración 16

Diagrama de flujo actual para el proceso Verificación y modificación de notas



Nota. Elaboración propia.

En este diagrama de flujo de verificación y modificación de notas tenemos 3 actores, 16 operaciones y 4 puntos de decisión. Solicitudes atendidas periodo 2021 – 2: 206.

La actividad inicia en la Decanatura de Ingeniería, creando un formulario para que las direcciones de programa lo diligencien y enviando el enlace para que visualicen el

proceso de las solicitudes, esto se socializa a inicio de semestre con las 44 personas involucradas en el proceso, de las cuales 31 son de la Decanatura de Ingeniera.

Las actividades 5 y 7 se dan en la dirección del programa, en estas, el colaborador debe verificar el pago de la factura de la asignatura, si la respuesta es “No”, en la decisión, se le notifica al estudiante que “*debe pagar para poder cargarle la nota al sistema Arca*” y la actividad queda detenida hasta recibir una respuesta del estudiante.

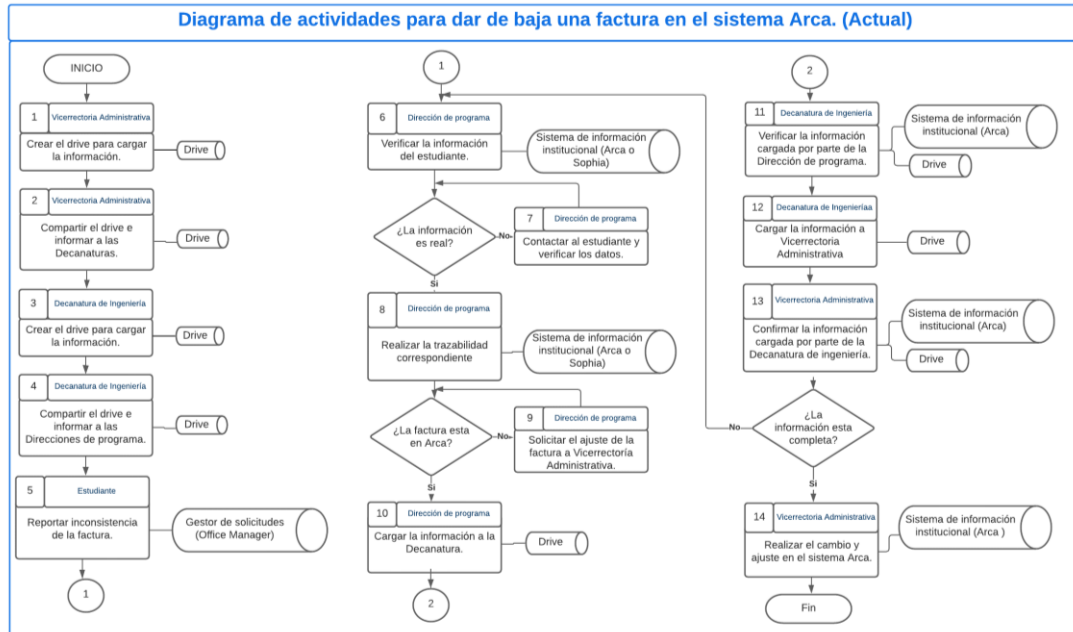
Por otra parte, en la actividad 7 aparece un condicionante fundamental en el proceso, pues tras un “No”, en la decisión: *¿Tiene archivos con las notas?* se genera un reproceso con 3 actividades extras 8,9,10 y 2 puntos de decisión, lo que implica una mayor carga a los trabajadores inmersos en las tareas, incremento en tiempos de respuesta, y demora.

Si esto ocurre con las 598 solicitudes para esta actividad, el tiempo de respuesta cada vez es mayor y el estudiante se atrasa en sus demás procesos académicos generando desconfianza e insatisfacción.

### 4.3.3 Diagrama de flujo actual para Dar de baja una factura en Arca:

#### Ilustración 17

Diagrama de flujo actual para Dar de baja una factura en Arca



Nota. Elaboración propia.

El proceso sucede cuando el estudiante inscribe las asignaturas y nunca cursa el semestre, solicita un examen de habilitación o validación y no lo requiere, inscribe un curso de inglés y no lo paga ni lo cursa, el sistema Arca genera doble registro, se vence la factura, o suceden otros inconvenientes en el manejo de la información de cartera. Solicitudes atendidas periodo 2021 – 2: 421.

En este diagrama de flujo se tienen 14 operaciones y 3 puntos de decisión:

La actividad inicia en Vicerrectoría Administrativa, creando un drive y compartiéndolo a 57 colaboradores, entre ellos la Decanatura de Ingeniería que a su vez crea un segundo Drive y lo comparte a sus 31 colaboradores, para que suministren los datos necesarios y efectuar la baja de factura.

Las actividades 6 a 10 se dan en la dirección del programa y se ve inmerso el estudiante y Vicerrectoría Administrativa en caso de un “No” en la decisión: ¿La información es real? y ¿La factura está en Arca? genera una demora en la respuesta tanto al estudiante como a Vicerrectoría Administrativa.

Luego, las actividades 13 y 14 se dan en Vicerrectoría Administrativa, en la decisión: ¿La información está completa? Si la respuesta es “No”, debe retroceder a la actividad número 6 “Verificar la información del estudiante” si esto ocurre, este reproceso puede generar una demora repetitiva sin ningún valor agregado en la respuesta.

En la vigencia 2021 se tiene registro de 4.227 solicitudes y solamente de la Facultad de Ingenierías se registran 31.392 solicitudes, por tanto, se requiere la propuesta de mejoras para atender estas solicitudes sin tantos puntos de decisión y bucles.

#### **4.4 Diagrama de operaciones (DOP)**

Para analizar un proceso, se requiere la descomposición del mismo en fases de trabajo, y, de esta forma determinar su eficiencia de manera gráfica y simbólica haciendo un comparativo de los resultados esperados. En los diagramas las distancias no son calculadas pues refieren flujo de datos de manera digital y no un transporte en físico, sin embargo, el símbolo transporte, refiere el envío de información entre dependencias.



#### 4.4.1 DOP actual del proceso de grados:

### Ilustración 18

#### *DOP actual del proceso de grados*

Hacia una Universidad Lean": Propuesta de un modelo de Gestión de Servicio que cree valor en la Universidad ECCL."								
FACULTAD DE INGENIERÍA								
OPERACIÓN: Proceso de grado.				UBICACIÓN Bogotá, Colombia				
PAG: 1 DE: 3		METODO ACTUAL <input checked="" type="checkbox"/> METODO PROPUESTO <input type="checkbox"/>		FECHA: 06 de septiembre del 2021				
POR: Maestranteros en Ingeniería Enf. Industrial. Jenny Marcela Iguaran Olaya y Karen Andrea Arce Alarcón.								
RESUMEN	OPERACIÓN	OPERACIÓN COMBINADA	OPERACIÓN CREAR UN REGISTRO	OPERACIÓN AGREGAR INFORMACIÓN	TRANSPORTE	ALMACENAMIENTO	RETARDO	INSPECCIÓN
<b>Cant Total</b>	13	0	5	1	3	0	13	4
<b>Dist Total</b>	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Tiempo Tot</b>	833	0	677	40	80	0	757	493
EVENTO				SIMBOLO DE EVENTO	TIEMPO MINUTOS	DISTANCIA	RECOMENDACION DE METODO	
Divulgar la apertura de la ceremonia presencial de grados a toda la comunidad estudiantil.					60		Fortalecer los canales de información	
Llega la información a grados. Inspeccionar los datos del estudiante.					480			
Crear el drive para cargar la información.					240		Invertir en una plataforma mas confiable y eficaz	
Selección y clasificación de la información. Inspeccionar trabajo					300			
Compartir el drive e informar a todas las dependencias involucradas.					60		Capacitar a los colaboradores	
Ingresar la información de los estudiantes de cada programa.					120			
Verificar los datos de cada estudiante.					120			
Iniciar la verificación académica de cada estudiante.					120		Fortalecer los canales de información	
Generar una carpeta con los estudios de notas de cada estudiante.					130		Unificar los procesos	
Crear el informe de los estudios de Notas (Formato Código: FR-DO-007).					145		Unificar los procesos	
Revisar las notas en el sistema ARCA y SOPHIA. Inspeccionar trabajo					145			
Sacar el promedio del Ciclo cursado. Inspeccionar trabajo					60		Unificar los procesos	
Confirmar que las asignaturas estén aprobadas.					90		Unificar los procesos	
Evidenciar que los números de créditos estén correctos.					90		Unificar los procesos	
Verificar la opción de grado realizada y aprobada					90		Unificar los procesos	
Constatar la competencia de Bilingüismo según política.					90		Unificar los procesos	
Cargar la información obtenida en la verificación académica al drive de grados de cada estudiante.					120			
Verificar la información académica y administrativa.					360			
Generar el paz y salvo al estudiante.					60			

*Nota. Elaboración propia.*

**Tabla 19**  
*Situación Actual Proceso De Grados*

<b>SITUACIÓN ACTUAL PROCESO DE GRADOS</b>	
<p>El DOP actual para el proceso de grados, evidencia que existen 19 actividades que son susceptibles de ser combinadas, el tiempo total del proceso es de 2.880 minutos, incluyendo retardos - demoras de 760 minutos. Número de operaciones igual al número de retardos, 5 operaciones para crear registros.</p>	<p>Mudas identificadas: Demoras, retardos, inspecciones en distintas áreas.</p> <hr/> <p>Posible Solución: Unificar procesos mediante actividades combinadas a ser realizadas por el mismo colaborador en el mismo puesto de trabajo. No recibir defectos, no entregar defectos, capacitar a los colaboradores y fortalecer los canales de comunicación. Inversión en un sistema de información más confiable. Se requiere VSM para identificación de tiempos muertos.</p> <hr/> <p>Herramienta: DOP, MUDAS.</p>

*Nota. Elaboración propia.*

#### 5.4.2 DOP actual del proceso verificación y modificación de notas

**Ilustración 19**  
*DOP actual del proceso verificación y modificación de notas*

Hacia una Universidad Lean": Propuesta de un modelo de Gestión de Servicio que cree valor en la Universidad ECCI."								
FACULTAD DE INGENIERÍA								
OPERACIÓN: Verificación y Modificación de notas. UBICACIÓN Bogotá, Colombia								
PAG: 2 DE: 3		METODO ACTUAL <input checked="" type="checkbox"/>			METODO PROPUESTO <input type="checkbox"/>		FECHA: 06 de septiembre del 2021	
POR: Maestranter en Ingeniería Enf. Industrial. Jenny Marcela Iguaran Olaya y Karen Andrea Arce Alarcón.								
RESUMEN	OPERACIÓN	OPERACIÓN COMBINADA	OPERACIÓN CREAR UN REGISTRO	OPERACIÓN AGREGAR INFORMACIÓN	TRANSPORTE	ALMACENAMIENTO	RETARDO	INSPECCION
<b>Cant Total</b>	10	1	3	1	2	0	8	2
<b>Dist Total</b>								
<b>Tiempo Tc</b>	1547	1320	670	30	60	0	1260	510
EVENTO		SIMBOLO DE EVENTO		TIEMPO MINUTOS	DISTANCIA	RECOMENDACION DE METODO		
La Decanatura crea el drive del formato y protocolo para la modificación de notas.				60		Eliminar la recolección de información en Drives.		
La Decanatura comparte el drive del formato y protocolo para la modificación de notas.				60		Formateler el sistema de información Institucional ARCA.		
Llega la información a las Direcciones de Programa.				60				
Reporta el estudiante o el docente a la Dirección de programa la inconsistencia de la nota.				60				
Verificar la información del estudiante.				60				
Verificar el pago de la asignatura en ARCA y SOPHIA.				120				
Revisar los documentos existentes de notas en ARCA y SOPHIA				128				
Documentar los descargos del docente y evidencias necesarias.				1220				
Recopilar los soportes de las calificaciones.				812		Tener en Arca la opcion de guardar la nota sin que el estudiante la visualice .		
Diligenciar el formato de modificación de notas FR-DO-026				60				
Cargar los soportes y formatos al drive de la Decanatura				60				
Llega la información al drive de la Decanatura.				357				
Confirmar la información cargada por parte de la Dirección de programa				960				
La decanatura verifica y realizar el cambio y ajuste en el sistema Arca.				1320				
Verificar la información.				60				

*Nota. Elaboración propia.*

**Tabla 20**  
**Situación Actual Verificación Y Modificación De Notas**

SITUACIÓN ACTUAL VERIFICACIÓN Y MODIFICACIÓN DE NOTAS	
<p>El DOP actual para el proceso verificación y modificación de notas, registro 15 actividades con un tiempo total del proceso es de 5.397 minutos, incluyendo retardos - demoras de 2.520 minutos. Número de retardos 8 y 3 operaciones para crear registros.</p>	<p>Mudas identificadas: Demoras, retardos.</p> <p>Posible Solución: Eliminar los procesos que implemente un drive y tener canales de comunicación efectivos fortaleciendo Arca, emplear mayoritariamente el Sistema de información ARCA, modificar uno de los procesos para que el estudiante no visualice sus notas hasta la verificación académica o financiera. Se requiere VSM para identificación de tiempos muertos.</p> <p>Herramienta: DOP, MUDAS.</p>

*Nota. Elaboración propia.*

**4.4.3 DOP actual del proceso para dar de baja una factura en ARCA.**

**Ilustración 20**

*DOP actual del proceso para dar de baja una factura en ARCA.*

Hacia una Universidad Lean": Propuesta de un modelo de Gestión de Servicio que cree valor en la Universidad ECCI."								
FACULTAD DE INGENIERÍA								
OPERACIÓN: Proceso para dar de baja una factura en el sistema Arca.				UBICACIÓN Bogotá, Colombia				
PAG: 3 DE: 3		METODO ACTUAL		METODO PROPUESTO		FECHA: 06 de septiembre del 2021		
POR: Maestranter en Ingeniería Enf. Industrial. Jenny Marcela Iguaran Olaya y Karen Andrea Arce Alarcón.								
RESUMEN	OPERACIÓN	OPERACIÓN COMBINADA	OPERACIÓN CREAR UN REGISTRO	OPERACIÓN AGREGAR INFORMACIÓN	TRANSPORTE	ALMACENAMIENTO	RETARDO	INSPECCION
Cant Total	12	2	2	2	2	0	12	2
Dist Total								
Tiempo To	5640	2540	60	260	60	0	5860	2510
EVENTO				SÍMBOLO DE EVENTO	TIEMPO MINUTOS	DISTANCIA	RECOMENDACION DE METODO	
Vicerrectoría Administrativa crea el drive para la anulación de cargos y facturas.					60		Integrar los indicadores en el sistema de	
Vicerrectoría Administrativa comparte el drive para la anulación de cargos y facturas.					60		Eliminar drive y manejar todo en Arca	
Llega la información a las Decanaturas y jefes de área.					60			
La Decanatura crea el drive para la anulación de cargos y facturas.					60		Eliminar drive y manejar todo en Arca	
La Decanatura comparte el drive para la anulación de cargos y facturas.					60		Eliminar drive y manejar todo en Arca	
Llega la información a las Direcciones de Programa.					60			
Reporta el estudiante a la Dirección de programa la inconsistencia de la factura cargada.					60			
Verificar la información del estudiante.					60			
Realizar la trazabilidad correspondiente en ARCA y SOPHIA					60			
Cargar la información el drive de la Decanatura					60		Eliminar drive y manejar todo en Arca	
Llega la información al drive de la Decanatura.					460		Eliminar drive y manejar todo en Arca	
Confirmar la información cargada por parte de la Dirección de programa					460			
Carga la información el drive de la Vicerrectoría Administrativa					460		Eliminar drive y manejar todo en Arca	
Llega la información al drive de la Vicerrectoría Administrativa					4960		Eliminar drive y manejar todo en Arca	
Confirmar la información cargada por parte de la Decanatura					4960			
Verifica y baja la factura del sistema Arca.					4960			
Confirmar que se baje la factura.					60			
Finalizar el proceso en el drive.					10			

*Nota. Elaboración propia.*

**Tabla 21**  
*Situación Baja De Facturas En Arca*




<b>SITUACIÓN BAJA DE FACTURAS EN ARCA</b>	
<p>El DOP actual para el proceso Dar de baja de facturas en Arca presenta un tiempo total del proceso de 16.930 minutos, incluyendo retardos - demoras de 11.720 minutos. Número de retardos 12 y 2 operaciones para crear registros. En este diagrama no se identifican tiempos muertos.</p>	<p>Mudas identificadas: Demoras, retardos.</p> <hr/> <p>Posible Solución: Unificar los procesos financieros y académicos en el sistema informativo Arca, para que el estudiante radique una sola solicitud y se realice el cambio financiero y académico. Se requiere VSM para identificación de tiempos muertos.</p> <hr/> <p>Herramienta: DOP, MUDAS, VSM</p>

*Nota. Elaboración propia.*

#### **4.5 Desperdicios**

Como se ha mencionado a lo largo del documento, los desperdicios son acciones, procedimientos, materiales, insumos o suministros, que se utilizan en los procesos pero que no añaden valor al servicio, aunque si representan costos por mano de obra, tiempo o material. En ese sentido y dada la posibilidad de hacer una transición hacia la filosofía Lean, conviene analizar cada desperdicio frente a las actividades propias de la Facultad de ingenierías:

**Ilustración 21**  
*Diagrama mudas.*

	 <b>Sobreproducción</b>	 <b>Demoras</b>	 <b>Inventario</b>
<b>Concepto de la muda</b> →	Quando el servicio se produce demasiado rápido y de manera incorrecta o en demasiada cantidad para el proceso.	Se refiere a cualquier tiempo de inactividad en un proceso y los clientes deben esperar mas tiempo por su respuesta.	Almacenamiento excesivo de materia prima (grados,porceso de facturas, procesos de tesis meritorias o laureadas, etc), en proceso o terminada. Ocupan espacio y requieren de instalaciones adicionales de administración y administración.
<b>¿Que pasa en la Universidad</b> →	Cambian los hábitos constantemente con la creación de nuevos Drives y nuevas personas, falta de un cronograma de actividades, no conocer los procesos de las demás áreas.	La sobrecarga laboral de los colaboradores genera demoras en las respuestas a las solicitudes. Cambio de personal. Esperar a que redirijan la solicitud.	La gestion documental es llevada en papel, el registro en las hojas es almacenado en oficinas, por ejemplo: las actas, diplomas, tesis y otros documentos son de conservación total.
<b>Solución.</b> →	La solución es la planificación, estandarización, capacitación y socialización de todos los procesos y procedimientos.	Capacitar a los colaboradores, fortalecer los canales de informacion, habilitar permisos a los estudiantes para que puedan acceder y modificar procesos sencillos( baja e inscripcion de asignaturas).	Invertir en un archivo digital en donde todos los colaboradores puedan guardar y consultar informacion.

*Nota. Elaboración propia.*

**Ilustración 22**  
*Diagrama mudas 2.*

	 Transporte o Movimiento	 Defectos	 Desperdicios	 Subutilización del personal
Concepto de la muda	Movimiento de los empleados durante un proceso, este implica el movimiento de salidas, productos o recursos.	Servicio que tiene errores en su ejecución y debe repetirse varias veces en diferentes áreas y dependencias.	Ocurre cuando un empleado o proceso ingresa más recursos en el servicio que es valorado por el cliente.	Cuando no se utilizan las habilidades y destrezas del personal.
¿Que pasa en la Universidad	Múltiples bases de datos (Drive), varios canales de comunicación, desplazamiento de una ventana a otra para visualizar las bases de datos, documentos para firma de más de tres jefes.	Redirigir solicitudes, redirigir solicitudes para completar información y dar solución.	Profundizar en la verificación, verificar la solicitud para asegurar que los datos estén bien.	El cambio del personal es constante y el personal nuevo no reciben induccion o capacitacion adecuada, razon por la cual se generan demoras y reprocesos.
Solución.	Armonizar y unificar todos los procesos en el sistema de información institucional (Arca), eliminar los Drives, optimización de los procesos.	Equipar a los colaboradores para manejar cualquier solicitud, crear un proceso para desviar correctamente las solicitudes, mayor formación de los empleados, indicadores de calidad, establecer metas individuales.	Estandarizar los procesos, comunicar a los estudiantes el proceso, capacitar a los colaboradores.	Capacitar al personal e identificar un jefe de area o de procesos para orientar a los demas.

*Nota. Elaboración propia.*

**4.6 Lean Six Sigma**

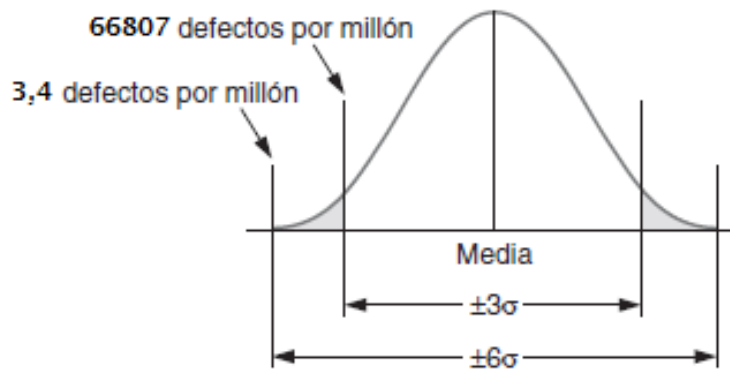
Dentro de las acciones propuestas para alcanzar la mejora continua, se ha planteado la metodología Six Sigma, una filosofía utilizada para dar respuesta a problemas complejos y soporte a los procesos empresariales, así, desde la estadística, Six sigma busca una medición de productos y procesos con una precisión del 99,9997 %, que traducido a las organizaciones implica menos de 3,4 defectos o errores en el proceso por cada millón de oportunidades.

Entendiendo una oportunidad como los elementos que componen un producto o las fases de un proceso, los productos y servicios pueden presentar múltiples oportunidades para ser defectuosos, en el caso de los hoteles, desde que se hace el registro, hasta que la persona abandona el hotel, existirán muchas oportunidades para que el servicio sea defectuoso: limpieza, infraestructura, precios, atención, comodidad, ruidos, etc.; en el caso de las universidades, todas las solicitudes requerirán de distintas fases y acciones, tan solo una de ellas que sea defectuosa, traerá implicaciones en la satisfacción del usuario respecto de su percepción de calidad.

Por ello, Lean Six Sigma pretende que las empresas dejen de utilizar los promedios como métrica para calcular los errores en los procesos y se use la desviación estándar para que sean más consistentes en términos de calidad; eliminando desperdicios, irregularidades y buscando la satisfacción del cliente de manera formal y sistemática. En la medida que las entidades implementan Lean Six Sigma se toma como perspectiva de mejoramiento la “voz del cliente” con el propósito de eliminar cualquier acción, actividad o costo que no incrementa valor desde el punto de vista del cliente (George, 2010), para este caso, los estudiantes como usuarios de los servicios de la Universidad.

El nivel sigma, es un indicador de variación que pone de manifiesto cuantas desviaciones estándar caben entre los límites de especificación del proceso, un nivel seis sigma implicará 3,4 defectos por millón de oportunidades y un nivel tres sigma, 66.807 defectos por millón de oportunidades, gráficamente se expresa de la siguiente manera, (nótese, que entre el nivel 3 y el 6, los defectos se incrementan considerablemente).

**Tabla 22**  
*Diagrama six sigma*



*Fuente: autoras*

El DPMO, es un indicador utilizado para detectar defectos por millón de oportunidades y se calcula de la siguiente manera:

$$DPMO = \frac{\# \text{ Defectos } \times 1,000,000}{\text{Unidades } \times \text{Oportunidades}}$$

Donde:

Defectos = Número de defectos observados en la muestra.

Unidades = Número de estudiantes en la muestra (tamaño de la muestra).

Oportunidades = Oportunidades de defectos por unidad.

Sin embargo, antes de calcular el DPMO, se requiere conocer los CTQ (Critical to Quality) estos son conocidos como aquellos factores o parámetros que son los principales impulsores de calidad dentro de una organización o proceso. Por lo general, los CTQ son características clave que se pueden medir; donde el rendimiento de dicha métrica proporciona información sobre si el cliente está o no satisfecho. (The council for Six Sigma Certification, 2018)



Para este proyecto de investigación, se toma como proceso a analizar mediante Six Sigma la Verificación y modificación de notas, para medir la satisfacción de los estudiantes con respecto a este servicio y se plantearon las siguientes preguntas abiertas.

**Tabla 23**

*Preguntas Verificación y modificación de notas para CTQ*

Preguntas
1. ¿Qué es lo que le gusta del servicio en el proceso de verificación y modificación de notas o inscripción y baja de asignaturas. ?
2. ¿Qué es lo que no le gusta del servicio en el proceso de verificación y modificación de notas o inscripción y baja de asignaturas ?
3. ¿Qué es lo que espera de nuestro servicio que no le estamos ofreciendo en el proceso de verificación y modificación de notas o inscripción y baja de asignaturas?
4. ¿Qué está recibiendo que no necesita en el proceso de verificación y modificación de notas o inscripción y baja de asignaturas?
5. ¿Qué está recibiendo en el servicio que no esperaba en el proceso de verificación y modificación de notas o inscripción y baja de asignaturas?

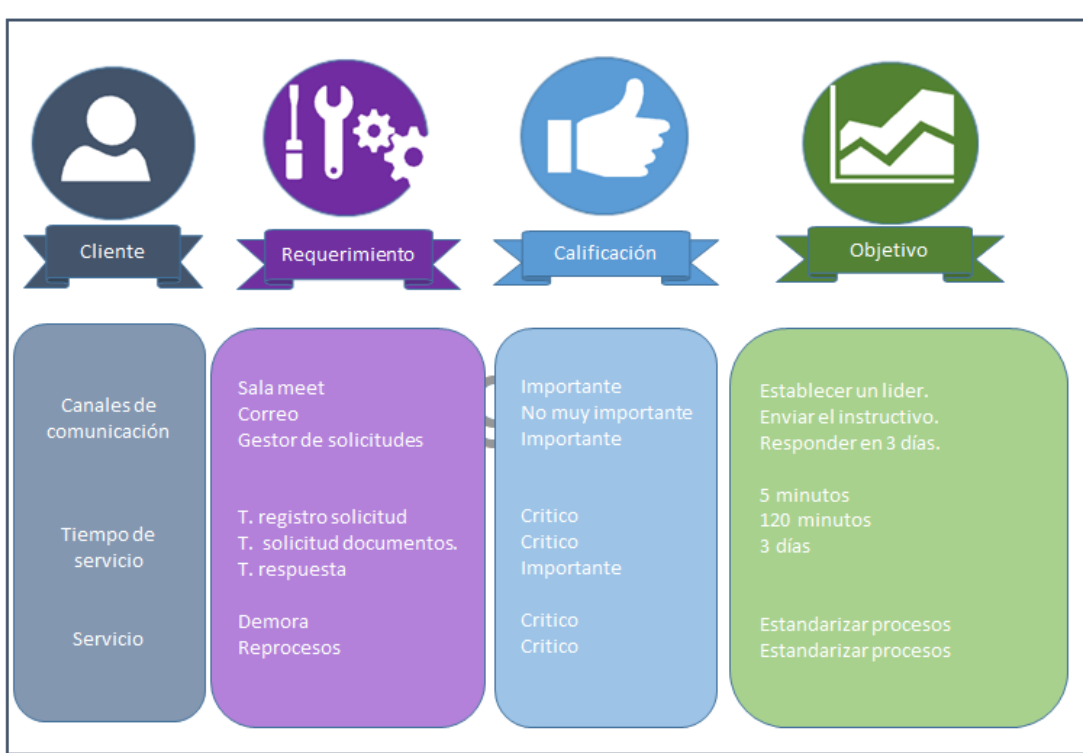
*Nota. Elaboración propia.*

Dado que se trataba de preguntas abiertas, se utilizó el software Atlas. Ti con el fin de encontrar palabras claves y puntos de encuentro en las respuestas.

Esta estrategia se plantea teniendo en cuenta el método Voice of the Customer, o VOC, concepto fundamental en muchos programas de calidad, que tiene como objetivo buscar comentarios del cliente; esto hace que los datos de VOC sean fundamentales para recopilar antes, durante y después de los proyectos de mejora, y así, hacer un producto mejor y más consistente. (The council for Six Sigma Certification, 2018)

Aplicada la estrategia se obtienen los siguientes resultados:

**Ilustración 23**  
*Diagrama CTQ*



*Nota. Elaboración propia.*

Los estudiantes de la Universidad orientaron sus respuestas frente a tres elementos: los canales de comunicación, el tiempo del servicio y el servicio en sí mismo, como canales de comunicación evaluaron las salas meet, el correo y el gestor de solicitudes, en cuanto al tiempo de servicio mencionaron tiempos en el registro de la solicitud, las solicitud de los documentos y el tiempo de respuesta, y, en cuanto al servicio, cuestionaron la demora del proceso y los reprocesos, en cada uno de los mismos se encontraron como actividades críticas: Los tiempos, las demoras y los reprocesos.

De la estrategia VOC se desprenden los siguientes CTQ, que evidencian los defectos en la prestación del servicio en cuanto al tiempo de respuesta y la demora en la prestación general del servicio:

**Tabla 24**  
*Identificación CTQ'S, oportunidades y defectos.*

CTQ'S	OPORTUNIDADES	DEFECTOS
Sala meet	1	0
Correo	1	3
Gestor de solicitudes	1	3
T. registro solicitud	1	0
T. solicitud documentos.	1	8
T. respuesta	1	15
Demora	1	17
Reprocesos	1	5
Totales	8	51

*Nota. Elaboración propia.*

Con los datos anteriores calculamos el DPMO:

$$DPMO = \frac{\# \text{ Defectos } \times 1,000,000}{\text{Unidades } \times \text{Oportunidades}}$$

D = 51 defectos

U = 32 estudiantes

O = 8 oportunidades

$$DPMO = \frac{51 \times 1,000,000}{32 \times 8}$$

$$DPMO = \frac{51,000,000}{256}$$

$$DPMO = 199,218$$

Calculado el DPMO, procedemos a calcular los defectos por oportunidad DPO, el desempeño del proceso (Yield) y el Nivel Sigma del proceso.

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

Donde:

D = Defectos

U = Unidades

O= Oportunidades

$$DPO = \frac{51}{32 \times 8}$$

DPO= 0,199

Yield= Desempeño del proceso

$$Y = (1 - DPO) \times 100$$

$$Y = (1 - 0,199) \times 100$$

$$Y = (0,801) \times 100$$

Yield = 80,1%

Ahora buscamos el Nivel sigma en la siguiente tabla:

**Tabla 25**  
*Nivel Sigma*

Yield	Sigma	Defects per 1,000,000	Defects per 100,000	Defects per 10,000	Defects per 1,000	Defects per 100
99.99966%	6.0	3.4	0.34	0.034	0.0034	0.00034
99.9995%	5.9	5	0.5	0.05	0.005	0.0005
99.9992%	5.8	8	0.8	0.08	0.008	0.0008
99.9990%	5.7	10	1	0.1	0.01	0.001
99.9980%	5.6	20	2	0.2	0.02	0.002
99.9970%	5.5	30	3	0.3	0.03	0.003
99.9960%	5.4	40	4	0.4	0.04	0.004
99.9930%	5.3	70	7	0.7	0.07	0.007
99.9900%	5.2	100	10	1.0	0.1	0.01
99.9850%	5.1	150	15	1.5	0.15	0.015
99.9770%	5.0	230	23	2.3	0.23	0.023
99.9670%	4.9	330	33	3.3	0.33	0.033
99.9520%	4.8	480	48	4.8	0.48	0.048
99.9320%	4.7	680	68	6.8	0.68	0.068
99.9040%	4.6	960	96	9.6	0.96	0.096
99.8650%	4.5	1,350	135	13.5	1.35	0.135
99.8140%	4.4	1,860	186	18.6	1.86	0.186
99.7450%	4.3	2,550	255	25.5	2.55	0.255
99.6540%	4.2	3,460	346	34.6	3.46	0.346
99.5340%	4.1	4,660	466	46.6	4.66	0.466
99.3790%	4.0	6,210	621	62.1	6.21	0.621
99.1810%	3.9	8,190	819	81.9	8.19	0.819
98.930%	3.8	10,700	1,070	107	10.7	1.07
98.610%	3.7	13,900	1,390	139	13.9	1.39
98.220%	3.6	17,800	1,780	178	17.8	1.78
97.730%	3.5	22,700	2,270	227	22.7	2.27
97.130%	3.4	28,700	2,870	287	28.7	2.87
96.410%	3.3	35,900	3,590	359	35.9	3.59
95.540%	3.2	44,600	4,460	446	44.6	4.46
94.520%	3.1	54,800	5,480	548	54.8	5.48
93.320%	3.0	66,800	6,680	668	66.8	6.68
91.920%	2.9	80,800	8,080	808	80.8	8.08
90.320%	2.8	96,800	9,680	968	96.8	9.68
88.50%	2.7	115,000	11,500	1,150	115	11.5
86.50%	2.6	135,000	13,500	1,350	135	13.5
84.20%	2.5	158,000	15,800	1,580	158	15.8
81.60%	2.4	184,000	18,400	1,840	184	18.4
78.80%	2.3	212,000	21,200	2,120	212	21.2

75.80%	2.2	242,000	24,200	2,420	242	24.2
72.60%	2.1	274,000	27,400	2,740	274	27.4
69.20%	2.0	308,000	30,800	3,080	308	30.8
65.60%	1.9	344,000	34,400	3,440	344	34.4
61.80%	1.8	382,000	38,200	3,820	382	38.2
58.00%	1.7	420,000	42,000	4,200	420	42
54.00%	1.6	460,000	46,000	4,600	460	46
50%	1.5	500,000	50,000	5,000	500	50
46%	1.4	540,000	54,000	5,400	540	54
43%	1.3	570,000	57,000	5,700	570	57
39%	1.2	610,000	61,000	6,100	610	61
35%	1.1	650,000	65,000	6,500	650	65
31%	1.0	690,000	69,000	6,900	690	69
28%	0.9	720,000	72,000	7,200	720	72
25%	0.8	750,000	75,000	7,500	750	75
22%	0.7	780,000	78,000	7,800	780	78
19%	0.6	810,000	81,000	8,100	810	81
16%	0.5	840,000	84,000	8,400	840	84
14%	0.4	860,000	86,000	8,600	860	86
12%	0.3	880,000	88,000	8,800	880	88
10%	0.2	900,000	90,000	9,000	900	90
8%	0.1	920,000	92,000	9,200	920	92

Nota.

Tomado de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/gestion-de-calidad/nivel-sigma-y-dpmo/>

Lo que nos indica que para un “Yield de 80,1% el nivel sigma es 2,4.

Nivel Sigma= 2,4

**Tabla 26**

*Nivel Sigma aplicado al proyecto.*

NIVEL EN SIGMA	DPMO	RENDIMIENTO
6	3,40	99.9997%
5	233,00	99.98%
4	6.210,00	99.3%
3	66.807,00	93.3%
2	308.537,00	69.15%
1	690.000,00	30.85%
0	933.200,00	6.68%

*Nota. Elaboración propia.*

Dado que el nivel Sigma se encuentra en 2,4 la Facultad de ingenierías de la Universidad ECCI, en el proceso de verificación y modificación de notas, tiene una oportunidad de mejora para llegar inicialmente al nivel 3 sigma, donde pasaría de un rendimiento en el proceso del 80, 1 % al 93,3%.

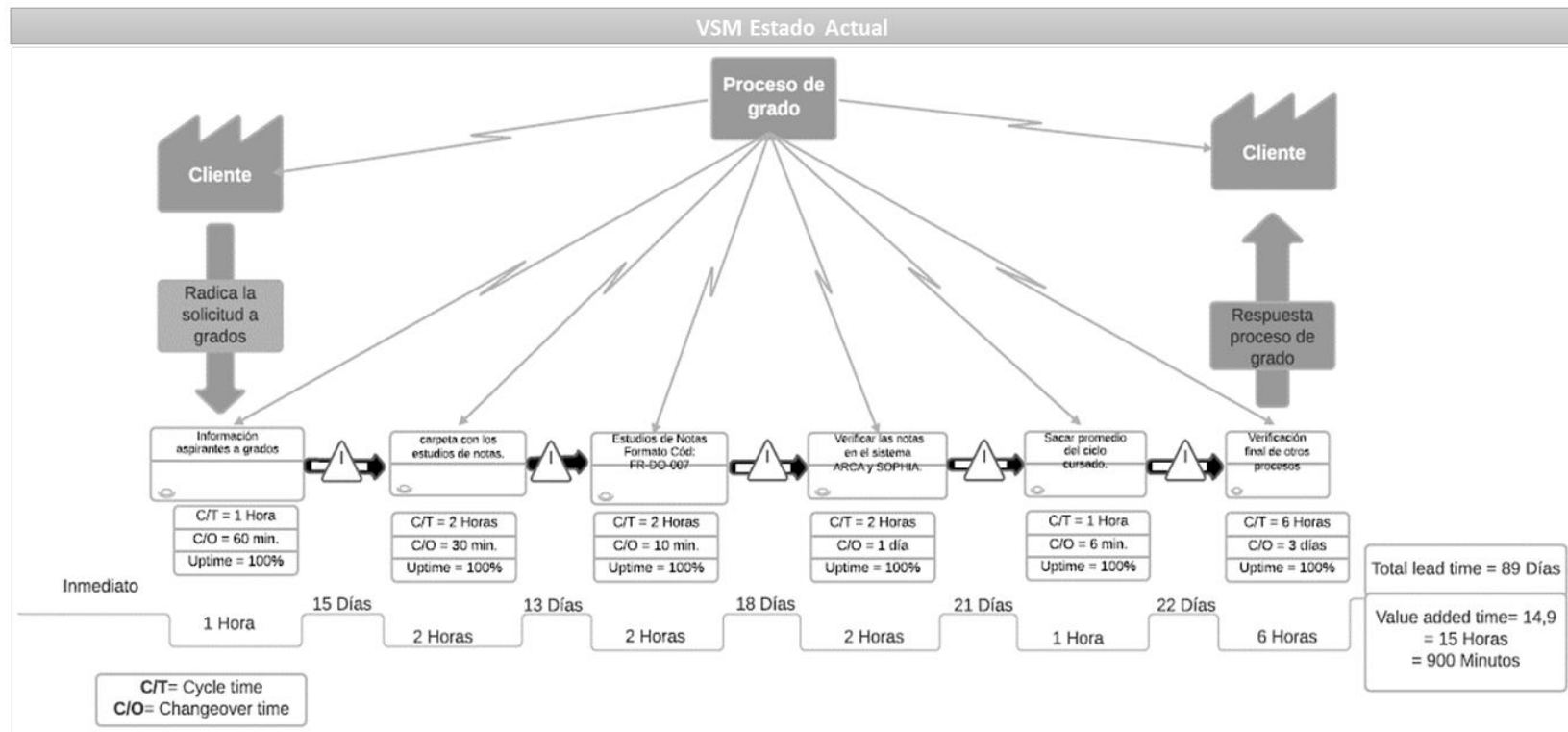
#### **4.7 Value Stream Map**

El VSM es una representación gráfica que permite proponer mejoras, a partir de la determinación de cada paso del proceso, con el objetivo de estimar si se añade o no valor en cada etapa, buscando eliminar todos los aspectos innecesarios que tipifican mudas.

#### 4.7.1 Value Stream Map actual proceso para grado.

##### Ilustración 24

Value Stream Map actual proceso para grado.



Nota. Elaboración propia.

**Tabla 27 Situación actual proceso de grados**

---

<b>SITUACIÓN ACTUAL PROCESO DE GRADOS</b>	
El VSM actual para el proceso de grados, evidencia que los tiempos de ciclo para cada tarea son relativamente muy cortos con respecto al Lead time, que muestra una suma de 89 días, tal y como se ha mencionado en líneas anteriores, esta situación evidencia una demora sustantiva por tiempos muertos en los que no se añade ningún valor al proceso.	Mudas identificadas: Demoras, inventarios, movimientos, desperdicios y defectos. Herramienta: VSM, diagrama de flujo

---

<b>ANÁLISIS DE DESEMPEÑO DEL PROCESO</b>
Tiempo de procesamiento= 14,9 horas (0,62 Días) Tiempo de espera del proceso = 88,38 días Tiempo de ciclo del proceso= 2136 horas (89 Días) Eficiencia del tiempo de ciclo (ETC)
$ETC = \frac{0,62}{89} \times 100 = 0,69 \%$
Este proceso presenta un desempeño del 0,69%

---

<b>PROPUESTA DE SOLUCIÓN</b>
Fortalecer el sistema informativo institucional Arca para lograr unificar los requerimientos de grados en las diferentes dependencias, con el objetivo de que el estudiante y colaborador solo con ingresar su código estudiantil pueda visualizar su estado académico en cualquier momento, no solamente cuando este en el proceso de grados. Si se logra esto, la oficina de grados no tendrá la necesidad de crear un drive y ellos mismos pueden verificar la información sin ningún contrat tiempo. Con esta solución el estudiante sabrá con antelación sus pendientes y no requerirá una respuesta por parte de la Universidad, si tiene todo al día lograría su paz y salvo en menos de 89 días.

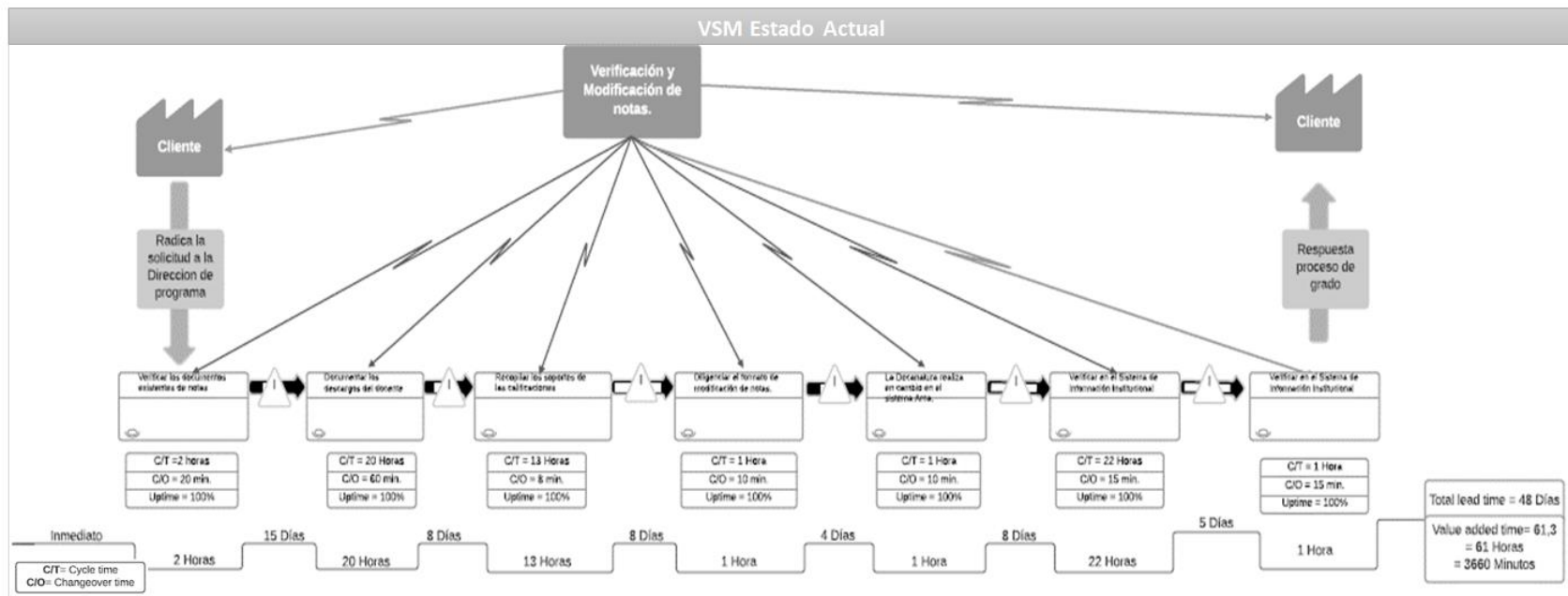
---



#### 4.7.2 Value Stream Map, actual proceso verificación y modificación de notas.

##### Ilustración 25

Value Stream Map, actual proceso verificación y modificación de notas.



Nota. Elaboración propia.

**Tabla 28 Situación actual verificación y modificación de notas**

---

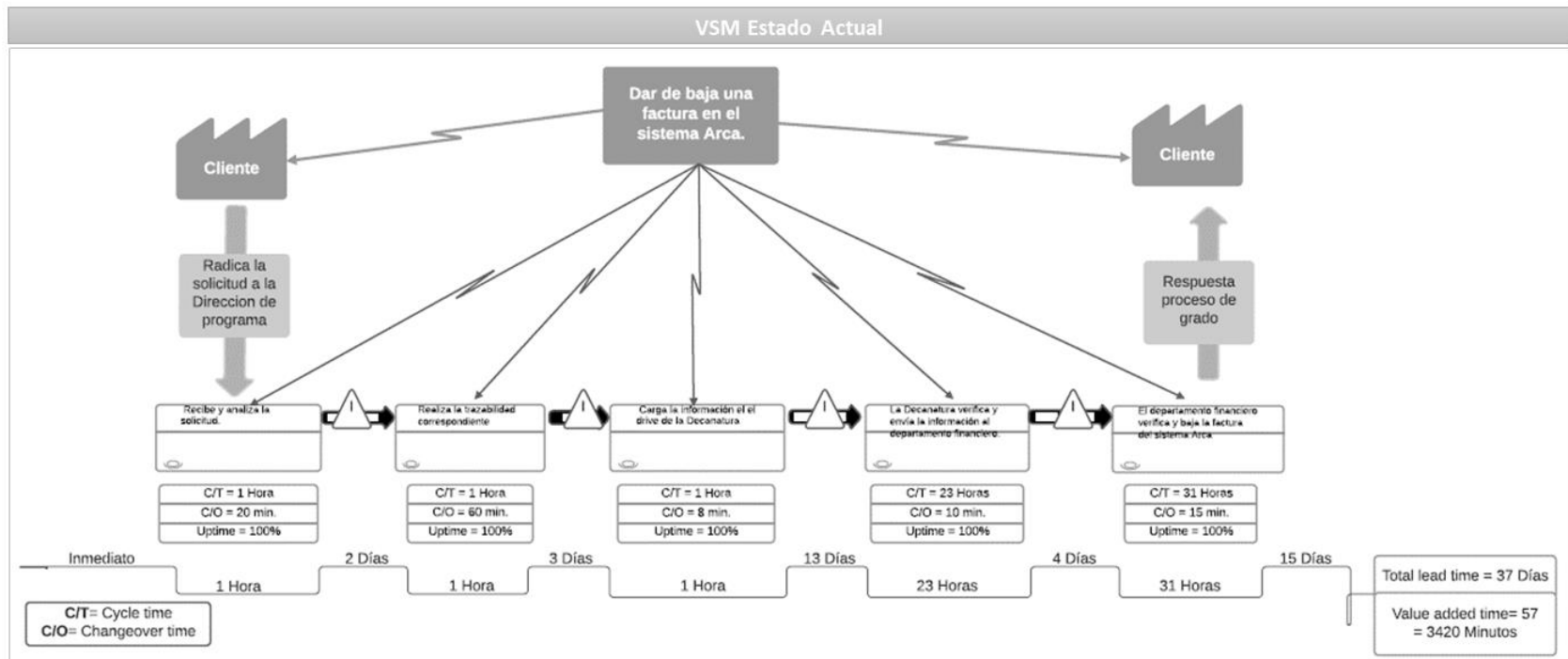
<b>SITUACIÓN ACTUAL VERIFICACIÓN Y MODIFICACIÓN DE NOTAS</b>	
<p>El VSM actual para el proceso de verificación y modificación de notas, evidencia que los tiempos de ciclo son relativamente muy cortos con respecto al Lead time, que muestra una suma de 48 días, tal y como se ha mencionado en líneas anteriores, esta situación evidencia una demora sustantiva por tiempos muertos en los que no se añade ningún valor al proceso.</p>	<p><b>Mudas identificadas:</b> Demoras, procesos, inventarios, movimientos, desperdicios y defectos.</p> <p><b>Herramienta:</b> VSM, diagrama de flujo</p>
<b>ANÁLISIS DE DESEMPEÑO DEL PROCESO</b>	
<p>Tiempo de procesamiento= 61,3 horas (2,55 Días) Tiempo de espera del proceso = 45,45 días Tiempo de ciclo del proceso= 1152 horas (48 Días) Eficiencia del tiempo de ciclo (ETC)</p> $ETC = \frac{2,55}{48} \times 100 = 5,3 \%$ <p>Este proceso presenta un desempeño del 5,3%</p>	
<b>PROPUESTA DE SOLUCIÓN</b>	
<p>Implementar una cultura organizacional estipulada en el reglamento estudiantil y calendario académico en donde los docentes entreguen a la dirección de programa el consolidado de las notas de cada corte y la nota final, igualmente armonizar el sistema informativo institucional Arca para que los docentes carguen todas las notas en el “Cuaderno evaluación clase” y habilitar o crear un permiso para identificar los estudiantes inactivos, con esto el docente puede cargar las notas sin que el estudiante las visualice; si el estudiante radica la solicitud por falta de una nota se le notifique la inconsistencia ya sea académica o financiera, cuando lo solucione se le quita el indicador negativo y simultáneamente pueda visualizar sus notas, dándole respuesta casi inmediata a su solicitud.</p>	

---

### 4.7.3 Value Stream Map, actual proceso dar de baja una factura en el sistema Arca. Actual

#### Ilustración 26

Value Stream Map, actual proceso dar de baja una factura en el sistema Arca. Actual



*Nota. Elaboración propia.*

**Tabla 29 Situación actual baja de facturas**

---

<b>SITUACIÓN ACTUAL BAJA DE FACTURAS</b>	
El VSM actual para el proceso de baja de facturas, evidencia que los tiempos de ciclo son relativamente muy cortos con respecto al Lead time, que muestra una suma de 35 días, tal y como se ha mencionado en líneas anteriores, esta situación evidencia una demora sustantiva por tiempos muertos en los que no se añade ningún valor al proceso.	Mudas identificadas: Demoras, inventarios, movimientos, desperdicios y defectos.  Herramienta: VSM, diagrama de flujo
<b>ANÁLISIS DE DESEMPEÑO DEL PROCESO</b>	
Tiempo de procesamiento= 57 horas (2,3 Días) Tiempo de espera del proceso = 34,7 días Tiempo de ciclo del proceso= 3420 (37 Días) Eficiencia del tiempo de ciclo (ETC)	
$ETC = \frac{2,3}{37} \times 100 = 6,21\%$	
Este proceso presenta un desempeño del 6,21%	
<b>PROPUESTA DE SOLUCIÓN</b>	
Unificar y ajustar el sistema informativo institucional Arca para mejorar este proceso, si el estudiante no pagó su semestre y se bajan las asignaturas en la tercera semana de clases automáticamente el sistema debe bajar la factura, igualmente con los cursos vacacionales, exámenes de habilitación o validación, cursos de inglés; si el estudiante aplaza su semestre el mismo sistema Arca debería eliminar la factura, si se logra esto el estudiante realizaría una sola solicitud académica y no financiera.	

---

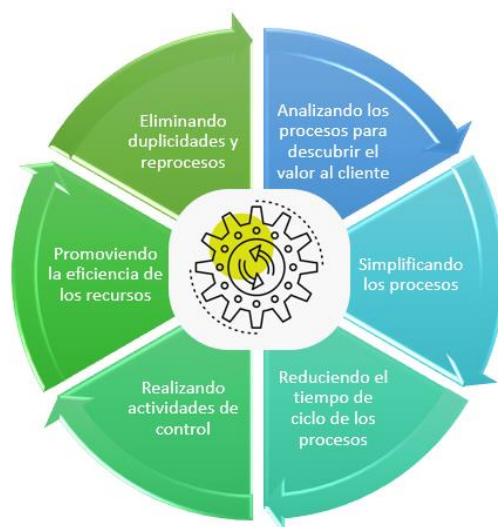
#### **4.8 Propuesta de mejoramiento**

En palabras del doctor Frederick Taylor, “*todo proceso es susceptible de mejora*”, sin embargo, ¿cómo podemos mejorar un proceso? ¿Cómo mejorar los procesos analizados en este estudio de investigación en la Universidad ECCI?: La respuesta está en la estandarización. Inicialmente, se debe analizar cada proceso con el fin de descubrir el valor

añadido en cada uno de ellos, conviene luego simplificar los procesos de tal manera que se fortalezcan aquellas etapas que efectivamente añaden valor frente a lo que el cliente requiere, lo que a la postre debería reducir el takt time y el lead time en cada proceso.

Las tareas y/o etapas seleccionadas y definidas deben entregarse y recibirse con total calidad, para ello se hará uso de mecanismos de control por medio del uso eficiente de los recursos, para el caso que nos ocupa, será de total importancia la eliminación de drives y el uso intensificado de la plataforma Arca, de este modo, se evitan duplicidades y reprocesos, se trata pues de la puesta en marcha de una cultura de cero errores: no se entregan errores, no se reciben errores.

**Ilustración 27**  
*Elementos para mejorar un proceso*

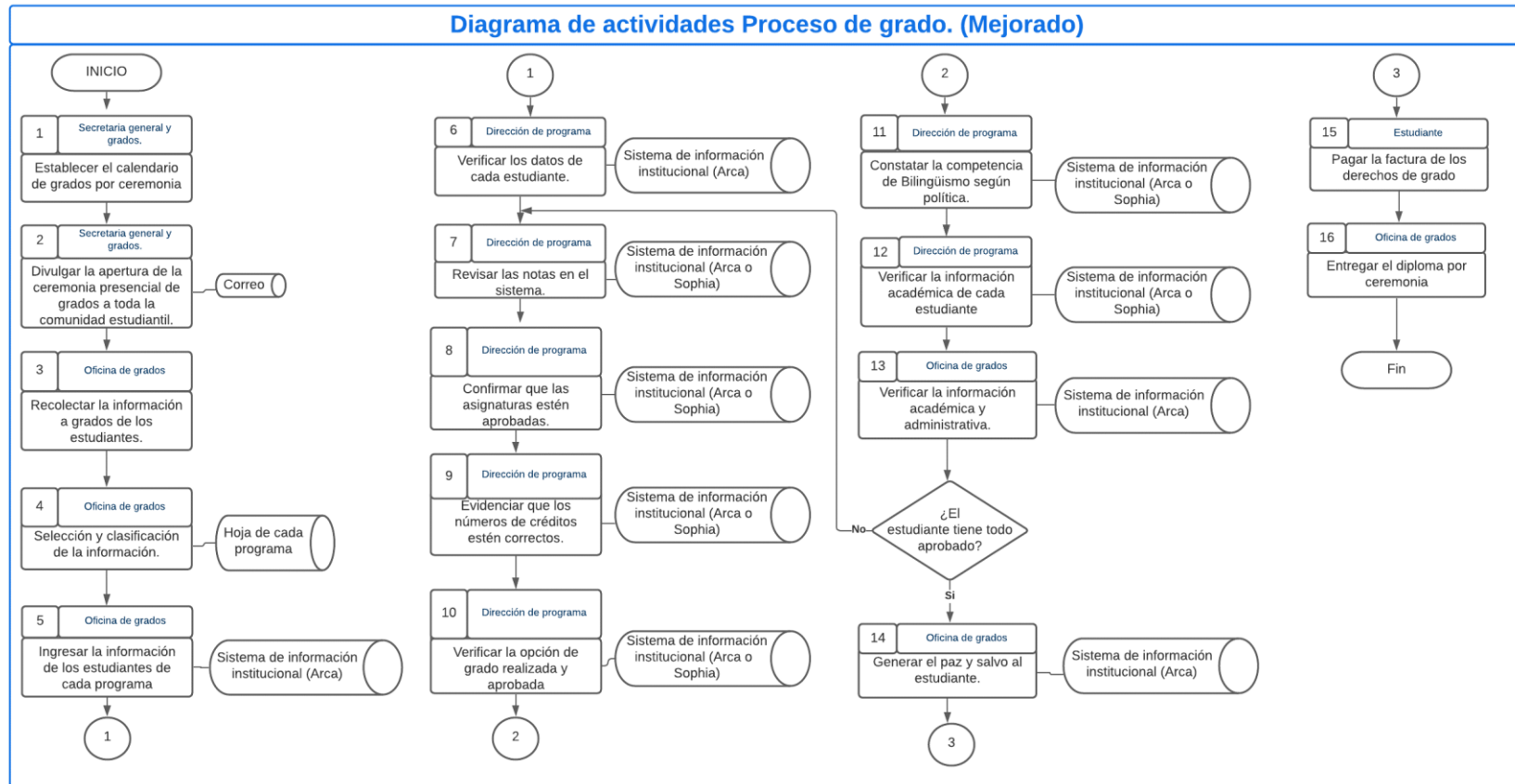


*Nota: Adaptado de createsolutions, 2021*

En ese sentido y teniendo en cuenta lo planteado en las anteriores líneas y las herramientas utilizadas en el ejercicio diagnóstico de los procesos en cuestión, se proponen algunas modificaciones partiendo de los diagramas de flujo en los que se eliminan algunos condicionantes al proceso y se excluyen los bucles encontrados, con el siguiente resultado.

#### 4.8.1 Diagrama de flujo mejorado del proceso de grados.

Ilustración 28 Diagrama de flujo mejorado del proceso de grados

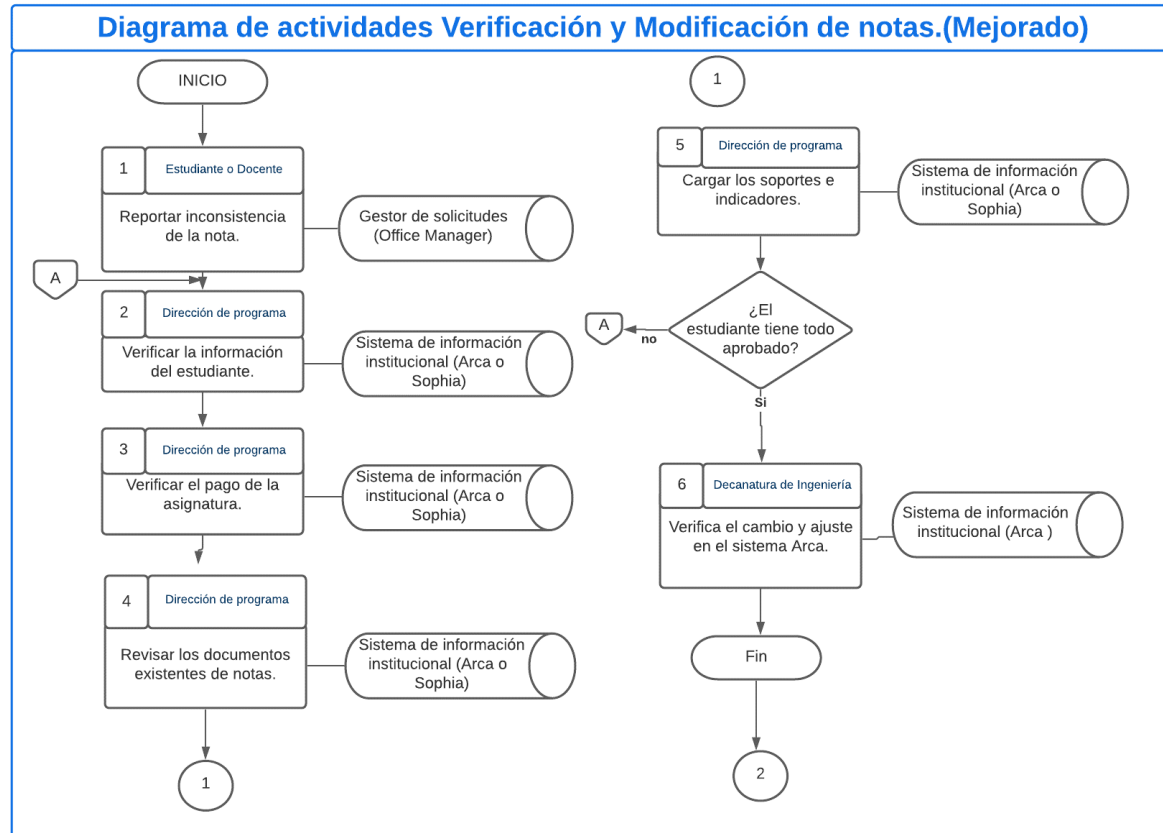


*Nota. Elaboración propia.*

En el diagrama de flujo actual se identificaban 27 operaciones con 8 puntos de decisión, en el diagrama mejorado se tienen 16 operaciones con 1 punto de decisión, se identificaron devoluciones y reprocesos en las actividades que no tenían ninguna complejidad como: “¿El estudiante completo todos los datos? ¿Los documentos del estudiante son reales?”, estas decisiones se descartaron por completo, apostando a la capacitación de los colaboradores. Un punto de decisión que genera un reproceso de 11 actividades en el diagrama actual y en el mejorado un reproceso de 7 actividades “¿El estudiante tiene todo aprobado?” este punto de decisión afecta drásticamente la actividad y puede generar demoras significativas en el proceso, el objetivo de dejar solamente este punto de decisión es cometer 0 errores y que la respuesta sea “Si” en la decisión.

#### 4.8.2 Diagrama de flujo mejorado para el proceso verificación y modificación de notas

Ilustración 29 Diagrama de flujo mejorado para el proceso verificación y modificación de notas



*Nota. Elaboración propia.*

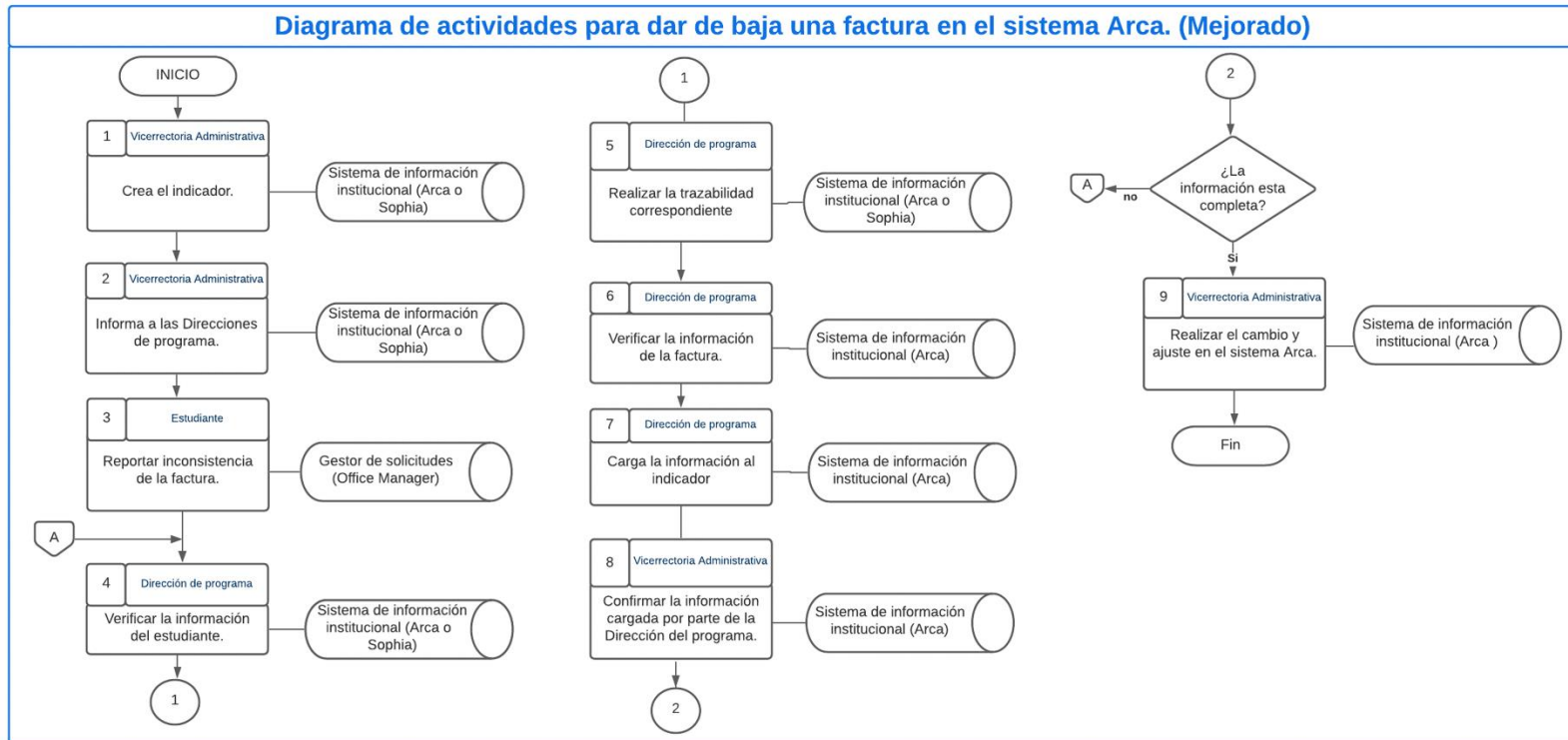


En el diagrama de flujo actual se identificaban 16 operaciones con 4 puntos de decisión, en el diagrama mejorado se proponen 6 operaciones con 1 punto de decisión, el diagrama propuesto mejora significativamente eliminando puntos de decisión y teniendo en cuenta que las actividades se realicen correctamente cometiendo 0 errores en su ejecución, se deja 1 punto de decisión donde se verifica nuevamente la información cargada, se espera que la respuesta sea “ Si” en la decisión para eliminar las demoras y reprocesos.

### 4.8.3 Diagrama de flujo mejorado para dar de baja una factura en Arca

#### Ilustración 30

Diagrama de flujo mejorado para dar de baja una factura en Arca.



*Nota. Elaboración propia.*

En el diagrama de flujo actual se identificaban 14 operaciones con 3 puntos de decisión, en el diagrama mejorado se plantean 9 operaciones con 1 punto de decisión, se realiza el análisis de cada operación y se evidencia demoras y reprocesos que se pueden de eliminar mediante capacitación, descartando estas mudas se deja 1 punto de decisión “¿La información está completa?” se espera que la respuesta sea “Si” para poder avanzar en la actividad y no tener demoras en su ejecución.

#### 4.8.4 DOP mejorado del proceso de grados

### Ilustración 31

#### *DOP mejorado del proceso de grados*

Hacia una Universidad Lean": Propuesta de un modelo de Gestión de Servicio que cree valor en la Universidad ECCL."								
FACULTAD DE INGENIERÍA								
OPERACIÓN: Proceso de grado.				UBICACIÓN Bogotá, Colombia				
PAG: 1	DE: 3	METODO ACTUAL <input type="checkbox"/>	METODO PROPUESTO <input checked="" type="checkbox"/>	FECHA: 09 de noviembre del 2021				
POR: Maestras en Ingeniería Enf. Industrial. Jenny Marcela Iguaran Olaya y Karen Andrea Arce Alarcón.								
RESUMEN	OPERACIÓN	OPERACIÓN COMBINADA	OPERACIÓN CREAR UN REGISTRO	OPERACIÓN AGREGAR INFORMACIÓN	TRANSPORTE	ALMACENAMIENTO	RETARDO	INSPECCIÓN
Cant Total	12	0	0	0	2	0	3	6
Dist Total								
Tiempo Tot	1136				76		106	722
EVENTO				SIMBOLO DE EVENTO	TIEMPO MINUTOS	DISTANCIA	RECOMENDACION DE METODO	
Divulgar la apertura de la ceremonia presencial de grados a toda la comunidad estudiantil.					60			
Llega la información a grados. Inspeccionar los datos del estudiante.					480			
Selección y clasificación de la información. Inspeccionar trabajo					300			
Ingresar la información de los estudiantes de cada programa, en el sistema de información ARCA.					60			
Verificar los datos de cada estudiante en el sistema de información ARCA					167			
Revisar las notas en el sistema ARCA y SOPHIA. Inspeccionar trabajo					154			
Evidenciar que los números de créditos estén correctos en ARCA.					159			
Verificar la opción de grado realizada y aprobada en ARCA.					90			
Constatar la competencia de Bilingüismo según política, en ARCA					90			
Verificar la información académica de cada estudiante, en ARCA					60			
Verificar la información académica y administrativa.					360			
Generar el paz y salvo al estudiante.					60			

Nota. Elaboración propia.

El DOP propuesto para el proceso de grados presenta 12 actividades, con relación al diagrama actual se eliminaron o combinaron 7 actividades; el tiempo total del proceso es de 2.040 minutos, se eliminaron 16 operaciones combinadas o eliminados con un ahorro de tiempo de 840 minutos.

Esto se logra en el diagrama unificando y combinando los procesos que realiza el mismo colaborador, se eliminan significativamente los defectos y se fortalecen los canales de comunicación para evitar reprocesos.

#### 4.8.5 DOP mejorado del proceso verificación y modificación de notas

##### Ilustración 32 DOP

*mejorado del proceso verificación y modificación de notas*

Hacia una Universidad Lean": Propuesta de un modelo de Gestión de Servicio que cree valor en la Universidad ECCI."								
FACULTAD DE INGENIERÍA								
OPERACIÓN: Verificación y Modificación de notas.					UBICACIÓN Bogotá, Colombia			
PAG: 2 DE: 3		METODO ACTUAL <input type="checkbox"/>		METODO PROPUESTO <input checked="" type="checkbox"/>		FECHA: 09 de noviembre del 2021		
POR: Maestranteros en Ingeniería Enf. Industrial. Jenny Marcela Iguaran Olaya y Karen Andrea Arce Alarcón.								
RESUMEN	OPERACIÓN	OPERACIÓN COMBINADA	OPERACIÓN CREAR UN REGISTRO	OPERACIÓN AGREGAR INFORMACIÓN	TRANSPORTE	ALMACENAMIENTO	RETARDO	INSPECCION
Cant Total	4	1	1	1	1	0	4	1
Dist Total								
Tiempo To	560	1320	30	30	30	0	560	30
EVENTO		SIMBOLO DE EVENTO		TIEMPO MINUTOS	DISTANCIA		RECOMENDACION DE METODO	
Reporta el estudiante o el docente a la Dirección de programa la inconsistencia de la nota.				60				
Verificar la información del estudiante.				60				
Verificar el pago de la asignatura en ARCA y SOPHIA.				120				
Revisar los documentos existentes de notas en ARCA y SOPHIA				128				
Verificar los soportes de las calificaciones.				812				
Cargar los soportes e indicador al sistema de información institucional ARCA				60				
Verifica el cambio y ajuste en el sistema Arca.				1320				

Nota. Elaboración propia.

El DOP mejorado para el proceso verificación y modificación de notas, registra 7 actividades, se eliminaron y combinaron 8 actividades con un tiempo total del proceso de 2.560 minutos, con los ajustes realizados se ahorró un tiempo de 2.837 minutos.

Este cambio se logra eliminando los procesos que incluyen drives, fortaleciendo Arca y empleando bien y efectivamente el sistema de información institucional.

#### 4.8.6 DOP Mejorado del proceso dar de baja una factura en Arca

##### Ilustración 33

##### *DOP Mejorado del proceso dar de baja una factura en Arca*

Hacia una Universidad Lean™: Propuesta de un modelo de Gestión de Servicio que cree valor en la Universidad ECCI.								
FACULTAD DE INGENIERÍA								
OPERACIÓN: Proceso para dar de baja una factura en el sistema Arca.					UBICACIÓN Bogotá, Colombia			
PAG: 3 DE: 3			Método Actual <input type="checkbox"/>		Método Propuesto <input checked="" type="checkbox"/>		Fecha: 06 de septiembre del 2021	
POR: Maestranteros en Ingeniería Enf. Industrial. Jenny Marcela Iguaran Olaya y Karen Andrea Arce Alarcón.								
RESUMEN	OPERACIÓN	OPERACIÓN COMBINADA	OPERACIÓN CREAR UN REGISTRO	OPERACIÓN AGREGAR INFORMACIÓN	TRANSPORTE	ALMACENAMIENTO	RETARDO	INSPECCION
Cant Total	8	2	1	1	0	0	5	5
Dist Total								
Tiempo Total	195	135	30	30	0	0	125	195
EVENTO				SIMBOLO DE EVENTO	TIEMPO MINUTOS	DISTANCIA	RECOMENDACION DE METODO	
Vicerrectoría Administrativa crea el indicador en el sistema de información institucional Arca.					60			
Llega la información a las Direcciones de Programa.					60			
Reporta el estudiante a la Dirección de programa la inconsistencia de la factura cargada en el sistema ARCA					60			
Verificar la información del estudiante.					60			
Realizar la trazabilidad correspondiente en ARCA y SOPHIA					60			
Confirmar la información de la factura.					60			
Carga la información al indicador en el sistema de información institucional Arca.					60			
Llega la información a Vicerrectoría Administrativa					10			
Confirmar la información cargada por parte de la Dirección.					60			
Verifica y baja la factura del sistema Arca.					150			
Confirmar que se baje la factura.					60			
Finalizar el proceso en el drive.					10			

*Nota. Elaboración propia.*

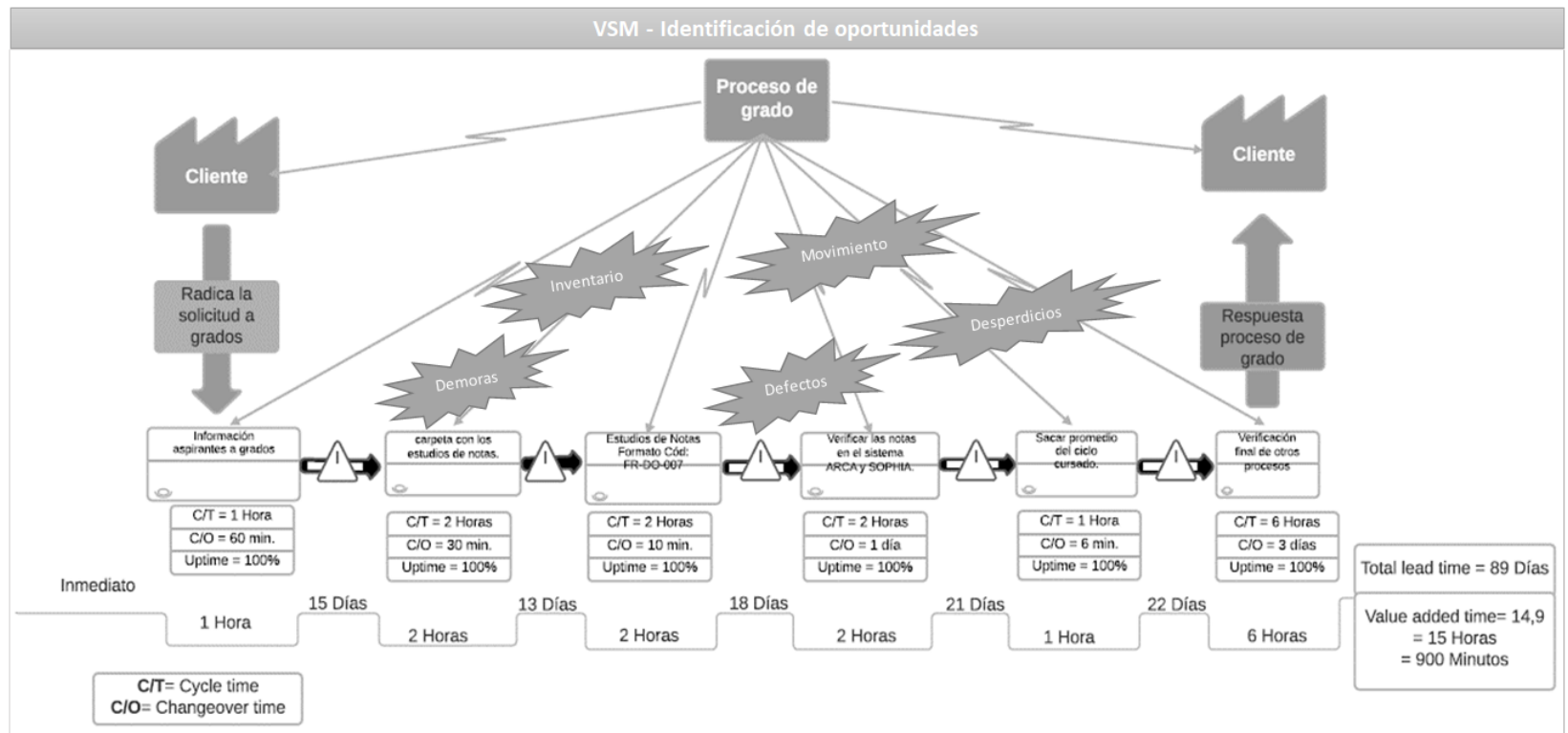
El DOP mejorado para el proceso dar de baja una factura en Arca, registra 12 actividades, se eliminaron y combinaron 6 actividades con un tiempo total del proceso de 710 minutos, con los ajustes realizados se ahorró un tiempo de 16.220 minutos, se eliminaron o combinaron 6 procesos.

La oportunidad de mejora se refleja en unificar procesos financieros y académicos en el sistema informativo institucional Arca, el estudiante con una sola solicitud debe solucionar su inconveniente financiero y académico.

#### 4.8.7 Value Stream Map identificación de oportunidades proceso para grado.

##### Ilustración 34

Value Stream Map identificación de oportunidades proceso para grado.



Nota. Elaboración propia.

En el Value Stream Map identificación de oportunidades proceso para grado. Se identifican las mudas en cada actividad: demoras, inventarios, movimientos, desperdicios y defectos, el lead time, que muestra una suma de 89 días se debe a las Demoras debido a la falta de permisos o parametrizar en el sistema Arca los docentes no pueden cargar las notas a los estudiantes que tienen alguna deuda o inconveniente financiero, los defectos se atribuyen al mal digitación de los docentes en las notas, esto causa movimientos innecesarios ya que la dirección de programa debe radicar una solicitud para modificar las notas, causando más inventario y desperdicios de tiempo.

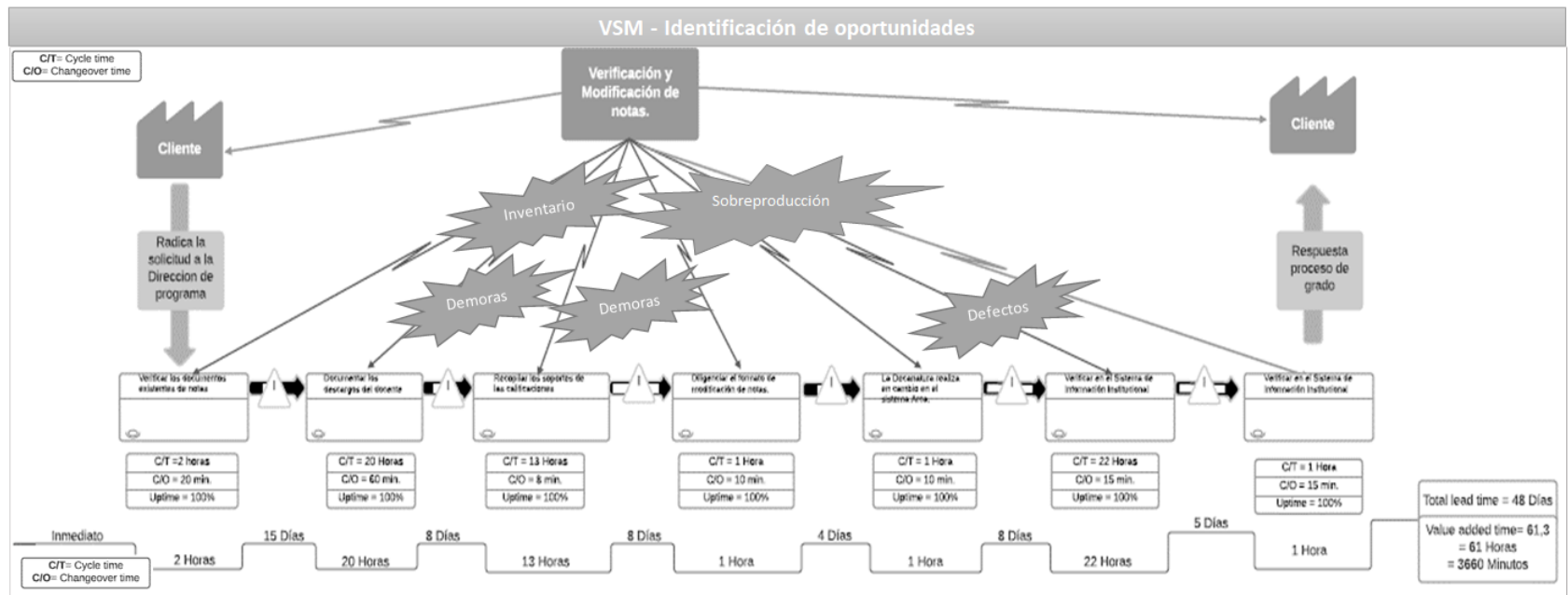
#### **4.8.8 Value Stream Map, identificación de oportunidades proceso verificación y modificación de notas.**

En el Value Stream Map, identificación de oportunidades proceso verificación y modificación de notas. Se identifican las mudas en cada actividad: demoras, inventarios, sobreproducción, y defectos, el lead time, que muestra una suma de 48 días, esta demora se debe a los defectos en la actividad porque el docente digitó mal la nota o el estudiante tiene una deuda financiera con la Universidad y no registra las materias causando sobreproducción por la manera incorrecta en esta actividad y realizando nuevos registros aumentando el inventario existente.



### Ilustración 35

Value Stream Map, identificación de oportunidades proceso verificación y modificación de notas.

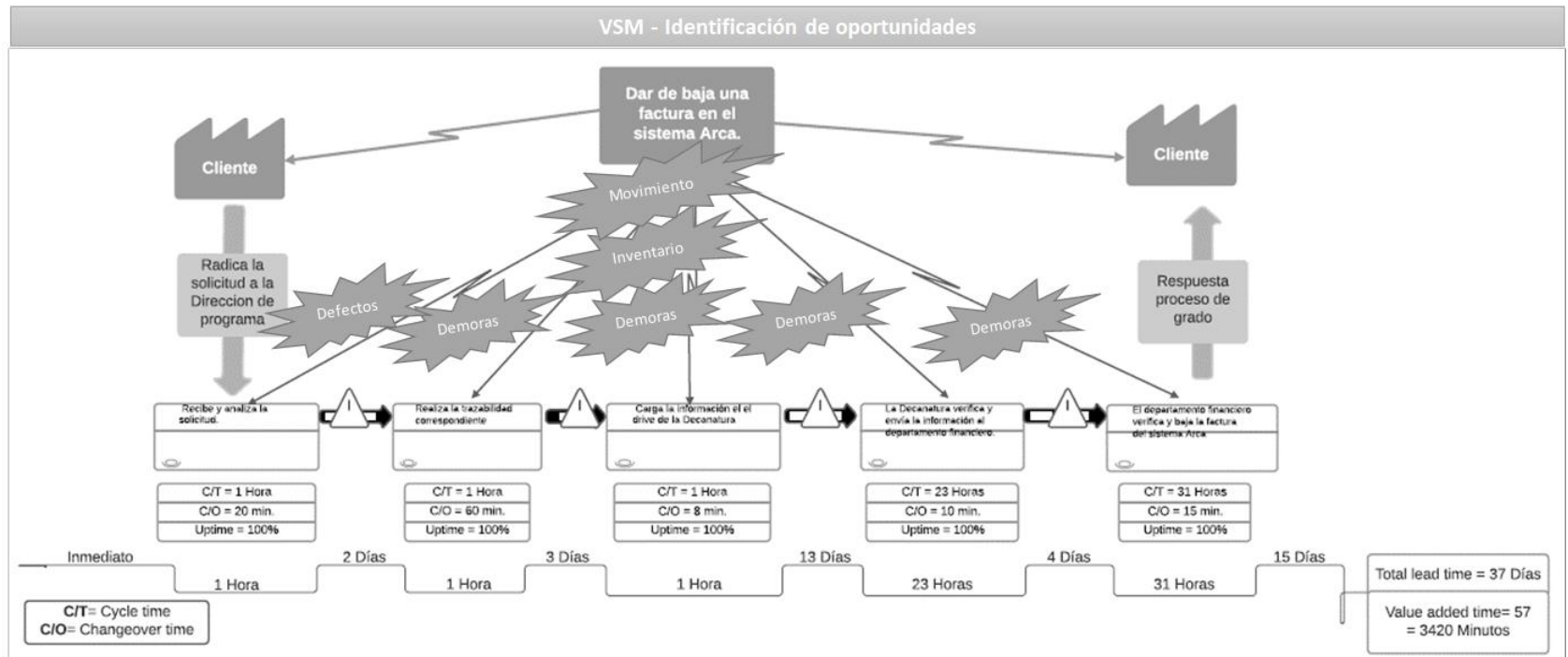


Nota. Elaboración propia.

#### 4.8.9 Value Stream Map identificación de oportunidades proceso dar de baja una factura en el sistema Arca.

##### Ilustración 36

Value Stream Map identificación de oportunidades proceso dar de baja una factura en el sistema Arca.



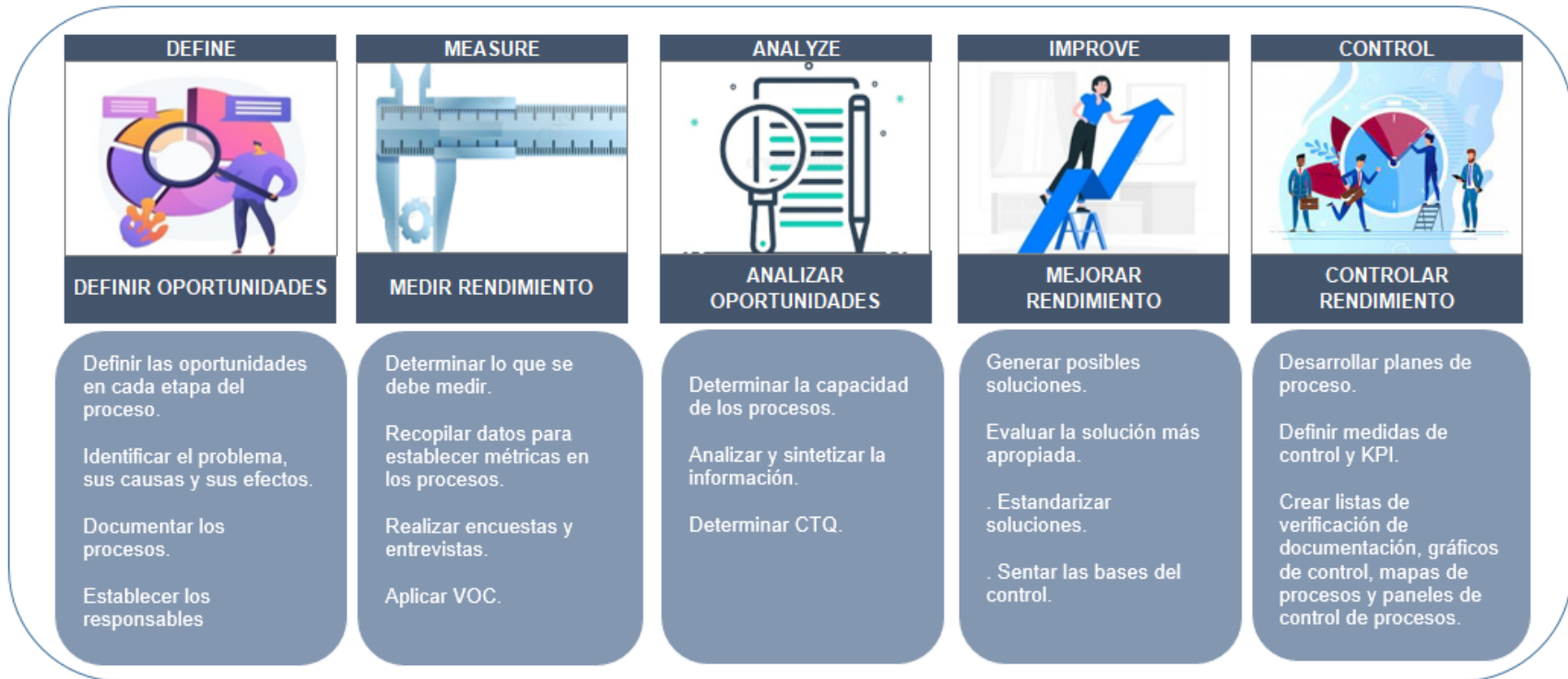
Nota. Elaboración propia.

Se identifican las mudas en cada actividad: demoras, movimientos e inventarios, el lead time, que muestra una suma de 35 días, los defectos son debido a la falta de articulación del sistema Arca, el estudiante debe realizar doble solicitud para la parte académica y otra para la parte financiera, este proceso se debería unificar para evitar demoras e incrementar el inventario.

#### **4.9 DMAIC**

Finalmente, dentro de la propuesta metodológica encontramos DMAIC, un enfoque de resolución de problemas que con base en Six sigma se ocupa de observar las mejoras incrementales en cada proceso. DMAIC tiene 5 pasos interconectados: definir, medir, analizar, mejorar y controlar, sin embargo, cada fase está concebida para proveer un efecto acumulativo. De manera ilustrativa las fases pueden sintetizarse de esta manera:

**Ilustración 37**  
Fases DMAIC



*Nota: Tomado y adaptado de (The council for Six Sigma Certification, 2018)*

Las principales actividades de un proyecto DMAIC incluyen identificar las entradas o causas críticas que están creando el problema, verificando esas causas, lluvia de ideas y selección de soluciones, implementación de soluciones y creación de un plan de control para asegurarse de que se mantenga el estado mejorado. (The council for Six Sigma Certification, 2018)

Así, se procede a plantear cuál sería el uso de la metodología de seguimiento a las acciones propuestas según la caracterización de cada proceso, la aplicación de VOC, la metodología Six Sigma (en el caso del proceso de verificación y modificación de notas), los diagramas de flujo mejorados, cada uno de los DOP propuestos, los VSM y el análisis de desempeño uno a uno, con base en las etapas de DMAIC, con el siguiente resultado.

#### 4.9.1 DMAIC Verificación y modificación de notas

##### Ilustración 38

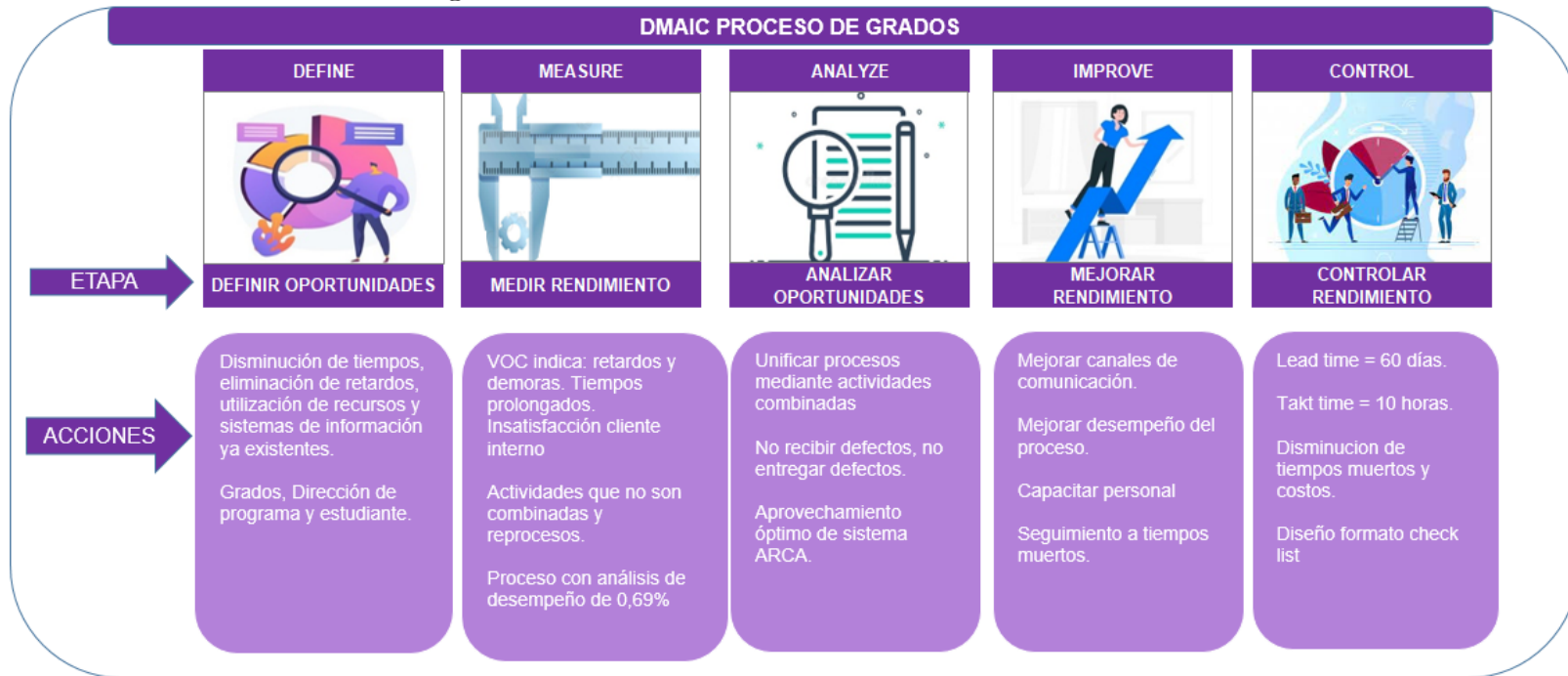
*DMAIC Verificación y modificación de notas*



*Nota: Elaboración propia*

## 4.9.2 DMAIC Proceso de grados

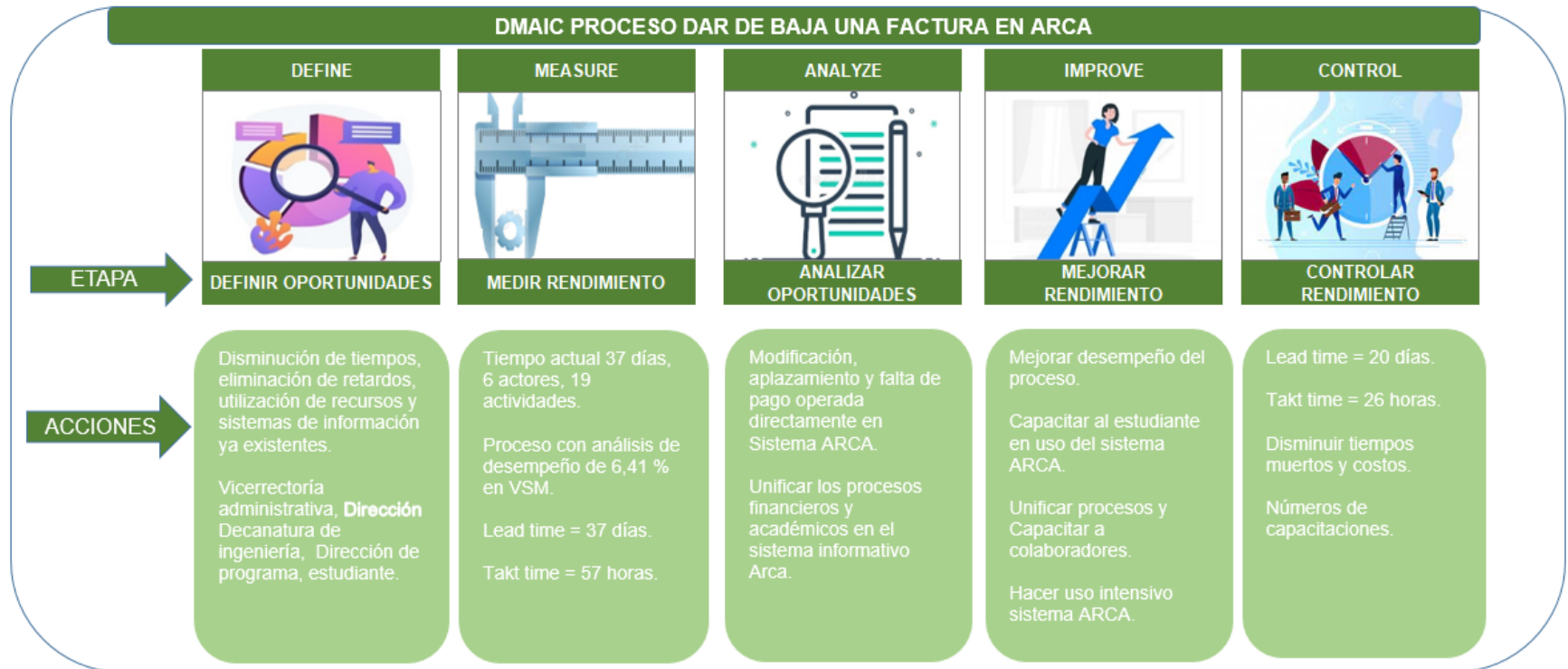
Ilustración 39 DMAIC Proceso de grados



*Nota: Elaboración propia*

### 4.9.3 DMAIC Dar de baja factura en ARCA

Ilustración 40 DMAIC Dar de baja factura en Arca



*Nota: Elaboración propia*



Cada uno de los anteriores diagramas, sintetizan los elementos constitutivos de un proyecto DMAIC, sin embargo, conviene recordar que, para cada nueva propuesta de mejora continua se deben incorporar los factores abordados en la ilustración 27, eliminación de duplicidades, determinación del valor al cliente, simplificación de procesos reducción del tiempo de ciclo, promoción de la eficiencia de los recursos (humanos, técnicos, digitales) y la aplicación efectiva de actividades de control.

## 5. Capítulo V. Análisis de costos

“Se necesitan muchas buenas obras para construir una buena reputación, pero basta un solo error para destruirla” Benjamin *Franklin*

Para el análisis financiero de la propuesta, se determina cuánto cuesta actualmente cada proceso si estuviera estandarizado según las horas analizadas en cada uno de los diagramas actuales, tomando como punto de partida las observaciones realizadas por los investigadores que han hecho el estudio de los tiempos. Para este propósito se aplicó el Sistema Westinghouse y se determinó el factor de calificación de cada proceso y tarea, adicionando una unidad según las siguientes tablas. (NIBEL & FREIBALDS, 2009)

### DESTREZA O HABILIDAD

+0.15	A1	Extrema
+0.13	A2	Extrema
+0.11	B1	Excelente
+0.08	B2	Excelente
+0.06	C1	Buena
+0.03	C2	Buena
0.00	D	Regular
-0.05	E1	Aceptable
-0.10	E2	Aceptable
-0.16	F1	Deficiente
-0.22	F2	Deficiente

### ESFUERZO (O EMPEÑO)

+0.13	A1	Excesivo
+0.12	A2	Excesivo
+0.10	B1	Excelente
+0.08	B2	Excelente
+0.05	C1	Bueno
+0.02	C2	Bueno

0.00	D	Promedio
-0.04	E1	Regular
-0.08	E2	Regular
-0.12	F1	Pobre
-0.17	F2	Pobre

### CONDICIONES

+0.06	A	Ideal
<b>+0.04</b>	<b>B</b>	<b>Excelentes</b>
+0.02	C	Buena
0.00	D	Promedio
-0.03	E	Regular
-0.07	F	Pobre

### CONSISTENCIA

+0.04	A	Perfecta
<b>+0.03</b>	<b>B</b>	<b>Excelente</b>
<b>+0.01</b>	<b>C</b>	<b>Buena</b>
0.00	D	Promedio
-0.02	E	Regular
-0.04	F	Pobre

## 5.1 Determinación de costos según takt time actual

### 5.1.1 Proceso de grados por ceremonia.

#### 1. Grados comparte el DRIVE

Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia
+0.03 C2 Bueno	+0.02 C2 Bueno	+0.04 B Excelentes	0.00 D Promedio

$$F_c = 0,03 + 0,02 + 0,04 + 0,00 + 1$$

$$F_c = 1.09$$

2. Crear una carpeta con los estudios de notas

Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia
+0.06 C1 Buena	+0.05 C1 Bueno	+0.02 C Buena	+0.01 C Buena

$$F_c = 0,06 + 0,05 + 0,02 + 0,01 + 1$$

$$F_c = 1,14$$

3. Crear los estudios de Notas

Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia
-0.05 E1 Aceptable	+0.05 C1 Bueno	+0.02 C Buena	+0.01 C Buena

$$F_c = -0,05 + 0,05 + 0,02 + 0,01 + 1$$

$$F_c = 1,03$$

4. Verificar las notas en el sistema

Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia
-0.10 E2 Aceptable	+0.05 C1 Bueno	+0.02 C Buena	+0.01 C Buena

$$F_c = -0,10 + 0,05 + 0,02 + 0,01 + 1$$

$$F_c = -0,98$$

5. Sacar promedio del Ciclo cursado

Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia
+0.06 C1 Buena	+0.02 C2 Bueno	+0.02 C Buena	+0.01 C Buena

$$F_c = 0,06 + 0,02 + 0,02 + 0,01 + 1$$

$$F_c = 1,11$$

6. Verificar la información académica.

Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia
-----------	----------	-------------	--------------

+0.06 C1 Buena	+0.05 C1 Bueno	+0.02 C Buena	0.00 D Promedio
----------------	----------------	---------------	-----------------

$$F_c = 0,06 + 0,05 + 0,02 + 0,00 + 1$$

$$F_c = 1,13$$

**Tabla 30 Costos actual Proceso de grados Sistema Westinghouse**

Hoja de observaciones para estudio de tiempos actual																			
Identificación de operación		Proceso de grados por ceremonia														Fecha 09 de diciembre de 2021			
Hora Inicial		Operador							Observador							Aprobado por			
Hora final		Colaboradores														Resumen			
Descripción del elemento		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	ΣT	T	Fc	Tn
Grados comparte el DRIVE	T	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14,00	1,00	1,09	1,09000
	L	1	17	33	43	59	78	94	105	122	138	154	168	182	198				
Crear una carpeta con los estudios de notas	T	3	2	1	3	3	2	1	3	2	2	2	2	2	2	30,00	2,14	1,14	2,44286
	L	4	19	34	46	62	80	95	108	124	140	156	170	184	200				
Crear los estudios de Notas	T	3	3	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	32,00	2,29	1,03	2,35429
	L	7	22	36	49	65	82	97	110	126	142	158	172	186	202				
Verificar las notas en el sistema	T	3	3	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	32,00	2,29	0,98	2,24000
	L	10	25	38	52	68	84	99	112	128	144	160	174	188	204				
Sacar promedio del Ciclo cursado	T	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14,00	1,00	1,11	1,11000
	L	11	26	39	53	69	85	100	113	129	145	161	175	189	205				
Verificar la información académica.	T	5	6	3	5	8	8	4	8	8	8	6	6	8	4	87,00	6,21	1,13	7,02214
	L	16	32	42	58	77	93	104	121	137	153	167	181	197	209				
<b>Horas por ciclo</b>																<b>16,3</b>			

**Tabla 31 Tabla de costos actual Proceso de grados según VSM y Sistema Westinghouse**

Proceso de grados por ceremonia. Costo actual	
Salario mínimo 2021	\$ 908.526,00
Aprovisionamiento parafiscales	1,52
Subsidio de transporte	\$ 106.453,00
Valor total mensual	\$ 1.487.413
(1.487.413/30) Valor del día	\$ 49.580
Valor hora	\$ 6.198
Número de horas por VSM 14,9 (14,9 x 6198)	\$ 92.344
Número de horas por Westinghouse 16,3 (16,3 x 6198)	\$ 101.020
Número de colaboradores 14 VSM (14 x 92344)	\$ 1.292.809
Número de colaboradores 14 Westinghouse (14 x 101020)	\$ 1.414.281

Con la información del año 2021, en el que se realizó proceso de grados para 689 estudiantes en el periodo 2021 -2 se tiene un costo actual de \$1.292.809 pesos, valor del proceso en términos de nómina para 14 colaboradores sin tiempos muertos, si el costo se analiza teniendo en cuenta condiciones de desempeño según el sistema Westinghouse, el proceso costará \$1.414.281 pesos. (año 2021)

### 5.1.2 Verificación y Modificación de notas.

#### 1. Verificar los documentos existentes de notas

Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia
-0.10 E2 Aceptable	+0.05 C1 Bueno	+0.02 C Buena	+0.01 C Buena

$$F_c = -0,10 + 0,05 + 0,02 + 0,01 + 1$$

$$F_c = 0,98$$

#### 2. Documentar los descargos del docente

Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia
+0.06 C1 Buena	+0.05 C1 Bueno	+0.02 C Buena	+0.01 C Buena

$$F_c = 0,06 + 0,05 + 0,02 + 0,01 + 1$$

$$F_c = 1,14$$

#### 3. Recopilar los soportes de las calificaciones

Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia
+0.06 C1 Buena	+0.05 C1 Bueno	+0.02 C Buena	0.00 D Promedio

$$F_c = 0,06 + 0,05 + 0,02 + 0,00 + 1$$

$$F_c = 1,13$$

4. Diligenciar el formato de modificación de notas

Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia
+0.03 C2 Buena	+0.05 C1 Bueno	+0.02 C Buena	0.00 D Promedio

$$F_c = 0,03 + 0,05 + 0,02 + 0,00 + 1$$

$$F_c = 1,1$$

5. Enviar los soportes y formatos a Decanatura

Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia
-0.10 E2 Aceptable	+0.05 C1 Bueno	+0.02 C Buena	+0.01 C Buena

$$F_c = -0,10 + 0,05 + 0,02 + 0,01 + 1$$

$$F_c = 1,1$$

6. La Decanatura realiza en cambio en el sistema Arca

Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia
-0.05 E1 Aceptable	+0.05 C1 Bueno	+0.02 C Buena	+0.01 C Buena

$$F_c = -0,05 + 0,05 + 0,02 + 0,01 + 1$$

$$F_c = 1,03$$

7. Verificar en el Sistema de Información Institucional

Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia
+0.06 C1 Buena	+0.02 C2 Bueno	+0.02 C Buena	+0.01 C Buena

$$F_c = 0,06 + 0,02 + 0,02 + 0,01 + 1$$

$$F_c = 1,11$$



**Tabla 32 Costos actual Verificación y modificación de notas Sistema Westinghouse**

Hoja de observaciones para estudio de tiempos actual																				
Identificación de operación		Verificación y Modificación de notas.															Fecha 09 de diciembre de 2021			
Hora Inicial	Operador	Observador														Aprobado por				
Hora final																				
Descripción del elemento		Colaboradores															Resumen			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	ΣT	T	Fc	Tn
Verificar los documentos existentes de notas	T	3	2	1	1	3	3	3	2	2	2	3	1	1	2	2	31,00	2,07	0,98	2,0253
	L	3	80	144	204	250	312	382	459	520	581	651	703	763	824	877				
Documentar los descargos del docente	T	24	20	16	16	16	24	24	24	24	16	24	24	16	16	308,00	20,53	1,14	23,4080	
	L	27	100	160	220	266	336	406	483	544	605	667	727	787	840					893
Recopilar los soportes de las calificaciones	T	24	20	16	8	16	24	24	8	8	16	8	8	8	8	204,00	13,60	1,13	15,3680	
	L	51	120	176	228	282	360	430	491	552	621	675	735	795	848					901
Diligenciar el formato de modificación de notas	T	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15,00	1,00	1,10	1,1000	
	L	52	121	177	229	283	361	431	492	553	622	676	736	796	849					902
Enviar los soportes y formatos a Decanatura	T	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15,00	1,00	0,98	0,9800	
	L	53	122	178	230	284	362	432	493	554	623	677	737	797	850					903
La Decanatura realiza en cambio en el sistema Arca	T	24	20	24	16	24	16	24	24	24	24	24	24	24	16	332,00	22,13	1,03	22,7973	
	L	77	142	202	246	308	378	456	517	578	647	701	761	821	874					919
Verificar en el Sistema de Información Institucional	T	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15,00	1,00	1,11	1,1100	
	L	78	143	203	247	309	379	457	518	579	648	702	762	822	875					920

**Horas por ciclo= 66,8**

**Tabla 33 Costos actual Verificación y modificación de notas según VSM y Sistema Westinghouse**

Proceso Verificación y Modificación de notas. Costo actual	
Salario mínimo 2021	\$ 908.526,00
Aprovisionamiento parafiscales	1,52
Subsidio de transporte	\$ 106.453,00
Valor total mensual	\$ 1.487.413
(1.487.413/30) Valor del día	\$ 49.580
Valor hora	\$ 6.198
Número de horas por VSM 61,3 (61,3 x 6198)	\$ 379.910
Número de horas por Westinghouse 66,8 (66,8 x 6198)	\$ 413.996
Número de colaboradores 15 VSM (15 x 379910)	\$ 5.698.649
Número de colaboradores 15 Westinghouse (15 x 413996)	\$ 6.209.947

Con la información del año 2021, en el que se dio respuesta a 762 solicitudes de verificación y modificación de notas en el periodo 2021 -2 se tiene un costo actual de \$5.698.649 pesos, valor del proceso en términos de nómina para 15 colaboradores sin tiempos muertos, si el costo se analiza teniendo en cuenta condiciones de desempeño según el sistema Westinghouse, el proceso costará \$6.209.947 pesos. (año 2021).

### 5.1.3 Dar de baja una factura en el sistema Arca.

#### 1. Recibir y analizar la solicitud

Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia
-0.05 E1 Aceptable	+0.05 C1 Bueno	+0.02 C Buena	+0.01 C Buena

$$F_c = -0,05 + 0,05 + 0,02 + 0,01 + 1$$

$$F_c = 1,03$$

#### 2. Realizar la trazabilidad correspondiente

Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia
-0.10 E2 Aceptable	+0.05 C1 Bueno	+0.02 C Buena	+0.01 C Buena

$$F_c = -0,10 + 0,05 + 0,02 + 0,01 + 1$$

$$F_c = 0,98$$

#### 3. Cargar la información el drive de la Decanatura

Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia
-----------	----------	-------------	--------------

-0.05 E1 Aceptable	+0.05 C1 Bueno	+0.02 C Buena	0.00 D Promedio
--------------------	----------------	---------------	-----------------

$$F_c = 0,06 + 0,05 + 0,02 + 0,00 + 1$$

$$F_c = 0,97$$

4. La Decanatura verifica y envía la información al departamento financiero

Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia
-0.05 E1 Aceptable	+0.05 C1 Bueno	+0.02 C Buena	0.01 C Buena

$$F_c = -0,05 + 0,05 + 0,02 + 0,01 + 1$$

$$F_c = 1,03$$

5. El departamento financiero verifica y baja la factura

Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia
+0.06 C1 Buena	-0,08 E2 Regular	+0.02 C Buena	-0,02 E Regular

$$F_c = -0,22 - 0,08 + 0,02 - 0,02 + 1$$

$$F_c = 0,98$$

**Tabla 34 Costo actual Dar de baja una factura en Arca según Sistema Westinghouse**

Hoja de observaciones para estudio de tiempos actual																					
Dar de baja una factura en el sistema Arca.																	Fecha 09 de diciembre de 2021				
Identificación de operación	Operador															Observador			Aprobado por		
Hora Inicial																					
Hora final																					
Descripción del elemento		Colaboradores															Resumen				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	∑T	T	Fc	Tn	
Recibir y analizar la solicitud	T	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15,00	1,00	1,03	1,0300	
	L	1	58	126	175	219	276	323	365	422	489	531	586	658	730	797					
Realizar la trazabilidad correspondiente	T	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15,00	1,00	0,98	0,9800		
	L	2	59	127	176	220	277	324	366	423	490	532	587	659	731	798					
Cargar la información el drive de la Decanatura	T	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15,00	1,00	0,97	0,9700		
	L	3	60	128	177	221	278	325	367	424	491	533	588	660	732	799					
La Decanatura verifica y envía la información al departamento financiero	T	24	20	16	21	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	345,00	23,00	1,03	23,6900		
	L	27	80	144	198	245	302	349	391	448	515	557	612	684	756	823					
El departamento financiero verifica y baja la factura	T	30	45	30	20	30	20	15	30	40	15	28	45	45	40	30	463,00	30,87	0,98	30,2493	
	L	57	125	174	218	275	322	364	421	488	530	585	657	729	796	853					
<b>Horas por ciclo= 56,9</b>																					

**Tabla 35 Costo actual Dar de baja una factura en Arca según VSM y Sistema Westinghouse**

Proceso Dar de baja una factura en el sistema Arca. Costo actual	
Salario mínimo 2021	\$ 908.526,00
Aprovisionamiento parafiscales	1,52
Subsidio de transporte	\$ 106.453,00
Valor total mensual	\$ 1.487.413
(1.487.413/30) Valor del día	\$ 49.580
Valor hora	\$ 6.198
Número de horas por VSM 57 (57 x 6198)	\$ 353.260
Número de horas por Westinghouse 56,9 (56,9 x 6198)	\$ 352.641
Número de colaboradores 15 VSM (15 x 353260)	\$ 5.298.907
Número de colaboradores 15 Westinghouse (15 x 352641)	\$ 5.289.611

Según datos 2021, la anulación y baja de facturas en Arca se dio en 421 oportunidades con un costo actual de \$5.298.907 pesos, para 14 colaboradores sin tiempos muertos, si el costo se analiza teniendo en cuenta condiciones de desempeño según el sistema Westinghouse, el proceso costará \$5.289.611 pesos. (año 2021)

## 5.2 Determinación de costos según takt time propuestos

Con el desarrollo de la propuesta se determina un nuevo takt time y lead time para cada uno de los procesos, con una reducción de costos y una oportunidad de mejora hacia una Universidad Lean, con los siguientes resultados

### 5.2.1 Proceso de grados por ceremonia.

1. Ingresar la información de los estudiantes de cada programa, en el sistema de información ARCA.

Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia
+0,11 B1 Excelente	+0,08 B2 Excelente	+0.04 B Excelentes	+0.03 B Excelente

$$F_c = 0,11 + 0,08 + 0,04 + 0,03 + 1$$

$$F_c = 1,26$$

2. Verificar los datos de cada estudiante en el sistema de información ARCA

Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia
+0,11 B1 Excelente	+0,11 B1 Excelente	+0.04 B Excelentes	+0.03 B Excelente

$$F_c = 0,11 + 0,11 + 0,04 + 0,03 + 1$$

$$F_c = 1,29$$

**3. Revisar las notas en el sistema ARCA y SOPHIA**

Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia
+0,08 B2 Excelente	+0,08 B2 Excelente	+0.04 B Excelente	+0.03 B Excelente

$$F_c = 0,08 + 0,08 + 0,04 + 0,03 + 1$$

$$F_c = 1,23$$

**4. Evidenciar que los números de créditos estén correctos en ARCA.**

Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia
+0,11 B1 Excelente	+0.05 C1 Bueno	+0.04 B Excelente	+0.03 B Excelente

$$F_c = 0,11 + 0,05 + 0,04 + 0,03 + 1$$

$$F_c = 1,23$$

**5. Verificar la información académica en Arca.**

Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia
+0,11 B1 Excelente	+0,11 B1 Excelente	+0.04 B Excelente	+0.01 C Buena

$$F_c = 0,11 + 0,11 + 0,04 + 0,01 + 1$$

$$F_c = 1,27$$

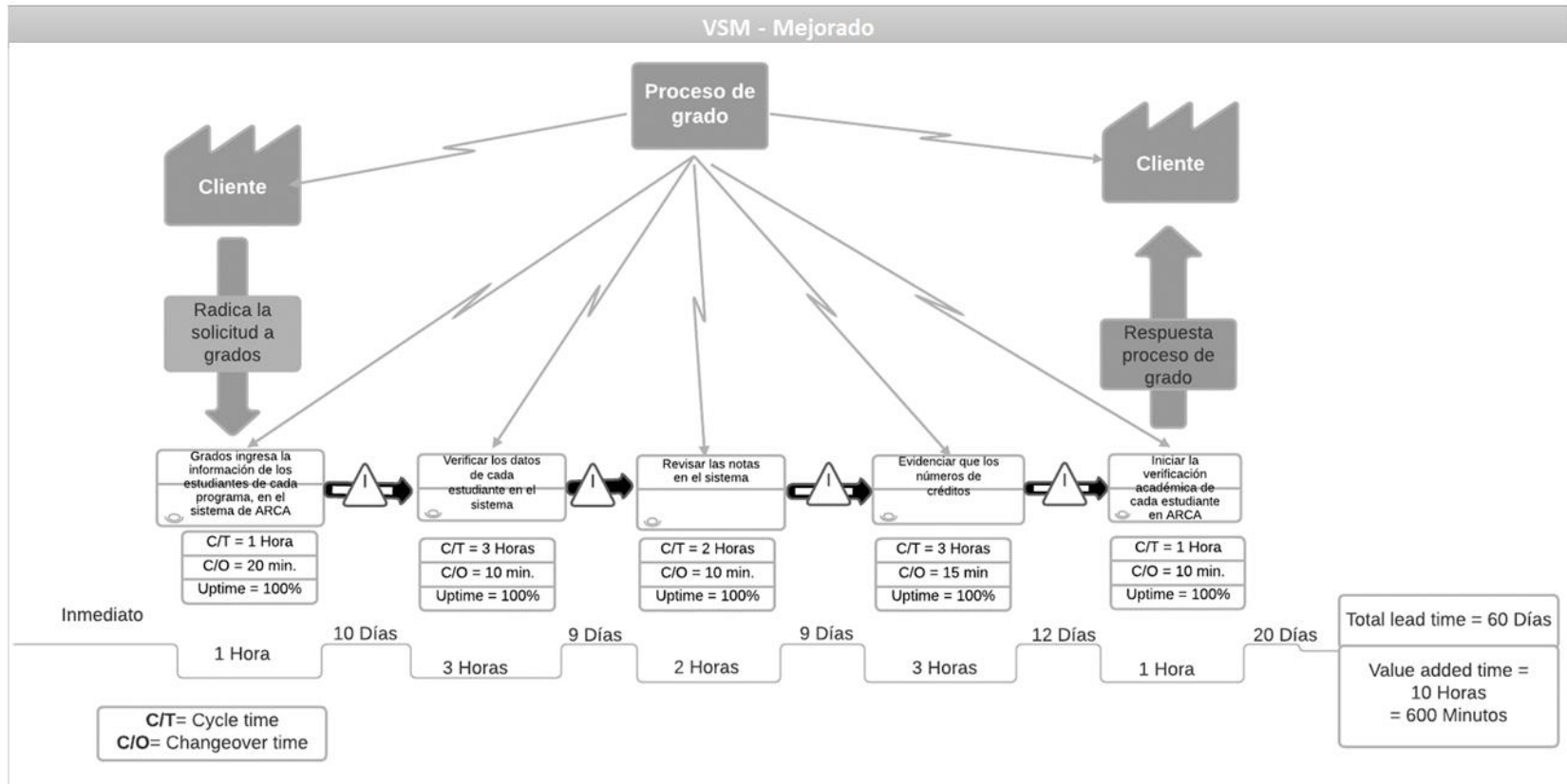
**Tabla 36 Costos propuesta Proceso de grados según Sistema Westinghouse**

Hoja de observaciones para estudio de tiempos propuesto																		
Identificación de operación	Proceso de grados por ceremonia														Fecha 09 de diciembre de 2021			
Hora Inicial	Operador							Observador							Aprobado por			
Hora final																		
Descripción del elemento		Colaboradores														Resumen		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	ΣT	T	Fc
Grados ingresa la información de los	T	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14,00	1,00	1,26	1,26000
	L	1	12	22	31	42	53	62	71	81	91	101	111	120	130			
Verificar los datos de cada estudiante en el sistema	T	3	2	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3	39,00	2,79	1,29	3,59357
	L	4	14	25	34	45	56	65	74	84	93	104	114	122				
Revisar las notas en el sistema	T	3	3	2	3	2	2	3	2	3	2	2	3	3	36,00	2,57	1,23	3,16286
	L	7	17	27	37	48	58	67	77	86	96	106	116	125				
Evidenciar que los números de créditos	T	3	3	2	3	3	2	2	2	3	3	3	2	3	37,00	2,64	1,23	3,25071
	L	10	20	29	40	51	60	69	79	89	99	109	118	128				
Iniciar la verificación académica de cada	T	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14,00	1,00	1,27	1,27000
	L	11	21	30	41	52	61	70	80	90	100	110	119	129				
<b>Horas por ciclo</b>														<b>12,5</b>				
<b>Tiempo normal=</b>		<b>12,5371</b>																

**Tabla 37 Costos propuesta Proceso de grados según VSM y Sistema Westinghouse**

Proceso de grados por ceremonia. Costo mejorado	
Salario mínimo 2021	\$ 908.526,00
Aprovisionamiento parafiscales	1,52
Subsidio de transporte	\$ 106.453,00
<b>Valor total mensual</b>	<b>\$ 1.487.413</b>
(1.487.413/30) Valor del día	\$ 49.580
Valor hora	\$ 6.198
Número de horas por VSM 10 (10 x 6198)	\$ 61.976
Número de horas por Westinghouse 12,5 (12,5 x 6198)	\$ 77.469
Número de colaboradores 14 VSM (14 x 61976)	\$ 867.657
Número de colaboradores 14 Westinghouse (14 x 77469)	\$ 1.084.572

**Ilustración 41** Value Stream Map mejorado proceso para grado.



Según la nueva propuesta de reducción de lead time y takt time del proceso de grados, se presenta una reducción de costos por de grados de \$ 425.152 pesos, al pasar de 14,9 horas a 10 horas en el proceso de grados.



## 5.2.2 Verificación y Modificación de notas.

1. Revisar los documentos existentes de notas en ARCA y SOPHIA

Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia
+0,11 B1 Excelente	+0,11 B1 Excelente	+0.04 B Excelente	+0.03 B Excelente

$$F_c = 0,11 + 0,11 + 0,04 + 0,03 + 1$$

$$F_c = 1,29$$

2. Verificar los soportes de las calificaciones.

Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia
+0.06 C1 Buena	+0,11 B1 Excelente	+0.04 B Excelente	+0.03 B Excelente

$$F_c = 0,06 + 0,11 + 0,04 + 0,03 + 1$$

$$F_c = 1,24$$

3. Cargar los soportes e indicador al sistema de información institucional ARCA

Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia
+0,11 B1 Excelente	+0.05 C1 Bueno	+0.04 B Excelente	+0.01 C Buena

$$F_c = 0,11 + 0,05 + 0,04 + 0,01 + 1$$

$$F_c = 1,21$$

4. Verifica el cambio y ajuste en el sistema Arca.

Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia
+0,11 B1 Excelente	+0,08 B2 Excelente	+0.04 B Excelente	+0.01 C Buena

$$F_c = 0,11 + 0,08 + 0,04 + 0,01 + 1$$

$$F_c = 1,24$$

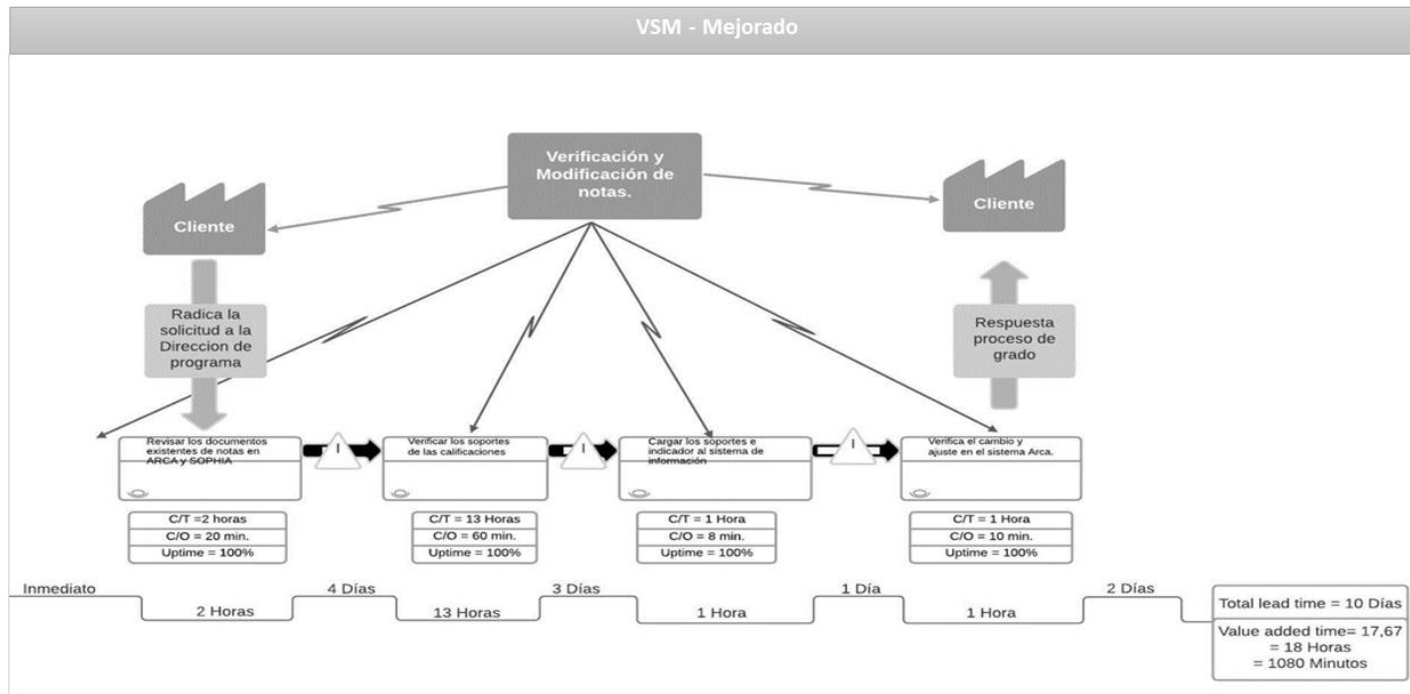
**Tabla 38 Costos propuesta proceso de verificación y modificación de notas según Sistema Westinghouse**

Hoja de observaciones para estudio de tiempos propuesto																				
Verificación y Modificación de notas.																Fecha 09 de diciembre de 2021				
Identificación de operación																				
Hora Inicial																				
Hora final	Operador							Observador							Aprobado por					
Descripción del elemento	Colaboradores															Resumen				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	ΣT	T	Fc	Tn	
Revisar los documentos existentes de notas en	T	3	2	1	1	3	3	3	2	2	2	3	1	1	2	2	31,00	2,07	1,29	2,6660
	L	3	31	54	73	86	107	136	164	176	188	209	220	231	243	255				
Verificar los soportes de las calificaciones	T	24	20	16	8	16	24	24	8	8	16	8	8	8	8	204,00	13,60	1,21	16,4560	
	L	27	51	70	81	102	131	160	172	184	204	217	228	239	251	263				
Cargar los soportes e indicador al sistema de	T	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15,00	1,00	1,26	1,2600	
	L	28	52	71	82	103	132	161	173	185	205	218	229	240	252	264				
Verifica el cambio y ajuste en el sistema Arca.	T	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15,00	1,00	1,29	1,2900	
	L	29	53	72	83	104	133	162	174	186	206	219	230	241	253	265				
															<b>Horas por ciclo= 21,7</b>					
<b>Tiempo normal=</b>	<b>21,67</b>																			

**Tabla 39 Costos propuesta proceso de verificación y modificación de notas según VSM y Sistema Westinghouse**

Proceso Verificación y Modificación de notas. Costo mejorado	
Salario mínimo 2021	\$ 908.526,00
Aprovisionamiento parafiscales	1,52
Subsidio de transporte	\$ 106.453,00
Valor total mensual	\$ 1.487.413
(1.487.413/30) Valor del día	\$ 49.580
Valor hora	\$ 6.198
Número de horas por VSM 17,6 (17,6 x 6198)	\$ 109.077
Número de horas por Westinghouse 21,7 (21,7 x 6198)	\$ 134.487
Número de colaboradores 15 VSM (15 x 109077)	\$ 1.636.154
Número de colaboradores 15 Westinghouse (15 x 134487)	\$ 2.017.303

**Ilustración 42 Value Stream Map, mejorado proceso verificación y modificación de notas.**



Con la propuesta sugerida para el proceso de Verificación y modificación de notas se tiene una reducción en el takt time del proceso de 61,3 horas a 17,6 horas; pasando de un costo actual de \$ 5.698.649 a \$ 1.636. 154, lo que implica una reducción de costos de \$ 4.062.495. Aunque si se tiene en cuenta el análisis en las condiciones de los trabajadores el proceso costaría \$ 2.017. 303.

### 5.2.3 Dar de baja una factura en el sistema Arca.

1. Verificar la información del estudiante.

Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia
+0,08 B2 Excelente	+0,08 B2 Excelente	+0,04 B Excelente	+0,03 B Excelente

$$F_c = 0,08 + 0,08 + 0,04 + 0,03 + 1$$

$$F_c = 1,29$$

2. Realizar la trazabilidad correspondiente

Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia
+0,11 B1 Excelente	+0,11 B1 Excelente	+0,04 B Excelentes	+0,03 B Excelente

$$F_c = 0,11 + 0,11 + 0,04 + 0,03 + 1$$

$$F_c = 1,29$$

3. Confirmar la información de la factura.

Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia
+0,06 C1 Buena	+0,11 B1 Excelente	+0,04 B Excelentes	<b>+0,01 C Buena</b>

$$F_c = 0,06 + 0,11 + 0,04 + 0,01 + 1$$

$$F_c = 1,22$$

4. Cargar la información al indicador en el sistema de información institucional Arca.

Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia
+0,11 B1 Excelente	+0,11 B1 Excelente	+0,04 B Excelentes	+0,03 B Excelente

$$F_c = 0,11 + 0,11 + 0,04 + 0,03 + 1$$

$$F_c = 1,29$$

5. El departamento financiero verifica y baja la factura

Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia
+0,11 B1 Excelente	+0,08 B2 Excelente	+0,02 C Buena	+0,03 B Excelente

$$F_c = 0,11 + 0,08 + 0,02 + 0,03 + 1$$

$$F_c = 1,24$$

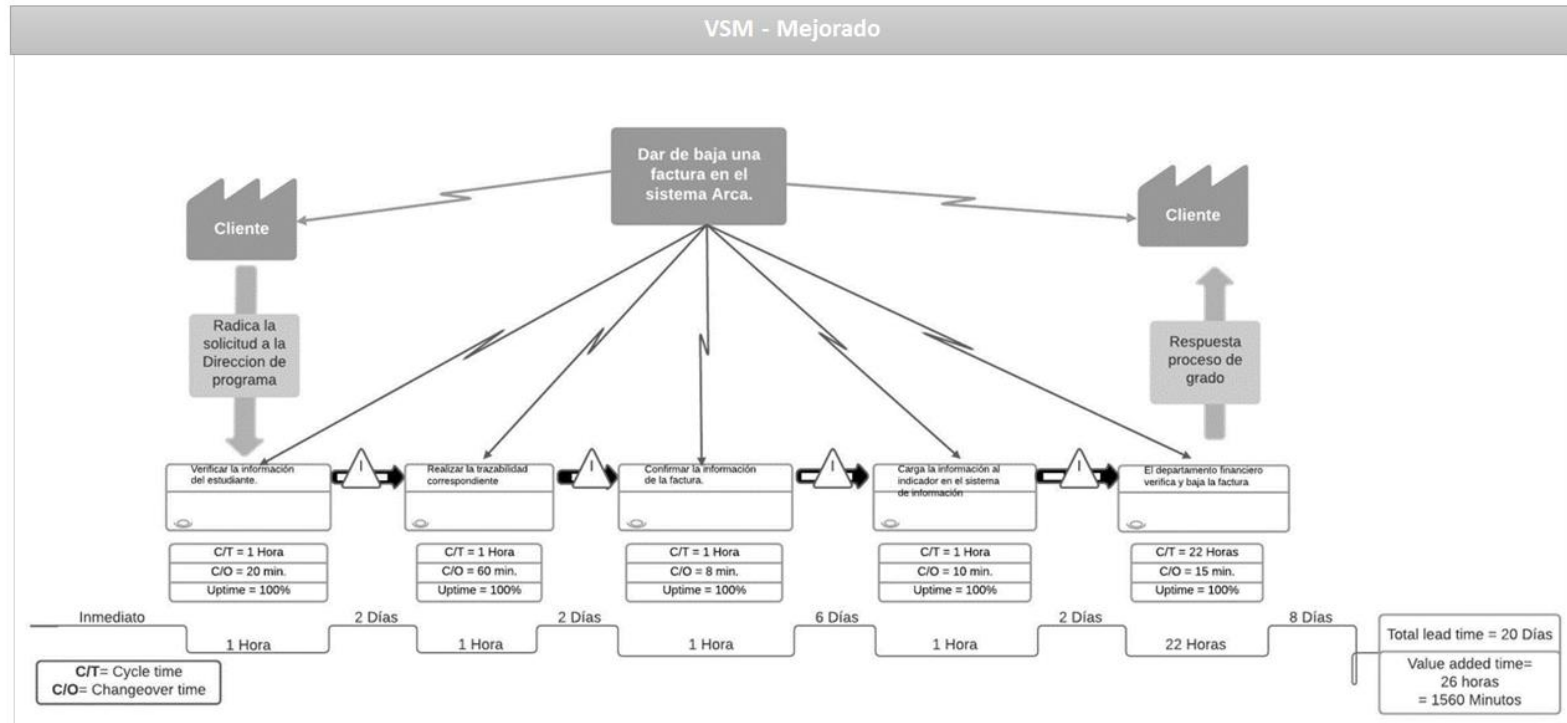
**Tabla 40 Costos propuesta Dar de baja una factura en Arca según Sistema Westinghouse**

Hoja de observaciones para estudio de tiempos propuesto																				
Dar de baja una factura en el sistema Arca.																Fecha 09 de diciembre de 2021				
Identificación de operación																Aprobado por				
Hora Inicial	Operador										Observador									
Hora final																				
Descripción del elemento		Colaboradores															Resumen			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	ΣT	T	Fc	Tn
Verificar la información del estudiante.	T	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15,00	1,00	1,29	1,2900
	L	1	25	64	88	102	126	141	160	185	219	238	260	299	333	367				
Realizar la trazabilidad correspondiente	T	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15,00	1,00	1,29	1,2900
	L	2	26	65	89	103	127	142	161	186	220	239	261	300	334	368				
Confirmar la información de la factura.	T	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15,00	1,00	1,22	1,2200
	L	3	27	66	90	104	128	143	162	187	221	240	262	301	335	369				
Carga la información al indicador en el sistema de	T	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15,00	1,00	1,29	1,2900
	L	4	28	67	91	105	129	144	163	188	222	241	263	302	336	370				
El departamento financiero verifica y baja la factura	T	20	35	20	10	20	11	15	21	30	15	18	35	30	30	20	330,00	22,00	1,24	27,2800
	L	24	63	87	101	125	140	159	184	218	237	259	298	332	366	390				
																<b>Horas por ciclo= 32,4</b>				
<b>Tiempo normal=</b>		<b>32,37</b>																		

**Tabla 41 Costos propuesta Dar de baja una factura en Arca según VSM y Sistema Westinghouse**

Proceso Dar de baja una factura en el sistema Arca. Costo mejorado	
Salario mínimo 2021	\$ 908.526,00
Aprovisionamiento parafiscales	1,52
Subsidio de transporte	\$ 106.453,00
Valor total mensual	\$ 1.487.413
(1.487.413/30) Valor del día	\$ 49.580
Valor hora	\$ 6.198
Número de horas por VSM 26 (26 x 6198)	\$ 161.136
Número de horas por Westinghouse 32,4 (32,4 x 6198)	\$ 200.801
Número de colaboradores 15 VSM (15 x 161136)	\$ 2.417.045
Número de colaboradores 15 Westinghouse (15 x 200801)	\$ 3.012.010

**Ilustración 43** Value Stream Map mejorado proceso dar de baja una factura en el sistema Arca.



Con la propuesta mejorada, se evidencia en el VSM un lead time de 20 días y un takt time de 26 horas, lo que implica una reducción de costos de \$2.881.862 pesos. Realizando las capacitaciones a los colaboradores para comprender el nuevo ciclo del proceso y el manejo de la herramienta Arca de manera más eficiente para reducir y estandarizar el tiempo de respuesta en la anulación de facturas.

### 5.3 Costo reputacional

Líneas arriba se describió el rol de la universidad en la sociedad y su propósito para el crecimiento de los individuos que la conforman, en tal descripción se hizo énfasis en que no se trata de una organización empresarial cuyo objetivo sea la rentabilidad y la competitividad, sin embargo, aunque no persiga un crecimiento económico en sí mismo, las universidades si requieren de una sostenibilidad corporativa y un andamiaje financiero que le permita reinvertir las utilidades en infraestructura y contrataciones que garanticen prestar un servicio educativo de calidad.

Es así como cobra relevancia el concepto de Costo reputacional, entendido como las percepciones o sentimientos que nacen en el cliente a partir de la experiencia que tiene con el servicio la empresa le ha prestado; es así, como el individuo construye una percepción de la empresa y dice un “algo” que, positivo o negativo, será manifestado a otras personas, es así como la confianza y la reputación se basan en la percepción y en la opinión, La sostenibilidad produce confianza y la confianza produce reputación corporativa, lo que a su vez genera ingresos y rentabilidad (Management solutions, 2021)

Por otra parte la aplicación de la estrategia VOC aplicada al proceso verificación y modificación de notas, permitió visualizar la voz del cliente y sus inconformidades con el servicio frente a elementos tales como canales de comunicación y tiempos de repuesta, uno de los mayores problemas evidenciados en los tres procesos objeto de este estudio, así como la multiplicidad de PQR 5.278 en tres meses, (ver capítulo 1 descripción del problema) que ponen de manifiesto el riesgo reputacional de la organización en cuanto a tiempos de respuesta y otras insatisfacciones que, al generalizarse, traerán a la Universidad ECCI implicaciones negativas o impactos:



- Los clientes perciben negativamente a la empresa, lo que reduce los ingresos y los flujos de caja operativos disminuyendo la vinculación y favoreciendo la competencia.
  - Los empleados pierden motivación y productividad, lo que puede generar fugas hacia la competencia con información sensible que podría llegar a favorecer los intereses de terceros.
  - Entidades financieras u otros proveedores de servicios y productos, prefieren no ser relacionados con la empresa con el propósito de proteger su propia reputación, lo que puede producir una desinversión completa y por tanto una descapitalización.
- (Management solutions, 2021)

En esa misma línea, según Raitchel, S & Schwaiger, M, 2014 citados por (Management solutions, 2021) existe una relación positiva entre la reputación y un buen desempeño financiero, aunque esta relación no se da de manera simétrica, puesto que un evento negativo es más lesivo para los resultados que beneficioso es un evento positivo.

Cuando se han realizado los cálculos de eficiencia en el desempeño de cada proceso, se tiene que, por ejemplo, el proceso de grados tiene un ETC del 0,69%, es decir no alcanza a ubicarse siquiera en un punto porcentual de desempeño, escenario que requiere una revisión profunda que permita la disminución del lead time, ya que la demora en un proceso tan importante como el grado de un profesional, especialista o cualquier estudiante de la universidad puede tener impactos económicos en su vida: pérdida de oportunidad de ascenso, oportunidad para acceder a un mejor empleo, oportunidades de becas o viajes al exterior, son intangibles que solo pueden ser costeados desde una perspectiva reputacional por deficiencia en los procesos atribuibles claramente a la Institución educativa.

Por otro lado, un estudiante que después de esperar un largo tiempo a la verificación y modificación de una nota, consciente de estar en lo correcto, consciente de la necesidad sobre el problema planteado y sus implicaciones económicas o en términos de tiempo, recibe una respuesta que no se ajusta a sus expectativas, tendrá como segunda opción el derecho de petición, motivando una nueva muda para los stakeholders, la necesidad de horas laborales de un profesional en derecho que revise, haga trazabilidad del proceso realizado y de una respuesta en términos legales; un nuevo despilfarro, pérdida en la credibilidad del usuario y su confianza, en suma, un escenario desfavorable para cualquier entidad de naturaleza pública o privada.

De ahí la relevancia de comprender la necesidad de estandarizar y mapear los procesos, mejorar su desempeño para disminuir tiempos muertos y el lead time, hacer uso eficiente de los recursos para disminuir el takt time, y, por supuesto, dar respuesta a los requerimientos del cliente en un menor tiempo para proteger la imagen corporativa, evitar la pérdida de credibilidad y el costo reputacional que esto implica.

#### **5.4 Costo de la propuesta**

Teniendo en cuenta el planteamiento de la propuesta se define que el costo está dado por cuatro elementos, dos de los cuales (a y b), actualmente son asumidos por la universidad y podrían ser orientados para conseguir el objetivo de dar pasos firmes Hacia una Universidad Lean, estos son:

- a. Plataforma Arca: Se trata de una plataforma Oracle Enterprise que soporta muchos de los procesos de la Universidad ECCI en cuanto a inscripción de asignaturas, asignación de horarios, salones y registros académicos, entre otros; actualmente la licencia del tipo procesador cuesta US 47,500 + 22% de mantenimiento anual, es

decir, en pesos colombianos supera los 190 millones de pesos. Este recurso podría ser aprovechado de mejor manera si se tiene en cuenta la reingeniería de cada uno de los procesos objeto de estudio en esta investigación, su uso eficiente reduce considerablemente los tiempos en múltiples procesos y elimina el uso excesivo de información dispuesta en drives.

- b. CDA: El centro de desarrollo empresarial es un centro de consultoría que ofrece asesoría general, consultoría especializada, acompañamiento para el desarrollo de planes de negocio y capacitaciones generales, se considera que puede aportar de manera significativa a la transformación de la institucional Hacia una Universidad Lean, pues cuenta con personal consultor capacitado para desarrollar proyectos de naturaleza administrativa e ingenieril. Desde el CDA podría ser establecido el andamiaje necesario para la planeación, organización, dirección y control del proyecto Lean.
- c. Ingeniero industrial que tenga experiencia mínima de 4 años en planeación de producción y cronogramas, con conocimientos en metodologías de mejoramiento continuo, manufactura flexible, lean manufacturing, 5S's, Kaysen, Six Sigma entre otras, buen manejo de Excel y de Microsoft Project. Promedio costo mensual: \$3.500.000
- d. Costo por capacitación de 15 colaboradores en sesiones de 2 horas semanales durante un trimestre, 24 horas, valor por horas profesional experto en Lean thinking y profesional experto en plataforma Arca aproximadamente \$ 120.000 pesos hora. Valor total aproximado: \$2.880.000 en procesos de capacitación.

Estas capacitaciones permitirán mejoras en el factor de calificación y en el desempeño de los trabajadores para aprovechamiento de los recursos y estandarización de los procesos.

## 5.5 Propuesta plan de implementación Hacia Una Universidad Lean 2022-2023

Ilustración 44. Metodología Lean Service.



Nota. Metodología Lean Service. Fuente: Elaboración propia



## **6. Conclusiones y recomendaciones**

### **6.1 Conclusiones**

En la construcción de este estudio fueron múltiples las elaboraciones de carácter investigativo e ingenieril que pudieron llevarse a buen término, en medio del abanico de opciones y mecanismos que propone la filosofía Lean, pero más aún, dentro de las limitaciones propias de una propuesta emergente, en una institución educativa fuerte, con altos indicadores de calidad, pero con oportunidades de mejora que invitan a implementar Lean Service como modelo de gestión superior, así es posible concluir lo siguiente:

i. Se logró determinar que los procesos para movilización hacia la mejora continua se deben enfocar en la Facultad de ingenierías, dado que allí se concentra la mayor parte de la población estudiantil y, necesariamente, la mayor carga procesual es motivada por el gran porcentaje de estudiantes matriculados. Para el desarrollo del proyecto, se sometieron tres procesos a estudio: Verificación y modificación de notas, proceso de grados y baja de facturas en ARCA, por tratarse de procedimientos no estandarizados con largos tiempos de ciclo, aunque estos constan mayoritariamente de tiempos muertos.

ii. Se determinaron como herramientas pertinentes para la propuesta de mejora: el diagrama de flujo, el diagrama de procesos, el VSM, la determinación de mudas-despilfarros y Lean Six sigma, aunque algunas de ellas, no necesariamente hagan parte del abanico de herramientas de la filosofía Lean, si fueron trascendentales en el momento de descomponer y caracterizar los procesos sometidos a estudio.

En ese mismo sentido y mediante el uso de VSM fue posible representar gráficamente cada proceso, determinar las mudas y establecer mejoras en el flujo de información, determinando si algún paso del proceso no añade valor y, de esta manera, eliminar todos los pasos innecesarios en el mencionado proceso.

Igualmente, se tuvo la oportunidad de aplicar Six sigma al proceso de verificación y modificación de notas y concluir que esta herramienta de calidad se enfoca en la reducción de la variabilidad de los procesos; se consideró pertinente su uso en la Universidad ECCI porque utiliza la estadística para alcanzar su objetivo teniendo en cuenta los requerimientos críticos y la voz del cliente, de esta manera se busca no promediar errores dentro del proceso sino que, se tendrán en cuenta, todas las etapas del proceso como oportunidades para eliminar errores y añadir valor, con la motivación de obtener máximo 3,4 defectos por millón de oportunidades, lo que permitió definir un nivel sigma de 2,4 para el proceso objeto de estudio.

iii. Fue posible proporcionar a la Universidad ECCI una propuesta de mejoramiento de los procesos determinados en la fase diagnóstica : Verificación y modificación de notas, proceso de grados y baja de facturas en ARCA, para el conjunto de tareas y actividades de cada proceso, según lo definido por Lean Service y la metodología DMAIC, el análisis de desempeño de cada proceso evidencia que, ninguno presentó un desempeño superior al 10%, de allí que se considere que la implementación de un modelo de gestión de servicio basado en Lean thinking permitirá no solo la estandarización de procesos, sino que, adicionalmente, proporcionará un cambio en la cultura organizacional aportando de manera significativa a la mejora continua en beneficio tanto de la academia como de los usuarios que acuden a ella.

iv. Los VSM presentados al cierre de la investigación permiten validar disminución

sustancial en el takt time y el lead time de cada proceso, a partir de la aplicación de las herramientas Lean determinadas como pertinentes.

Dentro de la reflexión que promueve este tipo de estudios, se pudo reconocer que, más allá de la actividad propia de una entidad educativa, las IES tienen un compromiso enorme con el propósito de un país, con el desarrollo de tecnologías y aplicación de conocimiento científico que fortalezcan el crecimiento social, laboral y productivo de una nación, y, por ello, las acciones de mejora suscitadas en la universidad como ente organizacional propiciarán la calidad, la excelencia de sus “clientes” o egresados, la promoción del talento y la formación de profesionales en entornos de liderazgo y adecuada formación profesional.

Por otra parte, la calidad se logra mediante el establecimiento y puesta en marcha de planes y procedimientos que promuevan la mejora continua de procesos, por lo que, a nivel gerencial, en la Universidad ECCI deberá formularse una estrategia sistemática y periódica que permee las actividades organizacionales y faciliten la calidad del servicio educativo, lo que puede lograrse a partir de la implementación de proyectos de mejora de procesos de forma ágil y de alto impacto. Estos proyectos a partir de la estandarización, lograrán reducir costos de la organización e incrementarán la satisfacción del cliente.

Para ello, será fundamental determinar lo que efectivamente añade valor a los procesos, valor establecido bajo la perspectiva del cliente y no de la propia organización, situación que garantizará la efectividad y el rediseño de las prácticas operacionales.



## 6.2 Recomendaciones

La mejora continua no es un concepto aislado en los constructos de ingeniería, al contrario, se trata de un proceso estructurado que se vale de los stakeholders de la organización para incrementar de manera progresiva y sostenida la calidad, con la búsqueda incesante de valor para el cliente y eficiencia en el uso de los recursos disponibles, por ello, dentro de las recomendaciones a la Universidad ECCI para lograr la mejora continua, se sugieren los siguientes elementos: Primero, las personas inmersas en los procesos de la Facultad deben tener la intención de participar activamente en la mejora continua, de lo contrario será imposible implantar una filosofía Lean o cualquier otra que busque la eliminación de desperdicios o la creación de valor; segundo, aquellas personas deberán tener los recursos que requieran para hacer realidad cada una de las mejoras propuestas y, adicionalmente, conocer a fondo qué es ese algo que se pretende mejorar, con perspectiva del cliente y, sobre todo, con la información y/o formación necesaria para llevarlo a la realidad, materializarlo.

Entonces, para alcanzar la mejora continua se recomienda: Determinar claramente aquello que se quiere mejorar, a nivel institucional o por dependencias e identificar elementos que permitan evaluar la situación actual, reunir datos y evidencia de las oportunidades de mejora, procesar los datos y analizar la información obtenida, proponer mejoras y estados futuros, determinar planes y procedimientos para alcanzar esos estados y, finalmente, controlar el curso de la acción mediante herramientas pertinentes, observables, medibles y cuantificables.

Uno de los elementos que se podrían fijar como determinante en la consecución de los objetivos hacia la mejora continua es la estandarización de procesos, por eso se recomienda a la universidad ECCI, estandarizar cada uno de los mismos con el propósito de utilizar adecuadamente los recursos disponibles, garantizar la correcta operación de los procesos y reducir la subjetividad de los colaboradores que participan en ellos, incrementar la productividad del talento humano y prestar servicios con calidad.

Así mismo, esta estandarización permitirá una consciencia corporativa del lead time de los procesos y la necesidad de ajustarlo para lograr eficiencia en el desempeño con porcentajes superiores a los actuales, conociendo claramente cuáles son los ciclos de cada uno y, de esta manera, eliminar despilfarros que inciden en la percepción de calidad del cliente al tiempo que inhiben la productividad organizacional. Para este propósito se recomienda a la Universidad planificar el lead time de cada uno de sus procesos mediante el establecimiento de estándares, la evaluación del desempeño del proceso, la comparación del desempeño con el estándar para lograr ajustes y cohesión entre lo planteado y lo ejecutado, y, así, tomar acciones correctivas que permitan alcanzar los parámetros e indicadores determinados en el estándar.

En cuanto a los tiempos de cada proceso, se invita a la Institución a realizar estudios más profundos para identificar el tiempo promedio que debería tardar cada una de las actividades, con el fin de que se proporcionen datos actualizados que permitan conocer el uso eficiente o ineficiente del tiempo por parte de los colaboradores para optimizar sus funciones dentro de la Universidad.

En consecuencia, proporcionar a los colaboradores mejores condiciones de trabajo, en cuanto a inducción, capacitación y manejo de recursos digitales, tales como Arca para

garantizar excelentes niveles de desempeño al tiempo que se aprovecha la plataforma en su máxima capacidad.

Se sugiere también, la implantación de indicadores que permitan medir la consecución de los objetivos, creado así una atmosfera de aprendizaje en la organización en tanto que se brinda información concluyente para la toma de decisiones, se fomenta la rendición de cuentas en el desempeño y se eleva la motivación de los colaboradores mediante el reconocimiento de su compromiso y liderazgo.

Finalmente, se recomienda a la Universidad comprender el recorrido del cliente en cada petición que realiza a la organización con el propósito de identificar - eliminar despilfarros y agregar más valor, así como impulsar la gestión por procesos para exponer y resolver adecuadamente los problemas utilizando la gestión visual como mecanismo para analizar los impactos de los errores entre dependencias, evitar los reprocesos y con ello la sobrecarga de los colaboradores, igualmente, evitar nuevas mudas que puedan generarse a los stakeholders cuando no se da una respuesta oportuna o pertinente a una petición.

## 7. Bibliografía

- Alfaro León, W. D., & Unda Rodríguez, J. S. (2018). *Aplicación de Lean VSN (Value Stream Mapping) en el sector educativo. Revisión Bibliográfica* [B.S. thesis].
- Arango Vásquez, F. A. A., & Rojas López, M. D. R. (2017). *Una revisión crítica a Lean Service*. 39(07), 17.
- Araújo, P. (2011). «Universidades Lean»: Contribución para la reflexión. *Revista de la educación superior*, 40(160), 135-155.
- Asturias corporación universitaria. (2018). *Definición y Principios del Lean Management*.  
[https://www.centro-virtual.com/recursos/biblioteca/pdf/aseguramiento\\_calidad/unidad3\\_pdf3.pdf](https://www.centro-virtual.com/recursos/biblioteca/pdf/aseguramiento_calidad/unidad3_pdf3.pdf)
- Consejo Nacional de Educación Superior. (2014). *Lineamientos para acreditación IES*.  
<https://www.politecnicojic.edu.co/images/downloads/autoevaluacion/normas/lineamientos-para-acreditacion-ies.pdf>
- Cudney, E. A. (2018). *Using Hoshin Kanri to Improve the Value Stream*. CRC Press.
- De la Torre, J. (2014). *Un análisis del impacto financiero sobre la implementación de Lean manufacturing en los restaurantes de la empresa DLK* [Bachelor Thesis, Universidad de los Andes]. <https://repositorio.uniandes.edu.co/handle/1992/16407>
- ECCI. (2021). *Universidad ECCI 2021*. <https://www.ecci.edu.co>
- Fabre Batista, G. C. F. (2005). *Las funciones sustantivas de la universidad y su articulación en un departamento docente*. 10.

- George, M. O. (2010). *La guía Lean Six Sigma para hacer más con menos* (2010.<sup>a</sup> ed.).  
[https://www.academia.edu/9158037/La\\_gu%C3%ADa\\_Lean\\_Six\\_Sigma\\_para\\_hacer\\_m%C3%A1s\\_con\\_menos](https://www.academia.edu/9158037/La_gu%C3%ADa_Lean_Six_Sigma_para_hacer_m%C3%A1s_con_menos)
- Hernández Matías, J. C., & Vizán Idoipe, A. (2013). *Lean manufacturing. Concepto , técnicas e implantación*. <https://www.eoi.es/es/savia/publicaciones/20730/lean-manufacturing-concepto-tecnicas-e-implantacion>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6th ed.). McGraw-Hill Education.
- ICONTEC. (2015). *NTC-ISO-9001-2015.pdf*. <http://intranet.umng.edu.co/wp-content/uploads/2018/05/NTC-ISO-9001-2015.pdf>
- Lerma, H. (2012). *Metodologia de la investigacion. Propuesta, anteproyecto y proyecto* (Vol. 4). Ecoe ediciones.  
[https://www.sijufor.org/uploads/1/2/0/5/120589378/metodologia\\_de\\_la\\_investigacion\\_propuesta\\_anteproyecto\\_y\\_proyecto.pdf](https://www.sijufor.org/uploads/1/2/0/5/120589378/metodologia_de_la_investigacion_propuesta_anteproyecto_y_proyecto.pdf)
- Ley 30 de 1992*. (1992). [https://www.cna.gov.co/1741/articles-186370\\_ley\\_3092.pdf](https://www.cna.gov.co/1741/articles-186370_ley_3092.pdf)
- López, A., González, I., & Sanz, A. (2015). Lean Service: Reassessment of Lean Manufacturing for Service Activities. *Procedia Engineering*, 132, 23-30.  
<https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.12.463>
- Management solutions. (2021). *Confianza y reputación: Gestión activa del riesgo reputacional*. 44.
- Martínez Nogueira, R. (2000). *Evaluación de la gestión universitaria* (p. 138).  
<http://www.coneau.gob.ar/archivos/1326.pdf>

- NIBEL, B., & FREIBALDS, A. (2009). *INGENIERÍA INDUSTRIAL. MÉTODOS, ESTÁNDARES Y DISEÑO DEL TRABAJO* (Vol. 11). ALFAOMEGA.  
<https://www.cursovirtual.cl/BIBLIOTECA/MenuAcceso/libroguia/IDS1.pdf>
- OMS. (2016). *Sistema de gestión de la calidad en el laboratorio*.  
<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/252631/9789243548272-spa.pdf%3Bjsessionid%3D2CEB69C9F240A800BE19CD078B345E2B?sequence=1>
- Padilla, L. (2010). Lean Manufacturing Manufactura esbelta/ágil. *Revista Ingeniería Primero*, 64-69.
- Política de calidad / Universidad ECCI*. (s. f.). Recuperado 9 de diciembre de 2020, de  
[https://www.ecci.edu.co/es/Bogota/politica-de-calidad-87?language\\_content\\_entity=es](https://www.ecci.edu.co/es/Bogota/politica-de-calidad-87?language_content_entity=es)
- Porta, D., & María, R. (2020). *Aplicación de los principios Lean del Toyota Production System para la mejora de tiempos de atención en el servicio de urgencias de un hospital de 4to nivel, Hospital Universitario San Ignacio, Bogotá D.C., 2018-2019* [Pontificia Universidad Javeriana].  
<http://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/49204>
- Proceso de Acreditación Universidad ECCI*. (2021). Universidad Eccí.  
[https://www.ecci.edu.co/es/Bogota/proceso-de-acreditacion-1893?language\\_content\\_entity=es](https://www.ecci.edu.co/es/Bogota/proceso-de-acreditacion-1893?language_content_entity=es)
- Rajadell Carreras, M., & Sánchez García, J. L. (2010). *Lean Manufacturing: La evidencia de una necesidad*. <http://www.ebooks7-24.com/?il=3883>
- Ramos, C. A. (2015). Los paradigmas de la investigación científica. *Avances en Psicología*, 23(1), 9-17. <https://doi.org/10.33539/avpsicol.2015.v23n1.167>

- Sánchez, N. (2007). El marco lógico. Metodología para la planificación, seguimiento y evaluación de proyectos. *Visión Gerencial*, 16.
- Sánchez Ojeda, R. J. (2019). *Implementación de los principios de lean en una entidad pública de Colombia como herramienta para la competitividad. Caso: Unidad administrativa facultad de ingeniería* [Thesis MSc, Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/63046>
- Sarmiento, C., & Marina, L. (2015). *Propuesta de una metodología de Lean Service a través de las herramientas de Lean Manufacturing para mejorar el proceso de servicio al cliente en una empresa de servicios de traslado de dinero* [Maestría, Universidad de la Sabana].  
<https://intellectum.unisabana.edu.co/handle/10818/25948>
- Senlle, A., & Gutiérrez, N. (2006). *Calidad en los servicios educativos*. Díaz de Santos.
- Socconini, L. (2019). *Lean Manufacturing. Paso a Paso*. MARGE BOOKS.
- Tejeda, A. S. (2011). Mejoras de Lean Manufacturing en los sistemas productivos. *Ciencia y Sociedad*, 36(2), 276-310. <https://doi.org/10.22206/cys.2011.v36i2.pp276-310>
- The council for Six Sigma Certification. (2018). *Six Sigma BlackBelt Certification Training Manual*. C.S.S.C.
- Villalba Benítez, E. (2017). *Desafíos de la gestión universitaria: Reflexiones en torno a las prácticas y tendencias en Paraguay*. 18.
- Vukadinovic, S., Djapan, M., & Macuzic, I. (2017). Education for lean & lean for education: A literature review. *International Journal for Quality Research*, 11, 35-50. <https://doi.org/10.18421/IJQR11.01-03>

Womack, J. P., & Jones, D. T. (1997). Lean Thinking—Banish Waste and Create Wealth in your Corporation. *Journal of the Operational Research Society*, 48(11), 1148-1148.

<https://doi.org/10.1057/palgrave.jors.2600967>