

UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA
INGENIERÍA INDUSTRIAL

AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE
APROBACIONES DE LOS SOW DEL
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE
JOHNSON CONTROLS EN FORUM 1, SANTA
ANA , SAN JOSÉ, COSTA RICA, EN EL III
CUATRIMESTRE, 2021.

PROYECTO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR
POR EL BACHILLERATO EN INGENIERÍA
INDUSTRIAL

JAVIER ELÍAS MAIDANA
ING. FABIÁN RAMOS CARRILLO
SAN JOSÉ, SEPTIEMBRE, 2021

DECLARACIÓN JURADA

Yo Javier Elias Maidana, mayor de edad, portador de la cédula de identidad número 103200005420 egresado de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Hispanoamericana, hago constar por medio de éste acto y debidamente apercibido y entendido de las penas y consecuencias con las que se castiga en el Código Penal el delito de perjurio, ante quienes se constituyen en el Tribunal Examinador de mi trabajo de tesis para optar por el título de Bachillerato de Ingeniería Industrial juro solemnemente que mi trabajo de investigación titulado: Automatización Del Proceso De Aprobaciones De Los SOW Del Departamento De Ingeniería De Johnson Controls En Forum 1, Santa Ana , San José, Costa Rica, En El III Cuatrimestre, 2021, es una obra original que ha respetado todo lo preceptuado por las Leyes Penales, así como la Ley de Derecho de Autor y Derecho Conexos número 6683 del 14 de octubre de 1982 y sus reformas, publicada en la Gaceta número 226 del 25 de noviembre de 1982; incluyendo el numeral 70 de dicha ley que advierte; artículo 70. Es permitido citar a un autor, transcribiendo los pasajes pertinentes siempre que éstos no sean tantos y seguidos, que puedan considerarse como una producción simulada y sustancial, que redunde en perjuicio del autor de la obra original. Asimismo, quedo advertido que la Universidad se reserva el derecho de protocolizar este documento ante Notario Público. en fe de lo anterior, firmo en la ciudad de San José, a los siete días del mes de marzo del año dos mil veintidós.



Firma del estudiante

103200005420

CARTA DEL TUTOR

San José, 1 de Marzo del 2022

Carrera de Ingeniería Industrial
Universidad Hispanoamericana

A quien corresponda

El estudiante Javier Elias Maidana, cédula de identidad número 103200005420, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado **"AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE APROBACIONES DE LOS SOW DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE JOHNSON CONTROLS EN FORUM 1, SANTA ANA – SAN JOSÉ COSTA RICA EN EL III CUATRIMESTRE DEL 2021."**, el cual ha elaborado para optar por el grado académico de Bachillerato en Ingeniería Industrial.

En mi calidad de tutor, he verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso de tutoría y he evaluado los aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación; antecedentes, marco teórico, marco metodológico, tabulación, análisis de datos; conclusiones y recomendaciones.

De los resultados obtenidos por el postulante, se obtiene la siguiente calificación:

a)	ORIGINALIDAD DEL TEMA	10%	9%
b)	CUMPLIMIENTO DE ENTREGA DE AVANCES	20%	20%
c)	COHERENCIA ENTRE LOS OBJETIVOS, LOS INSTRUMENTOS APLICADOS Y LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACION	30%	30%
d)	RELEVANCIA DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20%	19%
e)	CALIDAD, DETALLE DEL MARCO TEORICO	20%	18%
	TOTAL	100%	96%

En virtud de la calificación obtenida, se avala el traslado al proceso de lectura.

Atentamente,

FABIAN JESUS
RAMOS CARRILLO
(FIRMA)

Digitally signed by FABIAN JESUS
RAMOS CARRILLO (FIRMA)
Date: 2022.03.01 16:44:50 -06'00'

Fabián Ramos Carrillo
Cédula identidad N. 1-11790876

SEIDY YESENIA
SALAZAR
GUZMAN (FIRMA)

Firmado digitalmente por
SEIDY YESENIA SALAZAR
GUZMAN (FIRMA)
Fecha: 2022.04.19 18:30:05
-06'00'

Martes 22 de febrero, 2022

Señores

Universidad Hispanoamericana

Estimados señores:

El suscrito da fe de que el proyecto de graduación para optar por el Bachillerato en Ingeniería Industrial: «Automatización del proceso de aprobaciones de los SOW del Departamento de Ingeniería de Johnson Controls en Forum 1, Santa Ana, San José, Costa Rica, en el III cuatrimestre, 2021», elaborada por el estudiante Javier Elías Maidana, fue sometida a revisión filológica. Se han realizado las modificaciones pertinentes en los distintos niveles textuales, a saber, macro y microestructura, intención comunicativa, coherencia, cohesión, formato de citación, puntuación y ortografía.



Lic. Yáder Mauricio Chacón Piedra

Filólogo

Colegiado No. 81538

Cédula: 6-0431-0098

**UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA
CENTRO DE INFORMACION TECNOLOGICO (CENIT)
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA LA CONSULTA, LA
REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA
DE LOS TRABAJOS FINALES DE GRADUACION**

San José, 12-mayo-2022

Señores:
Universidad Hispanoamericana
Centro de Información Tecnológico (CENIT)

Estimados Señores:

El suscrito (a) Javier Elias Maidana con número de identificación 103200005420 autor (a) del trabajo de graduación titulado AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE APROBACIONES DE LOS SOW DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE JOHNSON CONTROLS EN FORUM 1, SANTA ANA , SAN JOSÉ, COSTA RICA, EN EL III CUATRIMESTRE, 2021. presentado y aprobado en el año 2022 como requisito para optar por el título de Bachillerato de Ingeniería Industrial; (SI) autorizo al Centro de Información Tecnológico (CENIT) para que con fines académicos, muestre a la comunidad universitaria la producción intelectual contenida en este documento.

De conformidad con lo establecido en la Ley sobre Derechos de Autor y Derechos Conexos N° 6683, Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica.

Cordialmente,

____103200005420 
Firma y Documento de Identidad

ANEXO 1 (Versión en línea dentro del Repositorio)
LICENCIA Y AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA PUBLICAR Y
PERMITIR LA CONSULTA Y USO

Parte 1. Términos de la licencia general para publicación de obras en el repositorio institucional

Como titular del derecho de autor, confiero al Centro de Información Tecnológico (CENIT) una licencia no exclusiva, limitada y gratuita sobre la obra que se integrará en el Repositorio Institucional, que se ajusta a las siguientes características:

a) Estará vigente a partir de la fecha de inclusión en el repositorio, el autor podrá dar por terminada la licencia solicitándolo a la Universidad por escrito.

b) Autoriza al Centro de Información Tecnológico (CENIT) a publicar la obra en digital, los usuarios puedan consultar el contenido de su Trabajo Final de Graduación en la página Web de la Biblioteca Digital de la Universidad Hispanoamericana

c) Los autores aceptan que la autorización se hace a título gratuito, por lo tanto, renuncian a recibir beneficio alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente licencia y de la licencia de uso con que se publica.

d) Los autores manifiestan que se trata de una obra original sobre la que tienen los derechos que autorizan y que son ellos quienes asumen total responsabilidad por el contenido de su obra ante el Centro de Información Tecnológico (CENIT) y ante terceros. En todo caso el Centro de Información Tecnológico (CENIT) se compromete a indicar siempre la autoría incluyendo el nombre del autor y la fecha de publicación.

e) Autorizo al Centro de Información Tecnológica (CENIT) para incluir la obra en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

f) Acepto que el Centro de Información Tecnológico (CENIT) pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.

g) Autorizo que la obra sea puesta a disposición de la comunidad universitaria en los términos autorizados en los literales anteriores bajo los límites definidos por la universidad en las "Condiciones de uso de estricto cumplimiento" de los recursos publicados en Repositorio Institucional.

SI EL DOCUMENTO SE BASA EN UN TRABAJO QUE HA SIDO PATROCINADO O APOYADO POR UNA AGENCIA O UNA ORGANIZACIÓN, CON EXCEPCIÓN DEL CENTRO DE INFORMACIÓN TECNOLÓGICO (CENIT), EL AUTOR GARANTIZA QUE SE HA CUMPLIDO CON LOS DERECHOS Y OBLIGACIONES REQUERIDOS POR EL RESPECTIVO CONTRATO O ACUERDO.

DEDICATORIA

Dedico de manera especial a mi mamá, pues ella sentó en mí las bases de responsabilidad y deseos de superación. A mis hermanos por todo su apoyo en mi carrera.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a las siguientes personas por su apoyo incondicional durante mi carrera, sus consejos y por darme fuerzas para seguir adelante: Gerald Valverde, Daniel Arias, Kevin Guardia y Carlos Sequeira.

Agradezco, también, a la empresa Johnson Controls por haberme dado la oportunidad de hacer la tesina con ellos, y a mi tutor Fabián Ramos por la ayuda brindada en todo el proceso.

Acrónimos y siglas

SOW: *Statement of Work*

KPI: *Key Performance Indicator*

DMAIC: *Define, Measure, Analyze, Improve and Control*

SIPOC: *Suppliers, Inputs, Process, Outputs and Customers diagram*

PMI: *Project Management Institute*

Índice

DEDICATORIA	8
AGRADECIMIENTOS	9
Acrónimos y siglas	10
Resumen ejecutivo	14
Capítulo I: INTRODUCCIÓN	15
1.1 Descripción general del proyecto	16
1.2 Identificación de la empresa	17
1.2.1 Reseña histórica	17
1.2.2 Misión	18
1.2.3 Visión	18
1.2.4 Valores	18
1.2.5 Ubicación geográfica	19
1.2.6 Estructura Organizacional	20
1.2.7 Descripción del Departamento de Ingeniería	20
1.3 Planteamiento del problema	21
1.3.1 Idea del problema	21
1.3.2 Definición del problema	22
1.3.3 Justificación del proyecto	24
1.3.4 Enunciado del problema	25
1.4 Objetivos	25
1.4.1 Objetivo general	25
1.4.2 Objetivos específicos	25
1.5 Alcances y limitaciones	26
1.5.1 Alcances	26
1.5.2 Limitaciones	26
Capítulo II: MARCO TEÓRICO	28
2.1 Marco conceptual general relativo a la carrera	29
2.1.1 Ingeniería Industrial	29
2.1.2 Proceso	29
2.1.3 Proyecto	30
2.1.4 Calidad	31
2.1.5 Ciclo de calidad de vida o ciclo PHVA	32
2.2 Marco conceptual ateniendo a la gestión del proyecto	34
2.2.1 Metodología DMAIC	34
2.2.2 Diagrama SIPOC	36
2.2.3 Diagrama de Pareto	37
2.2.4 Histograma	37
2.2.5 Diagrama Causa y efecto	39
2.2.6 Entrevistas	39
2.2.7 Lluvia de ideas	40
2.2.8 Kaizen	40
2.2.9 Plan de implementación	41

2.2.10	Plan de comunicación	41
2.3	Marco conceptual referente al impacto del proyecto	42
2.3.1	Control de tiempo	42
2.3.2	Indicadores de gestión o <i>KPI</i>	42
2.3.3	Productividad	43
2.3.4	Eficiencia	43
2.3.5	Eficacia	44
2.4	Antecedente de proyectos o experiencias semejantes	44
Capítulo III: MARCO METODOLÓGICO		47
3.1	Metodología para la definición del problema	48
3.2	Metodología para la medición y respaldo cuantitativo del proyecto.	49
3.3	Metodología para la propuesta de mejora, construcción o puesta en práctica de un nuevo proceso, producto o servicio.	50
3.4	Metodología para la implementación del proyecto	51
3.5	Metodología para la verificación, aseguramiento, control y seguimiento de resultados.	53
Capítulo IV: LÍNEA BASE Y ANÁLISIS DE CAUSAS		54
4.1	Diagnóstico de la situación actual	55
4.1.1	Descripción de puestos y responsabilidades	55
4.1.2	Descripción del proceso de aprobación de <i>SOW</i>	56
4.2	Análisis de indicadores de gestión	63
4.2.1	Indicador del Proyecto 1	66
4.2.2	Indicador del Proyecto 2	68
4.2.3	Indicador del Proyecto 3	70
4.2.4	Indicador del Proyecto 4	71
4.2.5	Indicador del Proyecto 5	73
4.3	Análisis de las causas	75
4.3.1	Análisis de las causas principales	77
4.3.1.1	Solo hay un analista que se encarga del proceso final de los <i>SOW</i>	78
4.3.1.2	No se respeta el orden de llegada de los documentos	78
4.3.1.3	Se le da prioridad a los proyectos más grandes sobre los pequeños	79
4.3.1.4	Flujo de trabajo varía	79
4.3.1.5	Tareas secundarias	79
4.3.1.6	Tiempos de respuesta son lentos para solucionar un problema	79
4.3.1.7	Elementos distractores en el trabajo	80
4.3.2	Diagrama Causa – Efecto de la investigación	80
4.4	Conclusión del capítulo 4	81
Capítulo V: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN		83
5.1	Diseño del plan de mejoras	84
5.1.1	Automatización del proceso por medio de las herramientas de Microsoft Office	86
5.1.1.1	Power Automate	87
5.1.1.2	SharePoint	88

5.1.1.3	Microsoft Outlook	89
5.1.1.4	Microsoft Teams	90
5.1.2	Plan de entrenamiento y documentación	98
5.1.2.1	Importancia del proyecto	99
5.1.2.2	Importancia del proceso de aprobación de los SOW	100
5.1.2.3	Conozca a los colaboradores	100
5.1.2.4	Demostración del sistema	100
5.1.2.5	Documentación	101
5.1.3	Plan de control	102
5.2	Metodología Kaizen	103
5.3	Plan de implementación	106
5.3.1	Diagrama de Gantt	107
5.4	Análisis costo beneficio de la propuesta	110
Capítulo VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		114
6.1	Conclusiones	115
6.2	Recomendaciones	117
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		118
Apéndices		121
Apéndice 1		122
Apéndice 2		123

Resumen ejecutivo

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el proceso de aprobación de los SOW del Departamento de Ingeniería de Johnson Controls Costa Rica, durante el último cuatrimestre del 2021, para lograr una mejora en el cumplimiento de los objetivos del departamento asociados a los proyectos que desarrollan actualmente y así como un aumento en la productividad de los recursos asignados a dichos proyectos. Actualmente, solo un proyecto, de los cinco que componen el programa, obedece con el cumplimiento de los objetivos del proceso de aprobación de los SOW.

Haciendo uso de herramientas ingenieriles como el diagrama de flujo, lluvia de ideas, diagrama de Ishikawa, SIPOC y la implementación de la metodología DMAIC, se logró realizar un diagnóstico de la situación actual, el cual permitió identificar las siete causas que generan el problema que se presenta en este trabajo de investigación. Al tener las causas identificadas, se logra crear un plan de implementación con tres propuestas sólidas, como lo son el plan de automatización del proceso, el plan de entrenamiento y documentación, así como el plan de entrenamiento y control, que, en conjunto, ayudan a mitigar dichas causas. A este plan también se le suma la implementación de la metodología Kaizen para poder controlar y medir los resultados.

Este proceso investigativo pretende tener un impacto económico en el Departamento de Ingeniería de Johnson Controls con ahorro aproximado de \$67,105 dólares americanos, así como el ahorro en tiempo de re-planeación, búsqueda de documentos, entre otros.

Capítulo I: INTRODUCCIÓN

1.1 Descripción general del proyecto

En la actualidad, el proceso de aprobación de *SOW* (*Statement of Work*) es importante para la ejecución de proyectos en la empresa, ya que es la única vía para poder empezar el proyecto que se pretende desarrollar en la institución.

El principal objetivo de este trabajo es analizar e investigar cuáles son las causas que están afectando el proceso de aprobaciones de los *SOW*, puesto que en este momento se presentan demoras y dificultades para encontrar los documentos requeridos, el cual hace que los proyectos se atrasen, generando así un gasto no deseado ni planeado para la empresa. Tomando esto en cuenta, la línea de investigación es de Procesos de Producción y Gestión Tecnológica, que, a su vez, se relaciona con la optimización de la productividad y la aplicación tecnológica para la efectividad de los procesos.

El presente trabajo de investigación está conformado de seis partes, la primera parte consiste en una introducción tanto como a la empresa, lo que trata el proyecto y el problema en estudio. Seguidamente, se explican las herramientas ingenieriles que vamos a usar para estudiar y analizar el problema, como lo son el diagrama de causa y efecto, diagrama de flujo, lluvia de ideas, entre otros, el cual va a permitir poder desarrollar el proyecto de una manera exitosa. Una vez planteadas las herramientas que se van a usar, se prosigue a explicar cómo se van a usar dentro de esta investigación, el cual viene detallado en el capítulo tres y, posteriormente, este permite iniciar el capítulo cuatro en donde se hizo un análisis completo de los resultados que se obtuvieron de las herramientas ingenieriles mencionadas anteriormente, por el que se ha permitido poder desarrollar un diseño y un plan de implementación en el capítulo

cinco, para poder mitigar las causas que afectan al problema principal y poder tenerlo bajo control. Esto, sumado a cinco conclusiones y tres recomendaciones que se presentan en el último capítulo, permite concluir la investigación con criterios basados en resultados que van a permitir a la empresa tener un ahorro económico aumentando la productividad de los recursos asignados al proyecto y la implementación de nuevas metodologías que van a ayudar a minimizar las causas que afecta este y futuros problemas.

1.2 Identificación de la empresa

Johnson Controls es una empresa multinacional y multi-industrial de tecnología diversificada que se encarga de mejorar la inteligencia de los edificios, haciendo que el futuro sea más productivo, seguro y sustentable. Actualmente ayudan a sus clientes a obtener y crear mayor valor para todos sus grupos de interés mediante un enfoque estratégico en sus plataformas de edificios y crecimiento energético.

El objetivo principal de Johnson Controls es: “Innovar para mejorar la vida de las personas y el mundo en el que habitan.”

1.2.1 Reseña histórica

Johnson Controls fue fundada en 1885 por Warren Johnson como una empresa que buscaba cuidar y conservar los recursos energéticos. Con esta compañía también inicia una tradición de innovación enfocada en el cliente, entre sus colaboradores. Antes de fundar Johnson Controls, Warren Johnson ya era un inventor de quintaesencia, su reloj de torre neumática, batería eléctrica de almacenamiento,

telégrafo inalámbrico, autos de vapor y sus camiones de servicios postales anticiparon y moldearon el futuro.

En 1883 Warren Johnson patenta un tele-termoscopio eléctrico, un dispositivo que controla la temperatura en los edificios. Este dispositivo, en la actualidad, se conoce como un termostato. Habiendo creado este dispositivo, Warren se muda a Milwaukee Wisconsin y dos años más tarde su esposa y dos hijos se unen al inventor, el cual ya habían formado una alianza con un hombre de negocios llamado William Plankinton. En 1885 los profesores Johnson y William Plankinton fundaron The Johnson Electric Service Company, conocida actualmente como Johnson Controls. Controls, J. (1996). *Johnson Controls*. Johnson Controls.

1.2.2 Misión

“Exceder continuamente las crecientes expectativas de nuestros clientes”.

Controls, J. (1996). *Johnson Controls*. Johnson Controls.

1.2.3 Visión

“Un mundo más cómodo, seguro y sostenible”. Controls, J. (1996). *Johnson Controls*. Johnson Controls.

1.2.4 Valores

Integridad primero. “Prometemos honestidad y transparencia. Mantenemos los más altos estándares de integridad y cumplimos nuestros compromisos”. Controls, J. (1996). *Johnson Controls*. Johnson Controls.

Orientados al cliente. “Ganamos cuando ganan nuestros clientes. Nuestras relaciones estratégicas a largo plazo proporcionan visiones únicas, al igual que la

capacidad de ofrecer experiencias y soluciones excepcionales al cliente”. Controls, J. (1996). *Johnson Controls*. Johnson Controls.

Un equipo. “Somos un equipo, dedicado a trabajar juntos de manera colaborativa para crear de manera decidida las soluciones que impulsan el mundo hacia adelante”. Controls, J. (1996). *Johnson Controls*. Johnson Controls.

Motivados por el propósito. “Creemos en hacer el bien y nos hacemos responsables de hacer del mundo un mejor lugar a través de las soluciones que ofrecemos, nuestra participación en la sociedad, nuestra forma de hacer negocios, y nuestro compromiso de proteger a las personas y al medio ambiente”. Controls, J. (1996). *Johnson Controls*. Johnson Controls.

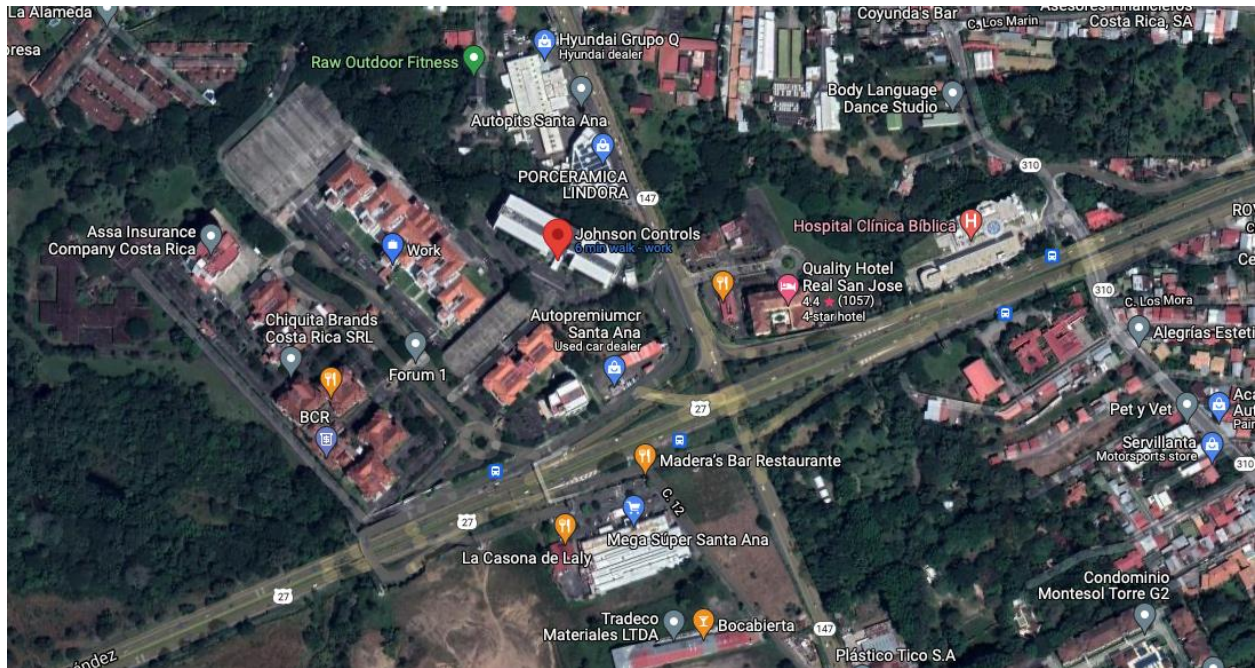
Enfocados en el futuro. “Nuestra cultura de innovación y mejora continua nos impulsa a resolver los retos de hoy en día mientras constantemente nos preguntamos “¿qué sigue después?”. Controls, J. (1996). *Johnson Controls*. Johnson Controls.

1.2.5 Ubicación geográfica

Las oficinas centrales en Costa Rica de Johnson Controls están ubicadas en Santa Ana, dentro del parque empresarial Forum 1.

Figura 1

Ubicación geográfica de Johnson Controls Costa Rica



Fuente: Google Maps, 2021.

1.2.6 Estructura Organizacional

En la actualidad Johnson Controls Costa Rica cuenta con más de 600 colaboradores. A continuación se muestra la estructura organizacional de la empresa:

- 1 Presidente
- 2 Vicepresidentes
- 2 Directores
- 3 Directores Asociados

Juntos, ellos tienen bajo su mando alrededor de 580 personas, las cuales trabajan para la empresa.

1.2.7 Descripción del Departamento de Ingeniería

El Departamento de Ingeniería de Johnson Controls Costa Rica está dentro de la

Unidad de negocio de Productos Globales que tiene a su cargo una de las funciones primordiales de la empresa que es el garantizar la adjudicación de proyectos, soporte y garantía de los mismos.

El departamento está conformado por 10 colaboradores distribuidos en los siguientes cargos:

- 1 jefatura
- 1 líder de equipo
- 2 gerentes de proyectos *senior*
- 1 gerente de proyectos
- 3 analistas financieros
- 2 coordinadores de proyectos

La labor que realiza el Departamento de Ingeniería es de vital importancia para la empresa, debido a que aquí es donde se realizan los proyectos internos que la empresa propone para actualización de sus sistemas, cambio de servidores, entre otros.

Los proyectos internos afectan a toda la empresa, por lo que su planeamiento y desarrollo debe ser bien elaborado si no toda la empresa se verá afectada.

1.3 Planteamiento del problema

1.3.1 Idea del problema

Según la información proporcionada en el año 2021, los indicadores de tiempo

para el proceso de aprobaciones de los SOW del Departamento de Ingeniería no se han cumplido en la mayoría de meses, lo que provoca que no se logren alcanzar las metas establecidas. Lo anterior, provoca a los miembros del equipo y a las partes interesadas molestia por la tardanza en empezar los proyectos a su debido tiempo, pues no tienen claro los motivos por la cual se presentan los incumplimientos.

Al no poder empezar los proyectos en su debido tiempo, ocasiona que todo el proyecto se atrase, haciendo incurrir a la empresa en gastos no planeados.

1.3.2 Definición del problema

Cuando una persona propone un proyecto en la empresa, este debe ser presentado a la jefatura en donde se explica la intención del proyecto, los beneficios que trae y cuánto costará hacerlo. Una vez que se obtenga la aprobación del mismo, el proyecto pasa a dividirse por diferentes fases, en cada fase se definen los requerimientos y cómo se van a ir aplicando de una manera detallada. Cuando el planeamiento ya está hecho, se empieza a buscar recursos para poder hacer el trabajo que se necesita, muchas veces estos recursos se obtienen por contrataciones de terceros; es decir, la parte interesada contrata a otra empresa para que brinde los servicios requeridos y poder completar el trabajo que se necesite. Esta contratación se hace bajo un documento legal que se denomina SOW o *Statement of Work*.

El *Statement of Work* es un documento legal que indica el monto que se le va a pagar a la empresa que prestará el servicio y el plazo que tiene para completar el trabajo, entre otras cosas. Cada vez que se requiera iniciar una fase en donde se obtienen los servicios por un tercero, la parte interesada y la que va a prestar los

servicios tienen que firmar el documento para así constatar que están de acuerdo con los términos y condiciones que se les presenta.

Este documento legal es enviado por correo a las personas que deben firmarlo; si alguien no está de acuerdo hace el cambio en el mismo documento y se vuelve a enviar por correo. Este paso se repite hasta que todos estén de acuerdo con el documento y todas las partes lo firmen. Una vez firmado el documento, lo guardan manualmente en un *SharePoint* que sirve como base de datos para el almacenamiento de dicho documento.

Los proyectos en la empresa incluyen alrededor de doscientas personas y también no solo se trabaja con una empresa que brinda servicios, sino con decenas de empresas que prestan los servicios para así completar el proyecto. Este paso de aprobación de *SOW* se hace con cada una de las empresas y cada vez que se requiera iniciar una fase del mismo. Al haber tantos documentos por firmar, las personas encargadas tienen dificultad para localizarlos y hacer la entrega de este a tiempo.

Tabla 1

Cantidad de vendedores y SOW

Cantidad de vendedores y SOW	
Vendedores	60 aprox.
SOW	530 aprox.

Fuente: Elaboración propia

Por lo indicado anteriormente, este proyecto representa una gran oportunidad de mejora para el Departamento de Ingeniería de Johnson Controls Costa Rica, debido a que ayudará a alcanzar un alto nivel de cumplimiento de los indicadores y un aumento

de la productividad de forma sostenida, todo esto mediante el uso de herramientas ingenieriles.

1.3.3 Justificación del proyecto

Según la normas estipuladas por el *Project Management Institute*, el cual es el ente regulador para todas las empresas que deseen optar por usar sus normas y metodología en la ejecución de proyectos, sin el *SOW* debidamente firmado y almacenado no se podrá empezar ningún proyecto o alguna de sus fases. Debido a que Johnson Controls usa la metodología de dicha institución al igual que las personas que trabajan en ella; por esta razón, es importante investigar y analizar las razones por las que el proceso no se está cumpliendo, ya que alguna demora del mismo hace que todo el planeamiento del proyecto se atrase y, por consiguiente, incurra en gastos extras para la empresa o incluso en la cancelación del proyecto.

Por lo anterior, las personas encargadas de los proyectos se han quejado, debido a que el proyecto no ha empezado a tiempo; expresan su inconformidad vía correo electrónico y llamadas a los departamentos o personas encargadas, lo que implica un gasto de tiempo que podría evitarse si se cumplieran con los indicadores. Esto también puede afectar de manera negativa la imagen de la empresa, tanto interna como externa, y, sin duda, no es una acción deseada, ya que deben mantener un alto nivel de satisfacción tanto como en sus empleados y en sus clientes externos.

Otro factor para considerar es la situación económica provocada por la pandemia del COVID-19, que ha provocado que las empresas tanto a nivel mundial como nacional se enfoquen en controlar los gastos y mantener sus procesos bajo control con los indicadores respectivos.

En conclusión, se puede decir que este trabajo de investigación es importante para evidenciar las razones por las cuales se incumple con los indicadores del Departamento de Ingeniería y para proponer una mejora integral que permita dar solución a esta problemática.

1.3.4 Enunciado del problema

El proceso de aprobación de Johnson Controls Costa Rica sufre un incumplimiento de los tiempos que incurre en gastos no planeados y atrasos en la duración del proyecto.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Diseñar, mediante la implementación de herramientas de mejora continua, una propuesta de mejoramiento en el proceso de aprobaciones de *SOW* en los proyectos de Ingeniería de Johnson Controls Costa Rica para el cumplimiento de *KPI* e incremento de la productividad, en el III cuatrimestre del 2021.

1.4.2 Objetivos específicos

- Analizar la situación actual del proceso de aprobación de *SOW* junto con sus *KPI* haciendo uso de la metodología *DMAIC* para proponer una mejora que mitigue las causas del problema.

- Identificar las causas que originan el incumplimiento de los *KPI* mediante la metodología *DMAIC* para su debido análisis.
- Generar un plan de mejora haciendo uso de herramientas ingenieriles que permita aumentar la productividad de los *Project Managers* y mitigar las causas que provocan el incumplimiento de los *KPI*.
- Generar un plan de implementación de la propuesta de mejora para el II trimestre del 2022 haciendo uso de herramientas ingenieriles para una exitosa implementación.

1.5 Alcances y limitaciones

1.5.1 Alcances

El presente trabajo de investigación tiene como alcance generar una propuesta de mejora, para el cumplimiento de los *KPI* y aumento en la productividad asociada al proceso de aprobación de *SOW* para los proyectos de ingeniería e, incluso, para cualquier tipo de proyecto que se desee realizar en Johnson Controls Costa Rica.

1.5.2 Limitaciones

Dentro de las limitaciones se pueden mencionar las siguientes:

- En la actualidad no existen tiempos estándar en el proceso de aprobación de *SOW*. La empresa nunca ha hecho estudios de tiempo.
- Las personas que se encargan de firmar dichos documentos muchas veces renuncian o los cambian de puesto y los documentos se pierden.

- Los documentos contienen información confidencial, por lo tanto, no se pueden compartir.
- Los proyectos no se pueden discutir de forma específica, por lo que solo se pueden hacer mención en forma general.

Capítulo II: MARCO TEÓRICO

2.1 Marco conceptual general relativo a la carrera

En esta sección, se plantean los conceptos teóricos en los que se basa la carrera de Ingeniería Industrial que son los pilares para el desarrollo del proyecto.

2.1.1 Ingeniería Industrial

La carrera de Ingeniería Industrial, según Echeverría (2019): “se ocupa de la optimización del uso de recursos humanos, técnicos e informativos, y del manejo y gestión óptimos de los sistemas de transformación de bienes y servicios de una empresa o compañía. El ingeniero industrial está analizando cómo reducir tiempo, costos, materiales y simplificar el ensamblaje de una pieza, entre otras cosas” (párr 1).

Para este trabajo se aplicará los principios ingenieriles en el Departamento de Ingeniería de Johnson Controls Costa Rica, ya que el proceso actual de aprobación de los SOW no ha permitido a la empresa cumplir con las metas y tiempos establecidos.

Por tal motivo, se debe corroborar que el trabajo de un ingeniero industrial, en este departamento o en cualquier organización, es relevante para aprovechar al máximo los recursos, tomar decisiones correctas y alcanzar los objetivos de la producción y la satisfacción de las partes interesadas.

2.1.2 Proceso

En cualquier organización las actividades están relacionadas con el cumplimiento de pasos organizados y ordenados que suceden de forma simultánea y que les permite generar como resultado sus productos o servicios. Según la definición de Proceso por la Real Academia Española (2021), se puede entender como “conjunto

de las fases sucesivas de un fenómeno natural o de una operación artificial” (párr. 3), por eso toda organización a nivel industrial debe tener procesos bien definidos.

Con base en lo anterior, es importante que las empresas como Johnson Controls Costa Rica tengan procesos establecidos y ágiles que se puedan también rediseñar con el paso del tiempo, para que así logren afrontar cualquier situación que requiera modificar su forma de trabajo, para cumplir con las nuevas exigencias o poder aplicarlos a nuevos productos y servicios.

2.1.3 Proyecto

El presente proyecto de investigación se enfoca en el proceso de aprobación de los SOW para los proyectos del Departamento de Ingeniería, por esto es conveniente aclarar la definición de proyecto, el cual se define como: “un conjunto de actividades interrelacionadas con un inicio definido y un punto terminal que da un resultado único para una asignación específica de los recursos” (Krajewski et al., 2013, p. 50). Por otro lado, tenemos la definición de SOW o Enunciado de Trabajo que según García (2014) se define como “una descripción narrativa de los productos o servicios que debe entregar el proyecto” (párr. 1).

Todos los proyectos comparten ciertas características similares entre sí, como lo son las fechas establecidas para desarrollar cada una de sus etapas, parámetros de calidad, presupuesto establecido, entre otros. Por eso, el Departamento de Ingeniería de Johnson Controls Costa Rica debe asegurarse de que el proceso de aprobación de los SOW, el cual forma parte de cualquier proyecto que se elabore en la empresa, se haga de manera óptima y sin ningún atraso.

2.1.4 Calidad

Este trabajo pretende alcanzar el cumplimiento de los indicadores en el proceso de aprobación de los SOW, de la misma manera se pretende mejorar la productividad el cual tiene una relación directa a las especificaciones de calidad del proceso.

Para obtener un mejor entendimiento del presente trabajo de investigación, se considera importante mencionar una de las muchas definiciones que hay sobre la calidad. Gutiérrez (2013) define la calidad como: “un conjunto de características de un producto o servicio que le confieren su aptitud para satisfacer necesidades explícitas o implícitas” (p. 5).

En el proceso de aprobación de los SOW en los proyectos de ingeniería de Johnson Controls Costa Rica, las partes interesadas del proyecto esperan que estos se cumplan dentro del tiempo establecido; al no ser así, se presentan incumplimientos en los indicadores de tiempo y al final esto se puede percibir como un servicio de mala calidad. Como lo comenta Gutiérrez (2013), un servicio de mala calidad puede presentar los siguientes fallos:

- Reprocesos, desperdicios y retrasos en la producción.
- Paros y fallas en el proceso.
- Reinspección y eliminación de rechazo.
- Más capacitación, instrucciones y presión a los trabajadores.
- Gastos por fallas en el desempeño del producto y por devoluciones.
- Más servicios de garantía.
- Clientes insatisfechos y pérdidas de ventas.

- Problemas, diferencias y conflictos humanos en el interior de la empresa.

Para mitigar estos problemas, las organizaciones deben enfocarse en los aspectos críticos que se muestra en la siguiente figura (Gutiérrez, 2013):

Figura 2

Indicadores de la Competitividad.



Fuente: Control estadístico de la productividad y Seis Sigma, Humberto Gutiérrez.

En la figura anterior se puede observar que uno de los puntos críticos es el tiempo de entrega, el cual para este proyecto va a ser el tiempo que se toma en aprobar un SOW.

2.1.5 Ciclo de calidad de vida o ciclo PHVA

Según Gutiérrez (2013), el ciclo PHVA (Planear, hacer, verificar, actuar) nos ayuda a resolver problemas recurrentes y crónicos de una forma estructurada. El ciclo PHVA nos permite desarrollar de manera objetiva y profunda un plan (planificar),

el cual se prueba en pequeña escala (hacer), se analiza sus efectos (verificar), y de acuerdo con lo anterior se actúa en consecuencia (actuar) (p. 13).

Figura 3

Ciclo PHVA



Fuente: ingenieriadecalidad.com

Adicionalmente se menciona que para la implementación exitosa de dicha herramienta, se deben de seguir 8 pasos:

Figura 4

Ocho Pasos para la Solución de un Problema.

Etapa	Paso	Nombre y breve descripción del paso
Planear	1	Seleccionar y caracterizar un problema: elegir un problema realmente importante, delimitarlo y describirlo, estudiar antecedente e importancia, y cuantificar su magnitud actual.
	2	Buscar todas las posibles causas: lluvia de ideas, diagrama de Ishikawa. Participan los involucrados.
	3	Investigar cuáles de las causas son más importantes: recurrir a datos, análisis y conocimiento del problema.
	4	Elaborar un plan de medidas enfocado a remediar las causas más importantes: para cada acción, detallar en qué consiste, su objetivo y cómo implementarla; responsables, fechas y costos.
Hacer	5	Ejecutar las medidas remedio: seguir el plan y empezar a pequeña escala.
Verificar	6	Revisar los resultados obtenidos: comparar el problema antes y después.
Actuar	7	Prevenir la recurrencia: si las acciones dieron resultado, éstas deben generalizarse y estandarizar su aplicación. Establecer medidas para evitar recurrencia.
	8	Conclusión y evaluación de lo hecho: evaluar todo lo hecho anteriormente y documentarlo.

2.2 Marco conceptual ateniendo a la gestión del proyecto

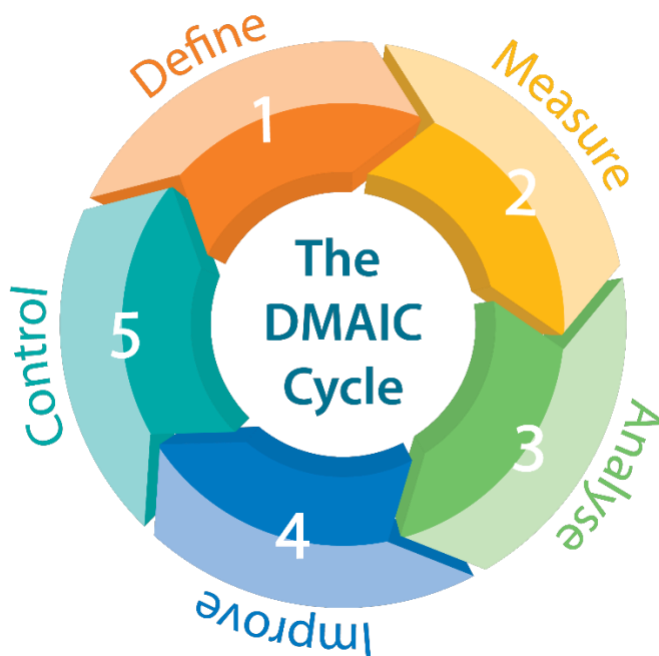
2.2.1 Metodología DMAIC

Como explica Gutiérrez (2013):

Seis Sigma se apoya en una metodología robusta. Los datos por sí solos no resuelven los problemas del cliente y del negocio, por ello es necesaria una metodología. En 6σ los proyectos se desarrollan en forma rigurosa con la metodología de cinco fases: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar (en inglés DMAIC: *Define, Measure, Analyze, Improve and Control*) (p. 424).

Figura 5

Ciclo DMAIC



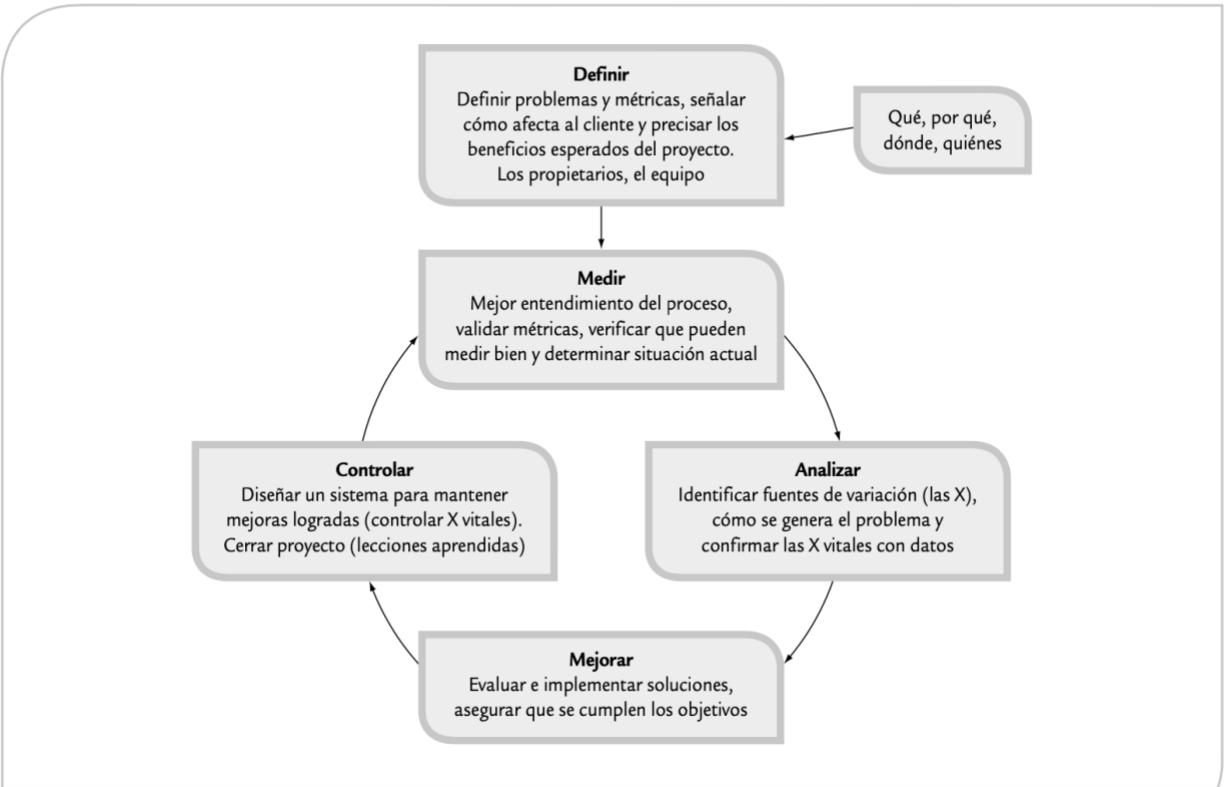
Fuente: Leansixsigmatraining.com

Esta metodología se adapta al presente trabajo de investigación desarrollado en el Departamento de Ingeniería de Johnson Controls Costa Rica, ya que por medio de sus diferentes etapas nos permitirá determinar qué exactamente provoca el incumplimiento de los indicadores, implementar mejoras en las partes del proceso que lo ameriten y establecer puntos de control que garanticen el cumplimiento de la solución propuesta así como su permanencia.

A continuación, Gutiérrez (2013) describe brevemente las cinco etapas de la metodología DMAIC:

Figura 6

Las cinco etapas en la realización de un proyecto 6 σ



Fuente: Control estadístico de la productividad y Seis Sigma, Gutiérrez (2013).

2.2.2 Diagrama SIPOC

Esta herramienta nos ayuda a alcanzar el objetivo de analizar el proceso y su entorno a través de la identificación de cada uno de los siguientes elementos:

Proveedores (P): Persona u organización que facilita los recursos al proceso de interés.

Entradas (E): Insumos, materiales o servicio dado para el desarrollo del proceso.

Proceso (P): Transformación de las entradas en salidas, agregando valor para el cliente.

Salidas (S): Producto o servicio final resultado del proceso.

Usuarios (U): Persona, proceso u organización que recibe la salida.

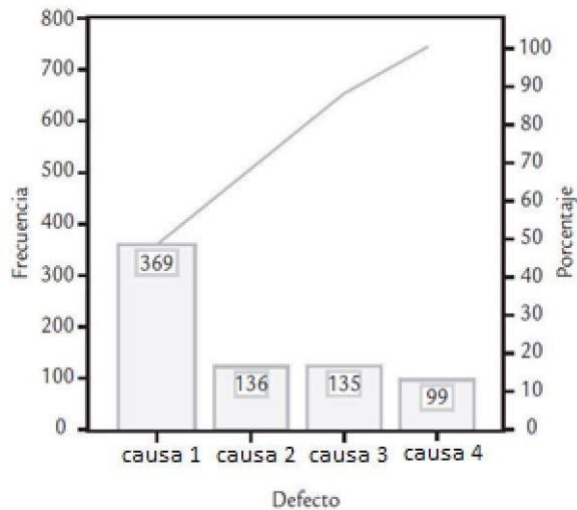
2.2.3 Diagrama de Pareto

El Diagrama de Pareto, como explica Gutiérrez (2013), es “un gráfico de barras que ayuda a identificar prioridades y causas, ya que se ordenan por orden de importancia a los diferentes problemas que se presentan en un proceso” (p. 140).

Además, reconoce Gutiérrez (2013) que “más de 80% de la problemática en una organización es por causas comunes, es decir, se debe a problemas o situaciones que actúan de manera permanente sobre los procesos” (p. 140).

Figura 7

Diagrama de Pareto



Fuente: Control estadístico de la productividad y Seis Sigma, Gutiérrez (2013).

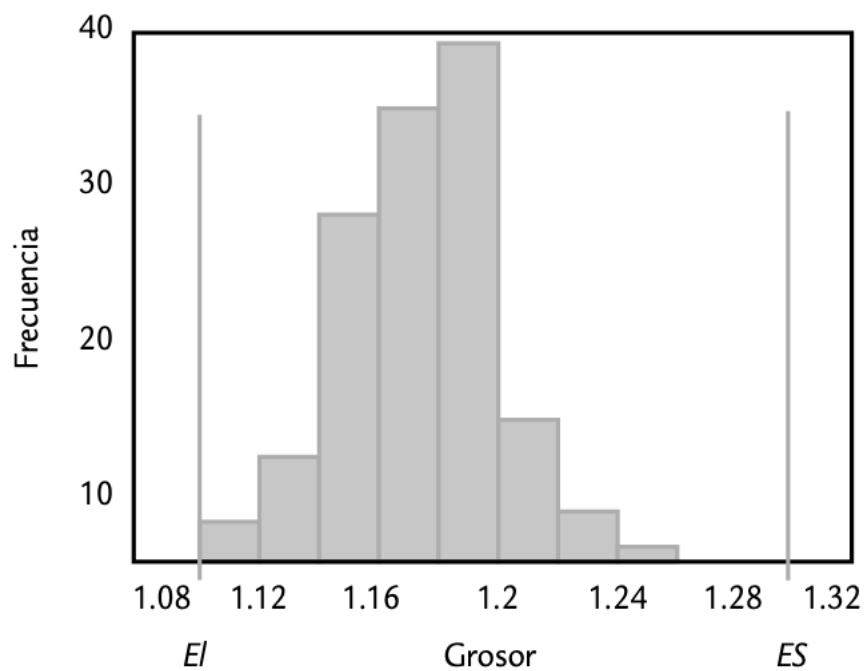
2.2.4 Histograma

Como explica Gutiérrez (2013), el histograma es:

Una representación gráfica, en forma de barras, de la distribución de un conjunto de datos o una variable, donde los datos se clasifican por su magnitud en cierto número de grupos o clases, y cada clase es representada por una barra, cuya longitud es proporcional a la frecuencia de los valores representados. Por lo general, el eje horizontal está formado por una escala numérica para mostrar la magnitud de los datos; mientras que en el eje vertical se representan las frecuencias (p. 23).

Figura 8

Ejemplo de Histograma para grosor de discos



Fuente: Control estadístico de la productividad y Seis Sigma, Gutiérrez (2013).

2.2.5 Diagrama Causa y efecto

Según Delgado, et al (2021) El diagrama Causa y Efecto o también conocido como el Diagrama de Ishikawa:

Viene a ser un elemento fundamental, que posibilita examinar los elementos que intervienen en la calidad del producto/servicio mediante una interacción de causa y efecto, ayudando a sacar a la luz las causas de la dispersión y además a ordenar la relación entre las causas en un asunto que pueden estar enfocadas en diversos campos: en el caso de la presente investigación en la educación (p. 1213).

Por lo general, las causas principales, según Ishikawa (2013), se subdividen en cinco o seis categorías las cuales son:

- **Mano de obra:** son las causas que se relacionan con las destrezas o capacidades intelectuales de las personas.
- **Método:** es la forma en que se desarrollan las operaciones de un determinado proceso.
- **Materiales:** es todo lo que se hace con la medición del proceso el cual puede incluir inspecciones, indicadores, aseguramiento de calidad, entre otros.
- **Medio ambiente:** condiciones del entorno que afectan el desarrollo normal del proceso.

2.2.6 Entrevistas

Según Peláez, et al (2013) una entrevista:

Es un intercambio de ideas y opiniones que se da entre dos o más personas sobre un tema en específico con el fin de recolectar información determinada. La entrevista está guiada por el entrevistador, el cual hace preguntas o comentarios para obtener la información requerida por parte del entrevistado. (p. 4)

2.2.7 Lluvia de ideas

Como lo explica Gómez, et al (2021) la Lluvia de ideas fue creada por Alex F Osborn en 1939 como un procedimiento que le permitiría el surgimiento de ideas creativas y originales como método de resolución de problemas. Este método se usa para poder identificar las potenciales causas o soluciones de un problema, clasificar y relacionar las interacciones entre factores que están afectando al resultado de un proceso y/o centrar en un grupo de trabajo, la discusión enfocándola a los aspectos relevantes de un problema (p. 12).

2.2.8 Kaizen

Se describe la filosofía Kaizen como una metodología basada en el mejoramiento continuo, cuyo origen está en Japón posterior a la Segunda Guerra Mundial. Con el país aún ocupado y una industria que se debía enfrentar a serias dificultades, la Unión Japonesa de Científicos e Ingenieros invitó en 1950 a varios expertos estadounidenses a sus seminarios. La convergencia entre los métodos de trabajo impartidos por William Edwards Deming y Joseph Juran y la cultura oriental dio como resultado esta filosofía. Dichas mejoras no necesariamente deben ser soluciones

técnicamente complicadas, o grandes tecnologías que impliquen un aumento en los costos de las empresas, si no que pueden enfocarse en los procesos que normalmente realizan las personas (Berrio, et al, 2021).

2.2.9 Plan de implementación

Según la Real Academia Española, la palabra implementar se define “como poner en funcionamiento, aplicar métodos, medidas, etc., para llevar a cabo algo” (p. 1). Habiendo descrito lo anterior, se puede entender que un plan de implementación es un documento en el que se describe cómo se ejecutará el plan de un proceso y pondrá en funcionamiento el proceso. La idea es que con el plan de implementación se haga realidad el proceso y que comience a funcionar y a lograr sus resultados.

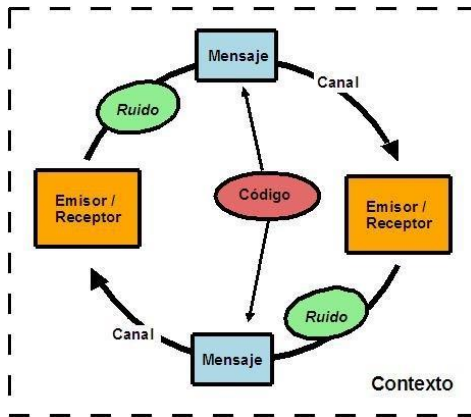
2.2.10 Plan de comunicación

El plan de comunicación es un documento que recoge las políticas, estrategias, recursos, objetivos y acciones de comunicación, tanto internas como externas, que se propone realizar una organización (Montserrat-Gauchi, et al, 2014).

A continuación se muestra los elementos que conforman un plan de comunicación:

Figura 9

Elementos del plan de comunicación



Fuente: Solucionesong.org

2.3 Marco conceptual referente al impacto del proyecto

A continuación se plantean los distintos aspectos con los que se busca generar un impacto positivo en el Departamento de Ingeniería de Johnson Controls Costa Rica.

2.3.1 Control de tiempo

Medir y registrar el tiempo efectivo de trabajo es esencial para establecer indicadores que permitan conocer el desempeño de las organizaciones y sus colaboradores. Esta herramienta también permite cuantificar el tiempo improductivo causado, pero no limitado por las fallas en los sistemas, reuniones, capacitaciones, entre otros.

2.3.2 Indicadores de gestión o *KPI*

Los *KPI* (*Key Performance Indicators*) hacen posible evaluar el desempeño por medio de datos numéricos que determinan el grado en que se cumplen las metas y objetivos definidos por la organización. El departamento de Ingeniería de Johnson

Controls Costa Rica, requiere el desarrollo de *KPI* para el proceso de aprobación de los *SOW*, para así medir el desempeño de los recursos asignados al proyecto y para tener un insumo para la toma de decisiones.

A continuación se mencionan los indicadores que son parte de la propuesta de este proyecto:

2.3.3 Productividad

La importancia de este indicador se basa en alcanzar el mayor beneficio económico posible para la empresa. Este indicador se entiende como:

La relación entre lo producido y los medios utilizados; por lo tanto, se mide mediante el cociente: resultados logrados entre recursos empleados. Los resultados logrados pueden medirse en unidades producidas, piezas vendidas, clientes atendidos o en utilidades. Mientras que los recursos empleados se cuantifican por medio del número de trabajadores, tiempo total 61 empleados, horas-máquina, costos, etc. De manera que mejorar la productividad es optimizar el uso de los recursos y maximizar los resultados (Gutiérrez, 2013, p. 7).

2.3.4 Eficiencia

Para Calvo la eficiencia es la relación entre los recursos utilizados en un proyecto y los logros conseguidos con el mismo. Se da cuando se utilizan menos recursos para lograr un mismo objetivo o cuando se logran más objetivos con los mismos o menos recursos (2018, p. 5).

2.3.5 Eficacia

Según Calvo, la eficacia es el nivel de consecución de metas y objetivos. La eficacia hace referencia a nuestra capacidad para lograr lo que nos proponemos (2018, p.5).

En el Departamento de Ingeniería de Johnson Controls Costa Rica, si la productividad se mide a través de los SOW aprobados entre el tiempo efectivo de trabajo, entonces la eficiencia será la relación entre los SOW aprobados y las metas de producción.

2.4 Antecedente de proyectos o experiencias semejantes

En esta sección se incluye información referente a los antecedentes relacionados con este trabajo de investigación, los cuales han sido desarrollados en otras organizaciones, debido a que, a nivel interno del Departamento de Ingeniería de Johnson Controls Costa Rica, no hay registro de trabajos similares.

Como parte de la elaboración de este proyecto, se consultó un Trabajo Final de Graduación de grado de bachillerato de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Hispanoamericana, la cual fue desarrollada en el departamento de trámites del Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica ubicado en Curridabat.

El Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos que se conoce también como CFIA por sus siglas, es el ente rector que está a cargo de velar por el ejercicio profesional de la Ingeniería y de la Arquitectura en el país.

El nombre de este Trabajo Final de Graduación es “Propuesta de mejora en el proceso de revisión de proyectos constructivos del Departamento de Trámites del Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos de Costa Rica para el cumplimiento de indicadores e incremento de la productividad en el primer semestre del año 2021” (Navarro, 2021). El objetivo general de este trabajo de investigación es:

“Diseñar una propuesta de mejora en el proceso de revisión de proyectos constructivos en el Departamento de Trámites del Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos de Costa Rica para el cumplimiento de indicadores e incremento de la productividad, mediante la implementación de herramientas de mejora continua, en el primer semestre del 2021” (Navarro, 2021).

En este trabajo de investigación consultado, Navarro aplica metodología de la carrera de Ingeniería Industrial que fundamenta este presente proyecto investigativo. Navarro realiza un análisis de la situación actual de la empresa, identifica posibles puntos de mejora y termina haciendo el estudio correspondiente. Su proyecto se basa en la mejora de la productividad del Departamento de Trámites del Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos y en el análisis, tomando como base las herramientas de la mejora continua de Six Sigma que le permitieron llegar a las siguientes conclusiones:

- “Se realizó un análisis exhaustivo del proceso mediante el cual fue posible hacer un diagnóstico de la situación actual y evidenciar las carencias y debilidades de este” (Navarro, 2021).

- “Con la colaboración de todos los miembros del departamento que participan directamente en el proceso y mediante el uso de herramientas ingenieriles se determinaron las causas más representativas y que tienen un mayor impacto en el problema encontrado” (Navarro, 2021).
- “Se generó un plan de mejoras que abarca cinco propuestas para eliminar las causas que originan el problema central de esta investigación”.
- “Se definieron las acciones de control y seguimiento que se deben de llevar a cabo para asegurar que con la solución propuesta se obtengan los resultados esperados” (Navarro, 2021).
- “Por último, se concluye que uno de los beneficios económicos que se obtendrán con la puesta en marcha de las soluciones planteadas es el ahorro de \$4,235 por concepto de pagos de horas extra” (Navarro, 2021).

Por estas razones se toma como antecedente el Trabajo Final de Graduación desarrollado por Navarro, ya que hay varios puntos en común con el presente proyecto.

Capítulo III: MARCO METODOLÓGICO

3.1 Metodología para la definición del problema

Conforme a la metodología DMAIC se realiza esta etapa correspondiente a la definición del problema, en el cual se llevó a cabo un análisis del proceso de aprobación de SOW del Departamento de Ingeniería de Johnson Controls Costa Rica, los puestos y responsabilidades de las personas involucradas en dicho proceso. Además, se emplearon las siguientes herramientas:

Tabla 2

Herramientas para la definición del problema

Etapa	Objetivo	Actividades	Herramientas	Fuente de información
Definición del problema	Definir el problema que queremos resolver	Evaluación del proceso actual	Diagnóstico de la situación actual	Recursos del proyecto
			Diagrama SIPOC	
			Diagrama de Flujo	

Fuente: Elaboración propia

Basado en el criterio experto del director del programa, quien dirige los proyectos del Departamento de Ingeniería de Johnson Controls, se observó directamente el proceso y se hizo un diagnóstico de la situación actual, el cual permitió determinar la necesidad de desarrollar el presente trabajo de investigación.

Para obtener los datos pertinentes, se consultó registros históricos del cumplimiento de indicadores para el presente proyecto que se ha estado llevando a cabo desde el 2021, esto sumado a la información suministrada por los gerentes de proyecto del Departamento de Ingeniería, se pudo definir que sí existía una problemática que impacta, negativamente, al cumplimiento de la productividad y, por ende, los indicadores.

En esta etapa del proyecto de investigación también se utilizaron herramientas como el diagrama de flujo, para conocer el orden secuencial del proceso de aprobación de SOW así como las operaciones y además se usó el diagrama SIPOC, que permitió conocer con una mayor exactitud cuáles eran los proveedores, entradas, procesos, salidas y los clientes que forman parte del proceso actual.

3.2 Metodología para la medición y respaldo cuantitativo del proyecto.

Para esta etapa, una vez definido el problema, se basa en la segunda fase de la metodología DMAIC, que es medir; acá se desarrolla actividades que permiten cuantificar los resultados del proceso en estudio.

Para esto, se hicieron entrevistas con las personas encargadas sobre el cumplimiento de los indicadores relacionados con el tiempo de espera durante el año 2021, también, se obtuvo la cantidad total de los SOW aprobados en el mismo periodo, esto permitió hacer el cálculo de la productividad de cada recurso para su respectivo análisis.

Tabla 2

Herramientas para la Medición y Respaldo Cuantitativo del Problema

Etapa	Objetivo	Actividades	Herramientas	Fuente de información
Medición	Medir los resultados del problema que queremos resolver	Cuantificar los resultados del proceso en estudio	Entrevista	Recursos del proyecto
			Medición de los indicadores de cumplimientos	
			Histograma	

Fuente: Elaboración propia

El acceso a esta información permitió tener un conocimiento más amplio de la cantidad de *SOW* que entró en el proyecto para su aprobación en el periodo que contempla este proyecto de investigación. Esta medición aportó información más precisa que robustece el respaldo cuantitativo.

El resultado de las entrevistas permitió establecer un indicador de productividad aproximado con base en la cantidad de *SOW* aprobados por los recursos del proyecto, cabe resaltar que este dato no es muy preciso debido a la ausencia actual de un registro en tiempo real en la aprobación de *SOW*; sin embargo, permite establecer una base para definir si la implementación del proyecto tendrá un efecto positivo en el aumento de la producción.

Finalmente, dichos resultados se pudieron plasmar en un histograma, el cual permite ver y analizar la información de una mejor manera.

3.3 Metodología para la propuesta de mejora, construcción o puesta en práctica de un nuevo proceso, producto o servicio.

Esta tercera etapa se basó en la fase de analizar de la metodología DMAIC, en donde se analizó la información sustraída en la fase anterior, y, a partir de ella, se buscaron las razones de la problemática y tratar de determinar cuáles acciones se deberían implementar para así poder corregir el problema, que permitiría mejorar la producción y los *KPI*.

Tabla 4

Herramientas para la Propuesta de mejora, construcción o puesta en práctica de un nuevo proceso, producto o servicio.

Etapa	Objetivo	Actividades	Herramientas	Fuente de información
Analizar	Determinar acciones a implementas	Análisis de las causas	Entrevista	Recursos del proyecto e información obtenida de los estudios
			Diagrama de Ishikawa	
			Diagrama de Pareto	

Fuente: Elaboración propia

Primero se realizó una entrevista con la jefatura del proyecto para la obtención de información sobre el método de aprobación de los *SOW*, información sobre los *KPI* actuales y las particularidades del proceso actual.

La información recabada se clasificó según las 6M las cuales son: medición, mano de obra, medio ambiente, máquina, método, materiales, y seguidamente, se hizo un diagrama de Ishikawa que permitió visualizar las causas de una mejor manera.

Por último, se hizo un diagrama de Pareto que ayudó a determinar cuáles causas estaban asociadas al 80% que afectan el proceso negativamente y cuáles eran las que debían ser solucionadas.

3.4 Metodología para la implementación del proyecto

En esta etapa se puso en marcha las acciones de mejora que corresponden a la implementación de las propuestas de solución. Las herramientas propuestas para completar esta etapa son las siguientes:

Tabla 5

Herramientas para la Implementación del Proyecto

Etapa	Objetivo	Actividades	Herramientas	Fuente de información
Implementar	Proponer una implementación en base a los estudio realizado anteriormente	Acciones de mejora	Lluvia de ideas	Recursos del proyecto e información obtenida de los estudios
			Plan de implementación	
			Metodología Kaizen	

Fuente: Elaboración propia

En primera instancia se desarrolló una lluvia de ideas en la que se vieron involucrados los recursos asignados al proceso de aprobación de los SOW, para conocer su opinión sobre lo que ellos consideraban eran las mejores opciones para poder hacer un proceso más rápido y ágil que cumpla con todas las expectativas.

Seguidamente, para desarrollar la estrategia correctamente, se hizo un plan de implementación que permitiera obtener información sobre si la implementación de las soluciones es o no de utilidad para el Departamento de Ingeniería, y para saber si se reduce o elimina por completo el incumplimiento de indicadores en el proceso de aprobación de los SOW. También facilitó saber si se aumenta la producción de este mismo proceso.

Para robustecer esta etapa se propuso implementar la metodología Kaizen, el cual consiste que, periódicamente, se revisen los resultados obtenidos, una vez revisados entre todos los recursos del proyecto se definen nuevas acciones de mejora que facilitarán a la organización hacer un cambio hacia una cultura de mejora continua que se enfocará en hacer los ajustes necesarios a los procesos, para así alcanzar un nivel de calidad alto. Esto a la larga traerá un alto nivel de satisfacción al Departamento de Ingeniería.

3.5 Metodología para la verificación, aseguramiento, control y seguimiento de resultados.

En esta etapa de verificación, aseguramiento, control y seguimiento de los resultados utilizamos la última fase que conforma la metodología DMAIC que se llama “Controlar” y en la cual se utilizó las siguientes herramientas:

Tabla 5

Herramientas para la Verificación, Aseguramiento, Control y seguimiento de los Resultados

Etapa	Objetivo	Actividades	Herramientas	Fuente de información
Controlar	Creación de puntos de control	Crear puntos de control	Control de indicadores	Información obtenida de los estudios anteriores.
			Plan de comunicación	

Fuente: Elaboración propia

Para este trabajo de investigación se propuso realizar un análisis permanente de los indicadores de aprobación de los SOW y que estos se estén llevando a cabo en el tiempo esperado.

Por último, se desarrolló un plan de comunicación, el cual nos permite transmitir debidamente los resultados, ventajas y uso del proceso, entre otros. Esto para tener transparencia sobre el cambio desarrollado.

Capítulo IV: LÍNEA BASE Y ANÁLISIS DE CAUSAS

4.1 Diagnóstico de la situación actual

4.1.1 Descripción de puestos y responsabilidades

El Departamento de Ingeniería de Johnson Controls Costa Rica está conformado actualmente por diez colaboradores, de los cuales siete trabajan en proyectos. Sin embargo, para este proyecto de investigación nos vamos a enfocar solamente en un Programa de proyectos de ingeniería en el que trabaja un solo colaborador de este mismo departamento, pero el cual es desarrollado también con ayuda de otros tres colaboradores ubicados en Estados Unidos, y ellos participan directamente en el proceso de aprobación de *SOW*.

Tabla 7

Puestos y Responsabilidades del Proyecto de Ingeniería

Puestos y Responsabilidades del Proyecto de Ingeniería	
Director del programa	Encargado de la coordinación del proyecto y de dar su aprobación del <i>SOW</i>
<i>Sponsor</i>	Vela por el cumplimiento del proyecto y firmar el <i>SOW</i>
<i>Project Manager</i>	Se encarga de velar por el cumplimiento de las tareas
Analista de Negocios	Contacto entre el departamento de Procuraduría de Johnson Controls y el vendedor externo
<i>Associate Project Manager</i>	Se encarga de ayudar al <i>Project Manager</i> en sus tareas y guardar los <i>SOW</i> una vez firmados

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la tabla anterior, hay diferentes recursos asignados al proyecto y quienes velan por sus tareas y resultado. De estas personas asignadas son solo 4 que se relacionan con el proceso de aprobación de los *SOW*, empezando por el Director del Programa que tiene como tareas asignadas estar en constante comunicación con el vendedor que va dar los servicios mencionados en el *SOW*, el 'cliente' que en este caso sería la organización en donde se realiza el proyecto y el *Sponsor*. Este último es la persona que va a velar por el cumplimiento del proyecto, cualquier documento legal que se firme o servicio que se requiera tiene que ser

aprobado por la persona que ocupe este papel. Sin la firma del *Sponsor*, no se puede adquirir ningún tipo de contrato que afecte el proyecto.

Está también un *Project Manager* o Gerente de Proyectos que va a velar por el cumplimiento de las tareas, coordinar la entrega de resultados y tomar las medidas necesarias para que todo se haga a tiempo. Sin embargo, esta persona no está vinculada con el proceso de aprobación de *SOW* ni tampoco se relaciona con los aspectos legales del proyecto como sí lo hace el Analista de Negocios. Esta persona actúa como un intermediario entre el departamento de Procuraduría de Johnson Controls y el vendedor que va a prestar los servicios para el cumplimiento del proyecto.

Por último está el Gerente de Proyectos Asociado o bien *Associate Project Manager* quien es el que se encarga de archivar los *SOW* una vez que estos estén debidamente firmados y estén avalados para ser ejecutados.

Es importante mencionar que estas personas, además de la aprobación de los *SOW*, también tienen a su cargo otras tareas que no se relacionan con este proceso, como lo son: contratación de personal, tareas financieras, creación de reportes, entre otros, que tienen un impacto en el cumplimiento de indicadores ya que les quita mucho tiempo. Todo esto se detallará con mayor amplitud en los apartados posterior a este.

4.1.2 Descripción del proceso de aprobación de *SOW*

El trabajo que realiza Johnson Controls Costa Rica a través del Departamento de Ingeniería, consiste en desarrollar proyectos internos para la empresa, el cual les permite crecer, adaptarse y ser más competitivos.

Estos proyectos se llevan a cabo siempre y cuando se aprueben los SOW, el cual todavía es un proceso manual y no ha sido digitalizado por completo, lo que ha dificultado a las personas involucradas en los proyectos aprobar los documentos con una mayor rapidez y llevar un mejor control de los mismos.

A continuación se presenta el diagrama SIPOC del proceso de aprobación de los SOW en el cual se especifican los elementos que lo conforman:

Figura 10

Diagrama SIPOC del Proceso

SIPOC

Proveedores	Entradas	Proceso	Salidas	Clientes
<p data-bbox="375 394 532 512">Empresas proveedoras</p> <p data-bbox="375 590 532 707">Recursos asignados al proyecto</p>	<p data-bbox="610 394 768 512">Documento legal</p>	<p data-bbox="849 373 1006 533">Las personas encargadas en el proyecto revisan el documento enviado por la empresa proveedora</p> <p data-bbox="849 611 1006 846">Si no estan de acuerdo con lo que dice el documento legal, se envía nuevamente a la empresa proveedora para su corrección y negociación</p> <p data-bbox="849 924 1006 1159">Si la empresa tercerizada está de acuerdo con los cambios hechos por Johnson Controls, firma el documento y lo envía nuevamente a Johnson Controls</p> <p data-bbox="849 1236 1006 1436">Los encargados del proyecto nuevamente revisan el documento y si están de acuerdo firman el documento</p> <p data-bbox="849 1514 1006 1749">Una vez firmado el documento, se envía al departamento de Procuraduría para que de el visto bueno y así la empresa tercerizada puede iniciar su trabajo.</p>	<p data-bbox="1088 394 1245 512">Documento legal firmado y avalado por Johnson Controls</p>	<p data-bbox="1326 394 1484 512">Departamentos de Johnson Controls involucrados en el alcance del proyecto</p> <p data-bbox="1326 590 1484 707">Departamento legal de Johnson Controls</p> <p data-bbox="1326 785 1484 903">Departamento financiero de Johnson Controls</p> <p data-bbox="1326 980 1484 1098">Departamento legal de la empresa proveedora</p>

Todos los *SOW* que se aprueban como parte del proceso de los proyectos del Departamento de Ingeniería de Johnson Controls Costa Rica, surge de la necesidad que tiene la empresa para adaptarse, mejorar e innovar los servicios que prestan a las demás empresas y eso también le permite ser más competitivo.

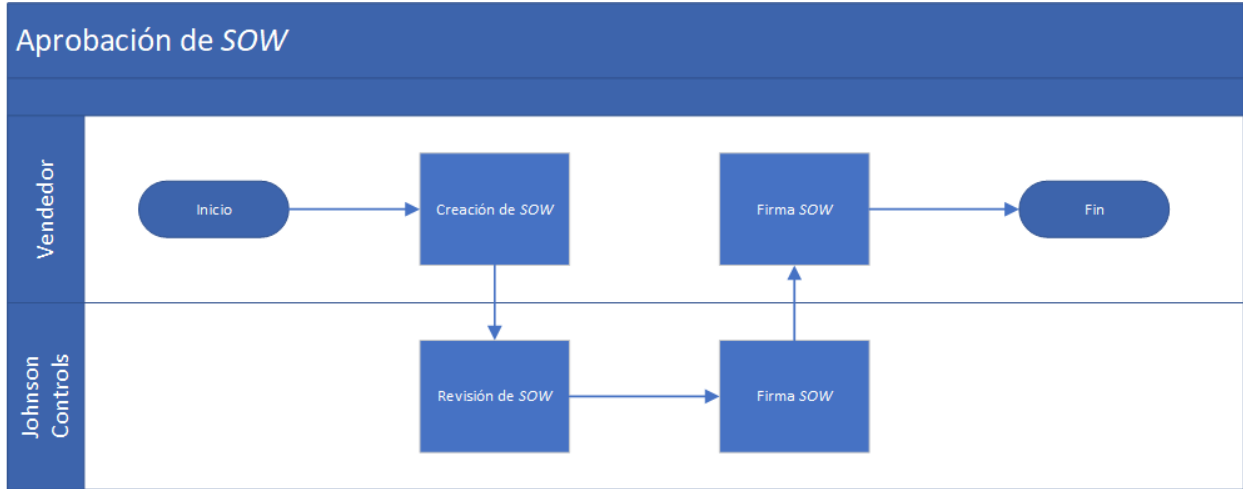
Para poder aprobar un documento, primero tiene que haber un proyecto ya aprobado y a punto de empezar, una vez que el proyecto tenga el visto bueno, se empiezan a buscar formas de cómo se pueden alcanzar los objetivos. Se hace un estudio para ver si el proyecto puede realizarse con los recursos que ya cuenta la empresa o si hay que contratar a una empresa para que realice el trabajo necesario. Si se contrata a una empresa para que realice dicho trabajo, ahí es cuando entran los documentos legales previamente mencionados y que se conocen como *SOW*.

El *SOW* es el documento resultante de las negociaciones que se dan entre Johnson Controls Costa Rica y la empresa proveedora, una vez que ambas partes llegan a un acuerdo, ahí es donde se tiene que revisar, aprobar y firmar debidamente antes de entrar en funcionamiento.

A continuación se muestra el diagrama de flujo de alto nivel de dicho proceso para así poder tener una mejor visión de cómo se da actualmente el proceso de aprobación de *SOW*:

Figura 11

Diagrama de flujo de alto nivel del Proceso



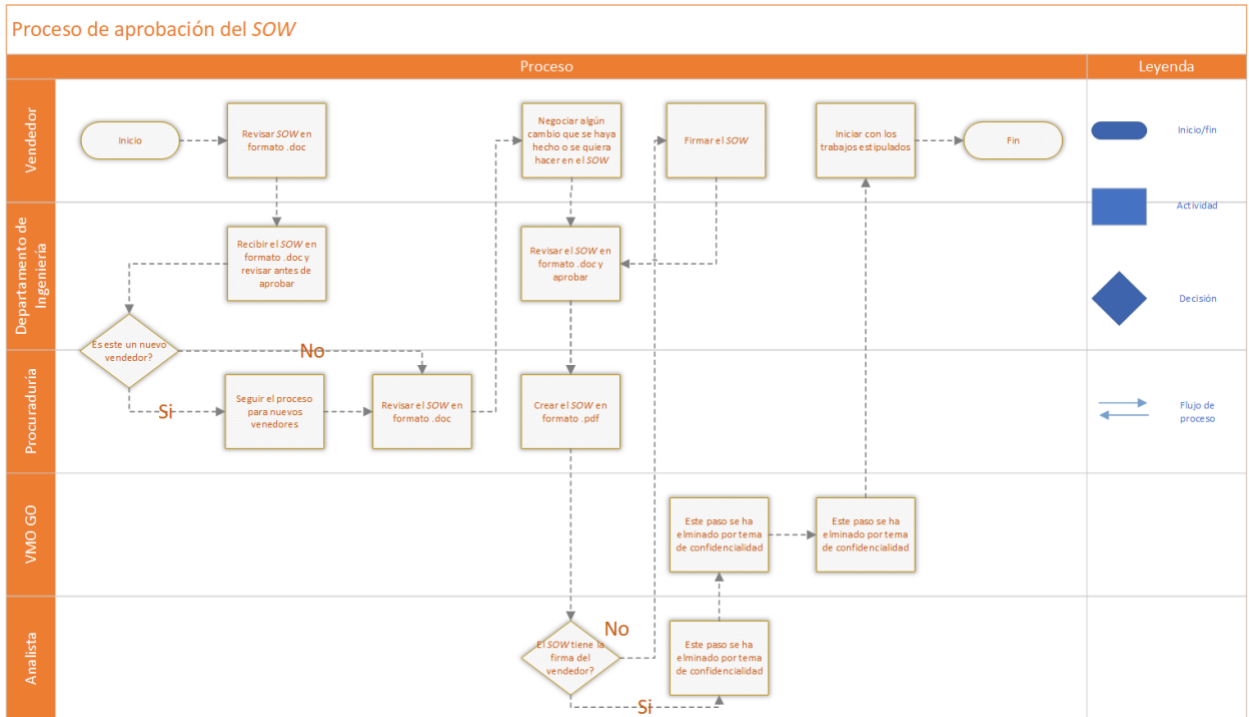
Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en este diagrama, el proceso es iniciado por el vendedor o empresa proveedora tercerizada, quien es la que envía el documento por medio de correo electrónico a la persona encargada del proyecto en Johnson Controls. Una vez recibido dicho documento, y si la persona está de acuerdo con lo que dice, lo firma y lo remite nuevamente por medio de correo electrónico al vendedor, este lo firma y empieza a realizar su trabajo.

Adicionalmente, para poder obtener un entendimiento más amplio, ver detalladamente proceso y poder identificar puntos de mejora, se muestra otro diagrama de flujo en un nivel más abajo:

Figura 12

Diagrama de flujo detallado del Proceso



Fuente: Elaboración propia

Este diagrama de flujo permite ver de una forma más detallada todas las partes involucradas en el proceso de aprobación y su complejidad. Como se mencionó anteriormente, el proceso inicia por parte del Vendedor quien es el que envía el documento por correo electrónico a la persona encargada del proyecto, quien en este caso está denominada como *JCI IT*.

Esta persona revisa el documento legal quien a su vez se lo manda al departamento de Procuraduría para su revisión. Si el vendedor es una empresa nueva con la cual Johnson Controls Costa Rica nunca ha firmado ningún documento, el departamento de Procuraduría debe de agregarlo al sistema para que quede registrado. Si la empresa ya tiene registros con Johnson Controls Costa Rica, el

departamento de Procuraduría nada más revisa el documento que se está negociando y se lo remite nuevamente al vendedor para seguir con las negociaciones.

El vendedor nuevamente revisa el documento a ver si le han hecho cambios, lo firma y se lo remite nuevamente a *JCI IT*, el cual revisa una vez más el documento, lo aprueba y lo firma. Una vez firmado por *JCI IT*, este se lo envía nuevamente al departamento de Procuraduría para la creación del documento *SOW* en formato PDF y se lo remite a un analista que forma parte del proyecto.

El analista revisa si el documento tiene todas las firmas necesarias (del Vendedor y *JCI IT*), si no tiene la firma del Vendedor, se lo remite nuevamente al vendedor para que firme y pase nuevamente por la revisión de *JCI IT* y su firma si fuera el caso. Si el documento ya tiene las firmas requeridas, el analista lo envía para su ejecución.

Una vez firmado los documentos, estos son guardados manualmente en un *SharePoint*, con el nombre y monto del *SOW*, esto para poder mantener un registro interno de lo que se ha estado aprobando y ejecutando. También estos documentos son usados por el departamento legal para hacer los pagos correspondientes a la empresa encargada de prestar el servicio. Cabe mencionar que al ser tantos documentos, la búsqueda de estos no es fácil, ya que son muchos proveedores con los que se hacen negocios, son muchos documentos los que se firman y algunos ni siquiera son ejecutados, pero igualmente los almacenan. Todo esto hace que su búsqueda sea complicada por lo que impacta la productividad de las personas que trabajan en dicho proyecto.

A continuación se muestra una tabla que permite expresar la cantidad de vendedores activos y cuantificar la existencia documental habilitada en el sistema:

Tabla 8

Cantidad de vendedores y SOW

Cantidad de vendedores y SOW	
Vendedores	60 aprox.
SOW	530 aprox.

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, son muchos documentos que se han recibido en el transcurso del año 2021; además, el programa trabaja con una gran cantidad de vendedores y como se ha podido observar en el diagrama SIPOC y el diagrama de flujo, el proceso involucra varias personas e incluso varios departamentos lo que hace que se vuelva un proceso complejo.

4.2 Análisis de indicadores de gestión

Los indicadores de gestión para el proceso de aprobación de SOW no están claramente establecidos en el Departamento de Ingeniería de Johnson Controls Costa Rica, estos fueron idealizados a raíz del malestar que existe actualmente en el departamento por el tiempo excesivo que se lleva haciendo el proceso. Por esta razón y con el objetivo de ayudar a reducir el tiempo de aprobación, la gerencia del proyecto se comprometió a revisar y aprobar en menos de 72 horas todos los SOW que lleguen al correo.

Estos indicadores fueron calculados tomando en cuenta la cantidad mensual de SOW que fueron aprobados en el tiempo establecido (A) y la totalidad de SOW que ingresaron para dicho programa, esto basándose en la siguiente fórmula:

Tabla 9

Fórmula para el Cálculo de los Indicadores

$$\left| \frac{A}{B} \right| * 100 = \left| \text{Porcentaje de SOW aprobados en el tiempo establecido} \right|$$

Fuente: Elaboración propia

Por consiguiente, según el objetivo establecido por el Departamento de Ingeniería, se espera alcanzar un 100% de cumplimiento con este indicador.

Para una mejor comprensión del lector, es importante mencionar que un SOW aprobado por el Departamento de Ingeniería se refiere a que el documento fue firmado por todas las partes involucradas en el proyecto de dicho departamento; sin embargo, no significa que haya sido aprobado por la empresa en sí, ya que dicha aprobación por parte de la empresa tiene que ser avalada por el departamento de Procuraduría y ellos manejan sus propios tiempos que ya están establecidos.

Al ser un proceso que incluye a personas de diferentes departamentos, esto toma más tiempo, pero para este trabajo de investigación, solo se está considerando en cuenta el proceso que le corresponde al Departamento de Ingeniería y las personas involucradas en el proyecto.

Según lo comentado por los gerentes del proyecto del Departamento de Ingeniería en la entrevista, desde que inició el programa, los indicadores no se han estado cumpliendo, situación generada por causas que aún se desconocen y que

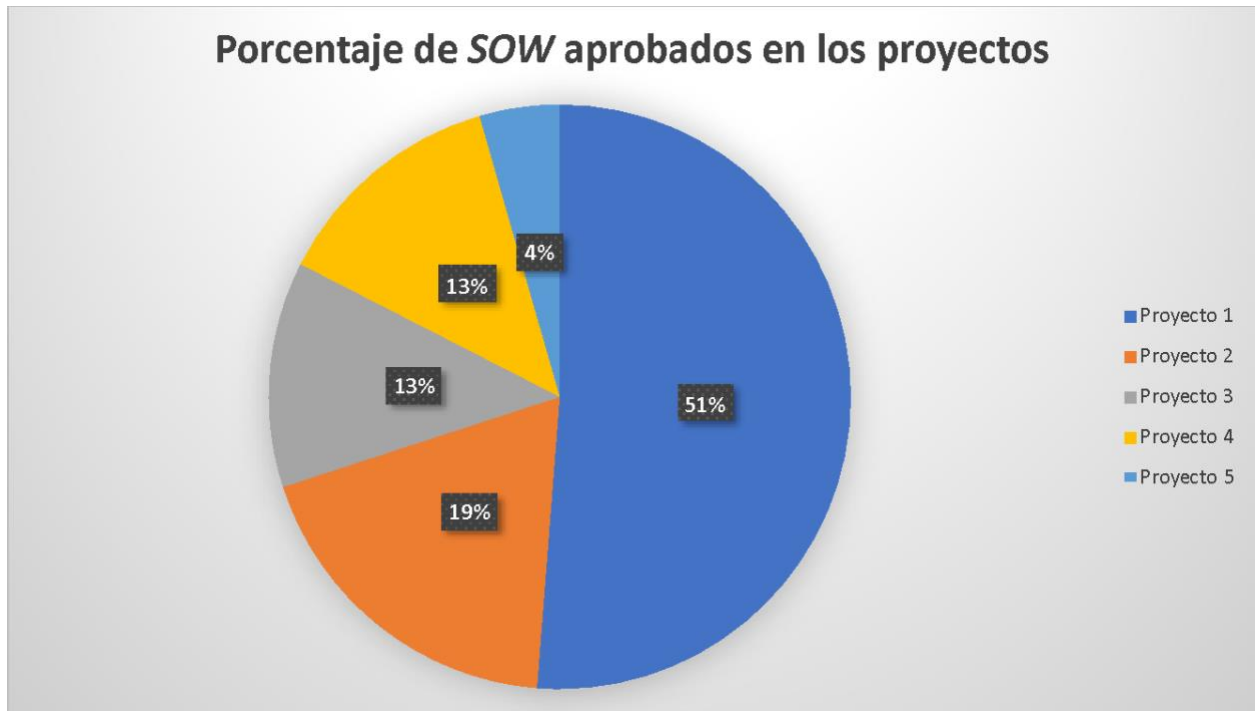
según la información recopilada, no se ha logrado implementar acciones que aseguren el cumplimiento constante de las metas.

El director del programa mencionó que a pesar que existen cinco proyectos dentro del programa, ningún proyecto ha cumplido al 100% el cumplimiento del objetivo de una forma constante. Para este proyecto de investigación no se mencionará qué tipos de proyectos conforman el programa por temas de confidencialidad, solo se va a mencionar que los proyectos son de diferentes tamaños y costos, dependiendo del objetivo del mismo. Esto hace que la atención del director del programa y los gerentes de proyectos asignados sean más hacia un proyecto que a otro, dependiendo de su importancia y complejidad.

A continuación se muestra el porcentaje de SOW aprobados por el Departamento de Ingeniería para cada uno de los proyectos que conforman el programa en el año 2021:

Gráfico 1

Porcentaje de SOW aprobados por proyecto en el año 2021



Fuente: Elaboración propia

Como puede apreciarse en el gráfico anterior, el proyecto 1 es el que recibe la mayor cantidad de documentos para aprobar, con un 51% seguido del proyecto 2, 3, 4 y 5 respectivamente, siendo este último el que menor SOW recibe al ser un proyecto pequeño en comparación a los demás.

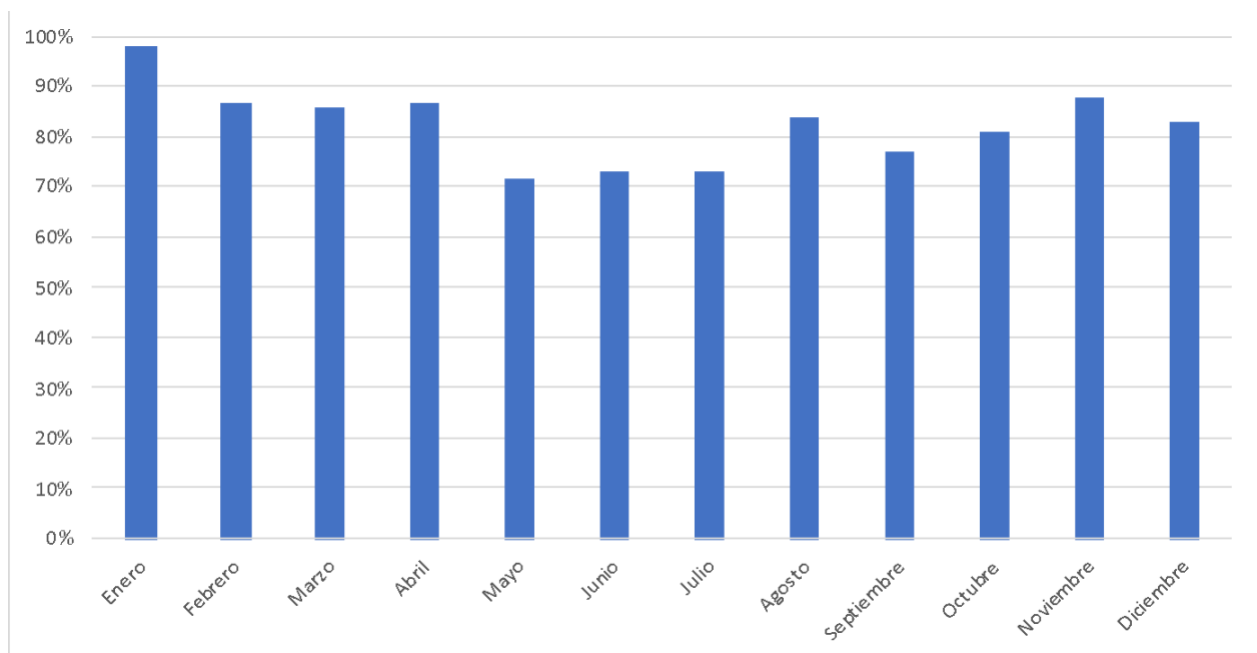
4.2.1 Indicador del Proyecto 1

Este es el proyecto más importante del programa del Departamento de Ingeniería, ya que es el proyecto más grande, costoso y complejo. El proyecto 1 representa el 51% de los SOW que se han revisado para el año 2021.

Según la información extraída del sistema del Departamento de Ingeniería, a lo largo del año no se ha logrado cumplir con el objetivo en la mayoría de meses, presentando solo un cumplimiento del 86%.

Gráfico 2

Cumplimiento del Indicador del Proyecto 1 en el año 2021



Fuente: Elaboración propia

A lo largo del año 2021 hubo solamente un mes en el que se estuvo muy cerca de alcanzar la meta, como lo fue en el mes de enero. Como se logra visualizar en el gráfico, los otros meses han presentado disminuciones importantes en donde aproximadamente cerca del 30% de los SOW no se han revisado en el tiempo establecido.

Tabla 10*Cálculo del Indicador del Proyecto 1 en el año 2021*

Proyecto 1	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Total
Cantidad de SOW aprobados en menos de 72 horas	47	17	19	17	16	20	19	24	9	16	8	13	225
Cantidad de SOW recibidos	48	20	22	19	22	28	26	28	12	20	9	16	270
Porcentaje obtenido	98%	87%	86%	87%	72%	73%	73%	84%	77%	81%	88%	83%	86%

Fuente: Elaboración propia

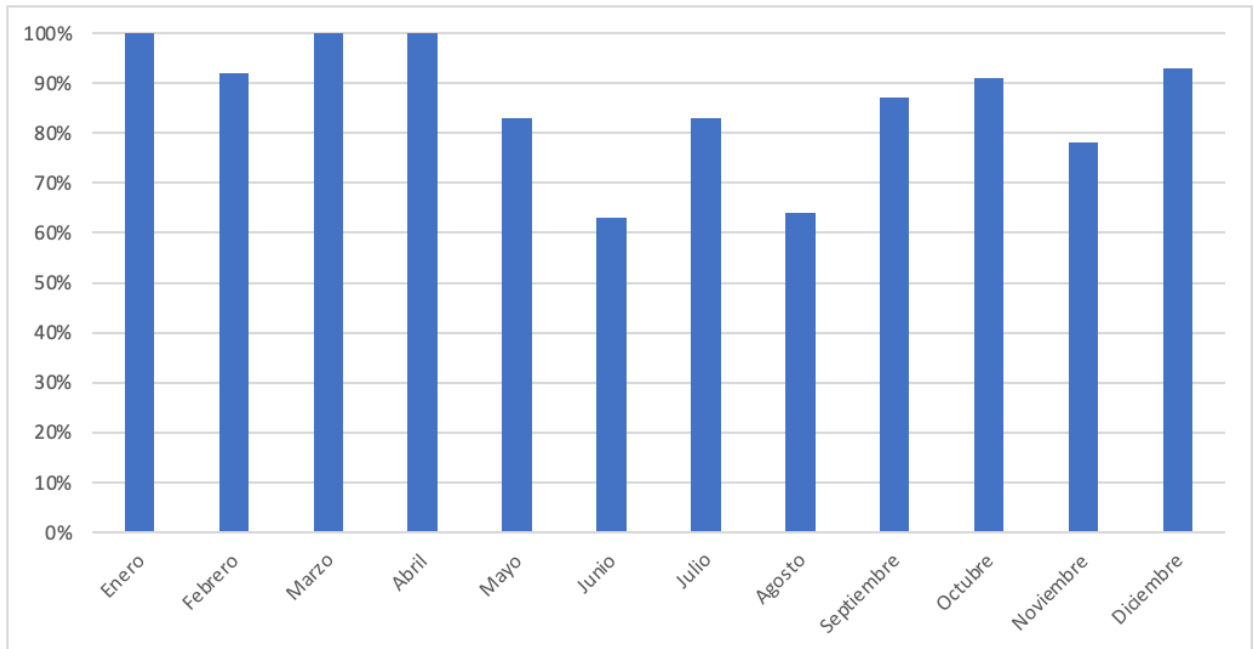
Como se aprecia en la tabla anterior, de los 270 SOW que ingresaron para el Proyecto 1 en el año 2021, solamente 225 fueron aprobados en el tiempo establecido, dejando por fuera un 14% de los documentos.

4.2.2 Indicador del Proyecto 2

El Proyecto 2 es uno de los más grandes del Programa tanto en tamaño, costo e importancia, representando el 19% del total de los SOW que ingresan al programa. A continuación se muestra una tabla que refleja el cumplimiento del objetivo para dicho proyecto:

Gráfico 3

Cumplimiento del Indicador del Proyecto 2 en el año 2021



Fuente: Elaboración propia

Según el gráfico anterior, el mes de Enero, Marzo y Abril se alcanzó la mayor cantidad de SOW aprobados con un 100%, seguido del mes de Diciembre con un 93% y el mes de Octubre con un 91%, respectivamente. Este proyecto obtuvo un cumplimiento de objetivo del 86%, como se puede apreciar en la tabla:

Tabla 11

Cálculo del Indicador del Proyecto 2 en el año 2021

Proyecto 2	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Total
Cantidad de SOW aprobados en menos de 72 horas	10	8	7	2	7	5	5	4	9	9	7	13	86
Cantidad de SOW recibidos	10	9	7	2	9	8	6	6	10	10	9	14	100
Porcentaje obtenido	100%	92%	100%	100%	83%	63%	83%	64%	87%	91%	78%	93%	86%

Fuente: Elaboración propia

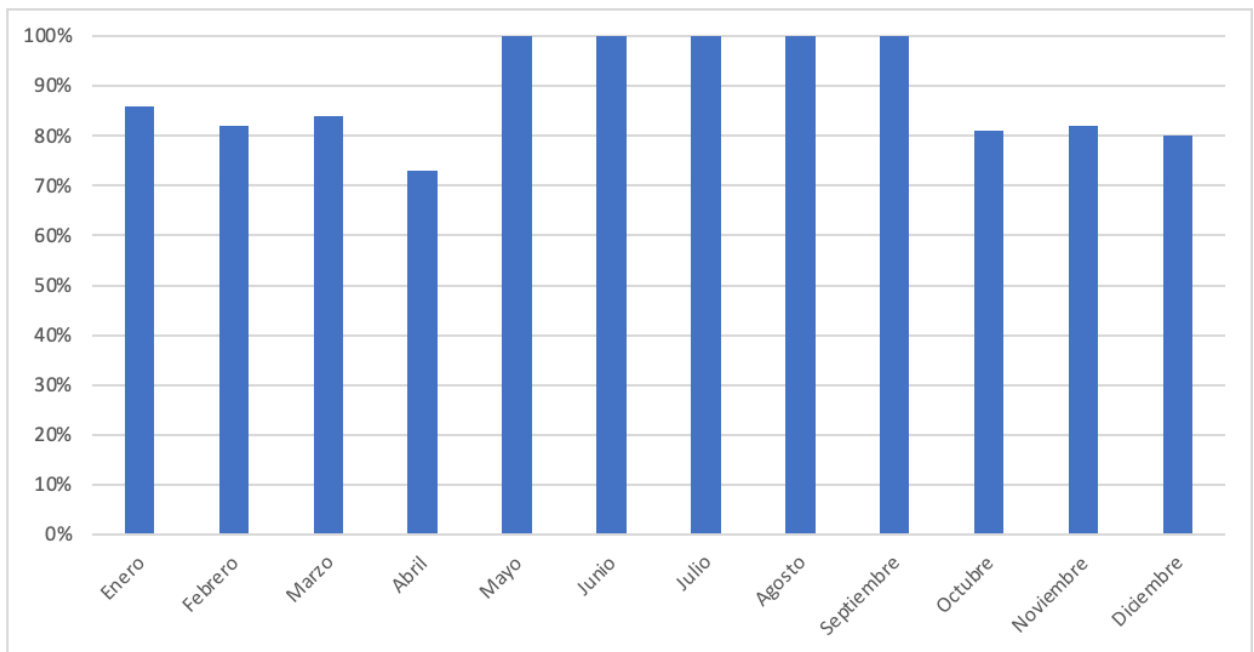
Tal y como se refleja en la tabla 10, el indicador del Proyecto 2 tiene meses en los que no se han cumplido los objetivos con hasta un 40% de documentos que han quedado por fuera del tiempo establecido.

4.2.3 Indicador del Proyecto 3

Este proyecto forma parte del mismo programa, con una representación de un 13% de SOW que han ingresado para el año 2021. El proyecto cuenta con un cumplimiento del 100% para el mes de mayo, junio, julio y agosto, como se puede observar en el siguiente gráfico:

Gráfico 4

Cumplimiento del Indicador del Proyecto 3 en el año 2021



Fuente: Elaboración propia

Aunque como se puede apreciar en la tabla anterior, también tiene meses en los que no se ha logrado cumplir el objetivo por hasta casi un 20% de documentos que no han sido aprobados dentro del tiempo establecido. Esto genera que el Proyecto 3 tenga un cumplimiento de objetivos de 84%, siendo uno de los más bajos.

Tabla 12

Cálculo del Indicador del Proyecto 3 en el año 2021

Proyecto 3	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Total
Cantidad de SOW aprobados en menos de 72 horas	11	4	8	3	3	2	1	1	2	8	6	10	59
Cantidad de SOW recibidos	13	5	9	4	3	2	1	1	2	10	7	13	70
Porcentaje obtenido	86%	82%	84%	73%	100%	100%	100%	100%	100%	81%	82%	80%	84%

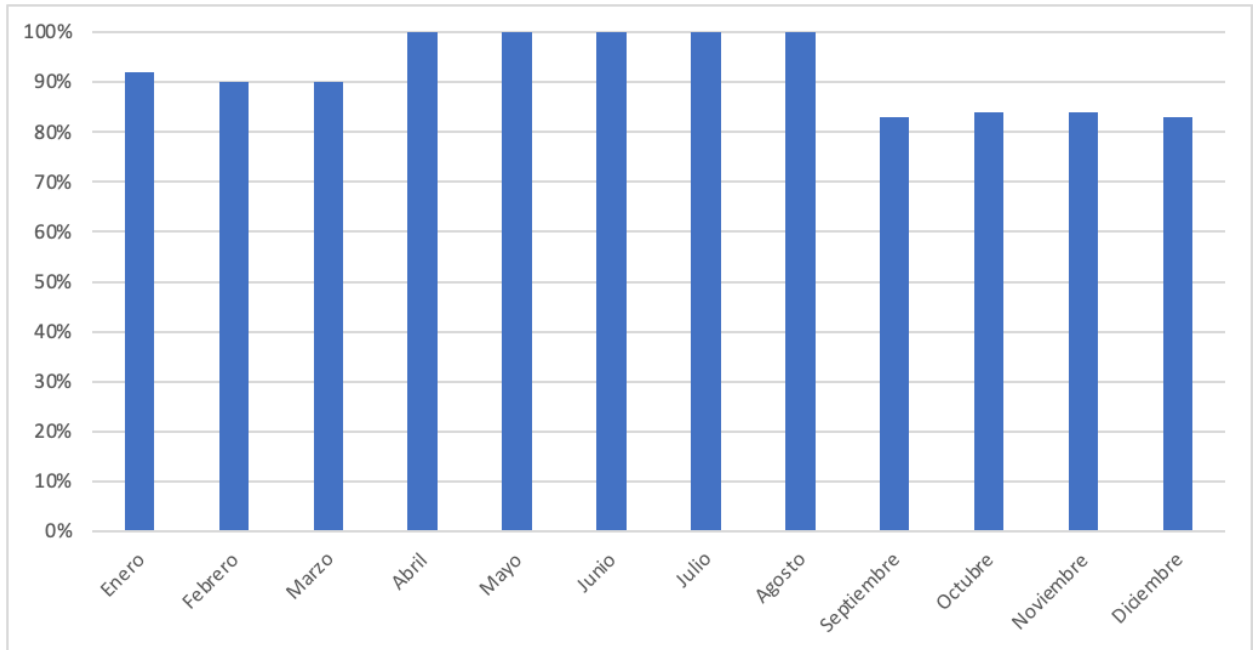
Fuente: Elaboración propia

4.2.4 Indicador del Proyecto 4

Al igual que el Proyecto 3, este proyecto abarca un 13% de los SOW que entran al programa, si bien el proyecto no es uno de los más grandes, juega un papel importante dentro del departamento, ya que sin este proyecto no se puede llevar a cabo el objetivo del programa. Por esta razón es importante que se cumpla el objetivo, acción que en este momento no se está haciendo por completo y se puede observar en el siguiente gráfico:

Gráfico 5

Cumplimiento del Indicador del Proyecto 4 en el año 2021



Fuente: Elaboración propia

El proyecto 4 cuenta con un porcentaje de cumplimiento de objetivo del 89% aunque por varios meses hayan alcanzado la meta, esto lo ubica como uno de los proyectos más altos del programa pero igual sigue estando lejos de la meta. Esto se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla 13

Cálculo del Indicador del Proyecto 4 en el año 2021

Proyecto 4	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Total
Cantidad de SOW aprobados en menos de 72 horas	6	9	9	2	1	1	2	1	3	7	8	12	62
Cantidad de SOW recibidos	7	10	10	2	1	1	2	1	4	8	10	14	70
Porcentaje obtenido	92%	90%	90%	100%	100%	100%	100%	100%	83%	84%	84%	83%	89%

Fuente: Elaboración propia

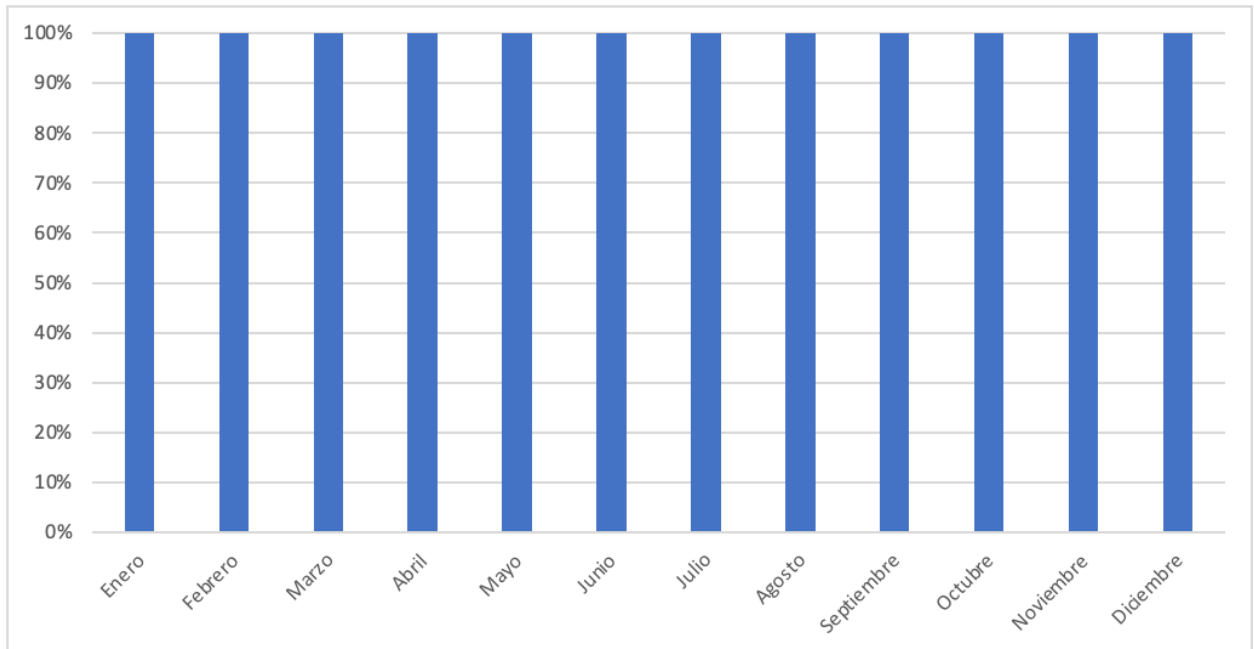
Como se observa en la tabla anterior, el Proyecto 4 recibió 70 SOW del cual solamente 62 fueron aprobados dentro del tiempo establecido.

4.2.5 Indicador del Proyecto 5

Por último, tenemos al Proyecto 5, que es el más pequeño de todo el programa con tan solo un 4% de los SOW pertenecientes a este proyecto. Al ser un proyecto pequeño, se ha podido manejar al 100% el cumplimiento de objetivos, como se podrá observar en la siguiente gráfica:

Gráfico 6

Cumplimiento del Indicador del Proyecto 5 en el año 2021



Fuente: Elaboración propia

De todos los SOW que ha recibido el proyecto, se ha cumplido con el objetivo de revisarlos en el tiempo establecido. A continuación se mostrará la cantidad de SOW que se ha recibido para el año 2021:

Tabla 14

Cálculo del Indicador del Proyecto 5 en el año 2021

Proyecto 5	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Total
Cantidad de SOW aprobados en menos de 72 horas	2	2	4	2	1	1	1	2	1	2	1	1	20
Cantidad de SOW recibidos	2	2	4	2	1	1	1	2	1	2	1	1	20
Porcentaje obtenido	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla anterior, todos los SOW para el año del 2021 tienen un cumplimiento del 100%, con un total de 20 SOW recibidos y aprobados dentro del tiempo establecido.

Si se toman en cuenta todos los proyectos juntos, se puede decir que solo el Proyecto 5 ha cumplido con el objetivo que se tenía propuesto, seguido por el Proyecto 4 con un 89% de cumplimiento de objetivo. A continuación se estudiarán las causas que han influenciado en el incumplimiento de métricas.

4.3 Análisis de las causas

Para lograr identificar las causas que han estado provocando la problemática que se presenta en este proyecto de investigación, se usaron herramientas ingenieriles que han permitido conocer los factores que desencadenan el problema, a su vez han permitido determinar cuáles de esas causas están afectando mayormente el rendimiento del Departamento de Ingeniería.

Como primer paso, se ha desarrollado una lluvia de ideas en la cual participaron los recursos que están a cargo del proceso, esto incluyó al director del programa y el analista. A ellos se les planteó la siguiente pregunta: ¿Cuáles son los factores que afectan en el cumplimiento de los KPI del proceso de aprobación de SOW?

Ante esta pregunta, surgieron 12 razones que afectan el proceso de aprobación de los SOW, que se detalla en la siguiente tabla

Tabla 15

Causas del problema

Causas	Clasificación
Tareas secundarias	Mano de obra
Falta de entrenamiento	Mano de obra
Falta de compromiso de los trabajadores para cumplir con los tiempos establecidos	Mano de obra
Solo hay un analista que se encarga del proceso final de los SOW	Mano de obra
Sistemas antiguos	Máquina
Fallas en el sistema	Materiales
Ausencia de tiempos de trabajo establecidos	Medición
Elementos distractores en el trabajo	Medio ambiente
Tiempos de respuesta son lentos para solucionar un problema	Método
Flujo de trabajo varía	Método
No se respeta el orden de llegada de los documentos	Método
Se le da prioridad a los proyectos mas grandes sobre los mas pequeños	Método

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la tabla anterior, la mayoría de las causas están relacionadas con el método y la mano de obra, seguido por la categoría de máquina, materiales, medición y medio ambiente respectivamente.

Como se aprecia en la Tabla 14, de las 12 causas encontradas, 8 de ellas tienen que ver con Mano de obra y Método lo que sugiere que esas dos categorías tienen mucho impacto en el problema que se trata de solucionar. Por esta misma razón, se solicitó al equipo encargado de aprobar los SOW que dieran un puntaje en la escala del 1 al 12 para así poder conocer cuáles causas tienen un mayor efecto en el incumplimiento de los KPI. A continuación se muestra el resultado que se obtuvo:

Tabla 16

Tabla de frecuencias

Causas	Frecuencia	Frecuencia acumulada	Porcentaje unitario	Porcentaje unitario acumulado	Clasificación
Solo hay un analista que se encarga del proceso final de los SOW	23	23	15%	15%	A
No se respeta el orden de llegada de los documentos	22	45	14%	29%	A
Se le da prioridad a los proyectos mas grandes sobre los mas pequeños	20	65	13%	42%	A
Flujo de trabajo varía	19	84	12%	54%	A
Tareas secundarias	17	101	11%	65%	A
Tiempos de respuesta son lentos para solucionar un problema	14	115	9%	74%	A
Elementos distractores en el trabajo	11	126	7%	81%	A
Sistemas antiguos	9	135	6%	86%	B
Ausencia de tiempos de trabajo establecidos	8	143	5%	91%	B
Falta de compromiso de los trabajadores para cumplir con los tiempos establecidos	6	149	4%	95%	C
Fallas en el sistema	6	155	4%	99%	C
Falta de entrenamiento	2	157	1%	100%	C
Total	157		100%		

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior se puede observar que las causas están acomodadas de mayor a menor según su grado de impacto. En la columna de porcentaje unitario, se aprecia el porcentaje total que recibió esa causa y en el porcentaje total acumulado se representa el total para dicha categoría.

Tomando en cuenta la tabla anterior, el Departamento de Ingeniería de Johnson Controls ha decidido enfocarse únicamente en las primas siete causas, dado que se considera que tienen mayor peso y ayudará en la búsqueda de la solución para el problema que se presenta en este proyecto de investigación.

4.3.1 Análisis de las causas principales

4.3.1.1 Solo hay un analista que se encarga del proceso final de los SOW

A pesar que hay varias personas asignadas al proyecto, por directriz de una de las partes interesadas, solo una persona puede hacerse cargo del proceso final de la aprobación de los SOW, ya que esa persona es de la total confianza de la parte interesada. Esto claramente hace que el proceso se vuelva más lento, ya que tenemos a esa persona revisando los documentos antes de mandarlo para su ejecución y puesta en marcha. Cabe recalcar que esta persona no solo tiene como su tarea este proceso, sino que también está a cargo de otras tareas.

4.3.1.2 No se respeta el orden de llegada de los documentos

Las personas involucradas en el proceso de aprobación de los SOW reciben generalmente cientos de correos electrónicos por semana, esto hace que no se pueda identificar de manera apropiada cada correo que reciben. Usualmente se les comunica por otro medio sobre la necesidad de aprobar el documento y cuando esto pasa, ellos manualmente van y buscan entre los correos el documento que se les está solicitando aprobar, sin importar cuándo fue que les llegó el correo y si tienen otros por delante.

Esta situación hace que los documentos se aprueben en cualquier orden sin importar su urgencia, fecha de llegada o para cuál proyecto sea.

4.3.1.3 Se le da prioridad a los proyectos más grandes sobre los pequeños

Esta causa va relacionada con la causa mencionada anteriormente, debido a que los proyectos más grandes son los que reciben más atención usualmente y esto afecta el orden en el que se van aprobando los documentos.

4.3.1.4 Flujo de trabajo varía

Lastimosamente las personas encargadas no tienen un flujo de trabajo constante por lo que no pueden siempre trabajar el mismo tiempo en las mismas tareas. El flujo de trabajo depende de las etapas en las que se esté en el programa y en los proyectos. También depende mucho de las actividades que se tengan dentro de la empresa, ya que esta también influye en el tiempo de trabajo.

4.3.1.5 Tareas secundarias

Como se mencionó anteriormente, los recursos asignados al proyecto no solo tienen un proceso a cargo, por lo que se hace complicado establecer tiempos para ciertas tareas, ya que si se está trabajando en el proceso de aprobación pero en ese momento entra una tarea urgente, el proceso de aprobación tiene que dejarse de lado para poder sacar la nueva tarea asignada en el tiempo que se les pide.

Todo esto influye negativamente en el cumplimiento del objetivo del proceso de aprobación de los SOW.

4.3.1.6 Tiempos de respuesta son lentos para solucionar un problema

La empresa trabaja con cientos de colaboradores no solo a nivel nacional, sino también a nivel internacional. Si bien es cierto que el trabajo de investigación se basa en el Departamento de Ingeniería de Johnson Controls Costa Rica, el programa en el que se basa este proyecto tiene personas asignadas en diferentes países. Esto hace

que cuando se requiere solucionar un problema con el documento SOW, no se pueda tener una respuesta rápida por las diferentes zonas horarias con las que se trabaja y haya que esperar hasta el día siguiente para tener una respuesta.

Esto no solo aplica para los empleados de la empresa si no también con las empresas que se trabaja y prestan los servicios. También se recuerda que ningún recurso está solamente asignado a la resolución y aprobación de SOW, por lo que la respuesta nunca es rápida.

4.3.1.7 Elementos distractores en el trabajo

Si bien ninguno de los trabajadores está haciendo sus tareas en la oficina, el estar en la casa influye en los tiempos de respuesta. El trabajador se distrae ocasionalmente ya sea con llamadas telefónicas, el cuidado de su familia, quehaceres de la casa, entre otras. Por estas razones también se ha visto afectado el cumplimiento de objetivos para el proceso de aprobación de los SOW.

Como se ha podido observar anteriormente, son siete causas las que generan el problema que se presenta en este proyecto de investigación, algunas siendo más complicadas que otras. A continuación se detallarán todas las causas que forman parte del problema, de una manera más detallada.

4.3.2 Diagrama Causa – Efecto de la investigación

Este diagrama de Causa – Efecto se generó con la clasificación de la tabla 14 y con las herramientas usadas a lo largo de este proyecto de investigación y que permite ver de forma más clara las diferentes causas facilitando así el análisis para buscar las soluciones de las mismas.

Figura 13

Diagrama de Causa – Efecto de la investigación



Fuente: Elaboración propia

4.4 Conclusión del capítulo 4

El proceso de aprobación de los SOW requiere de mucho análisis por parte de los recursos asignados al programa y al proyecto para poder completarlo en el tiempo establecido. Al existir 5 proyectos y más de 60 proveedores que trabajan para la realización del programa, hace que cada SOW sea único y complejo, por lo que se debe aplicar un análisis correcto previa a su aprobación.

Este proceso se ha visto impactado por muchas razones como se pudo observar anteriormente que han hecho que el cumplimiento de los KPI no se dé al 100% en casi

ningún proyecto. Además de que solo cuenta con dos personas por parte de Johnson Controls para la aprobación del documento, hace que el proceso se vuelva más lento de lo normal.

El análisis del proceso de aprobación de los *SOW* realizado en este capítulo ha permitido identificar las debilidades y carencias del mismo, que están asociadas a los factores de mano de obra y método, las cuales tienen un gran impacto en el incumplimiento de los *KPI*.

Johnson Controls al ser una empresa de servicios, debe tratar de ofrecer una alta calidad a sus clientes, pero como se demuestra, esto no está siendo logrado ya que las acciones de medición, actualización, control y mejora continua no contemplan todos los factores críticos para una empresa, como lo son: productividad, uso de recursos, procedimientos, desempeños, entre otros.

A pesar de que este trabajo de investigación solamente contempla los datos obtenidos en el año 2021, se sabe que el problema del incumplimiento de los *KPI* viene de años atrás y que se ha repetido en varios programas y proyectos, por lo que las soluciones que se plantean en el siguiente capítulo pretenden corregir un problema histórico y serán de suma importancia para la mejora continua y la optimización de recursos.

Capítulo V: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN

En el capítulo anterior se puso en evidencia que el problema que se presenta en este trabajo de investigación es causado por la metodología actual de trabajo a la hora de llevar a cabo el proceso de aprobación de SOW y la falta de medición de aspectos que son clave para el departamento.

El diseño de solución que se presenta en este proyecto de investigación consiste en un plan de mejora que propone tres acciones que pretende lograr que el departamento sea más eficiente alcanzando así un alto nivel de desempeño. Este plan de mejora abarca un nuevo método para la asignación de documentos, inclusión de nuevos indicadores y la medición del tiempo de duración en la realización del proceso. Para poder implementar estas acciones se usó la metodología Kaizen, la cual se basa en la mejora continua.

Cabe mencionar que para que estas medidas funcionen y se pueda obtener los resultados deseados, se acompañan de acciones de seguimiento y controles periódicos que permiten asegurar el éxito esperado de la propuesta.

5.1 Diseño del plan de mejoras

El presente trabajo de investigación incluye un plan de mejoras que integra cambios que deben incluirse en el proceso de aprobación de SOW, para proveer un mejor servicio a las partes interesadas del proyecto. Este plan, aparte de servir como base para futuras mejoras, permite también el seguimiento y el control del proceso en general, teniendo como objetivo principal la mejora continua.

Como se puede observar en la siguiente tabla, esta etapa incluye una serie de

propuestas que van a permitir disminuir o eliminar las causas de mayor importancia que han sido identificadas en el análisis del capítulo anterior y que conforman un plan de implementación viable el cual generará un beneficio tangible al Departamento de Ingeniería de Johnson Controls.

Tabla 17

Tabla de Plan de Mejora de la Investigación

Causas	Nombre de la propuesta
Solo hay un analista que se encarga del proceso final de los SOW	Plan de entrenamiento y documentación del proceso
No se respeta el orden de llegada de los documentos	Automatización del proceso por medio de las herramientas de Microsoft Office
Se le da prioridad a los proyectos más grandes sobre los más pequeños	Automatización del proceso por medio de las herramientas de Microsoft Office
El flujo de trabajo varía	Automatización del proceso por medio de las herramientas de Microsoft Office
Tareas secundarias	Automatización del proceso por medio de las herramientas de Microsoft Office
Tiempos de respuesta son lentos para solucionar un problema	Plan de entrenamiento y Plan de control
Elementos distractores en el trabajo	Automatización del proceso por medio de las herramientas de Microsoft Office

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la tabla anterior, el plan de mejora incluye 3 propuestas con

las cuales se espera eliminar las causas relacionadas que conforman el grupo una vez puesto en marcha. Estos planes en conjunto no solo pretenden eliminar las causas, sino que también espera crear nuevas mediciones para obtener un mayor control del proceso, así también espera crear nuevos hábitos en los empleados para sacar el trabajo a tiempo. La primera causa que es el Plan de Entrenamiento y que encapsula a dos causas, busca capacitar a todos los recursos asignados en el proyecto con el nuevo proceso que se pretende poner en marcha y se explicará detalladamente más adelante. El segundo plan que es el Plan de Control, y que se relaciona con una causa, busca controlar el nuevo proceso con la creación de nuevas medidas de control que ayudarán a los recursos estar alineados y tener más visibilidad sobre el proceso. Por último tenemos el plan de Automatización del proceso por medio de las herramientas de Microsoft Office que si bien es cierto encapsula cinco de las causas, es un plan que va a afectar a todas las otras causas y el cual nos ayudará a hacer el proceso más fácil, controlable y medible.

5.1.1 Automatización del proceso por medio de las herramientas de Microsoft Office

Actualmente, los SOW son aprobados de una manera muy subjetiva ya que se aprueban en función al criterio que toman los recursos asignados al proyecto sin tener en cuenta un procedimiento claro y definido. La falta de un proceso claro permite que las siguientes situaciones impacten de manera negativa el proyecto y sus indicadores, así como también el desempeño de los recursos:

- El SOW se prioriza según al proyecto que pertenezca, sin considerar que puedan haber otros SOW antes y que estén a punto de vencer.
- Los recursos asignados al proyecto, trabajan en varios proyectos lo que provoca que el flujo de aprobación no sea continuo ya que tienen que ir alternando los proyectos con los que trabajan, haciendo que la aprobación sea mas lenta.
- A la hora de aprobar los SOW, los recursos son distraídos con otras tareas o situaciones que les impide hacerlo de forma rápida.

Para poder mitigar las situaciones que se mencionan anteriormente, se propone la implementación de un nuevo proceso automatizado que se encargue de asignar automáticamente los documentos que necesitan ser aprobados a los recursos y reducir a su vez la variabilidad en el flujo de trabajo, impactando así positivamente el cumplimiento de indicadores.

Actualmente la empresa cuenta con un sistema robusto de aplicaciones la cual permite que el departamento pueda automatizar ciertos procesos, incluido el que se discute actualmente en este trabajo de investigación. A continuación se menciona la aplicación con la que se pretende solucionar los problemas descritos anteriormente:

5.1.1.1 *Power Automate*

Power Automate es una aplicación del paquete de *Microsoft Office 365* la cual permite crear flujos de trabajo que se conectan a dos o más aplicaciones mediante conectores que ya se encuentran prediseñados. Es una herramienta versátil que

permite automatizar el proceso haciéndolo más rápido y que fluya sin mucha intervención de las personas.

Esta herramienta se conforma por muchas otras; no obstante, no todas se abordarán en este proyecto de investigación, se mencionarán únicamente las herramientas que se van a usar para la automatización del proceso en estudio las cuales son las siguientes:

5.1.1.2 *SharePoint*

Microsoft SharePoint es una herramienta que está formada por una serie de elementos y productos los cuales facilitan la gestión de documentos permitiendo el trabajo en equipo. Johnson Controls al ser una empresa que cuenta con el paquete de Microsoft Office 365, tiene a su alcance la herramienta descrita y ya hace uso de ella.

Al ser una herramienta en la nube permite fácilmente su uso para el almacenamiento de documentos y la opción de poder compartirlos con cualquier persona sin importar que esta sea parte o no de la organización.

Como se mencionó anteriormente, la empresa ya cuenta con la licencia necesaria para usar el *SharePoint* y los empleados del Departamento de Ingeniería de Johnson Controls así como de la empresa, ya hacen uso de dicha herramienta y tienen el conocimiento y entrenamiento necesario para usarlo sin ningún problema, ya que es algo que utilizan en el día a día.

El *SharePoint* se va a incorporar junto a *Power Automate*, de tal manera que los SOW se almacenen automáticamente en una carpeta ya preseleccionada en el sistema una vez que sean guardados, para que las personas encargadas los revisen,

modifiquen y aprueben. Para que esto pase, el vendedor tendrá acceso a la carpeta que le corresponda; una vez que el vendedor guarde el *SOW* dentro de su carpeta, el sistema generará una alerta a la persona encargada y le llegará por medio de *Microsoft Outlook* avisándole que hay un nuevo documento en el sistema que ocupa aprobación. Dicha alerta le llegará en forma de “Reunión” a todas las personas encargadas del proceso de la aprobación, este proceso se detallará seguidamente:

5.1.1.3 *Microsoft Outlook*

Es una herramienta para recibir y mandar correos electrónicos, que también permite guardar contactos, agendar reuniones y tareas con personas que sean parte de la organización o también personas externas a ella.

Como se explicó anteriormente, *Power Automate* trabaja en conjunto con otras herramientas para la automatización de procesos y *Microsoft Outlook* forma parte de ella. Para el proceso descrito en este trabajo de investigación, Outlook va a tener una parte importante ya que por este medio se va a recibir las notificaciones apenas guarden en *Microsoft SharePoint* un *SOW* que ocupe ser aprobado.

Esta notificación, como se mencionó anteriormente, va a venir en forma de una reunión y será agendada con todas las personas que forman parte de dicho proceso. Además, va a llevar como título el nombre del vendedor y el nombre del *SOW*, como parte del mensaje, incluirá un enlace para poder acceder a dicho documento y también un enlace para poder ingresar a la reunión que se va a llevar a cabo por medio de *Microsoft Teams*.

5.1.1.4 Microsoft Teams

Microsoft Teams es una herramienta que permite, entre muchas de sus funciones, la comunicación entre personas tanto por mensajería y video-llamada. Esta herramienta también da visibilidad de lo que tenemos agendado en *Microsoft Outlook*, permite el envío de archivos y compartir pantallas.

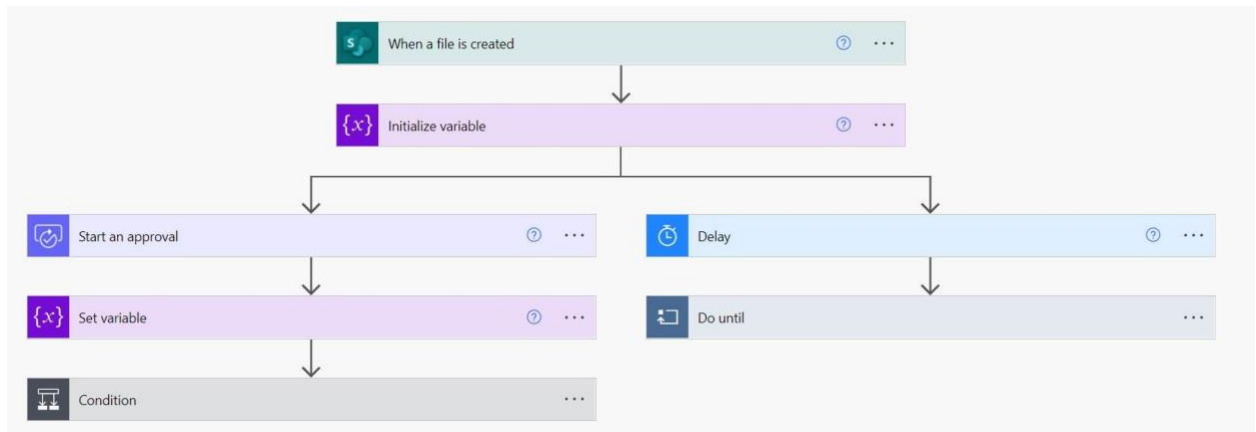
Una vez que se tiene agendada una reunión en *Microsoft Outlook*, la herramienta automáticamente da la opción de compartir el enlace para unirse a dicha reunión por medio de *Microsoft Teams*. Así es como se incorpora esta útil herramienta en el proceso, uniendo a los colaboradores en una video-llamada para así poder revisar, editar o aprobar el SOW en un tiempo ya agendado, sin distracciones ni interrupciones. Esto debido a que las personas tendrán ya un tiempo predestinado para hacer esta labor.

Una vez el SOW es revisado, editado o aprobado según sea el caso, el documento es guardado nuevamente en la nube a través de *Microsoft SharePoint*, el cual genera una nueva alerta al vendedor avisándole que el documento ya está listo y, por ende, los trabajos estipulados ya pueden empezar.

A continuación se puede observar cómo se ve el flujo de trabajo a través de la herramienta *Power Automate*:

Figura 14

Diagrama de flujo de alto nivel para la Automatización del proceso por medio de las herramientas de Microsoft Office



Fuente: Elaboración propia

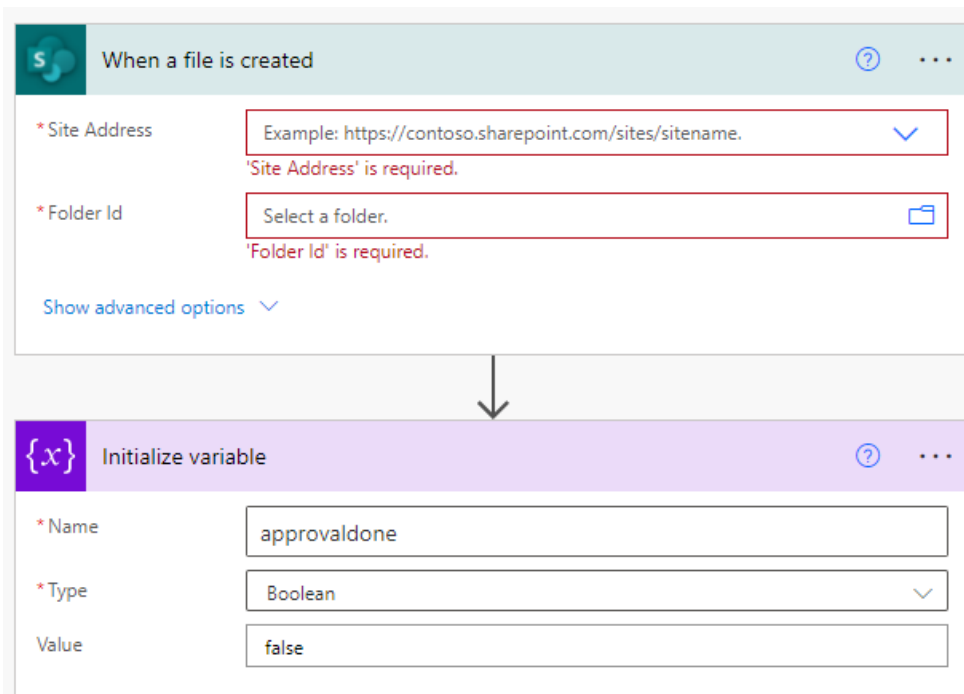
En la Figura 14 se observa que el proceso inicia apenas se crea el archivo en *Microsoft SharePoint*, una vez que el sistema detecta que hay un nuevo archivo que requiere ser aprobado hace un estudio si el archivo está o no aprobado, si no está aprobado inicia el proceso de aprobación que se ve del lado izquierdo. Este proceso de aprobación incluye los pasos que ya se mencionaron anteriormente, los cuales son: agendar la reunión por medio de *Microsoft Outlook*, incluir el enlace para poder acceder tanto el archivo como a la reunión por medio de *Microsoft Teams*. En *Microsoft Teams* los recursos asignados al proceso de aprobación se reúnen para su revisión, editar o aprobar el mismo.

Se considera también la opción de que los recursos no puedan reunirse en el momento establecido por el sistema, si el sistema detecta que las personas no han aprobado el documento después de cierto tiempo, este vuelve a enviar otra notificación para que puedan completar el proceso. Esto se repite hasta que el documento sea aprobado.

A continuación se muestran con más detalle los pasos previamente mencionados dentro del diagrama de flujo:

Figura 15

Diagrama de flujo del proceso de Aprobación de SOW automatizado



Start an approval

* Title

* Assigned To

Details

Item Link

Item Link Description

Set variable

* Name

* Value

Condition

[Expand condition](#)

Condition

[Expand condition](#)

If yes

Create file

* Site Address

* Folder Path

* File Name

* File Content

Delete file

* Site Address

* File Identifier

[Add an action](#)

If no

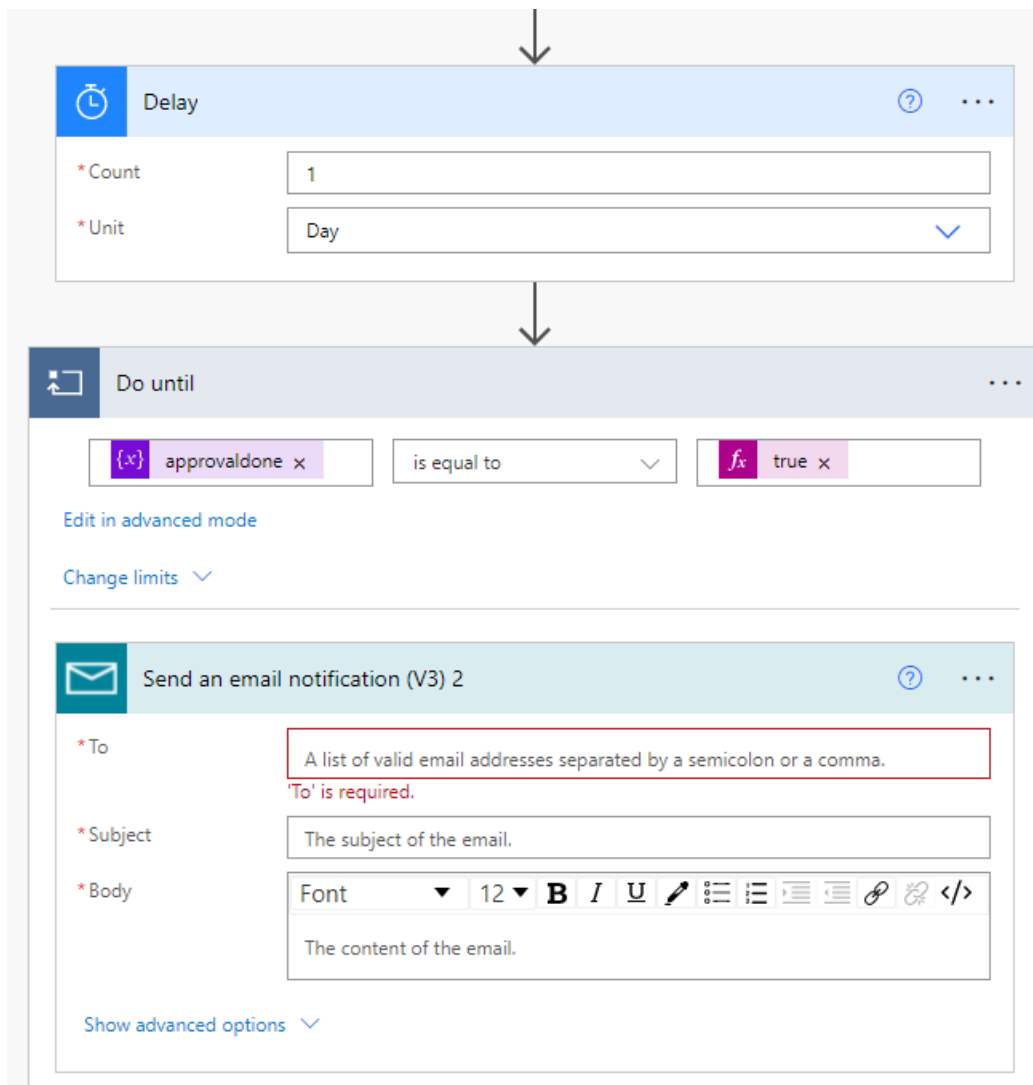
Send an email notification (V3)

* To

* Subject

* Body

[Add an action](#)



Fuente: Elaboración propia

La Figura 15 logra detallar los requerimientos técnicos para el proceso de automatización que a continuación se explican más detalladamente:

- Cuando un archivo es creado – *When a file is created*:

Este paso solicita el enlace de Microsoft SharePoint en donde se guardarán los SOW y el nombre de la carpeta donde van guardados los SOW no aprobados.

- Iniciar la variable – *Initialize variable*:

Se solicita el tipo de variable que se va a usar para poder empezar el Proceso de Aprobación

- Empezar una aprobación – *Start an approval*:

Este paso da inicio al proceso de aprobación que se notifica por medio de *Microsoft Outlook* en forma de reunión en donde se detalla cuál es el título que se desea desplegar, a quiénes les tiene que llegar la reunión, el mensaje que se quiere mostrar dentro de la reunión y los enlaces que sean necesarios para poder acceder al SOW

- Especificar una variable – *Set variable*:

Esto permite al sistema poner una variable en la cual se puede definir las acciones a tomar si el SOW fue o no aprobado en el paso anterior.

- Si el SOW fue aprobado – *If yes*:

Se crea una copia del SOW aprobado en otra carpeta ya preseleccionada para los SOW aprobados y se borra el SOW original de la carpeta de SOW no aprobados.

- Si el SOW no fue aprobado – *If no*:

Se manda un recordatorio para que sea aprobado, en este paso se detalla a quiénes se les manda el recordatorio, el título y el mensaje que

se desea poner dentro del recordatorio. Todo esto llega por medio de *Microsoft Outlook*.

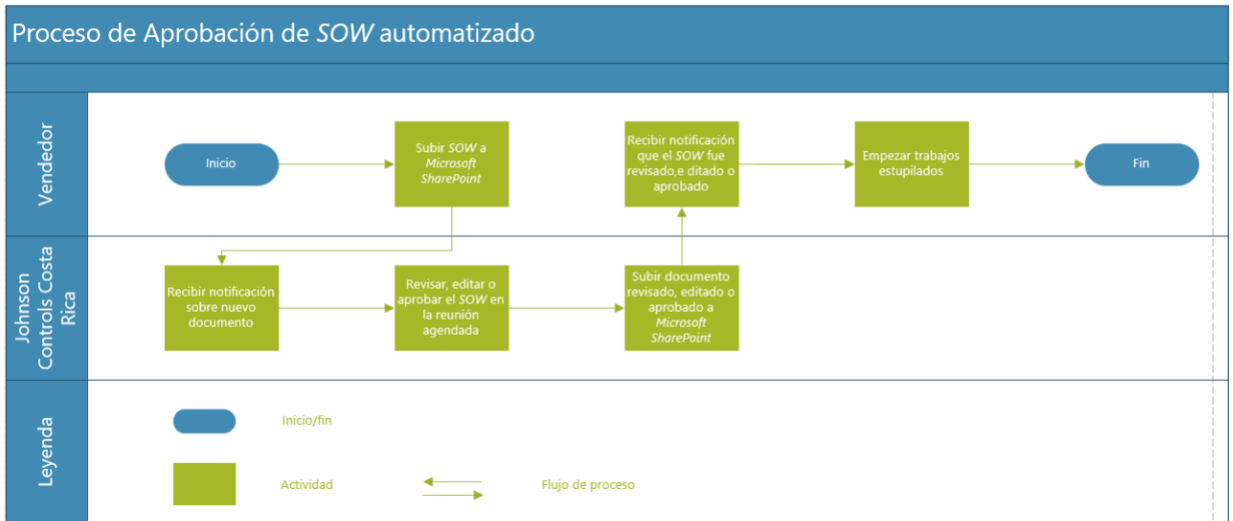
- Retraso – *Delay*:

Este paso es para reforzar el paso anterior en caso que el SOW no haya sido aprobado, el sistema hace una revisión al día siguiente sobre el SOW que se está aprobando y si este no fue aprobado todavía, manda nuevamente el recordatorio y se repite hasta que sea aprobado. En este paso se detalla a quiénes se les manda el recordatorio, el título y el mensaje que se desea poner dentro del recordatorio. Todo esto llega por medio de *Microsoft Outlook*.

En la Figura 16 se puede observar como queda el nuevo diagrama de flujo del proceso implementando la automatización del mismo:

Figura 16

Diagrama de flujo de alto nivel del proceso de Aprobación de SOW automatizado



Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en el diagrama de flujo de la Figura 16, este nuevo proceso automatizado facilita la aprobación de los SOW y a su vez elimina por completo las causas que lo han estado afectando ya que:

- No da oportunidad de elegir libremente cual SOW revisar, editar o aprobar primero ya que el sistema te va agendando las reuniones a como los SOW entren.
- Sin importar el flujo de trabajo las reuniones son agendadas con todos los recursos asignados al proceso de aprobación.
- Al tener reuniones agendadas se pretende eliminar cualquier elemento distractor, ya que la persona estará en una reunión con otras personas y su enfoque será exclusivamente para completar dicha tarea.

5.1.2 Plan de entrenamiento y documentación

Después de haber implementado la automatización, sigue el Plan de entrenamiento y documentación, el cual permite documentar el nuevo proceso paso a paso y poder entrenar a los recursos ya existentes, o bien recursos nuevos que conformen el proceso de Aprobación de los SOW.

Este nuevo proceso será documentado y guardado en la nube a través de las herramientas de *Microsoft*. Haciendo uso de *Microsoft Word* y los nuevos diagramas de flujo, el proceso será explicado paso a paso por la persona que Johnson Controls Costa Rica tiene asignada como Experto en la Materia (*Subject Matter Expert - SME* por sus siglas en inglés). Una vez que el documento sea creado y guardado en la nube en la carpeta designada por el Departamento de Ingeniería de Johnson Controls en *Microsoft SharePoint*, el plan de entrenamiento se ejecutará en el mes de Julio, en la cual una semana será agendada con el entrenamiento y la siguiente semana se dará inicio con el periodo de prueba para que los usuarios se familiaricen con el nuevo proceso.

El entrenamiento tiene previsto realizarse a través de la herramienta de *Microsoft Teams* una vez que esta sea agendada, ya que por motivos de la pandemia la compañía todavía no tiene previsto volver a las oficinas. La capacitación será dada por el *SME* que fue asignado como responsable de dicho proceso.

A continuación se propone el diseño de un plan de entrenamiento y documentación que buscará alinear a los recursos asignados al proceso de aprobación de SOW con el mismo objetivo y poder hacer uso del nuevo sistema automatizado:

Tabla 18*Tabla de Plan de Entrenamiento y Documentación*

Propuesta	Justificación	Detalle
Importancia del proyecto	Alinear a todos los recursos del proyecto con la importancia del proyecto, su impacto en la empresa y el objetivo de este.	Revisar el plan del proyecto, sus objetivos e impacto.
Importancia del proceso de aprobación de los SOW	Explicar a los colaboradores qué pasa si el proceso no se cumple en el tiempo establecido.	Definir por escrito la importancia del proceso y el impacto que tiene.
Conozca a los colaboradores	Los recursos asignados al proceso también trabajan en otros proyecto y desconocen lo que los demás hacen.	Explicar lo que cada recurso hace, sus tareas diarias, los procesos que manejan, en otros.
Cómo funciona el nuevo sistema, demo.	Enseñar el nuevo sistema para que los recursos se familiaricen con el mismo y entiendan la lógica detrás de éste.	Hacer una demostración del nuevo sistema con ejemplos actuales.
Documentación	Tener el nuevo proceso documentado correctamente paso a paso, con capturas de pantalla para que puedan revisarlo en cualquier momento.	Documentar el proceso paso a paso con capturas de pantalla para su fácil entendimiento.

Fuente: Elaboración propia

5.1.2.1 Importancia del proyecto

Como este proceso incluye a personas que se dedican a otras labores, se considera importante recordar la importancia del proyecto, sus objetivos y su impacto en la empresa. Esto debido a que los recursos tienen tareas específicas que puede o no demostrar lo importante que es el cumplimiento de las tareas para que el proyecto se complete sin contratiempos.

5.1.2.2 Importancia del proceso de aprobación de los SOW

Los recursos asignados al proceso de aprobación de los SOW, tienen otras tareas más a su cargo, por lo que podrán o no ver esta tarea como una más en su día a día y esto puede restarle importancia. Por este motivo, se incluye en el plan el recordatorio de la importancia que tiene este proceso en el proyecto y cuales son sus consecuencias.

5.1.2.3 Conozca a los colaboradores

Como se ha venido mencionando anteriormente, este proceso incluye a varias personas de diferentes departamentos y que trabajan en otros proyectos y procesos. Por esta razón, se incluye un espacio en el plan en donde los colaboradores se presentan, explicando lo que hacen y qué tareas hacen. Con esto se pretende tener más visibilidad sobre las personas que trabajan en el proceso y entender su disponibilidad para el mismo.

5.1.2.4 Demostración del sistema

Para dar una mejor comprensión sobre la automatización, se incluye en el planeamiento una demostración del mismo. Esta demostración para que tenga un mayor impacto, deberá incluir la siguiente información:

- Explicación y demostración de *Power Automate*
- Explicación y demostración del diagrama de flujo del proceso en *Power Automate*

- Demostración de cómo un vendedor sube el *SOW* a *Microsoft SharePoint* para iniciar el proceso de aprobación
- Demostración de cómo se ve la notificación de la reunión en *Microsoft Outlook*
- Explicación de lo que incluye la reunión agendada, cómo aceptarla, rechazarla o re-agendarla.
- Demostración de cómo unirse a la reunión por medio de *Microsoft Teams*
- Demostración de cómo revisar el *SOW*, editarlo, aprobarlo o rechazarlo
- Demostración de cómo subir el *SOW* una vez revisado

5.1.2.5 Documentación

La documentación es el archivo que se usará para poder acceder en cualquier momento, evacuar dudas, entrenar nuevos recursos y revisar para cualquier mejora o cambio en el futuro.

Las cosas que se deben incluir en dicha documentación son las siguientes:

- Cómo dar acceso a todos los sistemas que pertenecen al proceso de aprobación de *SOW* a un recurso nuevo.
- Cómo quitar acceso a todos los sistemas que pertenecen al proceso de aprobación de *SOW* a una persona que ya no está involucrada en el proceso.
- Cómo crear, editar, borrar o mover archivos en *Microsoft SharePoint*.
- Cómo pedir más espacio de almacenamiento en *Microsoft SharePoint*.

- Cómo se ven las notificaciones de las reuniones una vez que inicia el proceso de aprobación de *SOW*, cómo aceptarlas, rechazarlas o posponerlas.
- Cómo se ve un *SOW* nuevo y cómo editarlo.
- Cómo se ve un *SOW* aprobado, rechazado y cómo aprobarlo o rechazarlo.
- Cómo subir un *SOW* a Microsoft SharePoint.

Las propuestas planteadas son de suma importancia para que la automatización pueda cumplir con su objetivo y sin contratiempos, lo que dará como resultado una mejora en la productividad y en el nivel de cumplimiento de los indicadores.

5.1.3 Plan de control

Para asegurar que el plan de automatización sea todo un éxito, se debe contar con un plan de control, el cual nos va a poder proporcionar datos que podemos usar no solo para asegurar de que se estará cumpliendo con los objetivos; si no también, poder llegar hacer mejoras en el futuro ya que enseñará en donde se estaría fallando.

Este plan de control se construirá en base a los datos que de el sistema automatizado y estará a cargo del *SME* asignado por el departamento de Ingeniería de Johnson Controls, los datos que esta persona va a obtener para velar por su cumplimiento son:

- *SOW* que ingresaron por mes.

- Tiempo en el que aprobaron los SOW.
- Número de reuniones que se tuvieron que agendar para aprobar el SOW.
- Cuántas personas asistieron a las reuniones agendadas por el sistema.
- SOW que ingresaron por proyecto.
- SOW que ingresaron por vendedor.

Como se observa anteriormente, los datos que proporcionará el sistema es de gran importancia, ya que dará visibilidad con números reales sobre cómo se estará comportando el proceso y esto también permitirá hacer mejoras en las áreas que se ocupen.

Para un mejor control, los datos serán descargados una vez al mes y guardados en un archivo de *Microsoft Excel*, el cual permitirá ver el histórico de los mismos. Este archivo de *Microsoft Excel*, será guardado en la nube a través de *Microsoft SharePoint*, en una carpeta asignada por el Departamento de Ingeniería y en el cual cualquier persona que pertenezca al proceso podrá acceder, al igual que los jefes del departamento.

5.2 Metodología Kaizen

Las soluciones planteadas en este trabajo de investigación tienen como objetivo perdurar con el tiempo, debido a que se enfocan en el aprovechamiento de los recursos por medio del involucramiento de los miembros que conforman el proceso de aprobación de los SOW, alcanzando al máximo el rendimiento así como también la mejora continua del proceso. Por esta misma razón, se propone incorporar la

metodología Kaizen dentro del Departamento de Ingeniería de Johnson Controls Costa Rica.

A continuación se muestra cuáles son las acciones que conforman la metodología Kaizen:

Tabla 17

Acciones para la implementación de la Metodología Kaizen en el Departamento de Ingeniería

Acción	Nombre
1	Identificación del problema
2	Obtención y análisis de datos
3	Planteamiento de las propuestas de mejora
4	Seguimiento y evaluación de resultados
5	Institucionalización de los cambios

Fuente: Elaboración propia

Estas acciones son fundamentales para una implementación exitosa de esta metodología, las cuales a continuación se detallan:

- **Identificación de problemas**

El Departamento de Ingeniería tiene reuniones cada semana de por medio con los miembros del equipo, que pueden o no trabajar en el mismo proyecto, la jefatura del departamento debe abrir un espacio para que los miembros de dicho equipo discutan sobre los posibles problemas con los que se enfrentan en el trabajo diario para así poder ir identificando las oportunidades de mejora que puedan existir.

- **Obtención y análisis de datos**

Para una exitosa obtención y análisis de datos, se sugiere a la jefatura del

Departamento de Ingeniería la contratación de un experto en la metodología Kaizen, quien será el encargado de entrenar al equipo y brindar asesoría en esta fase y en las que sigue. Esto se plantea con la intención de que una vez que se reciba el entrenamiento necesario, poder formar sub-equipos de trabajo que estarán a cargo de la mejora continua y tendrán como tarea la elaboración de un plan de trabajo detallando la situación a analizar, los objetivos y cronograma de actividades del equipo (ver apéndice 1).

Este equipo deberá estudiar los efectos del problema, identificar sus causas y la recopilación de datos cuantitativos que respalden la necesidad de la mejora que soliciten, haciendo uso de herramientas ingenieriles como lo son la lluvia de ideas, evaluación de resultados, mediciones, herramientas estadísticas, entre otros.

- **Planteamiento de las propuestas de mejora**

En esta etapa se genera un plan de implementación el cual debe contener un plan piloto que ponga en marcha las propuestas elaboradas por el equipo de mejora continua (ver apéndice 2). Estas propuestas deben incluir las conclusiones que se obtienen de los hallazgos encontrados en relación al problema en estudio y deben ser presentadas a la jefatura del Departamento de Ingeniería de Johnson Controls.

- **Seguimiento y evaluación de resultados**

En esta etapa siguiente etapa, una vez terminada la etapa de implementación, la jefatura y el equipo de coordinación del Departamento de Ingeniería de Johnson Controls deberán hacer una evaluación de resultados, para así poder determinar si las acciones que se llevaron a cabo mitigaron las causas relacionadas al problema; además, deberán evaluar si hay una mejora en el proceso de trabajo.

Si los resultados no llegaran a ser los esperados, el sub-equipo de trabajo deberá realizar el paso anterior, en el que se plantearán nuevas acciones de mejora para ser implementadas en el nuevo plan piloto.

- **Institucionalización de los cambios**

Esta etapa si los resultados obtenidos son positivos, la jefatura junto el equipo de coordinación deberán comunicar al Departamento de Ingeniería los hallazgos y además estarán a cargo de crear un ambiente de trabajo con las condiciones necesarias para que las acciones que se llevaron a cabo anteriormente, se implementen de manera definitiva en el Departamento de Ingeniería.

Para que las acciones se implementen de manera permanente hay que llevarlas a la práctica y realizarlas normalmente en el proceso, por eso se debe actualizar la documentación del mismo, los manuales de procedimientos, así también como los diagramas de flujos y demás, en donde se refleje la mejora realizada. Las personas encargadas de estas acciones son la jefatura y el sub-equipo de mejora continua.

Cabe destacar que el Departamento de Ingeniería de Johnson Controls ya cuenta con un personal de alto nivel educativo, plataformas virtuales, entre otros. Lo que sí se requiere es brindar la capacitación sobre esta metodología a los miembros del departamento para que se puedan familiarizar con cada una de las etapas, por lo que se recomienda planificar al menos tres sesiones de capacitación.

5.3 Plan de implementación

Para llevar desarrollar esta automatización, se propone un plan de

implementación de 19 semanas en las cuales se realizarán todas las actividades que se necesitan para una exitosa ejecución. La primera actividad es la etapa de presentación de la propuesta a la jefatura del Departamento de Ingeniería quién estará a cargo de aprobar el cronograma de implementación y también es quien define la logística de las etapas posteriores. Posteriormente se debe hacer una presentación y capacitación al *SME* sobre la nueva metodología para la aprobación de los *SOW*, al terminar esta actividad se debe capacitar a los recursos asignados al proceso de aprobación sobre este nuevo método de trabajo. También se debe capacitar a los recursos del Departamento de Ingeniería y a los que están a cargo del proceso de aprobación de *SOW* sobre la metodología Kaizen y todas sus etapas para luego empezar el periodo de prueba.

Al finalizar el primer mes del periodo de prueba, se debe empezar con la medición y análisis de datos, reportes de desempeño y presentación de resultados mensuales, estos pasos se vuelven a repetir al finalizar el segundo mes de prueba. Seguidamente se hace una evaluación de resultados y cierre del periodo de prueba, esto a cargo de la jefatura del departamento y del equipo de mejora continua. Por último, se debe evaluar el resultado de la propuesta para que se logre implementar definitivamente en el Departamento de Ingeniería de Johnson Controls.

5.3.1 Diagrama de Gantt

El diagrama de Gantt permite planificar de una manera óptima el plan de implementación junto a las actividades que lo conforman, estableciendo las personas encargadas de ellas junto con su duración y plazo para realizarlas.

A continuación se muestra el planeamiento para la implementación:

Figura 17

Diagrama de Gantt del plan de Implementación

ID	Actividad	Responsable	Duración	Jul 2022				Aug 2022				Sep 2022				Oct 2022				Nov 2022		
				7/3	7/10	7/17	7/24	7/31	8/7	8/14	8/21	8/28	9/4	9/11	9/18	9/25	10/2	10/9	10/16	10/23	10/30	11/6
1	Presentación de la propuesta a la jefatura	Javier Maidana	2 horas	■																		
2	Capacitación al SME sobre el nuevo proceso	Javier Maidana	3 horas	■																		
3	Capacitación a los miembros del equipo de aprobación de SOW	SME	2 horas		■																	
4	Capacitación sobre metodología Kaizen	Consultor externo	6 horas			■	■	■	■													
5	Inicio de periodo de prueba	SME	2 meses					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
6	Medición y análisis de datos	Equipo de mejora continua	6 horas																			■
7	Medición y análisis de datos	Equipo de mejora continua	6 horas																			■
8	Reportes de desempeño	SME	6 horas																			■
9	Reportes de desempeño	SME	6 horas																			■
10	Presentación de resultados mensuales	SME	2 horas																			■
11	Presentación de resultados mensuales	SME	2 horas																			■
12	Evaluación de resultados y cierre de periodo de prueba	Jefatura/Equipo de mejora continua	6 horas																			■
13	Identificación de problemas (Kaizen)	Departamento de Ingeniería	2 horas																			■
14	Obtención y análisis de datos (Kaizen)	Equipo de mejora continua	6 horas																			■
15	Planteamiento de propuestas de mejora (Kaizen)	Equipo de mejora continua	6 horas																			■
16	Seguimiento y evaluación de resultados	Jefatura/Equipo de mejora continua	1 semana																			■
17	Institucionalización de los cambios (Kaizen)	Jefatura/Coordinación	6 horas																			■

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la Figura 17, las actividades del uno al cuatro corresponden a acciones informativas, mientras que las actividades trece al diecisiete forman parte de la metodología Kaizen, las cuales se detallaron anteriormente. Las cinco actividades restantes se detallan a continuación:

- **Inicio de periodo de prueba**

Esta etapa consiste en implementar todas las mejoras propuestas por un periodo de dos meses con la participación de los recursos que forman parte del proceso de aprobación de SOW y, además, con todos los recursos que son parte del departamento de Ingeniería de Johnson Controls Costa Rica.

- **Medición y análisis de datos**

Esta actividad se realiza al finalizar cada mes del periodo de prueba en donde se hace el análisis del cumplimiento de los indicadores, plasmándolos en un reporte ejecutivo que dará como resultado datos tangibles sobre el avance del proceso. El equipo de mejora continua estará a cargo de este proceso con un tiempo estimado de 6 horas semanales cada cuatro semanas.

- **Reportes de desempeño**

El SME estará a cargo de la creación del reporte de desempeño de los analistas que conforman parte del proceso de aprobación, haciendo uso de la información recopilada en la actividad anterior y su tiempo efectivo de trabajo. Esta actividad está estimada para hacerla seis horas por semana, cada cuatro semanas.

- **Presentación de resultados mensuales**

Esta actividad se realiza una vez al mes dentro del periodo de prueba, en el cual el SME informa en una reunión al equipo de trabajo los resultados generales e individuales obtenidos en dicho periodo, esta reunión se llevará debe ser de una hora de duración.

- Resultados Generales

Estos resultados son propios del proceso y del equipo en conjunto, los cuales mostrarán los datos obtenidos durante el mes y los hallazgos encontrados.

- Resultados Individuales

Estos resultados son propios de los recursos asignados al proyecto, en donde se mostrará la productividad del recurso y áreas de mejoras si fueran necesarias.

5.4 Análisis costo beneficio de la propuesta

Es importante establecer cuál es el costo aproximado para el Departamento de Ingeniería de Johnson Controls Costa Rica la existencia del problema identificado con todas las situaciones descritas en el Capítulo 4.

Tabla 19

Costo aproximado para el año 2021

Costo aproximado para el año 2021	
\$	73.000,00

Fuente: Elaboración propia

Este costo se basa en lo que el proyecto se ha atrasado por no tener listos los SOW a tiempo haciendo una sumatoria del siguiente cálculo:

- Días que se ha atrasado los SOW x Costo por día del recurso

Por temas de confidencialidad, no se puede divulgar cuántos días de retraso ha tenido el proyecto ni el costo por día. Cabe recalcar que esto es un costo aproximado de lo que se podría pagar si el proyecto no termina en el tiempo estipulado. Si bien es cierto que algunas tareas se han iniciado más tarde de lo que se tenía planeado por no tener aprobado el SOW a tiempo, los encargados están tratando de ajustar las demás tareas para no tener que incurrir en este gasto. Sin embargo, cabe mencionar que sí hay un costo adicional que no forma parte de este estudio por motivos de confidencialidad, que es cuánto tiempo invierten los gerentes en la re-planeación de tareas por los atrasos con las aprobaciones de los SOW y cuánto le cuesta eso al proyecto.

Para solucionar el problema presente en este trabajo de investigación, se proponen acciones que no aumenten los costos actuales de los departamentos, haciendo uso de las herramientas ya disponibles y de la capacidad de los recursos actuales, aunque esto no incluye la capacitación de la metodología Kaizen. A continuación se hace el estudio del costo económico que tendrán las capacitaciones para la correcta implementación de la propuesta:

Tabla 20

Costo de la capacitación para la implementación de la propuesta

Costo de la capacitación para la implementación de la	
Dirigida a	Recursos del proceso de aprobación de SOW y del Departamento de Ingeniería
Cantidad de horas de capacitación para los 13 recursos	107
Costo promedio de cada hora	\$ 35,00
Costo total	\$ 3.745,00

Fuente: Elaboración propia

El cálculo se basa en el costo promedio de hora de los recursos, esto se multiplica por la cantidad de horas en total que los recursos estarían fuera de sus labores recibiendo las capacitaciones dos, tres y cuatro del diagrama de Gantt. Para la actividad cuatro se propone la contratación de un consultor externo que tiene el siguiente costo:

Tabla 21

Costo de la capacitación Metodología Kaizen

Costo de la capacitación para la implementación de la	
Dirigida a	Recursos del proceso de aprobación de SOW y del Departamento de Ingeniería
Cantidad de sesiones	3 (2 horas c/u)
Costo total	\$ 2.150,00

Fuente: Elaboración propia

Los cálculos anteriores no representarán un costo fijo para el Departamento de Ingeniería de Johnson Controls Costa Rica, ya que con la implementación de estas propuestas de mejora se logra reducir en un 80% el costo estimado por los atrasos en la aprobación de los SOW dejando un 20% por fuera por error humano, problemas tecnológicos y cualquier factor externo que impida la realización del trabajo, también se espera el ahorro en el tiempo invertido por los gerentes en la re-planeación de tareas para avanzar con el proyecto y poder terminarlo a tiempo.

Tabla 22

Beneficio total de la implementación de las propuestas

Beneficio total de la implementación de las propuestas	
Ahorro 100% del costo por atrasos en la aprobación de los SOW	\$ 73.000,00
Ahorro 100% en el tiempo invertido en re-planear las tareas por los atrasos en la aprobación de los SOW	No especificado
Costo de capacitaciones	\$ 5.895,00
Ahorro total	\$ 67.105,00

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la Tabla 22 el Departamento de Ingeniería de Johnson Controls Costa Rica, tendría un ahorro aproximado de USD \$67.105 con la implementación de estas propuestas por lo que se considera viable hacerlas, ya que tendrán un impacto positivo económicamente.

Capítulo VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Con base en los resultados obtenidos en este proyecto de investigación que fue desarrollado en el Departamento de Ingeniería de Johnson Controls Costa Rica para mejorar el proceso de aprobación y lograr el cumplimiento de los indicadores, así como incrementar la productividad de los recursos, se concluye que se cumplieron los siguientes puntos:

6.1.1 Conclusiones del objetivo específico 1:

- Se realizó un diagnóstico de la situación actual que fue posible gracias a un análisis exhaustivo el cual evidenció las debilidades y carencias del mismo, como la falta de medición de KPI y la ausencia de un método definido para aprobar los SOW. Estos aspectos han venido impactando negativamente el cumplimiento de los KPI y a su vez no han permitido la implementación de acciones de mejora.

6.1.2 Conclusiones del objetivo específico 2:

- Mediante la colaboración de los recursos que conforman el proceso de aprobación de los SOW, y los recursos del Departamento de Ingeniería de Johnson Controls Costa Rica, se determinaron las causas representativas que tienen un mayor impacto en el problema. Estas causas se evidenciaron por medio del uso de herramientas ingenieriles y que tienen que ver con aspectos de método, mano de obra, medición, entre otros.

6.1.3 Conclusiones del objetivo específico 3 y 4:

- Se creó un plan de mejora con cinco propuestas para mitigar las causas que se derivan del problema estudiado en este proyecto de investigación, como lo son la definición de método para aprobar los SOW, el cual va a permitir controlar y medir el tiempo de trabajo e implementar indicadores de desempeño mensuales. Todo esto sin generar algún costo para la empresa y que permitirá conocer la eficacia y productividad del departamento.
- La implementación de la metodología Kaizen ayudará al departamento a mitigar futuros problemas y creará un ambiente apto para la mejora continua, el cual se espera una vez ya implementado traiga beneficios también económicos para la empresa.

6.1.4 Otras conclusiones:

- De modo personal, se concluye que al haber hecho este proyecto de investigación, por medio de las herramientas ingenieriles utilizadas se ha eliminado el sesgo que se tenía al inicio y comprobar hacer únicamente una automatización no se hubiera eliminado todas las causas encontradas. Esa automatización tenía que ser acompañada de las otras medidas tomadas para solventar el problema.
- A nivel de empresa se concluye que el factor humano influye de una manera importante en el problema en estudio y que enseñando nuevas metodologías y procesos se puede ayudar a solventar éste y futuros problemas.
- Finalmente, se concluye que el beneficio económico que se obtendrá a través de este proyecto de investigación es el ahorro por un monto total de \$67,105

dólares americanos, ahorro en el tiempo de re-planeación de proyecto, búsqueda de documentos, entre otros.

6.2 Recomendaciones

6.2.1 Al departamento de Ingeniería:

- Entrenar a más recursos en el proceso de aprobación para que de este modo no solo se dependa en una sola persona para hacer el proceso final de la aprobación de SOW. Para esto el Departamento de Ingeniería deberá invertir horas de entrenamiento en un recurso que ayude también en este proceso.
- Dar capacitaciones anuales que permitan a los recursos refrescar los procesos en los que son asignados para así mantenerse actualizados sobre la documentación y normas vigentes. Esta capacitación deberá incluir evaluaciones y debe tener también la participación del equipo de mejora continua.

6.2.2 A la jefatura:

- Crear una matriz histórica que permita a la jefatura del Departamento de Ingeniería de Johnson Controls Costa Rica poder identificar aquellos problemas que se van dando en el proceso, para así poder tomar las acciones pertinentes. Así también como un historial de las fortalezas y debilidades de los recursos asignados al proceso para poder crear un plan de entrenamiento idóneo que permita al recurso poder mejorar la forma de trabajo

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acuña, J. (2005). *Mejoramiento de la Calidad*. 3a ed. Cartago: Ed. Tecnológica de Costa Rica.
- Benjamín, A., Freivalds, A. (2014). *Ingeniería industrial: métodos, estándares y diseño del trabajo*. (13a. ed.) McGraw-Hill
- Berrío Gutiérrez, N., Rendon Alarcon, N., & Arroyave Ruiz, N. N. (2021). *El Kaizen como herramienta para la competitividad de las pequeñas empresas* (Doctoral dissertation, Universidad Santiago de Cali).
- Blog de la Calidad. (2018). *Diagrama de Flujo (Flujograma) de Proceso*.
<https://blogdelacalidad.com/diagrama-de-flujo-flujograma-de-proceso/>
- Calvo Rojas, J., Pelegrín Mesa, A., & Gil Basulto, M. S. (2018). Enfoques teóricos para la evaluación de la eficiencia y eficacia en el primer nivel de atención médica de los servicios de salud del sector público. *Retos de la Dirección*, 12(1), 96-118.
- Controls, J. (1996). Johnson Controls. Johnson Controls. Conozca más acerca de Johnson Controls.
https://www.johnsoncontrols.com/es_latinamerica/our-company
- Delgado, B., Dominique, D., Cobo Panchi, D. V., Pérez Salazar, K. T., Pilacuan Pinos, R. L., & Rocha Guano, M. B. (2021). EL DIAGRAMA DE ISHIKAWA

COMO HERRAMIENTA DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN: UNA REVISIÓN DE LOS ÚLTIMOS 7 AÑOS. Tomado de http://tambara.org/wp-content/uploads/2021/04/DIAGRAMAISHIKAWA_FINAL-PDF.pdf.

Gestiopolis. (2020). ¿Qué es brainstorming o lluvia de

<https://www.gestiopolis.com/brainstorming-lluvia-o-tormenta-de-ideas/>

Gómez, R. J. M., Gómez, N. V., & Borré, D. F. (2021). Integración de las técnicas lluvia de ideas, MICMAC y series de tiempo para la definición de variables en el proceso prospectivo. *Ciencia e Ingeniería*, 6(1), e074-e074.

Gutiérrez Pulido, Humberto. (2013). Control Estadístico de la calidad y seis sigma. Tercera edición, México: Ed, McGraw-Hill

Gutiérrez Pulido, Humberto. (2014). Calidad y Productividad. Cuarta edición, México: Ed, McGraw- Hill

Ishikawa, K. (1986). *Qué es control total de calidad*. Bogotá: Grupo Editorial Norma.

Lean Manufacturing 10. (2020). Herramientas Lean Manufacturing. *KAIZEN: Mejora continua. Como implantarla en el proceso de producción*. <https://leanmanufacturing10.com/kaizen-mejora-continua>

Peláez, A., Rodríguez, J., Ramírez, S., Pérez, L., Vázquez, A., & González, L. (2013). La entrevista. *Universidad autónoma de México*. [En línea]. [Online]. [cited 2012 Septiembre 30. Disponible en: <http://www.uam>.

*es/personal_pdi/stmaria/jmurillo/InvestigacionEE/Presentaciones/Curso_10/
E.*

Real Academia Española. (2019). *Diccionario de la lengua*

*Tur-Viñes, V., & Monserrat-Gauchi, J. (2014). EL PLAN ESTRATÉGICO DE
COMUNICACIÓN. ESTRUCTURA Y FUNCIONES. Razón y palabra, (88).*

Apéndices

Apéndice 1

Plan de trabajo de mejora continua:

Departamento de Ingeniería		Plan de trabajo de mejora continua	
Miembro del equipo de mejora continua:			
Situación a analizar:			
Objetivos:			
Agenda			
Fecha	Actividad	Responsable	Lugar
Conclusiones			
Evidencias			
Aspectos positivos			
Propuesta de solución			
Firma equipo de mejora continua		Firma jefatura	

Apéndice 2

Plan piloto de mejora continua

Departamento de Ingeniería		Plan piloto - plan de mejora continua											
Miembro del equipo de mejora continua:													
Situación a analizar:													
Objetivos:													
Actividades		mes 1				mes 2				mes 3			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Etapa 1		■											
			■										
				■									
Etapa 2					■								
						■							
							■						
Etapa 3								■					
									■				
										■			