



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DEL SISTEMA *CHATBOT*, PARA APOYAR LA
OPTIMIZACIÓN DEL TIEMPO UTILIZADO EN EL INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN,
ORIENTADO AL FLUJO DE COMUNICACIÓN DE UN INGENIO EN SU ÉPOCA
PRODUCTIVA**

Carlos Fernando Monje López

Asesorado por MSc. Ing. Edwin Estuardo Zapeta Gómez

Guatemala, octubre de 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DEL SISTEMA *CHATBOT*, PARA APOYAR LA
OPTIMIZACIÓN DEL TIEMPO UTILIZADO EN EL INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN,
ORIENTADO AL FLUJO DE COMUNICACIÓN DE UN INGENIO EN SU ÉPOCA
PRODUCTIVA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

CARLOS FERNANDO MONJE LÓPEZ
ASESORADO POR MSC. ING. EDWIN ESTUARDO ZAPETA GÓMEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO EN CIENCIAS Y SISTEMAS

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. Claudia Liceth Rojas Morales
EXAMINADOR	Ing. Nefalí de Jesús Calderón Méndez
EXAMINADOR	Ing. Marlon Francisco Orellana López
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DEL SISTEMA CHATBOT, PARA APOYAR LA
OPTIMIZACIÓN DEL TIEMPO UTILIZADO EN EL INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN,
ORIENTADO AL FLUJO DE COMUNICACIÓN DE UN INGENIO EN SU ÉPOCA
PRODUCTIVA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Estudios de Postgrado con fecha 24 de marzo de 2021.

Carlos Fernando Monje López

Ref. EEPFI-0493-2021
Guatemala, 24 de marzo de 2021

Director
Carlos Gustavo Alonzo
Escuela de Ciencias y Sistemas
Presente.

Estimado Ing. Alonzo:

Reciba un cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado. El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado y aprobado el **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: SISTEMA CHATBOT QUE APOYE EN LA OPTIMIZACIÓN DEL TIEMPO UTILIZADO EN EL INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN, ORIENTADO AL FLUJO DE COMUNICACIÓN DE UN INGENIO EN SU ÉPOCA PRODUCTIVA**, presentado por el estudiante **Carlos Fernando Monje López** carné número **9312752**, quien optó por la modalidad del "PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO". Previo a culminar sus estudios en la Maestría en Artes Tecnológicas de la Información y la Comunicación.

Y habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Décimo, Inciso 10.2 del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

Atentamente,



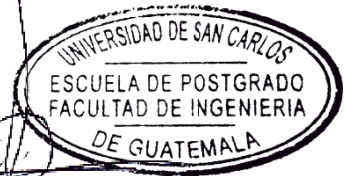
Ing. Estuardo Zapeta
Ingeniería en Ciencias y Sistemas
Colegiado 12767

Mtro. Edwin Estuardo Zapeta Gómez
Asesor

"Id y Enseñad a Todos"



Mtro. Marlon Antonio Pérez Türk
Coordinador de Área
Transferencia Tecnológica



Mtro. Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí
Director

Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería





El Director de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador y Director de la Escuela de Estudios de Postgrado, del Diseño de Investigación en la modalidad Estudios de Pregrado y Postgrado titulado: **SISTEMA CHATBOT QUE APOYE EN LA OPTIMIZACIÓN DEL TIEMPO UTILIZADO EN EL INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN, ORIENTADO AL FLUJO DE COMUNICACIÓN DE UN INGENIO EN SU ÉPOCA PRODUCTIVA**, presentado por el estudiante universitaria **Carlos Fernando Monje López**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería en esta modalidad.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. CARLOS GUSTAVO AIONZO
Director

Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas

Guatemala, marzo de 2021



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

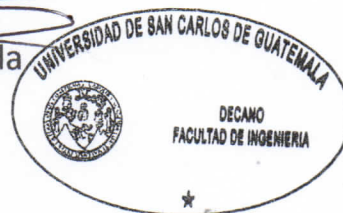
Decanato
Facultad de Ingeniería
24189101- 24189102

DTG. 477.2021

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DEL SISTEMA CHATBOT, PARA APOYAR LA OPTIMIZACIÓN DEL TIEMPO UTILIZADO EN EL INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN, ORIENTADO AL FLUJO DE COMUNICACIÓN DE UN INGENIO EN SU ÉPOCA PRODUCTIVA**, presentado por el estudiante universitario: **Carlos Fernando Monje López**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Inga. Anabela Cordova Estrada
Decana



Guatemala, octubre de 2021

AACE/cc

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por haberme permitido realizar una más de mis metas.
Mi madre	Por haberme traído al mundo y guiado a través de él, mi eterno agradecimiento por su apoyo para hacer realidad este sueño.
Mi esposa	Claudia de Monje, por su amor, apoyo y compañía durante este proceso.
Mis hijos	David y Daniel Monje, por ser fuente de inspiración para la búsqueda del crecimiento.
Familia y amigos	

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser la <i>alma mater</i> que me permitió nutrirme de conocimientos.
Facultad de Ingeniería	Por proporcionarme los conocimientos que me han permitido realizar este trabajo de graduación.
Mis amigos	Por haberme acompañado durante la carrera.
Mi asesor	Msc. Ing. Edwin Estuardo Zapeta Gómez, por haberme guiado durante el trabajo de graduación.
Familia y amigos en general	

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN.....	XI
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	5
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
4. JUSTIFICACIÓN	13
5. OBJETIVOS	15
5.1. General.....	15
5.2. Específicos	15
6. NECESIDADES POR CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN	17
6.1. Necesidades por cubrir.....	17
6.2. Esquema de solución	18
6.3. Alcances.....	24
6.3.1. Perspectiva investigativa	24
6.3.2. Perspectiva técnica.....	25
6.3.3. Perspectiva de resultados.....	26

7.	MARCO TEÓRICO	29
7.1.	Proceso productivo de un ingenio	29
7.1.1.	Corte, alce y transporte (CAT).....	29
7.1.2.	Indicadores de gestión en el proceso productivo de un ingenio.....	31
7.1.3.	Indicadores de operación en el proceso productivo de un ingenio.....	35
7.2.	Sistemas <i>chatbot</i>	38
7.2.1.	Definición de <i>chatbot</i>	40
7.2.2.	Inteligencia artificial (IA)	41
7.2.3.	Procesamiento del lenguaje natural (PNL)	42
7.2.4.	Flujo pregunta-respuesta.....	43
7.2.5.	Interfaz	44
7.3.	Arquitectura de microservicios	45
7.3.1.	Características de un microservicio.....	46
7.3.2.	Encapsulado.....	46
7.3.3.	Reutilizable.....	46
7.3.4.	Interfaces bien definidas.....	47
7.3.5.	Acoplamiento.....	47
7.3.6.	Mensajes – comunicación entre microservicios	47
7.3.7.	Mensajes síncronos	48
7.3.8.	Mensajes asíncronos	48
7.3.9.	API Gateway	48
7.4.	Contenedores.....	49
7.5.	Herramientas que se utilizarán.....	50
7.5.1.	Ruby.....	50
7.5.2.	Ruby on Rails	51
7.5.3.	NGINX.....	51
7.5.4.	Docker.....	51

7.5.5.	Gestor de base de datos Oracle	52
7.5.6.	Telegram.....	52
7.5.7.	NLTK para Ruby	52
8.	PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS	53
9.	METODOLOGÍA.....	57
9.1.	Tipo de estudio	57
9.2.	Diseño	57
9.3.	Alcance.....	57
9.4.	Variables.....	58
9.5.	Fases del estudio	59
9.5.1.	Revisión documental	60
9.5.2.	Diseño de instrumentos de recolección de datos ...	60
9.5.2.1.	Formato de observación de actividades repetitivas del operador de radio	61
9.5.2.2.	Formato de observación de solicitudes de soporte.....	61
9.5.3.	Diseño de la solución tecnológica.....	61
9.5.4.	Desarrollo de la solución	64
9.5.5.	Experimentación	66
9.5.6.	Recolección y evaluación de resultados	67
9.5.7.	Redacción de informe final	68
9.6.	Técnicas de recolección de información.....	69
9.6.1.	Observación de campo	69
9.6.2.	Observación directa.....	70
9.6.2.1.	Formato de observación de actividades repetitivas del operador de radio	70

9.6.2.2.	Formato de observación de solicitudes de soporte	71
9.6.2.3.	Formato de resultados obtenidos según observaciones realizadas	72
9.6.3.	Hoja de registro de bitácora de pruebas.....	73
9.6.4.	Recolección de la información.....	74
9.6.5.	Datos basados en formularios.....	74
9.6.6.	Datos basados en la aplicación.....	74
10.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	75
10.1.	Preparación de la información.....	75
10.2.	Análisis de la información.....	76
10.2.1.	Variables del proceso	76
10.2.2.	Variables de la aplicación <i>chatbot</i>	78
10.2.3.	Variable para las solicitudes de soporte	78
10.3.	Presentación de los resultados	79
11.	CRONOGRAMA	83
12.	FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO	85
12.1.	Factibilidad operativa	85
12.2.	Factibilidad técnica.....	87
12.3.	Factibilidad económica.....	90
13.	REFERENCIAS	93

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Asociación de dispositivos y creación de grupos de difusión	19
2.	Envío de indicadores de gestión, en formato de archivo PDF, hacia dispositivos móviles	21
3.	Interacción <i>chatbot</i>	22
4.	Arquitectura de microservicios	23
5.	Tendencia de búsqueda de <i>chatbot</i> del 25/09/2015 al 25/09/2020	38
6.	Industrias que utilizan sistemas <i>chatbot</i> desde 2017	39
7.	Diagrama de definición de <i>chatbot</i>	41
8.	Diagrama conceptual flujo pregunta-respuesta en un sistema <i>chatbot</i>	43
9.	Arquitectura de microservicios	49
10.	Formato de observación de actividades repetitivas del operador de radio	70
11.	Formato de observación de solicitudes de soporte	71
12.	Formato de resultados obtenidos según observaciones realizadas	73
13.	Bitácora de pruebas realizadas a componentes	73
14.	Ejemplo de gráfica de comportamiento de la aplicación	82
15.	Cronograma de actividades	83

TABLAS

I.	Explicación de figura 1	20
II.	Explicación figura 2	21
III.	Explicación figura 3	22

IV.	Principales indicadores de gestión del proceso de corte	31
V.	Principales indicadores de gestión del proceso de alce.....	33
VI.	Principales indicadores de gestión del proceso de transportes	34
VII.	Principales indicadores de operación del proceso de corte	35
VIII.	Principales indicadores de operación del proceso de alce	36
IX.	Principales indicadores de operación del proceso de transportes	37
X.	Explicación flujo pregunta-respuesta en un sistema <i>chatbot</i>	44
XI.	Variables para tomar en consideración para resolución del problema.....	58
XII.	Fases del proyecto a realizar	71
XIII.	Ejemplo de tabla de análisis de variable experimental y de referencia.....	79
XIV.	Ejemplo de tabla de resultados T de <i>Student</i>	80
XV.	Ejemplo de promedio de uso de la aplicación.....	81
XVI.	Posibles resultados de gráfica de comportamiento de la aplicación	82
XVII.	Tiempo de observación.....	86
XVIII.	Pruebas tecnológicas.....	86
XIX.	Pruebas tecnológicas.....	90

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
\$	Dólar estadounidense
%	Porcentaje
Q	Quetzales
Ton	Toneladas

GLOSARIO

Bots	Los robots son software creado bajo el paraguas digital de la inteligencia artificial para ejecutar procesos automáticamente sin intervención humana.
CAT	Proceso Corte Alce Transporte.
<i>Chatbot</i>	Programas de inteligencia artificial (IA) que pueden simular conversaciones (o chats) con usuarios en lenguaje natural a través de aplicaciones de mensajería, sitios web, aplicaciones móviles o teléfonos.
<i>Cloud</i>	La nube es el entorno donde se ejecutan las aplicaciones. La computación en la nube es una acción: la función responsable de ejecutar cargas de trabajo específicas en la nube. La tecnología es el elemento: los sistemas de software y hardware que se utilizan para diseñar y utilizar la nube.
Interfaz	Un dispositivo que puede convertir una señal generada por un dispositivo en una señal que puede ser entendida por otro dispositivo.

PHP

PHP (acrónimo recursivo de PHP: preprocesador de hipertexto) es un lenguaje de código abierto muy popular, especialmente adecuado para el desarrollo web, y puede integrarse en HTML.

PHYTON

Es un lenguaje interpretado dinámicamente tipado, orientado a objetos y multiplataforma con intérpretes adecuados para diferentes sistemas operativos, incluidos Windows, MAC, Linux y Android.

RESUMEN

El proceso productivo de un ingenio azucarero requiere de comunicación constante entre las áreas involucradas, para el cumplimiento de las cuotas de caña por hora programadas. Para llevar a cabo esta comunicación, se implementan varias actividades repetitivas, en las cuales, se envía información de indicadores de gestión y operación a los usuarios clave del proceso.

El presente diseño de investigación busca sentar las bases para la utilización de la tecnología en la optimización de actividades repetitivas en un flujo de comunicación pregunta-respuesta, utilizando arquitecturas de microservicios y sistemas *chatbot*. Esta tecnología será probada en el flujo de comunicación del proceso productivo de un ingenio, con la cual se buscará optimizar el tiempo utilizado para dicho proceso.

1. INTRODUCCIÓN

El proceso para elaboración del azúcar requiere un manejo eficiente de la materia prima, que permita mantener un flujo constante de entrega a la fábrica, con el fin de garantizar las producciones estimadas durante un período productivo. Para lograr este objetivo, es necesario que los procesos de corte, alce y transporte de la caña de azúcar mantengan una comunicación coordinada por medio de un operador de radio, donde el conocimiento del estado del proceso y la operación apoyen a la toma de decisiones.

Se han identificado actividades repetitivas realizadas por el operador de radio, que obedecen a un flujo de comunicación pregunta–respuesta, las cuales son respondidas con base en la información almacenada en el sistema empresarial existente. Al ser definidas estas actividades, se pueden enmarcar en un proceso tecnológico, que permite devolver el tiempo utilizado por el operador de radio, hacia la raíz principal de su función, que es la coordinación de comunicación, para el apoyo en el control de riesgos del proceso.

Con base en lo anterior, a nivel de tecnología, un flujo de comunicación pregunta–respuesta puede automatizarse mediante sistemas basados en *chatbot*, los cuales se pueden apoyar, a su vez, en la base de datos existente en un sistema empresarial, para dar respuesta a las consultas realizadas.

Un sistema basado en *chatbot* tiene la ventaja de ser escalable mediante el incremento de actividades dentro de su flujo, en apoyo a una cada una de las necesidades emergentes en una comunicación pregunta-respuesta, lo que permite un sistema robusto, flexible y de fácil utilización para el usuario final,

quien solamente dependerá de un dispositivo móvil y de una aplicación de mensajería para interactuar con el sistema empresarial.

El presente trabajo de graduación propone la implementación de un sistema *chatbot*, mediante el uso de arquitectura de microservicios para garantizar la escalabilidad, flexibilidad y facilidad de adopción por parte de un usuario final; y con ello apoyar al flujo de comunicación del proceso productivo de un ingenio, para el cumplimiento de sus objetivos, supliendo con tecnología las actividades repetitivas realizadas por los operadores de radio.

En el primer capítulo, se describen los antecedentes de trabajos que utilizan sistemas *chatbot* para la solución de flujos de comunicación, indagando sobre *software* existente en la nube y *software* que puede ser aprovechable para una mensajería usando *chatbot*.

En el segundo capítulo, se presenta la justificación de las razones por las cuales se elabora este trabajo de graduación.

En el tercer capítulo, se describen los alcances bajo los cuales se enmarca este trabajo, dando un enfoque investigativo, técnico y de resultados.

En el cuarto capítulo, se presenta el marco teórico que da sustento a la investigación en cada uno de los componentes involucrados en los sistemas *chatbot* y la arquitectura de microservicios bajo la cual se desarrolla este trabajo de graduación.

En el quinto capítulo, se consignan los resultados obtenidos en el desarrollo del sistema basado en *chatbot*, se presentan el diseño de la solución tecnológica,

el diseño de desarrollo, las pruebas de experimentación, recolección y evaluación de resultados.

En el último capítulo, se discuten los resultados obtenidos mediante la implementación del sistema basado en *chatbot*.

2. ANTECEDENTES

Las aplicaciones de *chatbot* se utilizan para realizar tareas de interacción humana, para resolver situaciones que implican la formulación de una pregunta y obtención de una o varias respuestas (Hokianto, Rino, y Riki, 2020). Las actividades pregunta-respuesta se pueden enfocar en cualquier entorno cotidiano, iniciando en el entorno empresarial, en donde la utilización de este tipo de aplicaciones con un patrón establecido, apoya la optimización de tiempo y recursos.

La utilización de los *chatbot* es tan importante, que las empresas que lideran mundialmente el entorno *Cloud*, implementan dentro de su portafolio este tipo de aplicaciones. Google Dialogflow, Amazon Lex, IBM Watson y Azure Bot Service son algunos de los servicios que, mediante el uso de una interfaz amigable, se puede programar un flujo de preguntas-respuestas. Para la interacción con el usuario, cada una de estas aplicaciones incluye *APIS* o interfaces previamente programadas, para interactuar con una gran variedad de *software* de mensajería electrónica (Slack, Viber, Facebook Messenger, Twitter, Telegram, Skype).

Cada una de estas soluciones ofrece una versión gratuita con uso limitado de características, por ejemplo, el límite de mensajes que se pueden enviar. Al llegar a este límite, se debe realizar un pago por mensaje (Mamgain, 2019).

Telegram, una aplicación de mensajería gratuita, ofrece una interfaz para la implementación de Bots dentro de su infraestructura y apoya el desarrollo de *chatbot* que no impliquen costos por transferencia de mensajería.

Según Rizky y Arista (2020), quienes construyeron un *chatbot* de prueba utilizando lenguajes *PHP* y *MySQL* para base de datos donde se guardan las preguntas-respuestas, y *HTTPS* para la comunicación con la interfaz de Telegram, indican la fácil configuración de Telegram en la asociación de los dispositivos, demostrando que con poco código se puede implementar un *chatbot*. Concluyen que esta prueba puede ser fácilmente implementada en ambientes donde se interactúa con equipo inteligente, para sistemas de monitoreo o envío de mensajes a dispositivos conectados a la red de chat.

Priadko, Osadcha, Kruhlyk, y Rakovych (2020) elaboraron un *chatbot* para dar respuesta a los estudiantes universitarios sobre el calendario de cursos asignados. Se basaron en la utilización de una hoja de cálculo como base de datos, en la cual cada catedrático escribe los horarios de los cursos y los alumnos asignados. La hoja de cálculo se almacena en formato *XML*, se lee por medio de un programa desarrollado en lenguaje *PHYTON* y para la interacción con el estudiante utilizan la interfaz de la aplicación de mensajería Telegram. Concluyen que la agilización en la pregunta-respuesta utilizada por los estudiantes, reduce la pérdida de tiempo que implica esta gestión y contribuye a la eficiencia de la institución.

En un entorno empresarial donde los usuarios utilizan una aplicación para realizar transacciones dinámicas en una base de datos, el uso de *chatbot* también apoya a la gestión del tiempo en que se interactúa entre aplicación-base de datos. Sucipto, Resti, Andriyanto, Karaman, y Qamaria (2019) demuestran en su estudio titulado, *Transactional database design information system web-based* (Sistema de información de diseño de bases de datos transaccionales basado en la web), que la utilización de una aplicación web diseñada en *PHP* para la administración de información de estudiantes, implica tiempo en las funciones de inicialización y visualización de cada módulo, respecto al cero tiempo usado en un *chatbot*

basado en Telegram. Para consultar información de la base de datos, Telegram fue seis veces más rápido que la aplicación desarrollada en PHP. En la grabación de información de la base de datos, Telegram lo hizo dos veces más rápido. Concluyen en que la aplicación web tiene menos rapidez porque debe construir y preparar obligatoriamente cierta información, previo a presentarla al usuario, mientras que en un *chatbot* todo ocurre del lado del servidor.

De acuerdo con lo anterior, es factible la construcción de *chatbot* sin incurrir en gastos por mensajería utilizando Telegram, que ofrezca una interfaz fácilmente implementable en cualquier entorno de desarrollo, para responder preguntas que cumplan con un patrón o bien enlazadas a respuestas a una base de datos transaccional, para que las mismas se conviertan en respuestas dinámicas.

Es importante mencionar que, en un entorno empresarial donde se utiliza software propio para la administración de la operación, el flujo de la interacción entre aplicación y usuario deberá ser de desarrollo propio y lo único que se puede aprovechar es la interfaz de mensajería proporcionada por Telegram.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el proceso productivo de un ingenio azucarero, se involucran áreas de trabajo geográficamente distantes, las cuales deben estar sincronizadas para proveer de materia prima a la fábrica, en el tiempo y las cantidades definidas, según la capacidad instalada.

La época productiva de un ingenio en Guatemala dura un promedio de 6 meses, que va de noviembre a abril, trabajando 24 horas, los 7 días de la semana. Para la logística de la información, la comunicación entre procesos juega un papel fundamental. Hay varios medios de transmisión, como la comunicación por radio, telefonía y uso de WhatsApp. También hay una cabina de radio central, que sirve como concentrador y distribuidor de la información.

Es importante tomar en cuenta que la transmisión de información por radio navega de un emisor hacia un receptor y mientras esto sucede no se puede tener ninguna otra comunicación en la misma frecuencia. Esto ocasiona que una prolongada transmisión ocupe la frecuencia y no se puedan reportar las emergencias. La telefonía es otro medio de transmisión, una vez haya cobertura de señal, pero en la región sur de Guatemala esta es escasa y depende de que el operador de radio esté disponible para atender la llamada. Una tercera forma de comunicación se basa en grupos de WhatsApp, pero la atención también depende de la disponibilidad del operador de radio.

Debido a que la forma de trabajo de la cabina de radio depende de una única persona, el operador (turnos de 12 horas), este es el responsable del sistema informático instalado y de los medios de comunicación, así como de

responder cualquier consulta y coordinar las acciones con la operación. Al ser tan dinámica la operación, es común que para un período productivo de 6 meses se realicen hasta veinte solicitudes al departamento de tecnología (TI), para la construcción y/o modificación de consultas que apoyen a responder las preguntas recurrentes. Esta situación genera una dependencia de desarrollo de consultas con un tiempo de vida muy corto.

Asimismo, dentro de las principales funciones del operador está la transmisión por radio de los indicadores de la operación. Esto se realiza cada dos horas, por 10 minutos de duración, tiempo que se queda toda la operación sin poder transmitir y se genera un tiempo muerto y riesgoso para la coordinación de emergencias. Al tener una sola persona atendiendo la cabina de radio, es imposible responder a los tres medios principales de comunicación y se dejan de atender y coordinar las emergencias.

Al determinar que la comunicación es un pilar fundamental para el éxito de la logística en el proceso productivo, es vital el apoyo del uso de tecnología para la reducción del tiempo de transmisión de indicadores y de la atención a consultas sobre resultados del proceso productivo. De esta manera, el operador de radio podría enfocarse en coordinar la comunicación para la logística del proceso.

Con base en la importancia de la comunicación en el proceso productivo de un ingenio, se plantea la siguiente pregunta central:

- ¿Cómo implementar una solución tecnológica que apoye en la optimización del tiempo utilizado en el flujo de comunicación, durante el proceso productivo de un ingenio?

Tomando en cuenta que la mayor cantidad de tiempo el operador de radio enfocarse en gestionar la comunicación que apoye la logística del proceso productivo de un ingenio, se plantean las siguientes preguntas auxiliares en apoyo a la pregunta central.

- ¿Cómo reducir el tiempo del operador de radio en la transmisión de indicadores de gestión del proceso productivo de un ingenio?
- ¿Cómo reducir el tiempo utilizado por el operador de radio para responder consultas específicas del proceso productivo de un ingenio?

¿Cómo minimizar en un 50 % la cantidad de solicitudes de desarrollo de pantallas y reportes hacia el departamento de tecnología (TI), relacionadas con los indicadores y resultados del proceso productivo?

4. JUSTIFICACIÓN

La línea de investigación de este trabajo será en dispositivos y sistemas para el desarrollo, en sistemas que apliquen inteligencia artificial y *machine learning* (aprendizaje automático).

La necesidad de la comunicación para la coordinación de las diferentes áreas involucradas en el proceso productivo de un ingenio es importante, porque apoya la logística propia del proceso y la coordinación de emergencias.

La tecnología de *chatbot* ofrece una comunicación guiada y asistida, de manera automática, mediante la implementación de procedimientos de inteligencia artificial, que realizan la unificación de la información generada por los diferentes módulos del sistema empresarial, la cual puede ser enviada o consultada por los usuarios involucrados en la logística del proceso productivo, mediante una aplicación colocada en sus dispositivos móviles.

Con la presente investigación, se busca aprovechar la tecnología de *chatbot*, alimentándola con la información generada por los sistemas empresariales involucrados en el proceso productivo de un ingenio, para responder a los reportes de indicadores del proceso y a las preguntas estructuradas y puntuales relacionadas con la operación, en beneficio del centro de convergencia de comunicación. Además, optimizar el tiempo para responder a las interrogantes y devolverlo a la logística de la operación.

Como factor social, se espera apoyar en la construcción de herramientas de software, que ayuden en la reducción del tiempo de los flujos de comunicación

usuario-usuario, y a conseguir el incremento de la productividad y el enfoque de los colaboradores hacia las tareas con mayor incidencia en los resultados de una organización, enfatizando el uso de conceptos y arquitecturas tecnológicas en los procesos de comunicación máquina-humano.

5. OBJETIVOS

5.1. General

Implementar una solución tecnológica basada en *chatbot*, que optimice el tiempo utilizado en el flujo de comunicación, durante el proceso productivo de un ingenio.

5.2. Específicos

- Implementar el envío automático de indicadores de gestión del proceso productivo mediante *chatbot*, reduciendo el tiempo utilizado por el operador de radio para la transmisión de estos.
- Implementar por medio de *chatbot* preguntas predeterminadas y respuestas dinámicas asociadas al proceso productivo de un ingenio, para reducir el tiempo utilizado por el operador de radio, en la atención de estas respuestas.
- Disminuir en un 50 % la cantidad de solicitudes recibidas en el departamento de tecnología, sobre el desarrollo de pantallas o reportes que respondan a indicadores y resultados del proceso productivo de un ingenio, por medio de la implementación de un *chatbot*.

6. NECESIDADES POR CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN

A continuación, se describen las necesidades a cubrir para el diseño de la solución a la problemática de comunicación de los ingenios en su época productiva, explicando las arquitecturas tecnológicas a utilizar para dicha solución.

6.1. Necesidades por cubrir

Se pretende contribuir en la línea de investigación de dispositivos y sistemas para el desarrollo, de sistemas que apliquen inteligencia artificial y *machine learning*, para reducir el tiempo utilizado por el centro de convergencia de comunicación, durante el proceso productivo de un ingenio, mediante el consumo de preguntas-respuestas que los mismos colaboradores de las áreas productivas puedan generar, basados en los datos administrados dentro del proceso. Así mismo, la reducción del tiempo en el centro de convergencia de la comunicación será vital para la atención de emergencias, y así apoyar a la gestión de riesgos.

La transmisión vía radiofrecuencia de los indicadores de gestión de la logística del proceso productivo de un ingenio será otra necesidad cubierta con el apoyo del envío automático de la información, con la periodicidad acostumbrada por el ingenio, hacia los usuarios que actualmente consumen esta información.

Respecto a los factores sociales, se espera apoyar en la construcción de herramientas de software que apoyen en la reducción de tiempos de los flujos de comunicación usuario-usuario, consiguiendo con ello el incremento de la

productividad y el enfoque de los colaboradores hacia las tareas con mayor incidencia en los resultados de una organización.

La construcción de estas herramientas también apoya a los departamentos de tecnología para enfocarse en la realización de consultas, que puedan realizarse por dispositivos móviles, disminuyendo el tiempo en el desarrollo de aplicaciones, como pantallas y reportes, para suplir esta misma necesidad.

6.2. Esquema de solución

La parte práctica de la investigación conlleva la construcción de un prototipo de *chatbot*, capaz de conectarse a los sistemas empresariales para la obtención de información, y que pueda comunicar sus respuestas hacia dispositivos móviles mediante una plataforma de mensajería previamente configurada para esta alternativa de solución.

El prototipo de *chatbot* debe ser capaz de:

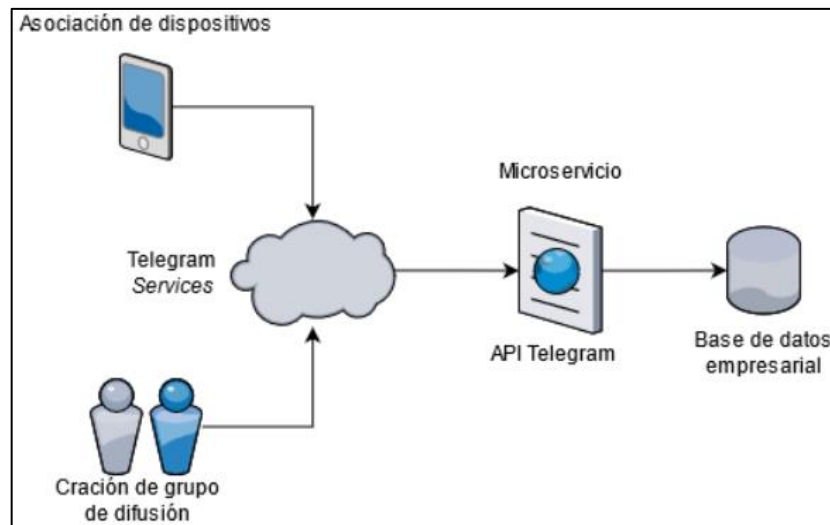
- Agregar dispositivos al grupo de difusión.
- Enviar documentos en formato de archivo PDF, que contengan los indicadores de gestión del proceso productivo de un ingenio, hacia un grupo de difusión.
- Responder preguntas propias del proceso productivo de un ingenio, con datos reales del momento en que se realiza la consulta. Por ejemplo: caña en patio, caña en ruta, rendimiento de un frente de alce, estado actual de un frente de alce, tiempo perdido en campo, tiempo perdido en ruta.

El prototipo hará uso de la base de datos que utiliza el sistema empresarial instalado en el ingenio, donde se llevarán a cabo las pruebas funcionales. Para la interacción con el usuario, se usará la interfaz gratuita del *software* de mensajería Telegram.

Para una mejor apreciación del prototipo por realizar, el flujo del trabajo se dividirá en tres partes:

- Asociación de dispositivos y creación de grupos de difusión. En este flujo de trabajo, se hará la asociación de dispositivos y grupos de difusión hacia la plataforma de mensajería de Telegram. La plataforma devolverá identificadores que se almacenarán en la base de datos empresarial (figura 1). Para consumir la interfaz de Telegram, se deberá desarrollar un microservicio.

Figura 1. **Asociación de dispositivos y creación de grupos de difusión**



Fuente: elaboración propia.

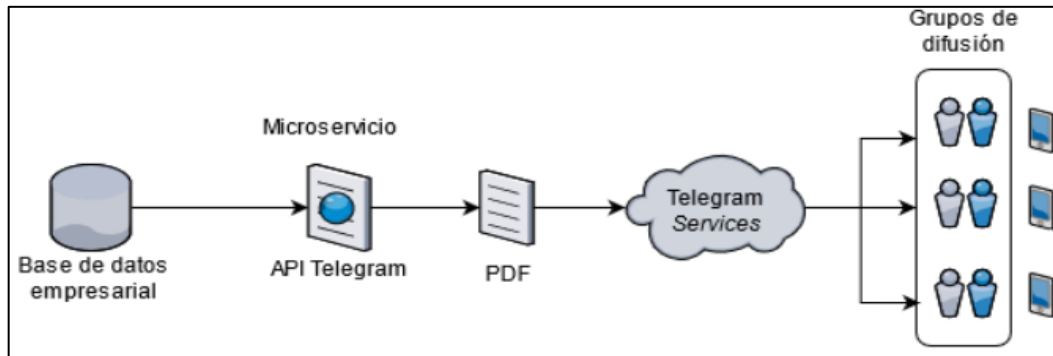
Tabla I. **Explicación de figura 1**

Componente / proceso	Nombre	Descripción
Componente	Telegram	Instalación del software de mensajería Telegram en los dispositivos empresariales de los usuarios involucrados en el proceso.
Proceso	Grupo de difusión	Creación de los diferentes grupos de difusión que se utilizarán para la transmisión de los mensajes.
Proceso	Asociación de dispositivos	Asociación de los dispositivos hacia Telegram.
Proceso	Obtención de ID's	Obtención de los identificadores de los grupos de difusión y los dispositivos mediante el consumo del API de Telegram. Microservicio que consumirá el API de Telegram.
Proceso	Grabación de ID's	Grabación de los identificadores hacia la base de datos empresarial para su uso. Esta grabación estará contenida en el microservicio por desarrollar.

Fuente: elaboración propia.

- Transmisión de los indicadores de gestión en formato de archivo PDF, hacia el grupo de difusión: el proceso productivo del ingenio transmite vía radio, cada dos horas aproximadamente, los indicadores de gestión establecidos para dicho proceso. El prototipo transmitirá un archivo en formato de archivo PDF, el cual contendrá los diferentes indicadores de gestión, hacia los diferentes dispositivos asociados, a un grupo de difusión (figura 2).

Figura 2. **Envío de indicadores de gestión, en formato de archivo PDF, hacia dispositivos móviles**



Fuente: elaboración propia.

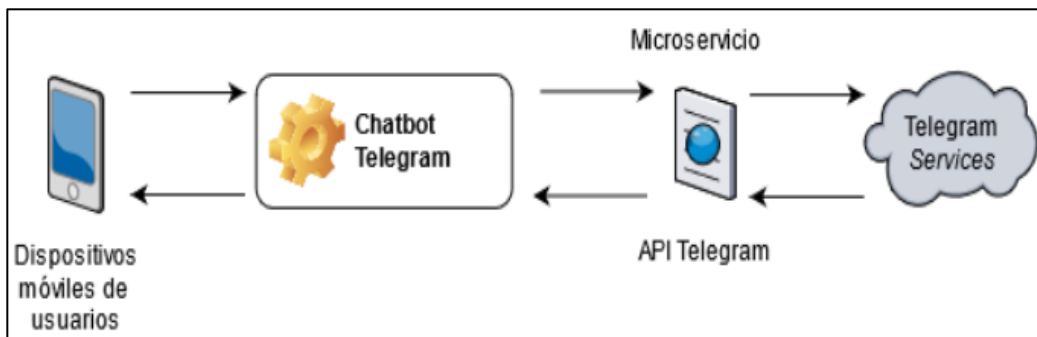
Tabla II. **Explicación figura 2**

Componente / proceso	Nombre	Descripción
Componente	Base de datos empresarial	Los sistemas empresariales almacenan información relacionada con el proceso productivo del ingenio.
Componente	Microservicio	Su función es generar, cada cierto tiempo, un archivo en formato PDF de los indicadores de gestión y de consumir el API de Telegram, para enviar el archivo hacia los grupos de difusión.
Componente	Archivo en formato PDF	Archivo generado por el microservicio, que contiene los indicadores de gestión.
Componente	Telegram Services	Consumo de los servicios de Telegram para el envío de los archivos hacia los destinatarios.
Componente	Grupos de difusión	El servicio de Telegram envía el archivo hacia los diferentes grupos de difusión, el cual contiene los identificadores de los dispositivos móviles de los usuarios.

Fuente: elaboración propia.

- Interacción con *chatbot* para el proceso de preguntas-respuestas del proceso productivo de un ingenio: cada usuario asociado con un grupo de difusión, podrá obtener respuesta en el momento sobre el estado actual del proceso productivo. Para ello es necesario establecer un árbol de preguntas y procesos de respuestas, el cual será consumido por un microservicio, que los trasladará hacia el usuario que realiza la pregunta.

Figura 3. **Interacción *chatbot***



Fuente: elaboración propia.

Tabla III. **Explicación figura 3**

Componente / Proceso	Nombre	Descripción
Componente, proceso	Dispositivo móvil de usuario	El usuario, por medio de Telegram instalado en su dispositivo móvil, podrá realizar preguntas hacia el <i>chatbot</i> .
Componente	<i>Chatbot</i> Telegram	Software con inteligencia artificial, diseñado para platicar, que se consume mediante la interfaz que proporciona Telegram.
Componente	Microservicio	Construcción de un microservicio cuya función será consultar la base de datos, según el árbol de preguntas, para obtener la respuesta correcta.

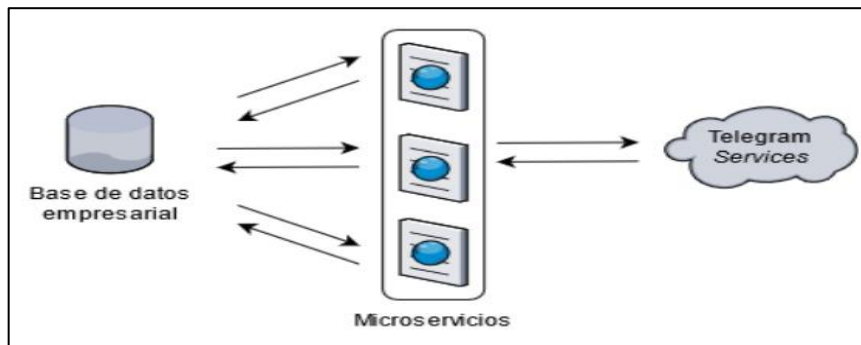
Continuación tabla III.

		La respuesta será enviada hacia Telegram por medio de su interfaz.
Componente	Telegram Services	Consumo de los servicios de Telegram para el envío y recepción de mensajes.

Fuente: elaboración propia.

Para la construcción del prototipo, se propone la utilización de la arquitectura de microservicios, para el consumo de la información contenida en los sistemas empresariales y el de la interfaz que proporciona Telegram (figura 4).

Figura 4. **Arquitectura de microservicios**



Fuente: elaboración propia.

Por último, para identificar los resultados obtenidos al implementar el prototipo de *chatbot* en el flujo de comunicación del proceso productivo de un ingenio, se utilizará el método descriptivo experimental, se tomarán los tiempos antes y después de la implementación del prototipo, para determinar si la solución propuesta efectivamente reduce los tiempos empleados para compartir la

información a los usuarios involucrados en el proceso, por el centro de convergencia de comunicación.

6.3. Alcances

A continuación, se plantea el alcance del diseño de sistema de *chatbot*.

6.3.1. Perspectiva investigativa

Se plantea un alcance descriptivo y se consideran los siguientes aspectos:

- Investigar sobre modelos basados en flujos pregunta-respuesta, características, ventajas, desventajas y su aprovechamiento, utilizando para ello modelos de inteligencia artificial.
- Investigar sobre sistemas *chatbot*, características, ventajas, desventajas e inteligencia artificial asociada en entornos de autoconsumo de información.
- Investigar sobre modelos de aprendizaje relacionados y el aprovechamiento del flujo de información en un sistema basado en *chatbot*.
- Investigar sobre envío de información y documentos, de manera automática, a grupos de difusión en plataformas de *chatbot*.

6.3.2. Perspectiva técnica

Para llevar a cabo la propuesta de solución basada en *chatbot*, se debe realizar lo siguiente:

- Utilización de herramientas gratuitas para el desarrollo del ciclo de vida del prototipo.
 - Utilización de draw.io para la diagramación de flujos y arquitecturas.
 - Uso de Ruby como lenguaje de programación para el desarrollo de microservicios.
 - Utilización de NGingX como servidor web y balanceador de carga para los microservicios.
 - Uso de Dockers como contenedor de la infraestructura.
 - Utilización del *software* de mensajería, Telegram, como medio de prueba del sistema *chatbot*.

- Uso de la infraestructura de red y del equipo de comunicación celular propiedad del ingenio, para realizar las pruebas del prototipo.

- Aprovechamiento del sistema empresarial del ingenio, para la realización de las pruebas funcionales, el cual almacena la información en una base de datos Oracle.

- El sistema basado en *chatbot* que se desarrollará, usará la red celular, lo que implica que su funcionamiento está condicionado por la capacidad de la señal que los proveedores de telefonía tengan instalada. Esto obliga a que la solución propuesta no debe sustituir por completo al sistema de

comunicación por radiofrecuencia, utilizada en los flujos de comunicación del ingenio.

6.3.3. Perspectiva de resultados

Al implementar la propuesta de solución, se tiene la siguiente perspectiva de resultados:

- Diseño e implementación de una arquitectura de microservicios, que interactúe con el sistema empresarial instalado.
- Diseño e implementación de un sistema basado en *chatbot*, que apoye en la optimización del tiempo utilizado en el flujo de comunicación, durante el proceso productivo del ingenio.
- La solución basada en *chatbot* deberá contemplar las siguientes funcionalidades:
 - Configuración de listas de difusión para el envío masivo de información.
 - Envío de información en archivos de formato PDF, hacia listas de difusión previamente configuradas.
 - Modelo de flujo de pregunta-respuesta, para el autoconsumo de información relacionada con el proceso productivo del ingenio.
- Reducción del tiempo utilizado por el operador de radio para la transmisión de datos y atención a consultas, que pueden orientarse hacia procesos de autoconsumo de información, en el proceso productivo de un ingenio.

- Disminución de la cantidad de solicitudes recibidas en el departamento de tecnología e información, para el desarrollo de consultas relacionadas con el proceso productivo del ingenio.

7. MARCO TEÓRICO

7.1. Proceso productivo de un ingenio

En Guatemala existen 11 ingenios, que producen azúcar y derivados de la caña de azúcar, como alcohol y melaza. Con el bagazo de la molienda, se surten las calderas para la generación de energía.

Para el cierre del 2019, la producción de azúcar y sus derivados representó el 7.8 % de las exportaciones totales del país, posicionando a este grupo de productos en el segundo lugar de mayor exportación en Guatemala. En términos económicos y laborales, los ingenios representan \$1,000 millones de dólares en divisas para el país, generan 56,000 empleos directos y 286,000 empleos indirectos (Asociación de Azucareros de Guatemala, s.f.).

Es importante conocer estas cifras porque contribuyen a dimensionar la relevancia de la inversión en soluciones tecnológicas, que apoyen los procesos productivos de los ingenios, principalmente en aquellos que involucran la optimización de tiempos para maximizar los resultados.

7.1.1. Corte, alce y transporte (CAT)

En Guatemala, los ingenios tienen una época productiva durante 6 meses a partir de noviembre, en períodos de trabajo de 24 horas, durante los 7 días de la semana. La capacidad de producción de un ingenio está relacionada con la cantidad de caña que puede moler en un día. Por ejemplo, en Guatemala un ingenio mediano muele un promedio de 12,000 toneladas métricas de caña al

día, a un ritmo de molienda de 500 toneladas métricas por hora (Melgar, Meneses, Orozco, Pérez y Espinosa, 2014).

Para mantener la fábrica de un ingenio operando, es vital que el proceso de ingreso de la materia prima fluya con eficiencia. Para lograr este objetivo, se divide el proceso de cosecha en tres grandes fases: corte, alce, y transporte.

El proceso de cosecha de la caña de azúcar es denominado corte. Su nombre se debe a que la caña se corta y se deja en el suelo para el siguiente proceso. En Guatemala hay corte manual (lo realizan personas) y mecanizado (por cosechadoras).

Debido a la topología de los terrenos, solo se puede tener cosecha mecanizada en un 30 % de las hectáreas sembradas. Un dato importante es que el corte manual solamente se realiza durante algunas horas del día; el mecanizado se realiza las 24 horas del día, los 7 días de la semana.

La importancia del corte radica en su planificación, ya que se debe cosechar la cantidad de caña que supla la necesidad de molienda por hora y que garantice que la caña se coseche en el punto donde puede generar mayor cantidad de azúcar. (Melgar, Meneses, Orozco, Pérez y Espinosa, 2014).

El proceso de alce corresponde a levantar la caña del suelo, mediante el uso de maquinaria, y colocarla en jaulas cañeras para su posterior transporte. El objetivo de este proceso es ordenar la caña en las jaulas, para transportar la mayor cantidad de materia prima por viaje.

El proceso de transporte consiste en movilizar la caña cortada hacia la fábrica del ingenio para molerla. Un camión de caña transporta, como mínimo

dos jaulas, cargando en promedio 75 Ton de caña (Ingenio Palo Gordo, S.A., 2020).

Si un ingenio necesita un flujo de 500 Ton por hora, por ejemplo, se necesitará movilizar, por lo menos, 7 camiones con 14 jaulas para cumplir con esta expectativa.

El CAT es la columna vertebral del proceso productivo de un ingenio. Si falla, tendrá un impacto económico muy fuerte sobre la producción total. Para mantener sincronizado el CAT, se necesita tener una comunicación constante para que, en cada fase del proceso, se tenga conciencia de la situación de la producción, con el objetivo de reaccionar ante cualquier necesidad.

7.1.2. Indicadores de gestión en el proceso productivo de un ingenio

Los indicadores de gestión apoyan la identificación temprana del estado del proceso de producción y definen las estrategias para el cumplimiento de los objetivos. En un ingenio, estos indicadores se producen cada 24 horas y se trasladan a todo el personal involucrado, para enfocarlos en un mismo objetivo (ver tablas IV, V y VI).

Tabla IV. Principales indicadores de gestión del proceso de corte

Indicadores de gestión CAT	
Indicador	Descripción
	Confirmado al cierre del día
Cortadores estimados por frente	Cantidad de cortadores proyectados al inicio del día
	Indicadores de gestión CAT

Continuación tabla IV.

Indicador	Descripción
Confirmado al cierre del día	
Cortadores confirmados por frente	Cantidad de cortadores que asistieron al frente de corte
Variación de cortadores	Diferencia entre cortadores proyectados y cortadores que asistieron
Cuota de caña proyectada por frente	Cantidad de toneladas de caña asignada por frente de corte al inicio del día.
Caña cortada por frente	Cantidad de toneladas de caña cortadas por frente de corte
Variación de cortadores	Diferencia entre toneladas proyectadas y toneladas cortadas
THD estimado	Toneladas hombre-día (THD) proyectadas al inicio del día
THD confirmado	Toneladas hombre-día (THD) confirmado
Variación de THD	Diferencia entre las toneladas hombre-día proyectadas y las confirmadas
Proyectado al inicio del día	
Cortadores estimados por frente	Cantidad de cortadores con los que se cuenta para el corte del día
Cuota de caña proyectada por frente	Cantidad de toneladas de caña que se proyecta cortar en el día por frente de corte
THD estimado	Estimado de toneladas cortadas hombre-día

Fuente: elaboración propia.

Tabla V. Principales indicadores de gestión del proceso de alce

Indicadores de gestión CAT	
Indicador	Descripción
Confirmado al cierre del día	
Toneladas de caña estimadas por frente	Cantidad de toneladas de caña para alzar proyectada al inicio del día
Toneladas de caña confirmadas por frente	Cantidad de toneladas de caña alzada al finalizar el día
Variación de toneladas de caña alzadas	Diferencia entre toneladas de caña proyectadas y confirmadas al día
Porcentaje de caña transportada con menos de 36 horas	Porcentaje de caña alzada y transportada con menos de 36 horas de quema
Porcentaje de caña transportada con más de 36 horas de quema y menor a 48 horas de quema	Porcentaje de caña alzada y transportada con más de 36 horas y menor a 48 horas de quema
Porcentaje de caña transportada con más de 48 horas de quema	Porcentaje de caña alzada y transportada con más de 48 horas de quema
Hectáreas con quema criminal	Cantidad de hectáreas quemadas de manera criminal (personal fuera del ingenio)
Proyectado al inicio del día	
Toneladas de caña a alzar por frente	Cantidad de toneladas de caña que se proyecta alzar por frente de alce
Ubicación de frentes	Planificación de alce por frente
Variedad de caña a alzar	Descripción de las variedades de caña a alzarse

Fuente: elaboración propia.

Tabla VI. **Principales indicadores de gestión del proceso de transportes**

Indicadores de gestión CAT	
Indicador	Descripción
Confirmado al cierre del día	
Cantidad de cabezales asignados	Cantidad de cabezales asignados a cada frente, por día, para transporte de caña
Cantidad de cabezales utilizados	Cantidad de cabezales reales que se han estado utilizando
Variación de unidades	Diferencia entre cabezales asignados y utilizados
Viajes estimados por frente	Cantidad de viajes proyectados al inicio del día
Variación de unidades	Diferencia entre cabezales asignados y utilizados
Viajes estimados por frente	Cantidad de viajes proyectados al inicio del día
Confirmado de viajes por frente	Cantidad de viajes realizados por frente al finalizar el día
Variación de viajes	Diferencia entre viajes proyectados y confirmados
Promedio de cabezales por hora	Promedia de viajes de cabezales que transportan caña por hora y por cantidad de jaulas
Toneladas diarias por cabezal	Acumulativo de toneladas confirmadas transportadas
Promedio de toneladas por equipo	Cantidad de caña transportada por cada jaula y por viaje
Promedio de viajes por hora campo	Cantidad de viajes realizados por cabezal, por hora
Proyectado al cierre del día	
Indicadores de gestión CAT	

Continuación tabla VI.

Indicador	Descripción
Confirmado al cierre del día	
Cantidad de cabezales asignados	Cantidad de cabezales asignados a cada frente, por día, para transporte de caña
Disponibilidad de maquinaria	Cantidad de vehículos disponibles versus los asignados

Fuente: elaboración propia.

7.1.3. Indicadores de operación en el proceso productivo de un ingenio

Los indicadores de operación son medidos de manera constante, con el objetivo de identificar posibles inconsistencias dentro de la ejecución de un proceso, y corregir y realizar cambios inmediatos para una solución pertinente. En un ingenio, estos indicadores se trasladan a los usuarios involucrados, de manera constante, cada dos horas (ver tablas VII, VIII y IX).

Tabla VII. Principales indicadores de operación del proceso de corte

Indicadores de operación CAT	
Indicador	Descripción
Confirmado al cierre del día	
Toneladas de caña que debiera llevar por frente	Cantidad de toneladas de caña por frente acumulada, programa en el día, a la hora del reporte
Toneladas de caña hasta el momento por frente	Cantidad de toneladas de caña por frente hasta el momento del reporte

Continuación tabla VII.

Indicadores de operación CAT	
Indicador	Descripción
Confirmado al cierre del día	
Estado actual de toneladas de caña por frente	Diferencia entre toneladas programadas de caña acumulada y cantidad de caña cortada por frente
Cortadores estimados por frente	Cantidad de personas programadas por frente
Cortadores reales por frente	Cantidad de personas que sí asistieron a su labor de trabajo
Variación de cortadores	Diferencia entre cortadores programados y cortadores reales por frente

Fuente: elaboración propia.

Tabla VIII. **Principales indicadores de operación del proceso de alce**

Indicadores de operación CAT	
Indicador	Descripción
Confirmado al cierre del día	
Disponibilidad de caña por frente	Toneladas de caña listas para ser alzada y transportada por frente
Tiempo perdido por frente de alce	Cantidad de tiempo perdido de alce por frente
Caña ingresada a ingenio por frente	Cantidad de toneladas de caña llevadas al ingenio hasta el momento del reporte
Quemas criminales	Reporte de fincas y lotes donde se realizó alguna quema criminal

Continuación tabla VIII.

Reporte de lluvia por frente	Cantidad de milímetros de lluvia acumulados por frente al momento del reporte
------------------------------	---

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. **Principales indicadores de operación del proceso de transportes**

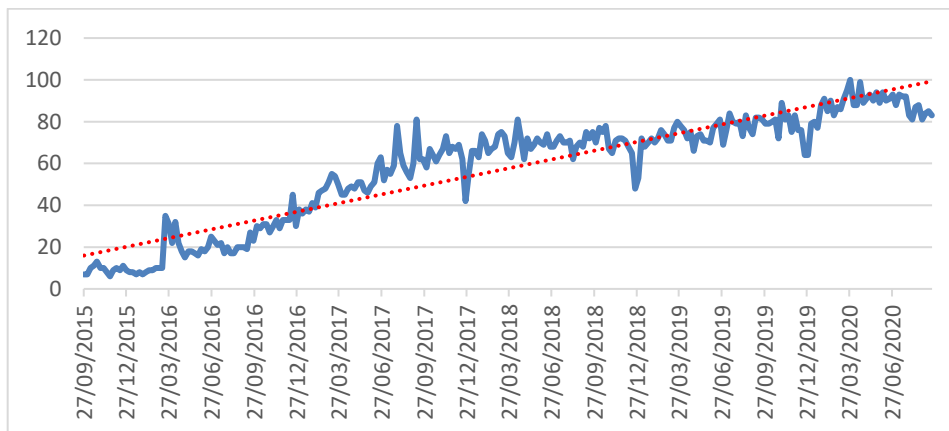
Indicadores de operación CAT	
Indicador	Descripción
Confirmado al cierre del día	
Viajes en cola	Cantidad de vehículos en espera de cargarse por frente
Viajes en ruta	Cantidad de viajes que están en trayecto al ingenio
Viajes en patio	Cantidad de unidades dentro del ingenio
Vehículos con desperfecto	Cantidad de vehículos que durante el día tuvieron alguna emergencia
Toneladas de caña en ruta	Cantidad de caña por llegar al ingenio
Toneladas de caña en patio	Cantidad de toneladas de caña que están dentro de las instalaciones del ingenio, pero que no se han llevado hacia la fábrica para su molienda
Cuota actual de alce del frente	Cantidad de caña transportada por hora según programa de cosecha

Fuente: elaboración propia.

7.2. Sistemas *chatbot*

Los *chatbot* se han convertido en sistemas que pueden apoyar en las tareas tecnológicas diarias, desde dictar al teléfono para que escriba textos, hasta conversaciones máquina-persona para brindar algún tipo de soporte. No es un concepto nuevo, pero sí un concepto que a través del tiempo ha conseguido el interés de muchos. En la figura 5, se observa el aumento de interés que, a nivel mundial, se tiene en este tipo de sistemas, según las búsquedas en internet.

Figura 5. **Tendencia de búsqueda de *chatbot* del 25/09/2015 al 25/09/2020**

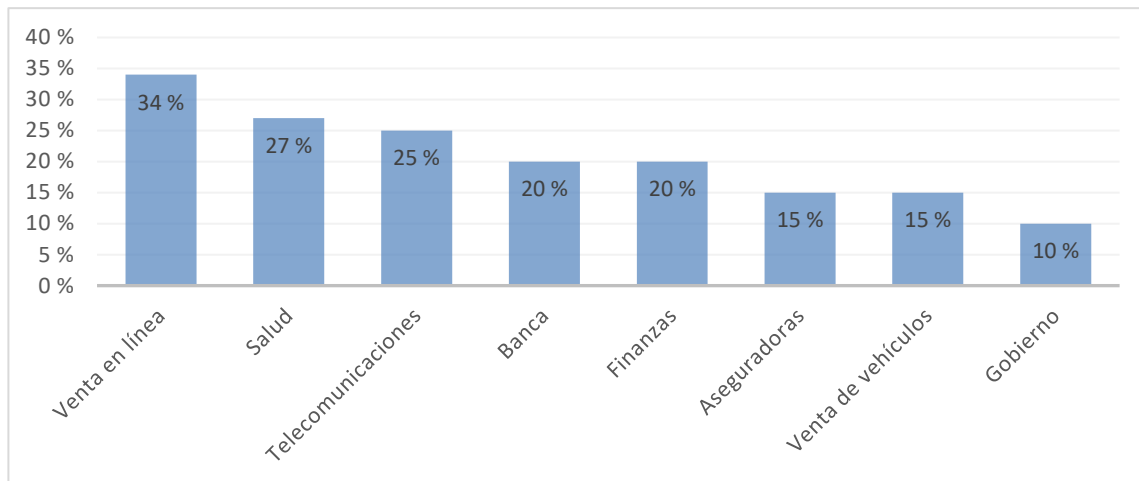


Fuente: Google. (2020). *Estadística de Google Trends*. Consultado el 27 de junio de 2020.
Recuperado de <https://trends.google.es/>.

A nivel empresarial, los sistemas basados en *chatbot* se utilizan en varias industrias y la población los ha aceptado como medio de apoyo en las gestiones. Una encuesta a 6000 personas a nivel mundial, realizada por la empresa Statista (Statista, 2020), muestra las industrias donde los sistemas *chatbot* han evolucionado y los usuarios se sienten seguros al usarlos (ver figura 6).

La importancia de la utilización de sistemas basados en *chatbot* crece constantemente, como lo demuestra el estudio realizado por Markets And Markets (2020), en el cual, según encuesta realizada a nivel mundial, en julio de 2020, el mercado de la inteligencia artificial conversacional representó \$4,800,000,000 y se estima que llegará a \$13,900,000,000, aproximadamente, en 2025, con una tasa de crecimiento anual del 21.9 %.

Figura 6. Industrias que utilizan sistemas *chatbot* desde 2017



Fuente: Statista. (2020). *Customer comfort with AI chatbot service worldwide 2017, by service*.

Consultado el 27 de junio de 2020. Recuperado de

<https://www.statista.com/statistics/717098/worldwide-customer-chatbot-acceptance-by-industry/>.

Al ser los *chatbot* una tecnología muy utilizada en la actualidad, además de una opción para la solución en varias industrias, es importante conocer su origen, evolución y características.

7.2.1. Definición de *chatbot*

Existen varias definiciones de *chatbot* y, para llegar a adoptar una definición, sirve revisar lo que describen sobre esto varios autores.

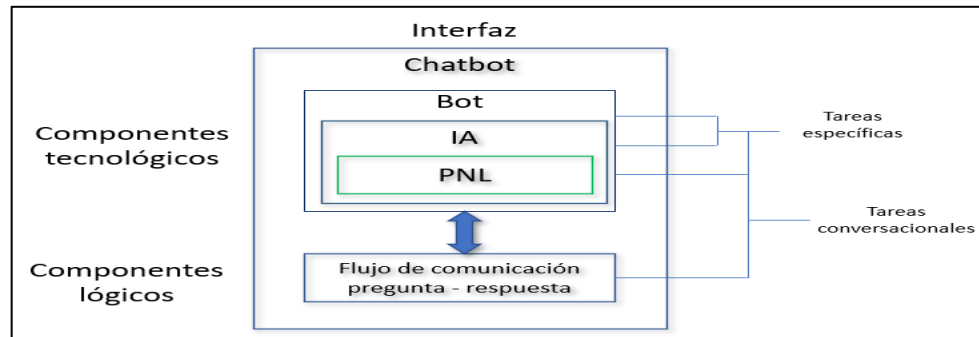
Charlán (2018) recomienda que antes de definir *chatbot*, se debe entender qué es un Bot. Estos son programas creados con el apoyo de inteligencia artificial (IA), que tienen como objetivo realizar tareas sin intervención humana. Si se adiciona a un Bot la capacidad de interactuar por una conversación con un usuario, por medio de un flujo pregunta-respuesta establecido es cuando se conforma un *chatbot*.

Hoffmann (2019) define un *chatbot* por las partes que lo componen y el objetivo que cumple, es decir, un programa cuyo objetivo principal es la conversación, mediante el uso de interfaces o programas autónomos, para transmitir la comunicación escrita o hablada, entre usuarios virtuales.

Para Sammera y Woods (2015), *chatbot* se refiere a programas computacionales que, por medio del proceso y la interpretación del lenguaje natural, logran tener una conversación máquina-usuario.

Al usar las definiciones de los autores descritos, se puede inferir que un *chatbot* es un programa con inteligencia artificial incluida, que cumple funciones específicas sin intervención humana y que por medio de una interfaz realiza una comunicación de pregunta-respuesta, mediante el procesamiento del lenguaje natural.

Figura 7. Diagrama de definición de *chatbot*



Fuente: elaboración propia.

En esta definición hay cuatro componentes clave que debe tener un *chatbot*: inteligencia artificial, procesamiento del lenguaje, un flujo de comunicación pregunta-respuesta y una interfaz. La construcción de un *chatbot* no se limita a estos componentes, pero sí es necesario incluirlos para esta investigación.

7.2.2. Inteligencia artificial (IA)

El término de inteligencia artificial (IA) fue utilizado por primera vez en 1950 por John McCarthy, quien identificó que la IA es una ciencia, que se dedica a la fabricación de máquinas inteligentes (Crevier, 1993).

Miranda (2015), la IA es una ciencia que apoya a los programas computacionales, para resolver tareas sin intervención humana.

El crecimiento de la IA es exponencial, al grado de definirse como una tecnología fundamental para varias áreas como la salud, donde se usa para el diagnóstico de enfermedades, en el área de energía limpia o renovable, o en la educación. Este crecimiento apunta a que la IA se hace cada vez más necesaria

en la vida cotidiana, principalmente porque se vive una época donde se depende de la tecnología para varias tareas cotidianas (Goksel y Mutlu, 2016).

Con base en las definiciones anteriores, la IA se utilizará en esta investigación para la automatización de las tareas que un usuario realiza, mediante la conexión hacia una base de datos existente, de la cual se deberá obtener información y transformarla hacia archivos, los cuales se enviarán a un grupo de difusión en un sistema *chatbot*.

7.2.3. Procesamiento del lenguaje natural (PNL)

Para sistemas *chatbot*, es importante entender lo que un usuario quiere comunicar mediante texto o voz. Para ello, el *software debe* procesar la información, interpretarla y generar respuestas basadas en la interpretación (Gelbukh, 2010).

PNL ayuda a la informática para la interacción entre máquina y usuario. La máquina puede llegar a razonar y simular el aprendizaje humano (Goksel y Mutlu, 2016).

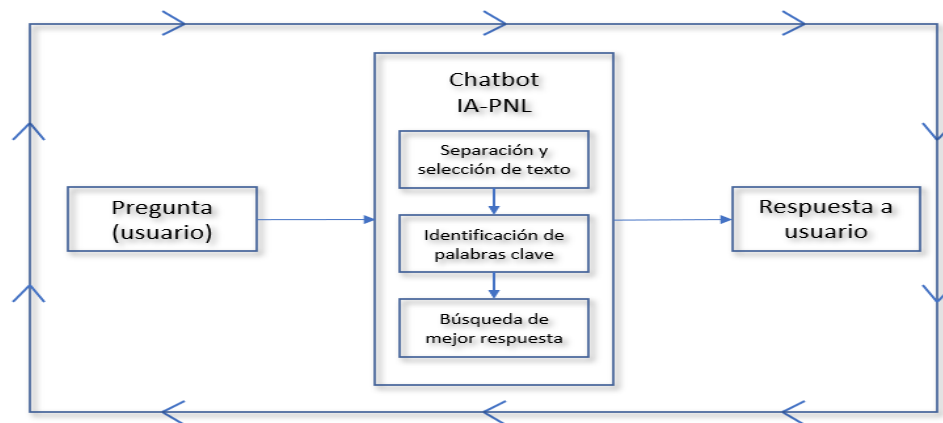
El Procesamiento del lenguaje natural es vital para un sistema *chatbot*, porque puede analizar las estructuras de las preguntas realizadas por un usuario, ya sea que se estén usando palabras conocidas o frases que contengan parte de las palabras que se pueden identificar como importantes y que, con base en ellas, el sistema responda (Sammera y Woods, 2015).

7.2.4. Flujo pregunta-respuesta

El flujo pregunta-respuesta le da un orden a un sistema *chatbot*, el cual permite orientar al usuario hacia una acertada comunicación y apoya al sistema hacia una mayor tasa de asertividad en sus respuestas. Es por medio de un flujo definido que el *chatbot* podrá dar una respuesta inteligente a preguntas realizadas por el usuario en lenguaje natural, las cuales deberán pasar por el proceso de separación de texto, para la identificación de las frases y palabras clave, que apoyen para dar una respuesta idónea (Sammera y Woods, 2015).

Para una explicación gráfica del flujo pregunta-respuesta ver la figura 8.

Figura 8. **Diagrama conceptual flujo pregunta-respuesta en un sistema *chatbot***



Fuente: elaboración propia.

Tabla X. **Explicación flujo pregunta-respuesta en un sistema *chatbot***

Componente	Descripción
Pregunta (usuario)	Palabras escritas por el usuario para realizar una consulta en el sistema de <i>chatbot</i> . Ejemplo: Rendimiento del alce de hoy
<i>Chatbot</i> IA-PNL	
Separación y selección de texto	Proceso mediante el cual se separan todas las palabras escritas por el usuario, de manera individual, con el objetivo de analizar palabra por palabra. Ejemplo: rendimiento, de, alce, hoy
Identificación de palabras clave	Proceso mediante el cual, se obtienen las palabras clave y se identifica la ruta que se debe seguir, para la obtención de una respuesta. Ejemplo: Palabras clave: rendimiento, alce, de, hoy
Búsqueda de mejor respuesta	Proceso mediante el cual, se obtiene la respuesta según la identificación de las palabras clave. Ejemplo: obtención del rendimiento de caña alzada para el día de zafra, que corresponda a la fecha de hoy.
Respuesta usuario	Retorno de respuesta al usuario, según la identificación de la pregunta realizada por el proceso de <i>Chatbot</i> IA-PNL. Ejemplo: 400 TM por hora.

Fuente: elaboración propia.

7.2.5. Interfaz

La interfaz es la parte visual donde interactúa un usuario con el sistema *chatbot*. En el estudio realizado por Ren, Acuña, Castro y de Lara (2019), titulado “Usabilidad de *chatbot*”, demuestran que, a pesar de que el *chatbot* es un sistema

que está en crecimiento, es muy poco lo que se ha estudiado sobre la usabilidad que requiere un usuario para este tipo de software. Concluyen que una interfaz de *chatbot*, independientemente del entorno de desarrollo, deberá contemplar, por lo menos, los siguientes aspectos:

- Eficacia: relacionada con la precisión a la que los usuarios obtendrán lo solicitado.
- Eficiencia: relacionada con los recursos gastados para que los usuarios obtengan lo solicitado. Los recursos pueden ser el tiempo que el dispositivo o software tarde en dar la respuesta.
- Satisfacción: relacionada con el grado en que se satisface al usuario con base en las respuestas obtenidas.

De acuerdo con la anterior definición, se debe atacar la interfaz de esta investigación con el desarrollo de un motor eficiente y con una aplicación de alto grado de usabilidad para el usuario.

7.3. Arquitectura de microservicios

Existen diversas definiciones de arquitectura, aunque la que mejor se adapta a este trabajo de investigación indica que, la arquitectura se refiere a las estructuras de un sistema, necesarias para interactuar con el mismo sistema. Cada estructura está compuesta por elementos y existen relaciones entre ellos (Bass, Clements y Kazman, 2013).

Rodger (2018) indica que un microservicio se compone de pequeños procesos independientes, que se comunican de forma asíncrona. Son ligeros y como característica principal pueden desarrollarse en diferentes lenguajes de programación.

De acuerdo con estas definiciones, una arquitectura de microservicios se refiere a un conjunto de programas que tienen una función definida y que trabajan de manera independiente, y que pertenecen a un mismo entorno, el cual puede tener comunicación entre ellos y su exterior. No depende de un mismo lenguaje de programación para desarrollar cada uno de los microservicios, lo que otorga un alto grado de eficacia al identificar el mejor lenguaje para los objetivos por cumplir con cada programa.

A continuación, se profundizará en los microservicios, para así entender cómo se componen y se comunican, y cuál entorno de desarrollo es el ideal para implementarlos.

7.3.1. Características de un microservicio

Al definir un microservicio como un programa independiente, se deben identificar las características que lo hacen único (Rodger, 2018).

7.3.2. Encapsulado

El microservicio es un programa independiente que tiene procedimientos definidos dentro de su estructura. Dichos procedimientos no son visibles hacia el exterior. Esto ayuda a que un microservicio se pueda utilizar en diferentes entornos sin cambiar su naturaleza.

7.3.3. Reutilizable

Una de las propiedades que hace atractivo a un microservicio es que puede ser reutilizable en diferentes entornos. Cada microservicio es funcional en una arquitectura definida para ellos, independientemente del lenguaje de

programación, lo que también es un beneficio en los tiempos de desarrollo y despliegue de programas.

7.3.4. Interfaces bien definidas

Cada microservicio para ser reutilizable cuenta con reglas claras, es decir, cumple funciones independientes, pero tiene comunicación con otros microservicios mediante mensajes claros y definidos.

7.3.5. Acoplamiento

La versatilidad que un microservicio puede tener incluye el poder acoplarse a otros sistemas. Al combinar o acoplar microservicios, se pueden tener propiedades más grandes que apoyan a la generación de programas con un menor desarrollo y mayores características para ofrecer.

7.3.6. Mensajes – comunicación entre microservicios

El dinamismo de la utilización de microservicios en una infraestructura la otorga el uso de mensajes, los cuales permiten la comunicación entre cada uno de ellos. Estos mensajes son transmitidos generalmente en formatos JSON, mediante servicios REST.

Existen dos maneras de interacción entre mensajes: el flujo de comunicación y la necesidad de respuesta.

7.3.7. Mensajes síncronos

Se llama mensaje síncrono al que requiere obtener una respuesta de mensaje recibido. Cuando se utilizan mensajes síncronos, se debe conocer la ubicación del microservicio con el cual se desea tener una comunicación.

Rodger (2018) recomienda utilizar mensajes síncronos para arquitecturas donde se tienen pocos microservicios y que no se necesite generar procedimientos complejos de comunicación. La espera de respuesta genera gasto en tiempo y, si no hubiere respuesta, todo el sistema se puede bloquear.

7.3.8. Mensajes asíncronos

Se llama mensaje asíncrono al que requiere de una respuesta de confirmación de recepción. Rodger (2018) recomienda utilizar este tipo de mensajes para arquitecturas donde el diseño de microservicios es creciente y se vuelve inmanejable el conocer la ubicación de cada uno de ellos.

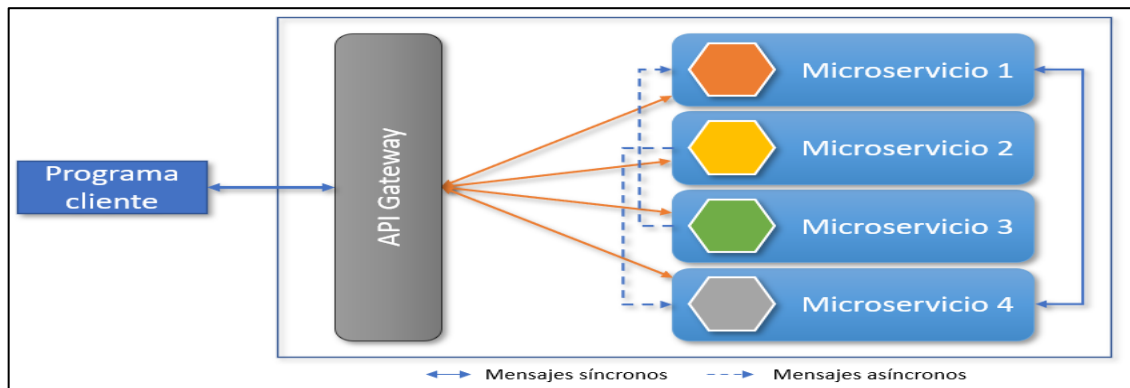
7.3.9. API Gateway

Para Ratnayake (2019), el *API Gateway* ofrece un único punto de entrada de comunicación entre el entorno del cliente y una arquitectura de microservicios.

Rodger (2018) indica que *API Gateway* son llamadas de tipo REST normales, las cuales ya no se hacen directas a cada microservicio, sino a un único lugar que ordena, interpreta y lo envía a cada microservicio que le corresponde.

Con base en las definiciones, la figura 9 presenta una interpretación gráfica de una arquitectura de microservicios.

Figura 9. **Arquitectura de microservicios**



Fuente: elaboración propia.

7.4. Contenedores

Para Anderson (2015), un contenedor es un *software* que encapsula código de programas y sus dependencias, con el objetivo de que se ejecute en varios entornos informáticos.

Santana (2017) describe a un contenedor como un conjunto de microservicios empaquetados, con todas sus dependencias. Identifica como principales características de un contenedor las siguientes:

- No depende de su sistema anfitrión
- Ofrece escalabilidad
- Administración de versiones
- Aislamiento de ambientes de ejecución

TechTerms (2017) define un contenedor como un paquete de software que contiene todo lo que este necesita para poder ejecutarse. Identifica a los contenedores como máquinas, con la diferencia de que no encapsula el sistema operativo, característica que le permite al contenedor no depender del sistema del *host*.

Con base en las formulaciones de los autores citados, se definirá como contenedor a un software que permite encapsular todo el entorno de desarrollo, incluyendo microservicios, y que permite la versatilidad de implementarse en diferentes sistemas operativos.

El objetivo de utilizar contenedores en esta investigación es para dar a la solución propuesta la capacidad de manejar múltiples versiones funcionales, que no dependan de una arquitectura de sistema operativo definida.

Existen varios contenedores que son muy utilizados en el mercado. Para el desarrollo de la solución, se utilizará Docker, el cual se explicará a continuación.

7.5. Herramientas que se utilizarán

A continuación, se describen las herramientas que se usarán para el desarrollo de la solución propuesta.

7.5.1. Ruby

Ruby es un lenguaje de programación de código abierto, el cual está orientado hacia la productividad del desarrollador, haciendo que su sintaxis sea amigable para el programador. Fue creado por Yukihiro Matz Matsumoto en 1995 y está basado en Perl. Matsumoto se enfocó en hacer

un lenguaje de programación que sea natural, que se asemeje al humano, es decir, simple por fuera, pero complejo en su interior.

Es considerado como un lenguaje flexible, debido a que no limita a sus usuarios a las estructuras definidas, sino que permite que se modifiquen de acuerdo con la necesidad y gusto de cada persona (Ruby, s.f., párr. 7).

7.5.2. Ruby on Rails

Es un marco de trabajo para Web, escrito en lenguaje Ruby, de código abierto. Creado por David Heinemeier Hansson en 2005.

Usa el patrón arquitectónico de modelo, vista, controlador. Al igual que Ruby, tiene como objetivo apoyar al desarrollador con base en dos principios: no hay que repetir código y se debe usar una convención sobre la configuración, que indica que solamente se debe definir la configuración no convencional (Rubyonrails, s.f., párr. 3).

7.5.3. NGINX

Es un servidor proxy inverso, HTTP, multiplataforma y de código abierto. Fue creado por Igor Sysoev en 2004. Se caracteriza por el balance de carga, siendo una opción para servicios que implique múltiples peticiones HTTP, generando confianza y escalabilidad (Nginx.org, s.f.).

7.5.4. Docker

Es un software de código abierto, que implementa el concepto de contenedor de aplicaciones. Es independiente del sistema operativo, lo cual

lo hace diferente a sistemas de virtualización. Fue desarrollado por Solomon Hykes en el 2013 y liberado en marzo de ese año. En Docker, cada imagen contenida puede administrarse en los recursos del sistema que lo contiene, lo que da la versatilidad para implementar varias imágenes al mismo tiempo, optimizando los recursos (Docker, s.f., párr. 4).

7.5.5. Gestor de base de datos Oracle

Oracle es la base de datos relacional más utilizada del mundo (DB-Engines, 2020). Es propiedad de la corporación Oracle (Oracle, 2020).

7.5.6. Telegram

Es un sistema de mensajería instantánea multiplataforma, que ofrece un API Telegram Bot, interfaz HTTP que permite la creación de Bots administrados por el usuario. Tiene la funcionalidad del envío de archivos hacia grupos de difusión, mediante el uso de un API (Telegram, s.f.).

7.5.7. NLTK para Ruby

Librería que implementa herramientas que trabajan con lenguaje natural. Se creó originalmente para trabajar solo con Python, pero existe la librería que permite utilizarla dentro del lenguaje Ruby. Implementa más de 50 procedimientos para el trabajo en el procesamiento del lenguaje natural (NLTK, s.f.).

8. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

OBJETIVOS

RESUMEN DEL MARCO TEÓRICO

INTRODUCCIÓN

1. MARCO TEÓRICO

- 1.1 Proceso productivo de un ingenio
 - 1.1.1 Corte, alce, y transporte (CAT)
 - 1.1.2. Indicadores de gestión en el proceso productivo de un ingenio
 - 1.1.3. Indicadores de operación en el proceso productivo de un ingenio
- 1.2. Sistemas *chatbot*
 - 1.2.1. Definición de *chatbot*
 - 1.2.2. Inteligencia artificial (IA)
 - 1.2.3. Procesamiento de lenguaje natural (PNL)
 - 1.2.4. Flujo pregunta-respuesta
 - 1.2.5. Interfaz
- 1.3. Arquitectura de microservicios
 - 1.3.1. Características de un microservicio
 - 1.3.1.1. Encapsulado

- 1.3.1.2. Reutilizable
 - 1.3.1.3. Interfaces bien definidas
 - 1.3.1.4. Acoplamiento
 - 1.3.2. Mensajes – comunicación entre microservicios
 - 1.3.2.1. Mensajes síncronos
 - 1.3.2.2. Mensajes asíncronos
 - 1.3.3. *API Gateway*
 - 1.4. Contenedores
 - 1.5. Herramientas que se utilizarán
 - 1.5.1. Ruby
 - 1.5.2. *Ruby on Rails*
 - 1.5.3. NGINX
 - 1.5.4. Docker
 - 1.5.5. Gestor de base de datos Oracle
 - 1.5.6. Telegram
 - 1.5.7. NLTK para Ruby
2. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS
- 2.1 Diseño de la solución tecnológica
 - 2.1.1. Diagrama de bloques de arquitectura
 - 2.1.2. Vista lógica
 - 2.1.3. Vista de la implementación
 - 2.1.4. Vista de la puesta en marcha
 - 2.1.5. Vista de datos
 - 2.1.6. Requerimientos de hardware, software y telecomunicaciones
 - 2.2 Desarrollo de la solución
 - 2.2.1 Componentes de *chatbot* desarrollados

- 2.2.2 Descripción general de la codificación de los componentes
 - 2.3 Experimentación
 - 2.3.1 Pruebas técnicas
 - 2.4 Recolección y evaluación
 - 2.3.2 Observaciones de usuario final
 - 2.3.2.1 Proceso de envío de indicadores de gestión
 - 2.3.2.2 Proceso de envío de indicadores de operación
 - 2.3.2.3 Proceso de atención a consultas de usuario
 - 2.3.2.4 Proceso de solicitudes de desarrollo de consultas
 - 2.3.2.5 Bitácoras de utilización de *chatbot*
3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS
- 3.1. Proceso de envío de indicadores de gestión
 - 3.2. Proceso de envío de indicadores de operación
 - 3.3. Proceso de solicitudes de desarrollo de consultas
 - 3.4. Proceso de flujo de comunicación pregunta-respuesta

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS

ANEXOS

9. METODOLOGÍA

9.1. Tipo de estudio

El tipo de estudio que se realizará es cuantitativo, debido a que el objetivo es observar y apoyar el proceso productivo de un ingenio, mediante el uso de tecnología para las actividades repetitivas de un operador de radio.

Con base en las observaciones, se harán mediciones descriptivas para la determinación del cumplimiento de los objetivos.

9.2. Diseño

El diseño es experimental, debido a que se implementarán soluciones validadas por el usuario final, con posibilidad de ajustes y mejoras para la adaptación de la aplicación y el cumplimiento de los objetivos.

9.3. Alcance

El alcance será descriptivo experimental, ya que se tomarán los tiempos previo y posterior a la implementación del sistema, para determinar si la solución propuesta apoya la optimización del tiempo utilizado por el centro de convergencia de comunicación, para compartir información hacia los usuarios involucrados en el proceso.

9.4. Variables

Para el presente estudio, se han considerado las siguientes variables, las cuales se describen en la tabla XI.

Tabla XI. **Variables para tomar en consideración para resolución del problema**

Variab les	Definición	Subvariables	Indicadores
Optimización del tiempo del operador de radio (porcentaje de disminución en actividades repetitivas)	Tiempo que se ocupa en actividades repetitivas realizadas por el operador de radio, relacionadas con el flujo de comunicación del proceso productivo de un ingenio.	Transmisión de indicadores de gestión del proceso.	Tiempo utilizado
		Transmisión de indicadores de operación del proceso.	Tiempo utilizado
		Atención a consultas relacionadas con indicadores de gestión y operación del proceso.	Tiempo utilizado

Continuación de la tabla XI.

Grupos de difusión en <i>chatbot</i>	Grupos de difusión en <i>chatbot</i> para envío automático de archivos	Envío de archivo de indicadores de gestión Envío de archivo de indicadores de operación	Número de envío diario Número de veces en el día
<i>Chatbot</i>	Chat para flujo de comunicación pregunta - respuesta.	Preguntas Respuestas	Cantidad de preguntas realizadas Cantidad de preguntas respondidas
Solicitudes de desarrollo	Solicitudes de desarrollo de consultas en ERP, relacionadas con los indicadores de gestión y operación del proceso productivo.	Solicitudes recibidas	Cantidad de solicitudes

Fuente: elaboración propia.

9.5. Fases del estudio

A continuación, se detallan las fases de estudio involucradas desde el inicio del trabajo de investigación, captando las mediciones por parte de cada usuario involucrado para determinar la funcionalidad de la solución propuesta.

9.5.1. Revisión documental

En esta fase, se debe obtener el conocimiento teórico de los diferentes componentes, que contempla la propuesta de solución. Para llevar a cabo esta fase, será necesario investigar en diferentes fuentes de información, como libros, revistas, artículos científicos, tesis de trabajos de postgrado.

Este trabajo de investigación se basará en el desarrollo de un sistema *chatbot*, utilizando para ello una arquitectura de microservicios. Por ello, es necesario realizar una revisión documental sobre los siguientes temas:

- Funcionamiento de sistemas *chatbot*.
- Flujo de comunicación pregunta-respuesta.
- Inteligencia artificial necesaria para la elaboración de un *chatbot*.
- Envío de archivos mediante un *chatbot* sin intervención del usuario.
- Arquitectura de microservicios.
- Herramientas para el desarrollo de una arquitectura de microservicios para la elaboración de un sistema *chatbot*.

9.5.2. Diseño de instrumentos de recolección de datos

En esta fase, se establecerán los diferentes formatos que se usarán como herramientas para la recolección de datos en las diferentes fases del proyecto.

Los formatos por utilizar son de elaboración propia y contemplan la obtención de los datos relevantes según la fase en que corresponden.

9.5.2.1. Formato de observación de actividades repetitivas del operador de radio

El formato se usará para los procesos de (ver formato en sección 9.6.2.1):

- Traslado de información relacionada con los indicadores de gestión del proceso productivo.
- Traslado de información relacionada con los indicadores de operación del proceso productivo.

9.5.2.2. Formato de observación de solicitudes de soporte

El objetivo de este formato es la recolección de la cantidad de solicitudes realizadas al departamento de tecnología, para el desarrollo de productos que ayuden a responder las consultas relacionadas con indicadores de gestión y operación del proceso productivo (ver formato en sección 9.6.2.2.).

9.5.3. Diseño de la solución tecnológica

En esta fase, se llevará a cabo el diseño de los diferentes componentes que integran la solución tecnológica, tomando en cuenta que el sistema *chatbot* deberá incluir:

- Administración de usuarios involucrados dentro del sistema
 - Configuración de identificador de dispositivos
 - Configuración de los grupos de difusión para envío de archivos
- Grupo de difusión para envío de archivos

- Grupo para envío de archivo de indicadores de gestión del proceso productivo
- Grupo para envío de archivo de indicadores de operación del proceso productivo
- *Chatbot* mediante la plataforma de mensajería seleccionada para la solución

Para la correcta identificación de cada uno de los pasos necesarios para el cumplimiento de esta fase, será necesario realizar los siguientes diagramas:

- Diagramas de bloques para la representación de la arquitectura
 - Identificación de los diferentes microservicios involucrados
 - Identificación de la capa de seguridad
 - Identificación de la capa de comunicación
 - Mensajes entre microservicios
 - Comunicación externa hacia otros sistemas
 - Comunicación externa hacia el sistema de *chatbot*
 - Identificación de la capa de flujo de comunicación pregunta respuesta.
- Vista lógica
 - Descripción de los componentes involucrados en la arquitectura
 - Diagrama de flujo de interacción de cada uno de los componentes de la arquitectura.
 - Diagrama de interacción entre componentes de inteligencia artificial para la interpretación del flujo pregunta-respuesta.
 - Casos de uso de los componentes.
 - Para envío de archivo de indicadores de gestión.

- Para envío de archivo de indicadores de operación.
 - Para un flujo de pregunta-respuesta utilizando *chatbot*.
- Vista de la implementación
 - Descripción general
 - Identificación de restricciones asociadas con la implementación
- Vista de puesta en marcha
 - Descripción general
 - Identificación de restricciones asociadas con la puesta en marcha
- Vista de datos
 - Diseño de diagrama entidad-relación
 - Diccionario de datos
- Requerimientos de *hardware*, *software* y telecomunicaciones
 - *Hardware* de servidores
 - *Software* de servidores
 - Equipos móviles
 - Comunicación del sistema hacia equipos móviles
- Anexos
 - Herramientas para utilizar en el desarrollo de los diferentes componentes que conforman la solución.

9.5.4. Desarrollo de la solución

En esta fase se llevará a cabo el desarrollo de cada uno de los componentes que conforman la solución propuesta, con base en lo identificado en la etapa de diseño.

Debido a que la solución propuesta tiene tres procesos identificados (indicadores de gestión, indicadores de operación, y *chatbot*), se utilizará una metodología de desarrollo de cascada, donde cada proceso se elaborará de principio a fin con el objetivo de realizar un proceso ordenado. Este tipo de metodología permitirá identificar iteraciones claras, así como determinar entregables funcionales sin que estos dependan del desarrollo completo de la solución final.

Se elaborará un cronograma que muestre las actividades involucradas en el desarrollo de cada proceso identificado, tomando en cuenta la etapa de prueba de cada componente desarrollado y el entregable involucrado.

Adicional a las actividades de desarrollo, el cronograma incluirá las siguientes actividades generales:

- Configuración del ambiente de desarrollo
 - Identificación de necesidades con base en herramientas que se utilizarán
 - Instalación y configuración de software de servidor
 - Instalación y configuración de software contenedor
 - Instalación y configuración de herramientas de desarrollo
 - Instalación y configuración de contenedor con todo el ambiente de desarrollo.

- Identificación y configuración de ambiente de prueba
 - Base de datos de ingenio donde se realizarán las pruebas
 - Identificación de estructuras de datos involucradas, que provean la información necesaria para la correcta respuesta a cada proceso.

- Identificación del equipo móvil que se usará para realizar las pruebas, perteneciente al ingenio donde realizará el desarrollo.

- Conformación de equipo de personas que apoyarán en las diferentes pruebas de la aplicación
 - Persona con conocimientos de desarrollo de software para la validación de la solución
 - Usuarios con conocimientos del proceso productivo de un ingenio para la validación de cada uno de los entregables

- Sesiones de pruebas para cada entregable identificado
 - Pruebas
 - Retroalimentación
 - Ajustes

- Unificación de solución final
 - Contenedor de cada componente del proyecto funcional
 - Contenedor de la solución final funcional

- Entrega final del sistema de *chatbot*

Es importante que para cada prueba realizada se pueda llevar una bitácora de los resultados obtenidos, hallazgos realizados y ajustes propuestos por las personas involucradas. Se usará el formato de la sección 9.6.3.

Al finalizar esta fase, se tendrá completo el desarrollo de un sistema basado en *chatbot*, utilizando una infraestructura de microservicios.

9.5.5. Experimentación

Para cada proceso desarrollado, se realizará la etapa de pruebas, las cuales se dividirán en dos grupos:

- Grupo tecnológico: el objetivo de este grupo es realizar las pruebas tecnológicas sobre la infraestructura en la que funciona el componente por validar. Contempla las pruebas de los componentes desde el punto de vista lógico-tecnológico. Este grupo lo conformará personal de tecnología.
- Grupo de usuario: el objetivo de este grupo es realizar pruebas de campo sobre los componentes que se validarán, revisando el cumplimiento de los flujos de comunicación propuestos en la etapa de diseño. Este grupo lo conformará personal del ingenio involucrado en el proceso productivo, para que sus observaciones generen valor a la solución final.

Se deberá dejar evidencia de las pruebas realizadas a los componentes, llenando la boleta de bitácora de pruebas previamente descrita (ver figura 13).

A nivel de datos, se utilizará el ambiente de pruebas que se estableció en la fase anterior, con lo cual no se comprometerá ninguna información del ambiente final de producción.

Los objetivos que se deben alcanzar con esta fase son los siguientes:

- Probar y afinar los flujos de envío de archivos a los grupos de difusión.

- Probar y afinar los componentes involucrados en el flujo de comunicación pregunta-respuesta, utilizado en el proceso de *chatbot*.
- Cumplimiento de los objetivos planteados en este trabajo de investigación.

9.5.6. Recolección y evaluación de resultados

Para llevar a cabo esta fase, se usará un análisis cualitativo descriptivo, con base en los siguientes resultados:

- Resultados obtenidos en las pruebas realizadas de cada componente, las cuales se dividen en pruebas tecnológicas y pruebas de usuario final.
 - Se utilizarán las bitácoras de pruebas realizadas.
- Resultados obtenidos en las observaciones realizadas por el personal de cabina de radio.
 - Fase inicial: se utilizará la bitácora de observación del proceso inicial sin el uso del sistema basado en *chatbot*.
 - Fase intermedia: se usará la bitácora de observación del proceso, la cual la llenará el operador de radio, durante los 14 días de utilización de los componentes de la solución, en su versión de prueba.
 - Fase final: se usará la bitácora de observación del proceso, la cual la llenará el operador de radio, durante los 14 días de utilización de los componentes de la solución, en su versión final.

- Resultados obtenidos en la observación de las solicitudes de desarrollo al departamento de tecnología, relacionadas con responder indicadores del proceso productivo.
 - Fase inicial: se utilizará la bitácora de observación de solicitudes de soporte al inicio del desarrollo del proyecto.
 - Fase intermedia: se usará la bitácora de observación de solicitudes de soporte, al tener en uso componentes de la solución en estado de prueba.
 - Fase final: se utilizará la bitácora de observación de solicitudes de soporte, al tener en uso componentes de la solución en su versión final

Al obtener los resultados, se realizará una evaluación comparativa entre las tres fases de observación, para determinar si se lograron los objetivos establecidos para este proyecto (ver formato en sección 9.6.2.3.).

9.5.7. Redacción de informe final

En esta fase, se elaborará el informe final con los resultados obtenidos en cada una de las fases establecidas, lo cual incluye:

- Diseño de la solución tecnológica
 - Diagrama de bloques para la representación de la arquitectura
 - Vista lógica
 - Vista de la implementación
 - Vista de la puesta en marcha
 - Vista de datos
 - Requerimientos de hardware, software y telecomunicaciones

- Desarrollo de la solución
 - Componentes del sistema de *chatbot* desarrollados, probados y validados funcionalmente.
 - Descripción general de la codificación de los componentes.
- Experimentación
 - Conjunto de pruebas realizadas
- Recolección y evaluación de resultados
- Conclusiones
- Recomendaciones

9.6. Técnicas de recolección de información

Para llevar a cabo esta fase, se utilizarán las siguientes técnicas de recolección de información que se describen a continuación.

9.6.1. Observación de campo

Es necesario identificar y entender los procesos de comunicación involucrados dentro del alcance de esta investigación, para realizar un desarrollo de solución de acuerdo con la necesidad. Para ello, se desarrollarán los siguientes diagramas de flujo:

- Diagrama de flujo de comunicación de indicadores de gestión
- Diagrama de flujo de comunicación de indicadores de operación
- Diagrama de flujo de comunicación para la atención de consultas relacionadas con la operación

9.6.2. Observación directa

Se utilizará la técnica de recolección, mediante observación directa, utilizando los instrumentos que se describen a continuación.

9.6.2.1. Formato de observación de actividades repetitivas del operador de radio

El objetivo de este formato es evidenciar, mediante la observación, el tiempo y frecuencia utilizados por el operador de radio para la realización de una actividad repetitiva.

Figura 10. Formato de observación de actividades repetitivas del operador de radio

Sistema de chatbot para el flujo de comunicación en el proceso productivo					
Observación de actividades repetitivas del operador de radio					
No. de Observación	<input type="text"/>	Fecha de observación	<input type="text"/>		
Proceso	<input type="text"/>				
Frecuencia	<input type="checkbox"/>	Una vez al día	Cada ____ horas	<input type="checkbox"/>	Recurrente
Hora de inicio		Hora de finalización			
<input type="text"/>		<input type="text"/>			
<input type="text"/>		<input type="text"/>			
<input type="text"/>		<input type="text"/>			
Observaciones					
Seleccionar la opción que se adecúe mejor al proceso observado					
<input type="checkbox"/>	Empeoró	<input type="text"/>			
<input type="checkbox"/>	Está igual				
<input type="checkbox"/>	Mejó				

Fuente: elaboración propia.

9.6.2.2. Formato de observación de solicitudes de soporte

El objetivo de este formato es evidenciar la cantidad de solicitudes de desarrollo de pantallas y reportes, que cumplan la función de responder a las consultas sobre los indicadores de gestión y operación.

Figura 11. Formato de observación de solicitudes de soporte

Sistema de chatbot para el flujo de comunicación en el proceso productivo	
Observación de solicitudes de soporte	
No. de Observación	<input type="text"/>
Fecha de observación	<input type="text"/>
Proceso	<input type="text"/>
Cantidad de solicitudes para responder a indicadores de gestión	Cantidad de solicitudes para responder a indicadores de operación
<input type="text"/>	<input type="text"/>
Observaciones	
<input type="text"/>	

Fuente: elaboración propia.

Cada instrumento se utilizará en tres fases del proyecto, las cuales se identifican en la siguiente tabla:

Tabla XII. Fases del proyecto a realizar

Fase	Objetivo	Días en observación	
		Actividades repetitivas	Solicitudes de soporte

Continuación tabla XII.

Inicial	Determinar el punto de partida, previo a la implementación, de una solución basada en <i>chatbot</i> .	14 días	Historia de solicitudes de año anterior
Intermedia	Medir la evolución de la propuesta de solución en su estado de pruebas, para tener un comparativo con la fase inicial, para establecer puntos de mejora antes de la versión final del desarrollo de la solución.	14 días	14 días
Final	Establecer el impacto de la solución final, comparando la observación final y la inicial.	14 días	14 días

Fuente: elaboración propia.

9.6.2.3. Formato de resultados obtenidos según observaciones realizadas

Los datos obtenidos en las observaciones se tabularán en el formato de resultados. Este formato ayudará a realizar la comparación entre el proceso actual y el proceso que se pretende implementar, utilizando la solución tecnológica, para determinar el porcentaje de optimización de los procesos.

Figura 12. **Formato de resultados obtenidos según observaciones realizadas**

Sistema de chatbot para el flujo de comunicación en el proceso productivo										
Resultados obtenidos según observaciones realizadas										
Actividad repetitiva	Unidad de medida	Operación	Fase inicial (1)	Fase intermedia (2)	Variación (1-2)	(%) Optimización intermedio	Fase final (3)	Variación (1-3)	(%) Optimización intermedio	Observaciones
Transmisión de indicadores de gestión del proceso productivo	Minutos	Promedio según observación								
Transmisión de indicadores de operación del proceso productivo	Minutos	Promedio según observación								
Cantidad de solicitudes de soporte para el desarrollo de consultas que apoyen a responder consultas sobre el proceso productivo	Unidad	Sumatoria según observación								

Fuente: elaboración propia.

9.6.3. Hoja de registro de bitácora de pruebas

Se utilizará un formato para dejar evidenciadas de las diferentes pruebas realizadas a la aplicación desarrollada.

Figura 13. **Bitácora de pruebas realizadas a componentes**

Sistema de chatbot para el flujo de comunicación en el proceso productivo		
Bitácora de pruebas realizada a componentes		
No. de prueba	<input type="text"/>	Fecha de prueba <input type="text"/>
Proceso	<input type="text"/>	
Componente	<input type="text"/>	
Personas que participaron en la prueba		
Nombre	Área	Puntaje (0-10)
Hallazgo/inconsistencia	Propuesta / mejora	Observaciones

Fuente: elaboración propia.

9.6.4. Recolección de la información

Para la recolección de la información, se recolectarán los datos que se describen a continuación.

9.6.5. Datos basados en formularios

Se utilizarán los formularios explicados en los apartados 9.6.2.1, y 9.6.2.2, los cuales se generarán, utilizando la herramienta de formularios de Google, para tabular de manera inmediata las observaciones y los resultados ingresados por el usuario.

9.6.6. Datos basados en la aplicación

La recolección de la información relacionada con la aplicación de *chatbot*, se llevará de manera interna en la aplicación. Para ello, se almacenará bitácora de:

- Cantidad de envíos diarios realizados para los indicadores de gestión del proceso productivo.
- Cantidad de envíos diarios realizados para los indicadores de operación del proceso productivo.
- Cantidad de preguntas realizadas por un usuario en la aplicación.
- Cantidad de respuestas devueltas por la aplicación.

10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

El análisis de la información se realizará por medio de estadística descriptiva inferencial, con la cual se determinará la validez de los objetivos de esta investigación. Para realizar este análisis, se seguirán los pasos que se describen a continuación.

10.1. Preparación de la información

Al término de cada fase de toma de datos, según lo explicado en la sección 9.5.6, los datos recolectados se prepararán para el análisis. Para realizarlo, se deben seguir los siguientes pasos:

- Convertir archivo de hoja de cálculo de Google en formato de hoja de cálculo de Microsoft Excel.
- Agregar una columna de tiempo utilizado, lo cual se hará restando la hora final a la hora inicial de cada observación reportada.
- Para las variables relacionadas con tiempos, se realizará una tabla dinámica, para obtener el tiempo utilizado por día, para cada tipo de observación.
 - Tiempo promedio por día, utilizado para la transmisión de los indicadores de gestión del proceso productivo.
 - Tiempo promedio por día, usado para la transmisión de los indicadores de operación del proceso productivo.
 - Tiempo promedio por día, utilizado para la atención a las consultas relacionadas con los indicadores de proceso y de gestión del proceso productivo.

- Para la variable relacionada con las solicitudes de soporte, se tomará la sumatoria por día de las solicitudes realizadas.
- El resultado de la preparación de datos será una lista de 14 muestras, donde cada una represente el promedio diario de la variable que se analice.

Los datos basados en la aplicación de *chatbot* se acumularán desde que la aplicación pueda utilizarse en su primera versión.

10.2. Análisis de la información

Para llevar a cabo el análisis de información, se usará estadística descriptiva inferencial, utilizando medidas de tendencia central como el promedio y la desviación estándar. Para inferir sobre los datos, se utilizará la metodología de T de *Student*, la cual permitirá medir la variación entre las observaciones iniciales y las de la solución, en su etapa intermedia y final.

10.2.1. Variables del proceso

Para el cumplimiento de los objetivos relacionados con la optimización del tiempo utilizado por el operador de radio para la comunicación de los indicadores y atención a consultas relacionadas con los indicadores, se deben responder las siguientes preguntas, en sus fases intermedias y finales, comparadas con la observación en la fase inicial:

- ¿La observación del tiempo utilizado para la comunicación de indicadores de gestión, en la fase intermedia/final, es diferente a la observación en su fase inicial?

- ¿La observación del tiempo usado para la comunicación de indicadores de gestión, en la fase intermedia/final, es mayor o menor a la observación en su fase inicial?
- ¿La observación del tiempo utilizado para la comunicación de indicadores de operación, en la fase intermedia/final, es diferente a la observación en su fase inicial?
- ¿La observación del tiempo usado para la comunicación de indicadores de operación, en la fase intermedia/final, es mayor o menor a la observación en su fase inicial?
- ¿La observación del tiempo utilizado para la atención a consultas relacionadas con los indicadores de gestión y operación, en la fase intermedia/final, es diferente a la observación en su fase inicial?
- ¿La observación del tiempo usado para la atención de consultas relacionadas con los indicadores de gestión y operación, en la fase intermedia/final, es mayor o menor a la observación en su fase inicial?

Para dar respuesta a estas preguntas, sobre la tabla dinámica preparada en la sección 10.1, se utilizará el análisis de datos de Microsoft Excel, haciendo uso de la función “Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales”. Esta función se usará debido a que se espera una disminución de tiempo, pero no se tiene certeza de esa disminución, por lo que se deberán comparar los resultados de la siguiente manera:

- Diferencia entre valor absoluto del estadístico T y valores críticos responde positivamente a la pregunta de variación entre las muestras.

- Diferencia mayor o menor entre valor absoluto y valores críticos responde a la pregunta si los resultados en las fases difieren en tiempo comparado con la observación inicial.

10.2.2. Variables de la aplicación *chatbot*

Para el análisis de la información recopilada mediante la aplicación, se tomarán promedios diarios para cada una de las variables, las cuales deberán ir en incremento para determinar un mejor uso de la aplicación. Los valores para validar son:

- Promedio diario de envío de archivos de indicadores de gestión del proceso productivo.
- Promedio diario de envío de archivos de indicadores de operación del proceso productivo.
- Promedio diario de preguntas realizadas por medio de *chatbot*.
- Promedio diario de respuestas realizadas por medio de *chatbot*.

Se presentará una gráfica donde se evidencie el comportamiento de los datos obtenidos para identificar fácilmente la tendencia del involucramiento de la aplicación en el proceso productivo.

10.2.3. Variable para las solicitudes de soporte

Para el análisis de las solicitudes de soporte, se utilizará el método T de Student, con el cual se compararán las solicitudes iniciales, versus las solicitudes realizadas en las etapas intermedia y final del desarrollo de la solución.

Al igual que en 10.2.1, se hará una comparación entre los valores del estadístico T resultantes, respecto a los valores críticos obtenidos de las observaciones en las etapas intermedia y final. Esto con el objetivo de poder inferir sobre el comportamiento de las solicitudes de desarrollo de consultas de usuario, para responder a los indicadores de gestión.

10.3. Presentación de los resultados

En esta etapa de análisis de la información, se elaborarán las siguientes tablas para dar soporte a la presentación de resultados:

Tabla del promedio diario de las observaciones, en las etapas intermedia y final, como variable experimental, y datos con el promedio de las observaciones realizadas en la etapa inicial como variable de referencia. Esta tabla se usará para los procesos repetitivos del radio operador y para el proceso de solicitudes de desarrollo de consultas. Se muestra un ejemplo en la tabla XII.

Tabla XIII. **Ejemplo de tabla de análisis de variable experimental y de referencia**

Etapa intermedia/final		
Proceso de comunicación de indicadores de gestión del proceso productivo		
Día	Variable experimental Observación fase intermedia/final	Variable de referencia Observación fase inicial
1	Valor promedio observado	Valor promedio observado
14	Valor promedio observado	Valor promedio observado

Fuente: elaboración propia.

Tabla T de *Student* con los cálculos realizados sobre las variables experimental y de referencia. De acuerdo con el inciso 10.2.1., se usará la función de análisis de datos de Microsoft Excel, llamada “Prueba T para dos muestras suponiendo varianzas desiguales”. Se puede observar un ejemplo en la tabla XIII.

Tabla XIV. **Ejemplo de tabla de resultados T de *Student***

Etapa intermedia/final		
Prueba T en proceso de comunicación de indicadores de gestión del proceso productivo		
Estadística	Variable experimental	Variable de referencia
Media	Valor	Valor
Varianza	Valor	Valor
Observaciones	Valor	Valor
Estadístico t	Valor	Valor
Valor crítico de T (una cola)	Valor	Valor
Valor crítico de T (dos colas)	Valor	Valor

Fuente: elaboración propia.

Con los resultados de esta tabla, se inferirá sobre el comportamiento de los tiempos observados en los diferentes procesos, para confirmar el cumplimiento de los objetivos.

Tabla que muestra el trabajo realizado por la aplicación para los procesos de envío de información, y el flujo de pregunta-respuesta, con el objetivo de determinar el uso de esta. Se observa un ejemplo en la tabla XIV. En esta

tabla, se debe mostrar un incremento diario en el uso de la aplicación, para confirmar que los diferentes procesos están siendo utilizados por los usuarios, para dar respuesta a sus consultas relacionadas con el proceso productivo.

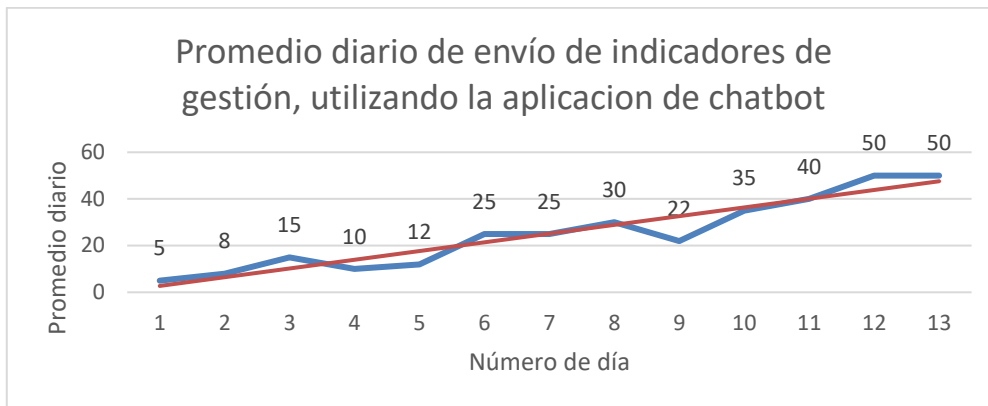
Tabla XV. **Ejemplo de promedio de uso de la aplicación**

Uso de la aplicación, promedio diario				
Día	Envío de indicadores de gestión	Envío de indicadores de operación	Preguntas recibidas	Respuestas realizadas
1	Valor	Valor	Valor	Valor
...
n

Fuente: elaboración propia.

Gráfica lineal de utilización de la aplicación para evidenciar el comportamiento de la aplicación en sus diferentes flujos. Como ejemplo se puede ver la figura 14.

Figura 14. **Ejemplo de gráfica de comportamiento de la aplicación**



Fuente: elaboración propia.

En la representación gráfica del uso de la aplicación, se utilizará una línea de tendencia, la cual puede dar tres posibles resultados visibles (Ver tabla XV).

Tabla XVI. **Posibles resultados de gráfica de comportamiento de la aplicación**

Tendencia	Interpretación
Ascendente	La aplicación está siendo utilizada en el proceso evaluado con mayor intensidad. Con una gráfica ascendente, se puede inferir que se cumple con los objetivos buscados.
Horizontal	La aplicación tiene un estancamiento en el proceso evaluado, lo cual indica que no hubo utilización o crecimiento. Al tener este tipo de comportamiento, se deben indagar las causas de la falta de uso de la aplicación, en el proceso evaluado.
Descendente	El proceso evaluado en la aplicación no tuvo un crecimiento, por lo que se concluye en que no cumple con los objetivos buscados.

Fuente: elaboración propia.

11. CRONOGRAMA

Figura 15. Cronograma de actividades

Nombre de tarea	corr	Duración	Comienzo	Fin
Trabajo de investigación	17%	396 días	vie 21/08/20	sáb 26/02/22
Revisión documental	100%	26 días	vie 21/08/20	vie 25/09/20
Funcionamiento de sistemas chatbot	100%	5 días	vie 21/08/20	jue 27/08/20
Flujo de comunicación pregunta-respuesta	100%	2 días	vie 28/08/20	lun 31/08/20
Inteligencia Artificial en sistemas chatbot	100%	5 días	mar 1/09/20	lun 7/09/20
Envío de archivos mediante chatbot	100%	2 días	mar 8/09/20	mié 9/09/20
Arquitectura de microservicios	100%	5 días	jue 10/09/20	mié 16/09/20
Herramientas de desarrollo	100%	2 días	jue 17/09/20	vie 18/09/20
Desarrollo de marco teórico	100%	5 días	lun 21/09/20	vie 25/09/20
Desarrollo de Protocolo de Investigación	100%	52 días	sáb 22/08/20	sáb 31/10/20
Diseño de instrumentos de recolección en Google Forms	0%	14 días	lun 9/11/20	jue 26/11/20
Formato de observación de actividades repetitivas para cada proceso	0%	1 día	lun 9/11/20	lun 9/11/20
Formato de observación de solicitudes de soporte	0%	1 día	mar 10/11/20	mar 10/11/20
Observación inicial de los procesos de envío de información	0%	14 días	lun 9/11/20	jue 26/11/20
Comunicación de indicadores de gestión	0%	14 días	lun 9/11/20	jue 26/11/20
Comunicación de indicadores de operación	0%	14 días	lun 9/11/20	jue 26/11/20
Atención a consultas relacionadas a indicadores	0%	14 días	lun 9/11/20	jue 26/11/20
Solicitudes realizadas a TI para desarrollo de consultas relacionadas con indicadores	0%	14 días	lun 9/11/20	jue 26/11/20
Diseño de la solución tecnológica	0%	18 días	lun 30/11/20	mié 23/12/20
Diagramas de bloques de la arquitectura a utilizar	0%	7 días	lun 30/11/20	mar 8/12/20
Microservicios involucrados	0%	3 días	lun 30/11/20	mié 2/12/20
Capa de seguridad	0%	2 días	jue 3/12/20	vie 4/12/20
Capa de comunicación entre microservicios y con ERP empresarial	0%	1 día	lun 7/12/20	lun 7/12/20
Flujo de comunicación pregunta-respuesta	0%	1 día	mar 8/12/20	mar 8/12/20
Vista lógica	0%	5 días	mié 9/12/20	mar 15/12/20
Descripción de los componentes a utilizar en la arquitectura	0%	1 día	mié 9/12/20	mié 9/12/20
Diagrama de flujo de interacción de cada componente en la arquitectura	0%	1 día	jue 10/12/20	jue 10/12/20
Diagrama de interacción entre componentes de inteligencia artificial para la interacción en flujo pregunta - respuesta	0%	1 día	vie 11/12/20	vie 11/12/20
Diagramas de casos de uso de los componentes	0%	3 días	vie 11/12/20	mar 15/12/20
Envío de archivo de indicadores de gestión	0%	1 día	vie 11/12/20	vie 11/12/20
Envío de archivo de indicadores de operación	0%	1 día	lun 14/12/20	lun 14/12/20
Flujo pregunta-respuesta utilizando chatbot	0%	1 día	mar 15/12/20	mar 15/12/20
Documentar restricciones asociadas a la implementación	0%	1 día	jue 17/12/20	jue 17/12/20
Documentar restricciones asociadas a la puesta en marcha	0%	1 día	vie 18/12/20	vie 18/12/20
Vista de datos	0%	2 días	lun 21/12/20	mar 22/12/20
Diagrama de Entidad-Relación	0%	1 día	lun 21/12/20	lun 21/12/20
Diccionario de datos	0%	1 día	mar 22/12/20	mar 22/12/20
Requerimientos de hardware, software y telecomunicaciones	0%	1 día	mié 23/12/20	mié 23/12/20
Desarrollo de la solución	0%	68 días	lun 28/12/20	mié 31/03/21
Configuración del ambiente de desarrollo	0%	6 días	lun 28/12/20	lun 4/01/21
Instalación y configuración de software de sistema operativo	0%	1 día	lun 28/12/20	lun 28/12/20
Instalación y configuración de software contenedor	0%	1 día	mar 29/12/20	mar 29/12/20
Instalación y configuración de herramientas de desarrollo	0%	1 día	mié 30/12/20	mié 30/12/20
Configuración de ambiente de desarrollo en contenedor	0%	1 día	lun 4/01/21	lun 4/01/21
Identificación y configuración del ambiente de pruebas	0%	2 días	mar 5/01/21	mié 6/01/21
Base de datos de Ingenio donde se harán las pruebas	0%	0.5 días	mar 5/01/21	mar 5/01/21
Identificación de estructuras de datos involucradas	0%	0.5 días	mar 5/01/21	mar 5/01/21
Conformación del equipo de personas que apoyarán en las pruebas de la aplicación	0%	0.5 días	mié 6/01/21	mié 6/01/21
Identificación del equipo móvil a utilizar para el ambiente de pruebas	0%	0.5 días	mié 6/01/21	mié 6/01/21
Desarrollo de la aplicación	0%	60 días	jue 7/01/21	mié 31/03/21
Mensajería en Telegram	0%	2 días	jue 7/01/21	vie 8/01/21
Configuración de bot para envío de archivos	0%	1 día	jue 7/01/21	jue 7/01/21
Configuración de Telegram para la obtención de identificadores de equipo	0%	1 día	vie 8/01/21	vie 8/01/21
Envío de archivos mediante chatbot	0%	19 días	lun 11/01/21	jue 4/02/21
Desarrollo de aplicación para asociación de usuarios a grupo de difusión en Telegram	0%	3 días	lun 11/01/21	mié 13/01/21

Continuación de la figura 15.

Desarrollo de microservicio para la adición de usuarios y/o dispositivos a grupo de difusión	0%	3 días	jue 14/01/21	lun 18/01/21
Desarrollo de microservicio para el envío de archivos a un grupo de difusión	0%	3 días	mar 19/01/21	jue 21/01/21
Desarrollo de reporte en PDF para indicadores de gestión	0%	1 día	vie 22/01/21	vie 22/01/21
Desarrollo de reporte en PDF para indicadores de operación	0%	1 día	lun 25/01/21	lun 25/01/21
Desarrollo de interface entre ERP y microservicio para la obtención automática de los archivos PDF a ser enviados	0%	3 días	mar 26/01/21	jue 28/01/21
Pruebas técnicas	0%	5 días	vie 29/01/21	jue 4/02/21
Flujo pregunta-respuesta utilizando chatbot	0%	41 días	vie 29/01/21	vie 26/03/21
Identificación de palabras claves	0%	2 días	vie 29/01/21	lun 1/02/21
Identificación de árbol de decisiones	0%	2 días	mar 2/02/21	mié 3/02/21
Identificación de procesos para dar respuesta a las preguntas	0%	2 días	jue 4/02/21	vie 5/02/21
Desarrollo de flujo pregunta respuesta	0%	20 días	lun 8/02/21	vie 5/03/21
Tokenización	0%	5 días	lun 8/02/21	vie 12/02/21
Decisión según árbol de respuestas	0%	5 días	lun 15/02/21	vie 19/02/21
Desarrollo de Microservicios involucrados	0%	10 días	lun 22/02/21	vie 5/03/21
Integración con Telegram	0%	5 días	lun 8/03/21	vie 12/03/21
Pruebas técnicas	0%	10 días	lun 15/03/21	vie 26/03/21
Bitacora de resultados	0%	3 días	lun 29/03/21	mié 31/03/21
Bitacora de envíos de archivos	0%	1 día	lun 29/03/21	lun 29/03/21
Bitacora de preguntas realizadas por usuarios	0%	1 día	mar 30/03/21	mar 30/03/21
Bitacora de respuesas devueltas por aplicación	0%	1 día	mié 31/03/21	mié 31/03/21
Puesta en marcha de aplicación fase intermedia	0%	154 días	jue 1/04/21	mar 2/11/21
Observación etapa intermedia	0%	14 días	jue 1/04/21	mar 20/04/21
Obtención y análisis de resultados	0%	5 días	mié 21/04/21	mar 27/04/21
Documentación de resultados obtenidos	0%	5 días	mié 28/04/21	mar 4/05/21
Modificaciones y mejoras (no hay proceso productivo en un ingenio)	0%	130 días	mié 5/05/21	mar 2/11/21
Puesta en marcha de aplicación fase final	0%	39 días	lun 8/11/21	jue 30/12/21
Observacion etapa final	0%	14 días	lun 8/11/21	jue 25/11/21
Modificaciones y mejoras	0%	10 días	vie 26/11/21	jue 9/12/21
Obtención y análisis de resultados	0%	5 días	vie 10/12/21	jue 16/12/21
Documentación de resultados obtenidos	0%	10 días	vie 17/12/21	jue 30/12/21
Redacción de informe final	0%	40 días	lun 3/01/22	vie 25/02/22
Marco teórico	0%	1 día	lun 3/01/22	lun 3/01/22
Diseño de la solución tecnológica	0%	10 días	mar 4/01/22	lun 17/01/22
Desarrollo de la solución	0%	10 días	mar 18/01/22	lun 31/01/22
Experimentación	0%	10 días	mar 1/02/22	lun 14/02/22
Recolección y evaluación de resultados	0%	5 días	mar 15/02/22	lun 21/02/22
Conclusiones	0%	2 días	mar 22/02/22	mié 23/02/22
Recomendaciones	0%	2 días	jue 24/02/22	vie 25/02/22
Entrega primer versión de trabajo de investigación	0%	1 día	sáb 26/02/22	<u>sáb 26/02/22</u>

Fuente: elaboración propia.

12. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

Para la elaboración e implementación de este trabajo de graduación, se cuenta con el permiso de un ingenio azucarero ubicado en la costa sur de Guatemala, el cual pone a disposición los recursos operativos, tecnológicos y económicos.

12.1. Factibilidad operativa

- Recurso humano necesario
 - Dos usuarios de cabina de radio involucrados en la comunicación del proceso productivo.
 - Personal de los procesos de corte, alce y transporte que cuentan con dispositivo de radio y teléfono de la empresa, y que son los involucrados en la comunicación del proceso productivo.
 - Una persona del departamento de tecnología para las pruebas técnicas, quien debe contar con conocimientos en infraestructura de servidores, arquitectura de microservicios y comunicación mediante software de mensajería.

- Tiempo de observación
 - El proceso productivo de un ingenio empieza en noviembre y termina 6 meses después (ver tabla XVI).

Tabla XVII. **Tiempo de observación**

Fase	Días	Período de producción	Fecha inicial de la observación	Fecha final de la observación
Inicial	14	2020-2021	09/11/2020	26/11/2020
Intermedia	14	2020-2021	01/04/2021	20/04/2021
Final	14	2021-2022	08/11/2021	25/11/2021

Fuente: elaboración propia.

Durante el tiempo de observación, el operador de radio debe estar involucrado para llenar las boletas de cada proceso.

- Tiempo de pruebas tecnológicas
 - Para las pruebas tecnológicas, debe estar involucrada la persona de tecnología. Estas pruebas se realizarán para el desarrollo de la aplicación en los procesos de envío de archivos y el flujo de proceso del *chatbot*. Para ello es necesario tomar en cuenta las siguientes fechas:

Tabla XVIII. **Pruebas tecnológicas**

Proceso	Días	Fecha inicial	Fecha final
Envío de archivos mediante <i>chatbot</i>	5	29/01/2021	04/02/2021
Flujo pregunta-respuesta mediante <i>chatbot</i>	10	15/03/2021	26/03/2021

Fuente: elaboración propia.

- Acceso a la información
 - Para la elaboración de esta aplicación, se debe acceder a la información relacionada con el flujo productivo de un ingenio, el cual se encuentra almacenado en la base de datos utilizada por el sistema empresarial.

- Permisos
 - Permiso para que el operador de radio involucrado en la comunicación del proceso productivo, sume dentro de sus actividades, el tiempo necesario para el ingreso de las observaciones, en el período de tiempo establecido, según las fases del proyecto.

 - Permiso para el uso del equipo móvil existente para la implementación del sistema *chatbot*.

 - Permiso para la utilización de la infraestructura necesaria para el desarrollo e implementación de la aplicación basada en *chatbot*.

Se cuenta con el permiso del ingenio para elaborar este proyecto, por lo que se puede inferir el uso y operación garantizada de la aplicación.

12.2. Factibilidad técnica

- Aspectos técnicos de hardware y software
 - Infraestructura de servidor en la nube de Oracle
 - VM.Standard2.4
 - 4 OCPU
 - 60 GB RAM

- 120 GB de espacio en disco
- Infraestructura de desarrollo en sitio
 - Procesador Intel Core i7
 - 16 GB RAM
 - 512 GB de espacio en disco de estado sólido
- Infraestructura de comunicación
 - Red móvil de datos para los dispositivos que se utilizarán en la implementación de la aplicación.
 - Red empresarial para acceso desde el servidor de desarrollo a la base de datos.
- Equipo de comunicación móvil
 - Celulares para el personal involucrado en la comunicación del proceso productivo.
- *Software* necesario
 - Sistema operativo Linux CentOS 7
 - *Ruby on Rails*
 - NGINX
 - Docker
 - NLTK para Ruby
 - Telegram
- Conocimientos de usuario final
 - Conocimientos en el proceso de corte, alce y transporte.
 - Conocimientos en el uso de tecnología de mensajería para uso de *chatbot*.

- Conocimientos de usuarios de prueba técnica
 - Conocimiento y experiencia previa con el *software* y *hardware* involucrado en la elaboración de este proyecto.

- Tiempo necesario para el desarrollo de la solución
 - La solución está planteada para utilizar dos períodos productivos, que inician en noviembre de 2020 y terminan en diciembre 2021.
 - Se utilizarán 4 horas en horarios no laborables, para la elaboración de este proyecto.

A solicitud del ingenio donde se llevará a cabo este proyecto, se aprovisionará del recurso necesario en la infraestructura de nube, la cual cuenta con espacio disponible.

El software para utilizar es de licenciamiento gratuito y corresponde a las versiones con las que cuenta el ingenio para el desarrollo de aplicaciones.

El conocimiento de los operadores y usuarios finales para el uso de la tecnología es alto y se basa en las diferentes aplicaciones que actualmente usan.

El conocimiento de la persona para las pruebas tecnológicas sobre el software que se utilizará es alto.

Se concluye en que existe la factibilidad técnica, ya que el hardware, el software, el conocimiento y el tiempo necesario para la elaboración del proyecto son satisfactorios.

12.3. Factibilidad económica

A continuación, se presenta una tabla con las diferentes observaciones en cada costo asociado.

Tabla XIX. **Pruebas tecnológicas**

Actividad	Costo unitario	Costo proyecto (12 meses)	Costo / observación
Costo por infraestructura de servidor (hardware y software)	\$190 x mes 7.80 tasa cambio Q1,482 x mes	\$2,280 x proyecto 7.80 tasa cambio Q17,784 x proyecto	Asumido por el ingenio al tratarse de espacio en la nube que ya está siendo pagado como parte de su presupuesto normal.
Costo por software que se utilizará para la infraestructura de servidor y equipo de desarrollo.	\$0	\$0	Se utilizará software gratuito, por lo cual no hay ningún costo asociado. El equipo para utilizar en el desarrollo de la aplicación es otorgado por el ingenio donde se llevará a cabo esta solución.

Continuación tabla XIX.

Costo por equipo de móvil y planes de datos	<p>Q1000 por equipo</p> <p>60 usuarios aproximados</p> <p>Q60,000 x equipos</p> <p>Q150 plan de datos al mes</p> <p>Q9000 x plan de datos mensual</p>	<p>Q60,000 x equipo</p> <p>Q108,000 x plan de datos x proyecto</p>	<p>Se utilizará el equipo móvil empresarial. No es necesario el incremento en cantidad de equipo o pago adicional por datos consumidos.</p> <p>El ingenio ya está asumiendo los costos por proyectos propios de movilidad, por lo cual no hay costos asociados.</p>
Costo por personal para pruebas de observación	<p>Q98.63 x día</p> <p>2 personas por día</p>	<p>14 días fase inicial</p> <p>14 días fase intermedia</p> <p>14 días fase final</p> <p>Q8,285 por 2 personas</p>	<p>El ingenio absorbe este costo al incluir estas actividades como normales dentro de las actividades diarias del operador de radio.</p>
Costo por personal para pruebas de tecnología	<p>Q400 x día</p> <p>1 persona por día</p>	<p>5 días de envío de archivos</p> <p>10 días <i>chatbot</i></p> <p>Q6,000</p>	<p>El ingenio absorbe este costo al incluir las actividades de prueba como parte de las actividades normales de la persona involucrada.</p>

Continuación tabla XIX.

Costo asociado por el desarrollo de la aplicación	Q0	Q0	El costo por el desarrollo de la aplicación es asumido por la persona que desarrollará la aplicación (estudiante).
Total, proyecto (+)		Q200,069	
Costos asumidos por el ingenio (-)		Q200,069	
Costo de inversión		Q0	

Fuente: elaboración propia.

Se concluye en la fase de factibilidad económica, que no se incurre en ningún gasto debido a que todos los costos son asumidos por el ingenio donde realizará la implementación de la solución. El costo asociado por el desarrollo de la aplicación será asumido por el estudiante interesado en realizar esta investigación.

El desarrollo e implementación de esta investigación son factibles, debido al cumplimiento operativo, técnico y económico de este.

13. REFERENCIAS

1. Anderson, C. (Marzo, 2015). *Software Engineering*. *IEEE Software* 32(3), 102-105. Recuperado de <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=7093032>
2. Asociación de Azucareros de Guatemala. (s.f.). El azúcar de Guatemala en el mundo. [Mensaje en un blog]. Recuperado de <https://www.azucar.com.gt/azucar-de-guatemala-en-el-mundo/>
3. Bass, L., Clements, P. y Kazman, R. (2013). *Software Architecture in Practice*. New Jersey, Estados Unidos de América: Addison Wesley.
4. Charlán, J. (3 de agosto, 2018). Qué es un *chatbot* y para qué sirve. [Mensaje en un blog]. Recuperado de <https://www.esic.edu/rethink/tecnologia/que-es-un-chatbot-y-para-que-sirve>.
5. Crevier, D. (1993). *AI - The tumultuous history of the search for artificial intelligence*. New York, Estados Unidos de América: BasicBooks.
6. DB-Engines. (3 de marzo, 2020). *DB-Engines Ranking*. [Mensaje en un blog]. Recuperado de <https://db-engines.com/en/ranking>.

7. Docker. (s.f.). Just released: Docker Desktop 3.5. [Mensaje en un blog]. Recuperado de <https://www.docker.com/>.
8. Gelbukh, A. (Junio, 2010). Procesamiento de Lenguaje Natural y sus Aplicaciones. *Komputer Sapiens* 2(1), 6-11. Recuperado de <https://www.gelbukh.com/CV/Publications/2010/Procesamiento%20de%20lenguaje%20natural%20y%20sus%20aplicaciones.pdf>.
9. Goksel, N. y Mutlu, M. (Abril, 2016). On the track of Artificial Intelligence: Learning with Intelligent Personal Assistants. *International Journal of Human Sciences* 13(1), 592-601. Recuperado de <https://www.j-humansciences.com/ojs/index.php/IJHS/article/view/3549>.
10. Google Trends (s.f.). *Búsqueda de Chatbot en todo el mundo*. [Mensaje en un blog]. Recuperado de <https://trends.google.es/trends/?geo=GT>.
11. Google. (3 de marzo, 2020). *Estadística de Google Trends*. [Mensaje en un blog]. Recuperado de <https://trends.google.es/>.
12. Hoffmann, A. (2019). *Chatbot, Einführung in die Zukunft von Marketing, PR und CRM*. München, Alemania: Franzis Verlag.
13. Hokianto, C., Rino, y Riki, R. (2020). Designing a *Chatbot* Application for Student Information Centers on Telegram Messenger Using Fulltext Search Boolean. *Bit-Tech Journal* 2(2), 71-80. Recuperado de <https://jurnal.kdi.or.id/index.php/bt/article/view/106>.

14. Statista. (2 de marzo, 2020). *Customer comfort with AI chatbot service worldwide 2017, by service*. [Mensaje en un blog]. Recuperado de <https://www.statista.com/statistics/717098/worldwide-customer-chatbot-acceptance-by-industry/>.
15. Ingenio Palo Gordo, S.A. (8 de marzo, 2020). Proceso: Corte, Alce, Transporte. [Mensaje en un blog]. Recuperado de http://portal.ipg.com.gt/sysPortal/_frmProcesos.html
16. Mamgain, D. (10 de mayo, 2019). Dialogflow vs Lex vs Watson vs Wit vs Azure Bot | Which *Chatbot* Service Platform To Use? [Mensaje en un blog]. Recuperado de <https://www.kommunicate.io/blog/dialogflow-vs-lex-vs-watson-vs-wit-vs-azure-bot/>.
17. Markets And Markets. (8 de marzo, 2020). *Conversational AI Market*. [Mensaje en un blog]. Recuperado de https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/conversational-ai-market-49043506.html?gclid=EAlalQobChMI9Pil4ou15QIVBofVCh3PaQQgEAAYASAAEgKIPvD_BwE
18. Melgar, M., Meneses, A., Orozco, H., Pérez, O., y Espinosa, R. (2014). *El Cultivo de la Caña de Azúcar en Guatemala*. Guatemala: Artemis Edinter, S.A.
19. Miranda, A. (2015). *Big Intelligence - Nuevas capacidades para los sistemas de vigilancia estratégica e inteligencia competitiva*. Madrid, España: Fundacion EOI.

20. Nginx. (s.f.). *Nginx*. [Mensaje en un blog]. Recuperado de <https://nginx.org/en/>.
21. NLTK. (s.f.). *NLTK Documentation*. [Mensaje en un blog]. Recuperado de <https://www.nltk.org/>
22. Oracle. (23 de marzo, 2020). Would you like to visit an Oracle country site closer to you? [Mensaje en un blog]. Recuperado de <https://www.oracle.com>.
23. Priadko, A., Osadcha, K., Kruhlyk, V. y Rakovych, V. (2019). Development of a *chatbot* for informing students of the schedule. *CEUR-WS Vol. 2546*, 128-137. Recuperado de <http://elibrary.kdpu.edu.ua/bitstream/123456789/3744/1/paper08.p>
24. Ratnayake, D. (31 de enero, 2019). *The Truth About API Management in a Microservice Architecture*. [Mensaje en un blog]. Recuperado de <https://medium.com/@duckster/the-truth-about-api-management-in-a-microservice-architecture-a3b001a713c5>.
25. Ren, R., Acuña, S. , Castro, J. W., y de Lara, J. (Julio, 2019). Usability of *Chatbots: A Systematic Mapping Study*. *SEKE 2019 : The 31st International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering*. Doi: 10.18293/SEKE2019-029.
26. Rizky, P. y Arista, P. (Julio, 2020). *The Online Test application uses Telegram Bots Version 1.0*. *International Conference on Science and Technology 2019, Vol. 1569*. doi:10.1088/1742-6596/1569/2/022042

27. Rodger, R. (2018). *The Tao of Microservices*. Nueva York, Estados Unidos de América: Manning Publications Co.
28. Ruby. (s.f.). *Ruby. El mejor amigo de un desarrollador*. [Mensaje en un blog]. Recuperado de <https://www.ruby-lang.org/es/about/>
29. Rubyonrails.org. (s.f.). *Ruby on Rails: El desarrollo web que no molesta*. [Mensaje en un blog]. Recuperado de <http://rubyonrails.org/es/>
30. Rueda, J. (Diciembre, 2020). Indicadores de gestión como herramienta de diagnóstico para Pymes. *I+D Revista de Investigaciones*, 15(2), 109-124. Recuperado de <https://www.udi.edu.co/revistainvestigaciones/index.php/ID/article/view/250/329>.
31. Sammera, A. y Woods, J. (Julio, 2015). Survey on Chatbot Design Techniques in Speech. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 6(7), 72-80. Recuperado de https://thesai.org/Downloads/Volume6No7/Paper_12-Survey_on_Chatbot_Design_Techniques_in_Speech_Conversation_Systems.pdf.
32. Santana, C. (2017). *Despliegue de una aplicación Ruby on Rails utilizando las tecnologías de virtualización Docker y CoreOS en la nube pública de AmazonWeb Services* (Tesis de Maestría) Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, España. Recuperado de <https://accedacris.ulpgc.es/handle/10553/23928>.

33. Statista. (3 de marzo, 2020). *Customer comfort with AI chatbot service worldwide 2017, by service*. [Mensaje en un blog]. Recuperado de <https://www.statista.com/statistics/717098/worldwide-customer-chatbot-acceptance-by-industry/>.
34. Sucipto, S., Resti, N., Andriyanto, T., Karaman, J., y Qamaria, R. (Noviembre, 2019). Transactional database design information system web-based. *Iopscience* 1381, 1-8. Recuperado de doi:10.1088/1742-6596/1381/1/012008
35. TechTerms. (21 de agosto, 2017). Container Definition. [Mensaje en un blog]. Recuperado de <https://techterms.com/definition/container>
36. Telegram. (s.f.). Telegram Bot API. [Mensaje de blog]. Recuperado de <https://core.telegram.org/bots/api>