

**PONTIFICA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR  
SEDE ESMERALDAS**



**CARRERA:**

INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN  
PREVIO AL GRADO ACADÉMICO DE INGENIERÍA DE SISTEMAS Y  
COMPUTACIÓN

**TEMA DE INVESTIGACIÓN:**

PLATAFORMAS DE COMPUTACIÓN EN LA NUBE PARA EL DESARROLLO DE  
APLICACIONES WEB.

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

PROGRAMACIÓN Y DESARROLLO DE SOFTWARE

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DE TÍTULO DE:**

INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN

**AUTOR:**

JOSÉ ANTONIO COBEÑA CEDEÑO

**ASESOR:**

MGT. XAVIER QUIÑÓNEZ KU

**ESMERALDAS, SEPTIEMBRE 2021**

# TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Tema:

PLATAFORMAS DE COMPUTACIÓN EN LA NUBE PARA EL DESARROLLO DE  
APLICACIONES WEB.

Autor:

JOSÉ ANTONIO COBEÑA CEDEÑO

Mgt. Xavier Quiñónez Ku

f\_\_\_\_\_

**ASESOR**

Mgt. Jaime Sayago Heredia

f\_\_\_\_\_

**LECTOR 1**

Mgt. Wilson Chango Sinalema

f\_\_\_\_\_

**LECTOR 2**

Mgt. Susana Patiño Rosado

f\_\_\_\_\_

**DIRECTORA DE ESCUELA**

Abg. David Guashpa

f\_\_\_\_\_

**SECRETARIO GENERAL PUCESE**

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD**

Yo, José Antonio Cobeña Cedeño, portador de la cédula de ciudadanía No. 131499460-7, declaro que los resultados obtenidos en la investigación que presento como informe final, previo a la obtención del título de Ingeniero en Sistemas y Computación, son absolutamente originales, auténticos y personales.

En tal virtud, declaro que el contenido, de las conclusiones, los efectos legales y académicos que se desprenden del trabajo propuesto de Investigación y luego de la redacción de este documento son y serán de mi sola y exclusiva responsabilidad legal y académica.

José Antonio Cobeña Cedeño

C.I.: 080265365-9

## **DEDICATORIA**

*Dedico primeramente este triunfo a Dios, por siempre darme la fuerza y sabiduría para lograr todas las cosas que me propongo.*

*A mi amada madre, Esneida Cedeño que ha sido un pilar fundamental en este proceso, dándome siempre el debido apoyo, amor y sacrificio para tener éxito en mi vida, a mi padre Keiner Cobeña por todo el esfuerzo que ha hecho para ayudarme e inculcarme el significado de la superación, nunca me ha faltado un consejo por parte de ellos, y eso ha sido una de las cosas más importantes por la que he dado un paso más hacia mi objetivo de vida.*

*A mi hermano Gabriel Cobeña por ser un ejemplo a seguir guiándome por el buen camino.*

*Y por último a mi enamorada Nayely Cedeño, por motivarme a ser mejor persona, brindándome su apoyo y compañía.*

**JOSÉ ANTONIO COBEÑA CEDEÑO**

## **AGRADECIMIENTOS**

*Agradezco a Dios, por darme salud, inteligencia y perseverancia para culminar este paso y permitirme terminar esta gran etapa de mi vida.*

*A mis padres por su cariño y apoyo que me han brindado a lo largo de mi carrera y a mi hermano por su motivación.*

*A mis amigos por brindarme su apoyo y ser siempre mi método de distracción en mis momentos de mayor estrés*

*Gracias a cada uno de los docentes que formaron parte de mi proceso a lo largo de la carrera, por sus enseñanzas y palabras de aliento que han sido fundamentales siempre, a mi asesor y lectores por sus correcciones e instrucciones para realizar el presente proyecto.*

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN .....	2
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD .....	3
DEDICATORIA.....	4
AGRADECIMIENTOS .....	5
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	6
ÍNDICE DE FIGURAS .....	8
ÍNDICE DE TABLAS .....	8
RESUMEN.....	9
ABSTRACT .....	10
INTRODUCCIÓN .....	11
1.1    Presentación del problema.....	11
1.2    Planteamiento del problema .....	11
1.3    Justificación .....	12
1.4    Objetivos.....	13
1.4.2    Específicos .....	13
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO.....	14
■.....	14
2.1    Bases teóricas-conceptuales .....	14
2.2    ANTECEDENTES .....	29
2.3    BASES LEGALES .....	31
CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS.....	35
3.1    Delimitación espacio temporal .....	35
3.2    Tipo de estudio .....	35
3.3    Población y muestra.....	36
3.4    Método de investigación.....	36
3.5    Variables de investigación.....	37
3.6    Técnicas de investigación e instrumentos de recolección de datos .....	43
3.7    Técnicas de procesamiento y análisis estadístico de datos.....	43
3.8    Normas éticas .....	44
CAPÍTULO III: RESULTADOS .....	45
4.1    Identificación de principales plataformas de computación en la nube.....	45
4.2    Desarrollo de aplicación web. ....	46
4.3    Despliegue de aplicación web en las plataformas de computación en la nube sujetas a estudio.....	50

4.4 Comparación de resultados en base a facilidades de despliegue brindadas por las plataformas de computación en la nube. ....	1
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN .....	1
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES .....	3
RECOMENDACIONES .....	4
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	5

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Tablero de Microsoft Azure Cloud.....	19
Figura 2. Tablero de GCP .....	20
Figura 3. Notación de RMM .....	25
Figura 4. Calidad del producto de software. ....	28
Figura 5. Cuadrante para proveedores de servicio de plataforma en la nube.....	46
Figura 6. Diseño relacional de la base de datos. ....	47
Figura 7. Arquitectura de la aplicación desarrollada.....	48
Figura 8. Estructura del proyecto en la IDE.....	49
Figura 9. UI de la aplicación web desarrollada. ....	50
Figura 10. Arquitectura de App Engine. ....	51
Figura 11. Configuración del entorno App Engine. ....	51
Figura 12. Arquitectura de App Service.....	53
Figura 13. Configuración de la conexión de Visual Studio 2019 con App Service.....	54
Figura 14. Caja de herramientas de Amazon Web Services. ....	56
Figura 15. UI al desplegar la app en Elastic Beanstalk.....	56
Figura 16. Interfaz de facturación en AWS.....	57

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Variable de rendimiento.....	37
Tabla 2. Variable tipo de nube .....	39
Tabla 3. Variable modelo de computación en la nube .....	41
Tabla 4. Eficiencia de desempeño de App Engine.....	52
Tabla 5. Seguridad de App Engine.....	52
Tabla 6. Compatibilidad de App Engine con .NET. ....	53
Tabla 7. Eficiencia de desempeño de App Service. ....	54
Tabla 8. Seguridad de Azure App Service. ....	55
Tabla 9. Compatibilidad de Azure App Service con .NET.....	55
Tabla 10. Eficiencia de desempeño de Elastic Beanstalk. ....	57
Tabla 11. Seguridad de Elastic Beanstalk. ....	58
Tabla 12. Compatibilidad de Elastic Beanstalk con .NET.....	58
Tabla 13. Tabla comparativa en base a las características de eficiencia de desempeño, seguridad y compatibilidad.....	1
Tabla 14. Eficiencia de desempeño.....	9
Tabla 15. Intervalo de ponderación de eficiencia de desempeño.....	9
Tabla 16. Características para evaluar la seguridad de la plataforma. ....	10
Tabla 17. Intervalo de ponderación de seguridad .....	10
Tabla 18. Características de la compatibilidad brindada por la plataforma. ....	11

## RESUMEN

Con el auge de la computación en la nube las empresas se han visto obligadas a migrar su infraestructura tecnológica a un proveedor de computación en la nube. De esta manera, la presente investigación tiene el propósito de evaluar las principales plataformas de computación en la nube mediante el análisis de tecnologías existentes con la finalidad de identificar al proveedor óptimo para realizar el despliegue de aplicaciones web. En base al objetivo principal de la investigación se identificó, mediante una revisión bibliográfica, a los proveedores líderes del mercado del servicio de plataformas de computación en la nube los cuales son Amazon Web Services, Microsoft Azure y Google Cloud Platform. Posteriormente, se diseñó y desarrolló una aplicación web utilizando el framework .NET para realizar la administración de productos de bebidas alcohólicas de la empresa “El Manaba Licores” la cual estaba enlazada con una base de datos relacional SQL Server para almacenar la información. La aplicación web desarrollada fue desplegada en los tres proveedores líderes del mercado de PaaS identificados. Por último, se realizó una comparativa a los servicios de PaaS sujetos a estudio en base a tres características de la normativa internacional ISO/IEC 25010 referente a la calidad del producto de software, las cuales son eficiencia de desempeño, seguridad y compatibilidad, obteniendo como resultado que el servicio Elastic Beanstalk proveído por Amazon Web Services brindó los mejores resultados de calidad de software al momento de desplegar la aplicación web desarrollada.

**Palabras claves:** Computación en la nube, plataforma como servicio, calidad de software, aplicación web.

## **ABSTRACT**

With the rise of cloud computing, companies have been forced to migrate their technological infrastructure to a cloud computing provider. In this way, the present research has the purpose of evaluating the main cloud computing platforms by analyzing existing technologies to identify the optimal provider to carry out the deployment of web applications. Based on the main objective of the research, the market leading providers of the cloud computing platform service were identified, through a bibliographic review, which are Amazon Web Services, Microsoft Azure and Google Cloud Platform. Subsequently, a web application was designed and developed using the .NET framework to manage the alcoholic beverages products of the company "El Manaba Licores" which was linked to a relational SQL Server database to store the information. The developed web application was deployed in the three identified PaaS market leading providers. Finally, a comparison was made to the PaaS services subject to study based on three characteristics of the international standard ISO/IEC 25010 regarding the quality of the software product, which are performance efficiency, security, and compatibility, obtaining as a result that the Elastic Beanstalk service provided by Amazon Web Services provided the best software quality results when deploying the developed web application.

**Keywords:** Cloud computing, platform as a service, software quality, web application.

# INTRODUCCIÓN

## 1.1 Presentación del problema

La computación en la nube es un paradigma implementado en los últimos años que está experimentando un crecimiento exponencial debido a la cantidad de servicios y aplicaciones ofrecidas de pago por uso [1]. Por ello, se dificulta tomar una decisión para elegir la herramienta óptima que se ajuste a las necesidades de una aplicación web. Las herramientas de computación en la nube ofrecen una gran cantidad de almacenamiento lo que permite tener escalabilidad y flexibilidad en las infraestructuras de las aplicaciones web.

En la actualidad, para facilitar el desarrollo de aplicaciones web se utiliza HTML5 de manera estándar en todas las plataformas por lo que se presenta deficiencias de seguridad, esto permite que se inyecte código malicioso en las aplicaciones web [2]. Además, debido a los orígenes del desarrollo web y los modelos de desarrollo utilizados se pueden generar conflictos de compatibilidad entre las aplicaciones web creadas y las plataformas de computación en la nube. Esta investigación propone identificar la herramienta de programación en la nube óptima para realizar el despliegue de aplicaciones web.

## 1.2 Planteamiento del problema

Debido al gran desarrollo tecnológico varias empresas y organizaciones a nivel mundial han desplegado plataformas de computación en la nube para el alojamiento de distintos tipos de servicios con la capacidad de establecer conexión desde cualquier dispositivo inteligente con acceso a internet. La migración de los servicios de computación surge a partir de la necesidad de ahorrar costos y tener mayor accesibilidad. La computación en la nube es la computación en línea en la que una gran cantidad de servidores distantes están conectados en red para permitir el almacenamiento de datos centralizado y el acceso a servicios o recursos informáticos en cualquier lugar y en cualquier momento. La nube se puede implementar en pública, privada, híbrida y comunitaria, y se puede clasificar en función de los servicios prestados.

Aunque en principio son dos tecnologías independientes, la computación en la nube está estrechamente asociada con la computación web en las aplicaciones web contemporáneas. Estas aplicaciones, generalmente desarrolladas utilizando marcos web, se implementan cada vez más en servidores que residen en la nube para obtener beneficios comúnmente asumidos de la infraestructura de la nube. Estos beneficios incluyen escalabilidad y elasticidad, lo que libera al desarrollador de considerar tales problemas durante el desarrollo [3]. Desafortunadamente,

dado que los orígenes tradicionales de las aplicaciones web y los marcos utilizados para desarrollarlos son muy diferentes de las plataformas de computación en la nube, puede surgir una discrepancia entre la aplicación web y la plataforma de alojamiento en la nube. Entonces, las fortalezas de la computación en la nube pueden quedar invalidadas por el diseño de la aplicación web [4].

A partir de la variedad de plataformas en la nube orientadas a distintos tipos de servicios surge la problemática para el programador o las empresas de desarrollo sobre qué plataforma utilizar para realizar el desarrollo de aplicaciones web.

### **1.3 Justificación**

El presente trabajo de investigación se fundamenta en la necesidad de migrar los servicios de tecnologías de la información y comunicación (TICS) a un almacenamiento en la nube debido al desarrollo tecnológico. La computación en la nube favorece en gran medida a las empresas de desarrollo de software ya que brinda importantes ventajas de infraestructura, conexión y administración de los servicios de las TICS.

A través de la ejecución de la investigación se aportó con información a nivel de conocimiento a toda la comunidad de programadores que necesitan tener referencia sobre las plataformas de computación en la nube adecuadas que se ajusten a las necesidades para desarrollar aplicaciones web. Además, se creó un modelo de implementación de aplicaciones web en la plataforma que brinde los mejores resultados en cuanto a las características de: eficiencia en el desempeño de la plataforma de computación, seguridad brindada por el proveedor al hacer uso del servicio de PaaS y compatibilidad con el framework utilizado para el desarrollo de la aplicación web.

Entonces, la investigación es de gran importancia porque se identificó la plataforma óptima para realizar el desarrollo de aplicaciones web en base a las características antes mencionadas, siendo los principales beneficiarios la comunidad de programadores a nivel mundial y las empresas de desarrollo de software. Por ello, el tiempo de desarrollo de una aplicación web en una plataforma de computación en la nube será afectado positivamente, además, se reducirán los recursos de software necesarios para procesar y almacenar información al desarrollar una aplicación web, así como los costos de hardware necesarios para la implementación de una infraestructura de desarrollo.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 General**

Evaluar las principales plataformas como servicio de computación en la nube mediante el análisis de tecnologías existentes para el reconocimiento del proveedor óptimo de despliegue de aplicaciones web.

### **1.4.2 Específicos**

- Identificar las principales plataformas de computación en la nube orientadas al desarrollo de aplicaciones web desde una perspectiva práctica.
- Desarrollar una aplicación web basada en tecnologías orientadas a recursos para la administración de productos.
- Integrar la aplicación web en las principales plataformas de computación en la nube.
- Comparar los resultados obtenidos en base a las facilidades de despliegue que brindan las principales plataformas de computación en la nube.

# CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

## 2.1 Bases teóricas-conceptuales

En este capítulo se presentan las bases teóricas y conceptuales relacionadas con la temática de plataformas de computación en la nube para el desarrollo de aplicaciones web, entre las que se encuentran, computación en la nube, arquitecturas de desarrollo y frameworks de desarrollo de aplicaciones web. Tomando en cuenta lo descrito en este apartado se espera que se entiendan los conceptos teóricos para realizar el despliegue de aplicaciones web en los servicios de plataformas de computación en la nube.

### 2.1.1 Computación en la nube

La computación en la nube es una tecnología en línea que brinda servicios para toda la comunidad de desarrolladores reduciendo el consumo de los recursos de software y optimizando el costo de una infraestructura informática por medio de instancias virtuales ubicadas en distintas localizaciones a nivel mundial.

La computación en la nube se ha convertido en una de las tecnologías más destacadas que ofrece servicios bajo demanda (CPU, ancho de banda de red, memoria, almacenamiento, aplicaciones, etc.) a los usuarios mediante la asignación de instancias virtuales y servicios de software [2]. La computación en la nube es la computación en línea en la que una gran cantidad de servidores distantes están conectados en red para permitir el almacenamiento de datos centralizado y el acceso a servicios o recursos informáticos en cualquier lugar y en cualquier momento. La nube se puede implementar como pública, privada, híbrida y comunitaria, y se puede clasificar según los servicios prestados [5]. Según Gartner, el 95% de los errores de seguridad en la nube registrados en el año 2020 corresponden a fallas del usuario [6].

Las tecnologías en la nube brindan innovación, agilidad, velocidad y la personalización necesaria para generar una ventaja competitiva. Por lo tanto, cada vez más empresas están derribando barreras para adoptar estas tecnologías. Muchas personas, empresas, organizaciones, especialmente las nuevas empresas, utilizan tecnologías en la nube para el desarrollo de soluciones de tecnología de la información, así como otros servicios que requieren tecnología de la información.

### **2.1.1.1 Tipos de nube**

La computación en la nube se la puede implementar como pública, privada, híbrida y comunitaria según las necesidades del desarrollador y empresa u organización dueña del servicio informático [4].

#### **Nube privada**

La nube está disponible para uso exclusivo de una sola organización. Puede ser poseído, administrado y trabajado por una sola organización o una combinación de ellas. El uso en la nube privada puede ser significativamente más seguro que el de la nube pública debido a una menor exposición a la comunidad externa [7].

#### **Nube pública**

La nube está disponible para uso abierto por parte del público en general. Puede ser propiedad y estar gestionado por una organización privada o gubernamental. Son menos seguros en comparación con otros modelos de nube. La respuesta para esto puede ser que los controles de seguridad deben ejecutarse mediante la aprobación de ambos lados, por parte del proveedor de la nube y el cliente [8].

#### **Nube híbrida**

Esta nube es una combinación de dos o más infraestructuras de nube diferentes que siguen siendo entidades distintivas, pero que se unen mediante tecnología estandarizada o patentada que proporciona portabilidad de datos y aplicaciones.

#### **Nube comunitaria**

Esta nube es accesible para uso selectivo por un grupo particular de clientes de la organización que ha transmitido preocupaciones sobre (misión, seguridad, prerequisites, política). Puede ser poseído, supervisado y trabajado por una o más organizaciones de la comunidad, un forastero o una combinación de ellos.

### **2.1.2 Modelos de servicios de la computación en la nube**

La computación en la nube ofrece todo el mecanismo necesario para asignar el mantenimiento y administración de los bienes (equipos, redes, programas, etc.) como un servicio, reduciendo

la necesidad de trabajar con un terminal de altas prestaciones, ya que quien se encarga de todo el proceso de computación en la nube es el proveedor. Los sistemas de computación en la nube por lo general están diseñados para sostener un alto número de clientes y aumentos imprevistos de peticiones. Las tecnologías en la nube ofrecen al usuario diversos formatos, generalmente conocidos como modelos de servicios entre los que se pueden encontrar: infraestructura como servicio (IaaS), plataforma como servicio (PaaS), software como servicio (SaaS), funciones como servicio (FaaS) y *backend* como servicio (BaaS) [3].

### **Non-Serverless**

Los modelos de computación en la nube IaaS, PaaS y SaaS incluyen servidores en cada una de sus instancias virtuales creadas, por lo que los clientes adquieren la capacidad de administrar, hasta cierto punto, la infraestructura de la nube subyacente [9] dependiendo del modelo. En la informática con servidor los consumidores cancelan al proveedor de la nube un valor económico para que los servicios necesarios para ejecutar la aplicación funcionen de forma permanente. En este caso los consumidores tienen la capacidad de incrementar las características de rendimiento de la aplicación según la demanda que esta tenga.

#### **2.1.2.1 Infraestructura como servicio (IaaS)**

El consumidor tiene la capacidad de administrar procesamiento, almacenamiento, redes y otros bienes informáticos que pueden incluir sistemas operativos y aplicaciones. Estos bienes informáticos son implementados y ejecutados por el consumidor. El consumidor tiene los permisos necesarios para administrar los sistemas operativos, el almacenamiento de datos necesario, así como las aplicaciones implementadas. Los componentes específicos de red como los servidores de seguridad de host pueden ser administrados por el consumidor.

#### **2.1.2.2 Plataforma como servicio (PaaS)**

Los proveedores brindan al consumidor la capacidad de implementar dentro de la infraestructura de la nube una variedad de aplicaciones que son creadas por parte del consumidor. Estas aplicaciones son creadas a partir de distintos tipos de lenguajes de programación, herramientas, servicios y bibliotecas compatibles con el proveedor del servicio en la nube. El cliente no gestiona ni controla la infraestructura de nube oculta, teniendo en cuenta la red, los servidores, los sistemas operativos o el almacenamiento, pero posee permisos

de administración sobre las aplicaciones desplegadas además de los parámetros personalizados del entorno de la plataforma para el alojamiento de las aplicaciones.

Los mayores proveedores de plataformas en la nube de Internet de las cosas (IoT) son Microsoft Azure, Amazon Web Services y Google Cloud [10].

### **Amazon Web Service (AWS)**

Esta es una subsidiaria de Amazon que proporciona una plataforma de computación en la nube bajo demanda a varios tipos de usuarios como empresas, instituciones, usuarios comerciales, etc. Las capacidades de Amazon son incomparables ya que cuentan con un amplio conjunto de herramientas que en la actualidad sigue creciendo exponencialmente. Sin embargo, su metodología para cobrar por el uso de los servicios puede ser difícil de entender, y su enfoque particular en la nube pública en reemplazo de la nube privada o la nube híbrida provoca que la interoperabilidad con el centro de datos de AWS no sea prioridad.

Los usuarios pueden aprovechar estos servicios en un modelo de pago por uso. Permite a los usuarios tener un control total sobre sus clústeres virtuales con la ayuda de Internet. Aunque los usuarios no tendrán ningún conocimiento o poder sobre la arquitectura subyacente, los usuarios pueden monitorear y administrar fácilmente sus instancias de máquinas virtuales. Estas máquinas virtuales que administran los usuarios se pueden elegir y crear a partir de uno de los sistemas proporcionados por Amazon o se pueden importar desde el recurso del usuario.

Las opciones del sistema operativo proporcionadas en AWS contienen la configuración de un sistema real que incluye requisitos de hardware como CPU, memoria local, GPU para procesamiento, almacenamiento en disco duro, etc. y requisitos de software como el propio sistema operativo, opciones de red y otro software de aplicación precargado como CRM, bases de datos, etc. En AWS, incluso la consola, que consta de teclado, ratón y otros periféricos, está virtualizado para permitir al usuario acceder desde un navegador de borde.

Dado que estos se comercializan, se ejecutan en conjuntos de servidores que se extienden por todo el mundo. El pago se basa en lo elegido y creado por el usuario. Esto puede ir desde la creación de una sola instancia de máquina virtual hasta la creación de un clúster de esta. A los clientes se les factura en función de las diversas combinaciones de servicios proporcionados por Amazon, que utilizan. Las características o servicios más comunes proporcionados por AWS son informática, redes, almacenamiento, bases de datos, servicios de aplicaciones, etc. [11].

Existen algunas herramientas y servicios de seguridad dentro de la plataforma de computación en la nube de Amazon que cuentan con funciones específicas para brindar seguridad a los distintos servicios ofrecidos por AWS. Existen soluciones de software para obtener el estado actual del uso de servicios que se desperdicia, por lo que los usuarios pueden optimizar el uso de los servicios en la nube (AWS) para ahorrar costos.

AWS ofrece una serie de servicios, que van desde el almacenamiento en la nube hasta herramientas de desarrollo integrales. Aunque AWS tiene un alto costo en comparación con otros proveedores de computación en la nube, tiene la mayor participación de mercado entre todos los proveedores de servicios en la nube. Los dispositivos conectados a Amazon AWS representan una sombra de dispositivo. Estos dispositivos pueden comunicarse con aplicaciones que se ejecutan en la nube, utilizando el protocolo de transferencia de hipertexto, el transporte de telemetría de cola de mensajes y WebSockets [10].

### **Microsoft Azure**

Microsoft Azure cuenta con una infraestructura en la nube excepcional lo que la hace competidor cercano al proveedor de AWS. Si es un cliente empresarial, Azure habla su idioma; no existen muchas empresas que cuenten con la experiencia empresarial (y soporte de Windows) como Microsoft. La plataforma de Microsoft Azure dispone de un centro de datos el cuál facilita la interoperabilidad con la información manejada por cada aplicación. La nube híbrida es una verdadera fortaleza.

La plataforma Azure ofrece a los clientes la posibilidad de ejecutar aplicaciones y almacenar datos y cifras en dispositivos accesibles a través de la web. Estas aplicaciones ofrecen asociaciones a las relaciones, los clientes, o ambos. La plataforma Azure es una tecnología distribuida basada en la web. Se puede utilizar una capacidad extremadamente sistemática, cambiante y compatible para acumular aplicaciones no utilizadas para que permanezcan constantes para la nube o revivir aplicaciones en vivo con administraciones de corte basadas en la nube [12].

Azure ofrece un conjunto de herramientas orientadas al almacenamiento de aplicaciones y manejo de datos tales como máquinas virtuales, servicios de aplicaciones, bases de datos SQL, etc. En la Figura 1 se puede observar la interfaz para administrar los distintos servicios creados en la plataforma.

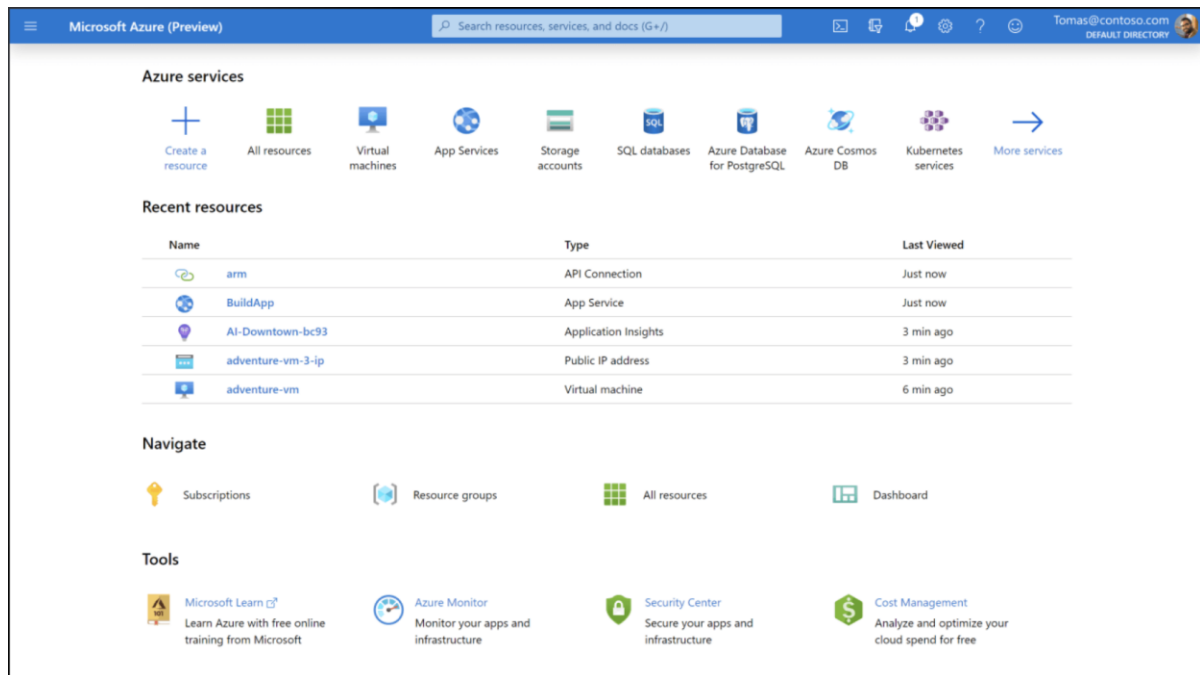


Figura 1. Tablero de Microsoft Azure Cloud

Para mantenerse al día con el tremendo crecimiento del ancho de banda en las redes en la nube, los proveedores de escala web, como Microsoft, se han apresurado a adoptar características elásticas de las redes ópticas modernas. En particular, los multiplexores de adición y caída ópticos reconfigurables de cuadrícula flexible incoloros, los transceptores de ancho de banda variable y la capacidad de elegir una variedad de tipos de fuentes ópticas son fundamentales para que los operadores de redes en la nube mejoren la eficiencia de la red mientras admiten una variedad de tipos de servicios [13].

## Google Cloud Platform

Un desvalido bien financiado en la competencia, Google no tiene el enfoque empresarial con el que cuenta Microsoft o Amazon por su tardío ingreso al mercado de la nube por lo que los clientes empresariales no se sienten atraídos por este proveedor. Pero cuenta con una profunda experiencia técnica además de herramientas líderes en la industria en aprendizaje profundo e inteligencia artificial, aprendizaje automático y análisis de datos son ventajas significativas. En la actualidad, Google Cloud Platform (GCP) es uno de los líderes entre las API de nube. Aunque se estableció hace pocos años, GCP ha ganado una expansión notable debido a su conjunto de servicios de nube pública que se basa en una infraestructura enorme y sólida.

Google Cloud Platform cuenta con una interfaz de programación de aplicaciones (API) de las más importantes y en crecimiento en el mercado de la nube. Proporciona a los

desarrolladores varios productos para crear una variedad de programas, desde sitios web simples hasta aplicaciones complejas distribuidas en todo el mundo. GCP ofrece servicios de alojamiento en la misma infraestructura de soporte que Google usa internamente para productos de usuario final como Búsqueda de Google y YouTube. Para utilizar los servicios en la nube, los desarrolladores expertos se refieren primero a la documentación de la API en la nube, que es un acuerdo entre el proveedor de la nube y el desarrollador sobre cómo funcionará exactamente la API en la nube [14].

La plataforma de computación en la nube de Google ofrece diferentes tipos de servicios en la nube tales como App Engine, Compute Engine, Kubernetes Engine y muchas otras herramientas y programas como se pueden observar en la Figura 2.

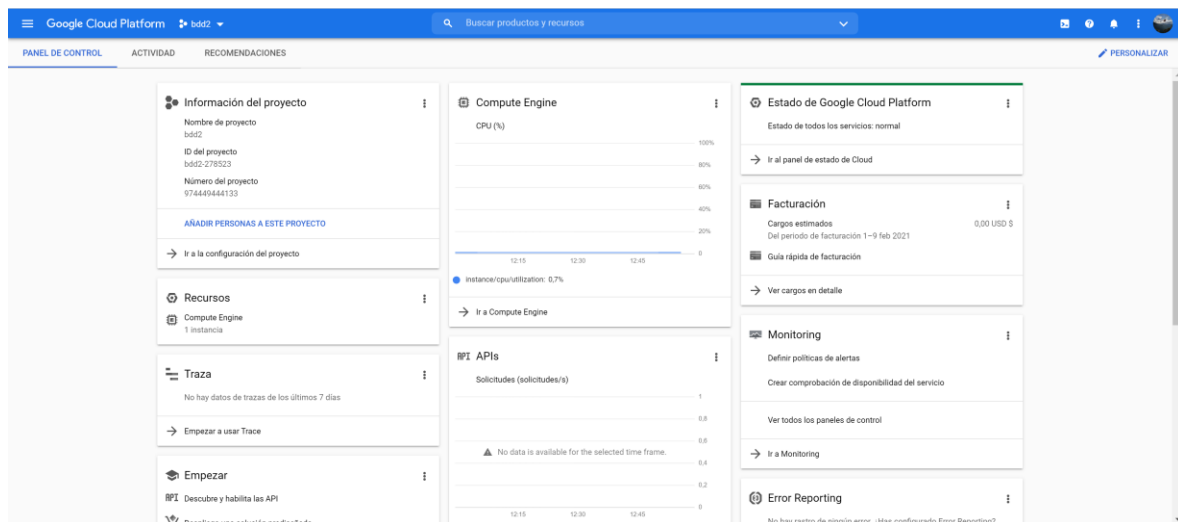


Figura 2. Tablero de GCP

GCP cuenta con un sólido sistema de seguridad para distinguir el protocolo regular de los falsificados. GCP puede descartar el ataque DoS para restablecer el uso eficiente de la CPU y la memoria en las máquinas virtuales [15].

### 2.1.2.3 Software como servicio (SaaS)

El consumidor tiene la capacidad de utilizar aplicaciones del proveedor las cuales son ejecutadas en una infraestructura en la nube. Se puede establecer conexión a las aplicaciones desde cualquier dispositivo con internet que tenga interfaz de cliente ligero, como, por ejemplo, una interfaz de programa o un navegador web. La infraestructura de la nube subyacente no es administrada ni controlada por el consumidor, tampoco los sistemas operativos, los servidores, la red, el almacenamiento o incluso las capacidades que tienen las aplicaciones individuales.

Existe la posibilidad de que los ajustes específicos de configuración de la aplicación sean administrados por el consumidor [16].

### **Serverless**

Los modelos de computación en la nube FaaS y BaaS se ejecutan dentro de un paradigma de desarrollo en la nube que funciona sin servidor. Este modelo es óptimo para desplegar aplicaciones asíncronas que tienen la necesidad de ejecutarse instantáneamente. Este modelo de arquitectura en la nube funciona sin servidor y tiene la capacidad de autoadministrar las capacidades requeridas para el funcionamiento de la aplicación según las necesidades de esta. Los desarrollados están liberados de las tareas de implementación de la aplicación en servidores y escalabilidad de las aplicaciones. La informática sin servidor un paradigma informático que revoluciona la forma en que se crean y aprovisionan las aplicaciones. En este tipo de computación, pequeñas piezas de software llamadas funciones se implementan en la nube con cero administración y costos mínimos para el desarrollador de software debido a que se cobra por la cantidad de recursos utilizados para ejecutar un fragmento de código que puede ser activado por eventos como solicitudes HTTP [17].

#### **2.1.2.4 Funciones como servicio (FaaS)**

FaaS es un modelo de servicio novedoso pero muy emergente en la computación en nube. La importancia de FaaS se puede ver ya que los proveedores de servicios públicos tienen sus propias infraestructuras FaaS y también la comunidad de código abierto hace esfuerzos para implementar iniciativas FaaS [18].

*Function as a Service* (FaaS) es la última etapa de virtualización de aplicaciones. A diferencia de la virtualización basada en máquinas virtuales (VM) o en contenedores, donde las aplicaciones completas están virtualizadas y orquestadas, FaaS gestiona solo los componentes básicos de una aplicación completa de forma virtualizada y distribuida. A diferencia de la VM, o la virtualización basada en contenedores, donde los usuarios pagan por los recursos reservados incluso cuando la aplicación no se está ejecutando, FaaS ofrece un modelo de facturación más granular. El usuario solo tiene que pagar por los recursos que se han utilizado durante la finalización de la función [19].

### **2.1.2.5 Backend como servicio (BaaS)**

*Backend* como servicio permite reemplazar los componentes del lado del servidor con servicios listos para usar. BaaS permite a los desarrolladores subcontratar todos los aspectos detrás de la escena de una aplicación para que los desarrolladores puedan elegir escribir y mantener toda la lógica de la aplicación en la interfaz. Algunos ejemplos son los sistemas de autenticación remota, la gestión de bases de datos, el almacenamiento en la nube y el alojamiento. Un ejemplo de BaaS puede ser Google Firebase, una base de datos totalmente administrada que se puede usar directamente desde una aplicación. En este caso, Firebase (los servicios BaaS) administra los componentes de datos en nuestro nombre [9].

### **2.1.3 Desarrollo de aplicaciones web en la nube**

El desembarco de la tecnología de la computación en la nube ha generado grandes ventajas que benefician a el usuario particular, además de los profesionales. Los profesionales han sido beneficiados por elementos como la ubicuidad en el acceso a la información o la capacidad de escalabilidad de los sistemas en la nube.

Los desarrolladores o programadores se encuentran fuertemente vinculados a la tecnología, por lo que pueden utilizar en gran medida los recursos y servicios que ofrece la computación en la nube, tanto en su trabajo diario como en el producto que ofrece.

Con el auge de la computación en la nube se puede contar una plataforma de computación que cubra las necesidades de desarrollo e implementación para el funcionamiento del proyecto, ya sea una aplicación para móviles, una aplicación web o casos más complejos como la implementación de un *backend* [20]. El área de programación ya se encontraba utilizando recursos en línea a partir de la aparición de conexiones a internet con alta velocidad.

Con el auge de la programación es posible hacer uso de una plataforma que implemente todas las herramientas necesarias para desplegar una aplicación web en la nube. Esta facilidad es brindada a partir de que los consumidores pueden establecer conexión con los proveedores por medio de acceso a internet de alta velocidad. Este avance en el campo tecnológico ha surgido desde la aparición de recursos en línea.

#### **2.1.3.1 Arquitectura**

Las arquitecturas de aplicaciones detallan las técnicas y aplicaciones que se utilizan para diseñar y desarrollar aplicaciones web. La arquitectura proporciona una metodología o un plan con las

prácticas recomendadas que deben ser tenidas en cuenta al momento de diseñar una aplicación, de manera que se obtenga una aplicación bien modulada.

Dentro de las arquitecturas de aplicaciones web existen las secciones de *frontend* y *backend*. El desarrollo de la parte de *frontend* está relacionada con la experiencia del usuario al momento de utilizar la aplicación, mientras que el desarrollo *backend* está directamente relacionado con el acceso a los datos, servicios y otros sistemas los cuales permiten el funcionamiento de la aplicación.

En la actualidad, las arquitecturas de aplicaciones suelen tener un bajo acogimiento ya que se utilizan microservicios, además de interfaces de programación de aplicaciones (API) para conectar los servicios. Estas herramientas sirven como base para el funcionamiento de aplicaciones nativas en la nube.

El desarrollo de aplicaciones nativas en la nube es una modalidad de agilizar el diseño de aplicaciones nuevas, optimizar las actuales y facilitar un desarrollo sincronizado y una experiencia de administración automatizada en las nubes privadas, públicas e híbridas [21].

### **Arquitectura monolítica**

Los monolitos tienen una unión directa, tanto en la forma que se producen y se dividen como en la interrelación entre los servicios. Esto quiere decir que al actualizar o editar un solo semblante de una aplicación monolítica, habrá un resultado en toda la aplicación y en la infraestructura oculta. Algo diferente en el código de una aplicación conlleva a extenderla por completo. Por esta razón las arquitecturas modernizadas prueban extender servicios por función o por técnicas publicitarias para proporcionar más destrezas. Estos son pilas de aplicaciones web únicas que comprenden todas las demostraciones dentro de cada una de las aplicaciones, son un modelo diferente de arquitectura relacionado con sistemas heredados [22].

### **Arquitectura N-tier**

En varios casos se utilizan para crear aplicaciones empresariales y *on-premise*, que regularmente se relaciona con aplicaciones web heredadas, es un modelo de arquitectura clásico. Aquí se pueden encontrar algunos niveles o capas (que por lo general son tres, pero se pueden hallar más) que componen la aplicación, y cada una de ellas tienen su función. En una arquitectura en capas, todas estas se proyectan de forma horizontal, por lo tanto, solo pueden usar las técnicas de las capas de abajo. Una capa puede utilizar solo las técnicas de las capas

que se hallan debajo de ella. Las capas contribuyen a hacer funciones lógicas y dirigir las dependencias [23].

### **Arquitectura de microservicios**

Los microservicios son un modo de abordar la codificación de software además de ser un modelo de arquitectura. Cada uno de los elementos o procesos considerados como microservicios son independientes entre sí por lo que se subdividen de la aplicación principal.

Para no influir en los demás los microservicios tienen un bajo nivel de acoplamiento y se encuentran distribuidos. La arquitectura de microservicios beneficia a la escalabilidad dinámica además de la tolerancia a errores. Los servicios individuales pueden ser maximizados según las necesidades de la aplicación sin afectar otros servicios, por lo que no es necesario una infraestructura compleja. El objetivo de usar una arquitectura de microservicios es distribuir un software de calidad en un tiempo reducido [24].

### **Arquitectura basada en eventos**

Los eventos son sucesos y alteraciones en el estado de hardware y software de un sistema. Llegan a producirse con incentivos internos o externos. La arquitectura basada en eventos permite una unión mínima. Por lo que se vuelve en un elemento fundamental para las arquitecturas de aplicaciones distribuidas y modernas. Este tipo de arquitectura está conformada por productores y consumidores de eventos. El productor encuentra los eventos y los muestra como mensajes. No asocia al consumidor de este evento ni los resultados que produce el mismo. Luego de encontrar el evento, este se transmite a los consumidores desde el productor a través de los canales de eventos, donde en una plataforma de procesamiento de eventos se examinan de forma asincrónica [25].

### **Arquitectura orientada al servicio**

La arquitectura orientada al servicio es una forma afianzada de diseño de software que es similar a la arquitectura de los microservicios. Esta arquitectura orientada al servicio posiciona las aplicaciones en servicios libres y reutilizables que interactúan entre ellas por medio de un bus de servicios empresariales (ESB). Aquí cada uno de los servicios independientes se acomoda a partir de un desarrollo empresarial específico y todos están regidos a un protocolo de

comunicación (como SOAP, *ActiveMQ* o *Apache Thrift*), y por medio de la plataforma de un ESB, estos servicios se manifiestan. Este grupo de servicios es utilizado por una aplicación de *frontend* ensamblado a través de un ESB, para dar un valor agregado a una empresa o un cliente [16].

### 2.1.3.2 Metodologías de desarrollo

#### Metodología de gestión de relaciones (RMM)

RMM tiene una estructura regular la cual se encuentra definida mediante relaciones y entidades y es utilizada como metodología para el desarrollo de aplicaciones de hipermedia. Las bases de datos y catálogos se les puede aplicar RMM ya que son ejemplos típicos de información estructurada. Los conocidos modelos de datos y administración de relaciones (*Relationship Management Data Model*, RMDM) son modelos los cuales se encuentran desarrollados por las primeras versiones de RMM.

Para el modelado de navegación existen varios tipos de enlaces los cuales pueden ser unidireccionales, bidireccionales y estructuras de acceso. Además, estos tipos de navegaciones pueden subdividirse en visitas guiadas, índices, índice-visita-guiada y grupos, como se muestra en la Figura 3.

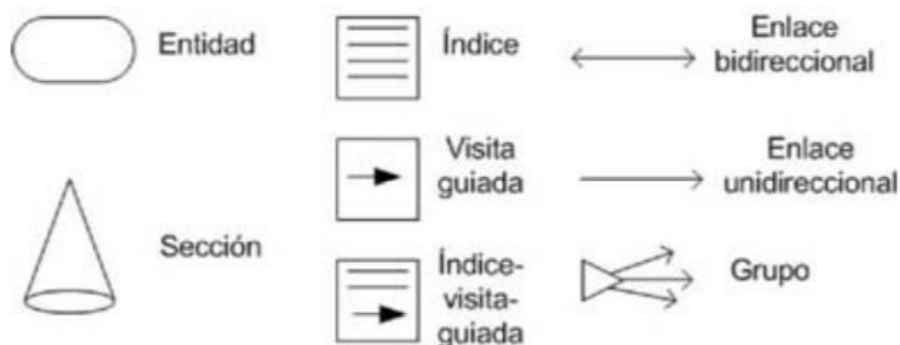


Figura 3. Notación de RMM

#### Método de diseño de hipermedia orientado a objetos (OOHDM)

OOHDM es una metodología utilizada para el diseño hipermedia, está enfocado a objetos, cuenta con técnicas diferentes que representan gráficamente las relaciones entre objetos y contextos de navegación que proporcionan representación estructural y semántica [26]. OOHDM toma muchas de las definiciones de HDM por lo que se las relaciones directamente. En el aspecto de navegación se utilizan algunas de las definiciones planteadas en HDM.

OOHDM es más que un lenguaje de modelado ya que define métodos de trabajo que se encuentran principalmente orientadas en el diseño de aplicaciones multimedia de forma metodológica [27].

### **UML-Based Web Engineering (UWE)**

El modelo UWE implementa mecanismos de desarticulación de la aplicación con la finalidad de crear relaciones fundamentadas en metamodelos. El objetivo principal del modelo UWE es definir un lenguaje de programación de manera que sea utilizado como estándar en el desarrollo de aplicaciones. Por su parte UWE, implementa un mecanismo basado en la creación y transformación de modelos.

Dichos modelos logran predefinir varias vistas de la aplicación al ser creados en las diferentes fases durante el desarrollo del proyecto (análisis, diseño e implementación). Estas vistas corresponden a aspectos a fines como el contenido, navegación y presentación de la aplicación web. UWE propone por lo menos una modalidad de diagrama UML para realizar la visualización de cada modelo, con la finalidad de que la aplicación web cuente con diferentes interfaces de usuario o módulos [28].

### **2.1.3.3 Herramientas de desarrollo**

#### **AWS Elastic Beanstalk**

El uso de AWS Elastic Beanstalk facilita la implementación y pronta administración de aplicaciones en la nube dejando de lado la infraestructura que se utiliza para que dichas aplicaciones sean ejecutadas. La complejidad de administración se ve reducida al utilizar AWS Elastic Beanstalk teniendo en cuenta la elección o control de recursos por parte del usuario. Simplemente despliegue la aplicación y AWS Elastic Beanstalk maneja de manera automática los detalles de abastecimiento de capacidad, equilibrio de carga, escalado y monitoreo del estado de la aplicación.

#### **App Service and Cloud Services**

Azure App Service, anteriormente llamado Azure Websites, es una PaaS (plataforma como servicio) completamente administrada donde Azure maneja la implementación y administración de la aplicación. Esto permite que el desarrollador se concentre solo en desarrollar la aplicación, ya sea para la web o móvil y para cualquier plataforma o dispositivo.

Azure Cloud Services fue la primera oferta de plataforma como servicio (PaaS) de Microsoft. Cloud Services admite el desarrollo y la implementación de aplicaciones confiables, escalables y económicas de mantener. Los servicios en la nube permiten que las aplicaciones y los servicios en segundo plano se implementen fácilmente en máquinas virtuales, ya que Azure se encarga de la inicialización, administración, actualizaciones, etc. del servidor.

### **Google App Engine**

Google App Engine engloba una gran ventaja ya que permite crear e implementar aplicaciones con todos los recursos y servicios que integran las aplicaciones propias de Google. Google App Engine permite agilizar el proceso de desarrollo e implementación, además, facilita la administración de la aplicación, ya que no se necesita configurar los recursos de hardware, las copias de seguridad o revisiones. Las aplicaciones Google App Engine son sencillas de crear, fáciles de administrar y permiten el correcto monitoreo de la escalabilidad de la aplicación en medida que aumenta el tráfico de datos y las necesidades de almacenamiento de datos crecen. Con el uso de App Engine es suficiente cargar la aplicación para el funcionamiento del servicio, no se necesita darle mantenimiento a ningún servidor. Al utilizar App Engine se pueden elegir varios lenguajes de programación, marcos de trabajos y bibliotecas para el desarrollo de la aplicación. Por consiguiente, esta herramienta se encargará del aprovisionamiento de servidores y del escalamiento de las instancias de la aplicación web creada según la demanda de recursos de software por parte de los usuarios.

Google App Engine ya viene con un equilibrio de carga "gratuito" confiable. Además, Google App Engine no cobra por el ancho de banda entrante. Por lo tanto, es seguro decir que Google App Engine no es vulnerable a ataques de denegación de servicio distribuido (DDoS) de nivel <5 [29]. La API de búsqueda de Google App Engine proporciona un lenguaje de consulta avanzado que permite al usuario final escribir una consulta de búsqueda muy precisa, además cuenta con un algoritmo de puntuación llamado RescoringMatchScorer el cual ordena los resultados de búsqueda dependiendo de la calidad del resultado, es decir que toma en cuenta la cantidad de términos que aparecen en el documento para ordenarlos de acuerdo con esa característica.

## 2.1.4 ISO/IEC 25010

La ISO/IEC 25010 [30] referente a la calidad del producto de software fue preparada por el Comité Técnico ISO/IEC JTC 1, Tecnologías de la Información, Subcomité SC 7, Sistemas e Ingeniería de Software. La primera versión de la normativa internacional ISO/IEC 25010 reemplazó a la normativa ISO/IEC 9126-1:2001, la que ha sido revisada por los investigadores los cuales conforman el Comité Técnico en mención. La publicación de la ISO/IEC 25010 como una norma internacional requirió la aprobación de por lo menos un 75% de los cuerpos nacionales votantes [31].

Los modelos de calidad propuestos en esta normativa internacional pueden ser utilizados para identificar características de calidad relevantes que pueden ser empleadas para establecer requerimientos y criterios de satisfacción según lo requiera el caso de estudio. A continuación, en la Figura 4, en base a la normativa ISO/IEC 25010 se muestran las características y sub-características que incluye este modelo.



Figura 4. Calidad del producto de software.

- **Adecuación funcional:** Esta característica representa la capacidad del producto de software para proporcionar funciones que satisfacen las necesidades declaradas implícitas, es decir, evalúa que las funcionalidades indispensables del producto de software se ejecuten correctamente.
- **Eficiencia de desempeño:** Esta característica representa el desempeño relativo a la cantidad de recursos utilizados bajo determinadas condiciones, lo que indica cuál es el rendimiento del software al realizar operaciones concretas que demandan mayor utilización de recursos.
- **Compatibilidad:** Se puede definir la compatibilidad como la capacidad de un producto software para ser transferido desde un entorno a otro.
- **Usabilidad:** Es la capacidad del producto software para ser entendido, aprendido, usado y resultar atractivo para el usuario, cuando se usa bajo determinadas condiciones.
- **Fiabilidad:** En esta característica se evalúa principalmente la disponibilidad del software para la realización de determinados procesos bajo ciertas condiciones y periodos de tiempo definidos.

- Seguridad: Explica cuál es la capacidad del software para brindar protección a la información almacenada por parte del usuario.
- Mantenibilidad: En esta característica se evalúa la capacidad del software para ser modificado efectiva y eficientemente en base a las necesidades evolutivas, correctivas o perfectivas.
- Portabilidad: Indica la capacidad del software para ser transferido correctamente de un entorno de hardware o software operacional a otro.

## 2.2 ANTECEDENTES

A continuación, se presentan los análisis y las descripciones de investigaciones hechas en relación con el tema de estudio “Plataformas de computación en la nube para el desarrollo de aplicaciones web” que sirven de base de apoyo a nivel de conocimiento para realizar el análisis de las variables a estudiar, las cuales son: proveedor de servicios en la nube y plataforma como servicio.

La información de la presente investigación fue recopilada de fuentes bibliográficas digitales, tales como ACM, IEEE Xplore y Scopus. Para la ejecución de la búsqueda se utilizó una metodología basada en un protocolo de búsqueda científica. De esta manera se utilizó la cadena de búsqueda “(cloud computing) and (web application or web app)”, que fue de gran ayuda para recuperar información relacionada con el tema de estudio el cual titula “Plataformas de computación en la nube para el desarrollo de aplicaciones web”. Es así como se han recuperado 5 estudios que abarcan relación directa con las distintas plataformas de computación en la nube utilizadas para el desarrollo de aplicaciones junto con la información del rendimiento que obtienen dichas aplicaciones luego de ser implementadas. Estos estudios han sido publicados entre el periodo 2015-2021 y serán detallados a continuación.

La primera investigación estudiada titula “A DSL-Based Approach for Elasticity Testing of Cloud Systems”, la cual tuvo como objetivo principal contribuir con un lenguaje específico de dominio (DSL) para reducir el esfuerzo y los recursos utilizados en la configuración de la elasticidad de una aplicación web distribuida. El DSL propuesto abstraía información de prueba de las bibliotecas de los diferentes proveedores en la nube, lo cual lo hacía portátil. Por esta facilidad fue evaluado en tres plataformas de computación en la nube (Amazon EC2, Google Cloud Platform y OpenStack) llegando a la conclusión de que el lenguaje propuesto contribuye con la portabilidad y reducción del esfuerzo del evaluador (*tester*) para escribir especificaciones de pruebas de elasticidad [7]. Esta investigación se relaciona con el tema de estudio ya que

proporciona información de la configuración de elasticidad en las plataformas de computación en la nube, además brinda la herramienta para la reducción de tiempo y recursos utilizados para realizar dicha configuración.

Amika Gupta et al. [32] desarrollaron e implementaron una aplicación en la plataforma en la nube de Google que tenía como objetivo realizar la gestión de médicos, pacientes y asignación de habitaciones dentro de un hospital. Como parte de la investigación se desarrolló un sitio web para administrar un hospital mediante el almacenamiento de los registros de los pacientes, médicos y personal del hospital. El sitio web fue implementado en la plataforma en la nube de Google y además fue establecido como público. Se observó que la nube proporciona más disponibilidad y flexibilidad que las técnicas tradicionales. El servicio de motor de cálculo fue utilizado como una máquina virtual en la que se instaló el servidor web y luego se desplegó el sitio web en él. Con la implementación del presente trabajo de investigación se evidenció la utilidad que tienen los servicios de computación en la nube para optimizar distintas características como rendimiento, escalabilidad, precio, disponibilidad al momento de desarrollar una aplicación web [32]. Tomando en cuenta este estudio se evidencia la vinculación que tiene la investigación analizada, ya que utiliza la plataforma de computación en la nube de Google para el desarrollo de un sitio web, siendo la presente plataforma una de las principales a estudiar en el presente trabajo de investigación.

Dentro de la tercera investigación analizada se encuentra la propuesta por Tianyi Tang et al. [33] la cual titula “*Application Of Cloud Computing In Biomedicine Big Data Analysis Cloud Computing In Big Data*” y tuvo como objetivo detallar como las tecnologías de computación en la nube ayudan al procesamiento de datos biomédicos. Esta investigación analiza la aplicación de la computación en la nube en el procesamiento de datos biomédicos. Los usuarios del procesamiento de datos biomédicos de gran tamaño pueden ejecutar una imagen de sistema de nube biológica personalizada, como Cloud BioLinux. Tomando Cloud BioLinux como ejemplo, proporciona a los usuarios una línea de comandos preconfigurada y un software de usuario gráfico lo cual facilita la intervención exacta de la computación en la nube en el procesamiento de una gran cantidad de datos. Para realizar un trabajo completo se debe establecer un diseño efectivo del esquema de computación en la nube y luego observar el cambio de los datos biomédicos [33]. Este estudio tiene relación con el tema de estudio ya que proporciona información valiosa acerca de la influencia que tienen las herramientas de computación en la nube en el procesamiento de grandes cantidades de datos biomédicos.

Además, menciona herramientas de computación en la nube específicas para dicha área, tales como: BioLinux, SIMPLEX, CloVR, etc.

Otra de las investigaciones estudiadas en relación con el tema fue la propuesta por Neha Shakar Das et al. [5] la cuál titula “*Implementation and Performance Evaluation of Sentiment Analysis Web Application in Cloud Computing Using IBM Bluemix*” y consiste en utilizar la plataforma de computación en la nube de IBM para desarrollar una aplicación de análisis de sentimientos. La aplicación desarrollada toma como entradas dos entidades en la red social Twitter y realiza el estudio en función de la entrada, la cual es una palabra esencial o una etiqueta hash, luego obtiene la concurrencia de tweets coincidentes y ejecuta esos tweets a través de un módulo de examen de suposiciones para entregar una puntuación de opinión. Para la implementación de la aplicación en la plataforma de IBM fue necesario utilizar herramientas para completar su ejecución tales como: node.js, listado de palabras AFFIN, repositorio git y API pública para la asociación con la red social [5]. Esta investigación tiene relación directa con el tema de estudio ya que proporciona los pasos realizados para la implementación de una aplicación web en una plataforma de computación en la nube, además brinda la arquitectura con la que trabaja el servicio de computación en la nube.

Por último, se presenta un artículo realizado por Sayyed et al. el cual titula “*A Comparative Taxonomy and Survey of Public Cloud Infrastructure Vendors*”, en donde se destaca cómo la computación en la nube es una tecnología prometedora que puede ofrecer conceptos de computación de utilidad. El estudio investigó las plataformas de computación en la nube de Microsoft Azure y AWS, según el interés del usuario, los recursos y el tipo de uso. El trabajo consideró seis índices los cuales son: (1) precios, (2) disponibilidad, (3) confidencialidad, (4) secreto, (5) cuenta de nivel y (6) acuerdo de nivel de servicio, como las restricciones de comparación. El estudio encontró que Microsoft Azure era más adecuado cuando el usuario estaba interesado en los precios y la disponibilidad, mientras que AWS era más adecuado cuando el usuario estaba interesado en la cuenta de nivel [34]. El estudio analizado es de gran aporte para la investigación a realizar ya que describe una comparativa de algunas características principales de dos de las plataformas de computación en la nube a estudiar.

### **2.3 BASES LEGALES**

Dentro de los fundamentos legales a tener en consideración para el desarrollo del presente proyecto de investigación se encuentran las siguientes normativas: Ley de Comercio

Electrónico, Firmas Electrónicas y Mensajes de Datos [35], Ley Orgánica de Defensa del Consumidor [36] y la Ley de Propiedad Intelectual [37] que corresponden a leyes decretadas por el gobierno de Ecuador y son regidas dentro de este país. Además, debido a que no existe en el país leyes que regulen los servicios de computación en la nube, se han tomado en cuenta normativas internacionales que estandarizan el uso de estos servicios, las cuales son: ISO/IEC 27001: Seguridad informática y seguridad de la información, ISO/IEC 27018 Tecnología de la Información - Código de Prácticas para la Protección de la Información de Identificación Personal (PII) en la nube en calidad de procesadores PII, ISO/IEC 17788: Tecnología de la información - Computación en la nube - Descripción general y vocabulario, ISO/IEC 17789: Tecnología de la información - Computación en la nube - Arquitectura de referencia.

La Ley de Comercio Electrónico, Firmas Electrónicas y Mensajes de Datos menciona en su sexta disposición que:

Se reconoce el derecho de las partes para optar libremente por el uso de tecnología y por el sometimiento a la jurisdicción que acuerden mediante convenio, acuerdo o contrato privado, salvo que la prestación de los servicios electrónicos o uso de estos servicios se realice de forma directa al consumidor [35].

De esta manera se evidencia la libertad que tienen las organizaciones y personas naturales para elegir una plataforma de computación en la nube con empresas internacionales que tienen sus centros de datos alojados en distintos lugares en todo el mundo. La presente investigación será afectada positivamente por la ley en mención ya que se mantiene la libertad para hacer uso de servicios tecnológicos que en el presente caso serán representados mediante las plataformas de computación en la nube.

Para la regulación de los contratos electrónicos existe la Ley de Derecho del Consumidor la cuál menciona en el Art. 2 que se reconoce al contrato de adhesión a aquel cuyas cláusulas han sido establecidas unilateralmente por el proveedor a través de contratos impresos o en formularios sin que el consumidor, para celebrarlo, haya discutido su contenido [36]. De esta manera se evidencia la libertad del proveedor para establecer las normas que se efectuarán al hacer uso de un servicio de computación en la nube. Sin embargo, se debe contar con el consentimiento del consumidor el cuál acepta los términos y condiciones al hacer clic en el botón de “Acepto”, “Agree” o “Estoy de acuerdo”. Por otra parte, en el Art. 41 se menciona la forma de redacción que debe tener un contrato de adhesión, mientras que en el Art. 43 describe las cláusulas prohibidas de los contratos de adhesión. Es así como la investigación en desarrollo

estará regida mediante la ley de derecho del consumidor al establecer términos y condiciones cuando se hace uso de las distintas plataformas de computación en la nube.

Para establecer los derechos de autor y derechos conexos existe la Ley de Propiedad Intelectual la cual detalla los elementos que abarca la propiedad intelectual para eliminar actos de plagio y reconocer a titulares como dueños de sus invenciones [37]. Mediante la aplicación de la ley de propiedad intelectual se garantiza la autonomía del presente tema de investigación el cual será desarrollado íntegramente, sin atentar contra los derechos de autor de los distintos artículos utilizados como fuentes de información.

La normativa ISO/IEC 27001 es un conjunto de buenas prácticas comprobadas por organizaciones a nivel internacional que buscan salvaguardar la información aplicando diferentes mecanismos de seguridad. A partir de estos mecanismos se puede implementar un sistema de gestión de seguridad de la información (SGSI) con el objetivo de reducir la probabilidad de que los activos de la información corran riesgo. Con la implementación de un SGSI se busca preservar la confidencialidad, integridad y disponibilidad de la información dentro de una organización. El desarrollo de la investigación estará regido bajo la normativa ISO/IEC 27001 para la aplicación de diferentes mecanismos de seguridad con la finalidad de garantizar la integridad de los datos de la aplicación web a desarrollar.

ISO/IEC 27018 correspondiente a Tecnología de la información – Código de Prácticas para la Protección de la Información de Identificación Personal (PII) en la nube de calidad de procesadores PII ofrece a pequeñas y grandes organizaciones garantía de la seguridad de datos personales. Es así como esta normativa internacional estandariza la infraestructura que deben tener los servicios de computación en la nube para proteger los datos de sus consumidores tales como nombres, contactos, direcciones IP o estados bancarios. Es utilizada conjuntamente con la norma ISO/IEC 27001 y ofrece a sus consumidores una herramienta para verificar y auditar los niveles de cumplimiento de las regulaciones establecidas por el proveedor. Con el cumplimiento de esta normativa los clientes tienen conocimiento del lugar de almacenamiento de sus datos además de la fiabilidad de que sus datos no serán utilizados para fines publicitarios sin consentimiento explícito. Mediante el uso de la presente normativa se podrá realizar una auditoría para asegurar que los datos personales utilizados por el proveedor para brindar el servicio de computación en la nube no se verán expuestos y por lo tanto contarán con el debido nivel de confidencialidad.

ISO/IEC 17788 e ISO/IEC 17789 contienen información general, conceptos, vocabularios y arquitectura utilizadas en los servicios de computación en la nube. De esta manera ISO/IEC 17788 proporciona un marco conceptual de la terminología que se emplea al hacer referencia a un servicio de computación en la nube con el objetivo de estandarizar definiciones, también especifica los modelos de despliegue en la nube como públicos y privados. Haciendo referencia al carácter técnico empleado para desplegar un servicio de computación en la nube se encuentra la normativa ISO/IEC 17789 la cual proporciona una base de conocimientos en cuanto a la arquitectura utilizada por un servicio de computación en la nube. El objetivo de esta normativa es estandarizar la forma de relación de los distintos aspectos de computación en la nube además de los diagramas utilizados al desplegar un servicio de computación en la nube. La presente investigación estará regida bajo la normativa en mención para utilizar la misma terminología que utilizan otras empresas y desarrolladores al hacer uso de un servicio de computación en la nube.

## **CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS**

### **3.1 Delimitación espacio temporal**

La implementación de la aplicación web fue diseñada para el negocio de ventas de bebidas alcohólicas conocido como “El Manaba Licores”, el cual está ubicado en la ciudad de Esmeraldas, Ecuador. A partir de ello, se desarrolló un CRUD que cuenta con las operaciones respectivas de registro, lectura, actualización y eliminación de productos alcohólicos. Esta aplicación web fue implementada en tres plataformas de computación en la nube diferentes (Amazon Web Services, Google Cloud Platform y Microsoft Azure) que cuentan con centros de datos en distintas regiones del mundo. Por situaciones de disponibilidad, compatibilidad y rapidez de acceso a la información se eligieron regiones ubicadas en Estados Unidos, siendo también este país residente de las centrales de las empresas antes mencionadas.

Se abordó el estudio con la etapa de investigación y análisis de información proporcionada por los artículos estudiados en el primer trimestre del 2021. Por consiguiente, se ejecutó la fase de desarrollo, prueba e implementación de la aplicación web en las distintas plataformas de computación en la nube la cual finalizó en el mes de agosto de 2021, de esta forma se desarrolló la parte práctica del proyecto de investigación durante cinco meses.

### **3.2 Tipo de estudio**

Debido a los objetivos planteados en el presente proyecto de investigación, el estudio es de tipo exploratorio por su nivel de profundidad además de cualitativo y cuantitativo tomando en cuenta la naturaleza para obtener los datos y la información.

Es de tipo exploratorio ya que se evaluaron diferentes plataformas de computación en la nube para desarrollar una aplicación web, y en base a ello se proporcionó información acerca de los resultados obtenidos para concluir con la plataforma de la que se obtuvieron los mejores resultados en cuanto a: rapidez, escalabilidad y almacenamiento. Además, la presente investigación sirve como base para futuros proyectos con análisis profundo sobre otras características para tener en cuenta al momento de desarrollar una aplicación web en una plataforma de computación en la nube.

La investigación pertenece al tipo de estudio cuantitativo ya que luego de haber desarrollado la aplicación web en cada una de las plataformas de computación en la nube se obtuvieron resultados sobre la capacidad de almacenamiento, el tiempo de respuesta de la aplicación,

además de la escalabilidad que proporcione la plataforma para determinar el porcentaje de incremento de la aplicación a desarrollar.

Otro tipo de estudio empleado en el presente proyecto de investigación es el estudio cualitativo ya que la forma de obtención de información para manipular las diferentes plataformas de computación en la nube se da mediante el análisis de diferentes artículos, tesis, libros y páginas web oficiales de cada una de las plataformas. De esta manera se verificaron las similitudes y diferencias brindadas por las herramientas en la nube empleadas para el desarrollo de la aplicación web y se concluyó con la herramienta que proporcione mejores resultados.

### **3.3 Población y muestra**

El presente proyecto de investigación fue ejecutado en tres proveedores del servicio de plataforma de computación en la nube más utilizados según el radar tecnológico de la empresa de consultoría informática Gartner [38] los cuales son Google Cloud Platform, Amazon Web Services y Microsoft Azure. Los principales beneficiarios son la comunidad de programadores a nivel mundial, quienes tomarán como referencia los resultados de la presente investigación para realizar proyectos relacionados. Además, la aplicación fue desplegada en base a las operaciones de administración de productos de bebidas alcohólicas de “El Manaba Licores”, de esta manera la pequeña empresa tiene la opción de migrar los procesos realizados a un proveedor de servicios de internet en la nube con el fin de automatizar sus operaciones.

### **3.4 Método de investigación**

Para ejecutar la investigación se utilizó el método de investigación inductivo el cual pertenece a la categoría de investigación general. Además, se utilizaron los métodos descriptivo y experimental los cuales pertenecen al método de investigación científico.

Se utilizó el método de investigación inductivo al finalizar la investigación ya que se argumentaron las razones para decidir por la mejor plataforma de computación en la nube para el desarrollo e implementación de una aplicación web tomando como base a los resultados de rendimiento. De esta manera se desarrolló una nueva propuesta para utilizar la plataforma con los mejores resultados para el despliegue de una aplicación web.

El método de investigación descriptivo fue tomado en cuenta dentro del desarrollo de la investigación ya que fue necesario para estudiar las características principales de las

plataformas de computación en la nube para el posterior uso del entorno de cada plataforma sujeta a estudio.

Dentro de los métodos de investigación generales también se utilizó el experimental como herramienta para obtener los valores de almacenamiento, rapidez y escalabilidad con el fin de evaluar el rendimiento de la aplicación web en el momento en el que fue desplegada en las plataformas de computación en la nube sujetas a estudio.

### 3.5 Variables de investigación

Para ejecutar el presente proyecto de investigación se tomaron en cuenta tres variables las cuales facilitaron la obtención de información teórica y técnica en base al rendimiento de la aplicación web dependiendo de la plataforma de computación en la nube sujeta a estudio. Las variables de investigación son: rendimiento el cuál se encuentra detallado en la Tabla 1, tipo de nube está detallado en la Tabla 2 y modelo de computación en la nube especificado en la Tabla 3.

#### Variable de rendimiento

Dentro de la variable de rendimiento se tomó en cuenta la plataforma de computación en la nube sujeta a estudio la cual se evaluó mediante indicadores de tipo cualitativos y cuantitativos que proporcionaron datos claros sobre el rendimiento de la plataforma.

Tabla 1. Variable de rendimiento

Variable	Conceptualización	Dimensiones	Operacionalización	
			Indicadores	Tipo de variable
Rendimiento	Las plataformas de computación en la nube permiten implementar aplicaciones desarrolladas internamente en la nube del proveedor	Plataforma de computación en la nube	Modelo de pago	Cualitativa politómica
			Capacidad de almacenamiento	Cuantitativa continua
			Accesibilidad	Cualitativa politómica
			Banda ancha	Cuantitativa continua

optimizando de esta manera el desarrollo de estas.	Escalabilidad	Cuantitativa continua
	Seguridad	Cualitativa politómica
	Precio	Cuantitativa continua

- **Modelo de pago:** Se refiere al método de pago que ofrece el proveedor para que los clientes cancelen el servicio en función de los recursos usados. Rango de medida: por semana / por mes / por año.
- **Capacidad de almacenamiento:** Se refiere a la cantidad de datos que podrá almacenar la aplicación. Unidad de medida: Gigabyte (Gb).
- **Accesibilidad:** El tiempo que tarda la aplicación para responder a una petición por parte de un usuario. Unidad de medida: Segundo (s).
- **Banda ancha:** Es la transmisión de datos de un amplio ancho de banda a través de una conexión a internet de alta velocidad. Unidad de medida: Megabit por segundo (Mbps).
- **Escalabilidad:** Describe comportamiento del sistema cuando incrementa el número de procesos y/o el tamaño del problema de una aplicación. Unidad de medida: Megabit por segundo (Mbps).
- **Seguridad:** Mediante la detección de vulnerabilidades se verificará si la aplicación se encuentra expuesta a que ocurra algún tipo de incidente. Rango de medida: Si / No / NA.
- **Precio:** Monto a pagar por el consumo del servicio de computación web en la nube prestado. Unidad de medida: dólar americano (\$).

### Variable tipo de nube

Para conocer acerca de la forma de implementación de un servicio en la nube se han tomado en cuenta las dimensiones de publica, privada, híbrida y comunitaria. De esta manera se verificó a qué grupo pertenece la aplicación web al ser implementada en el servicio de computación en la nube de plataforma.

Tabla 2. Variable tipo de nube

Variable	Conceptualización	Dimensiones	Operacionalización	
			Indicadores	Tipo de variable
Tipo de nube	La computación en la nube se la puede implementar como pública, privada, híbrida y comunitaria según las necesidades del desarrollador y empresa u organización dueña del servicio informático	Pública	Capacidad de almacenamiento	Cuantitativa continua
			Banda ancha	Cuantitativa continua
			Seguridad	Cuantitativa politómica
		Privada	Escalabilidad	Cuantitativa continua
			Capacidad de almacenamiento	Cuantitativa continua
			Precio	Cuantitativa continua
		Híbrida	Control	Cuantitativa politómica
			Seguridad	Cuantitativa politómica
			Escalabilidad	Cuantitativa continua
			Flexibilidad	Cuantitativa politómica
		Comunitaria	Seguridad	Cuantitativa politómica
			Cumplimiento normativo	Cuantitativa politómica

### **Dimensión: Pública**

Una de las maneras de implementar la nube es en tipo pública. En esta dimensión el proveedor es propietario de los recursos utilizados para suministrar un servicio informático.

- **Capacidad de almacenamiento:** Se refiere a la cantidad de datos que podrá almacenar la aplicación. Unidad de medida: Gigabyte (Gb).
- **Banda ancha:** Es la transmisión de datos de un amplio ancho de banda a través de una conexión a internet de alta velocidad. Unidad de medida: Megabit por segundo (Mbps).
- **Seguridad:** Mediante la detección de vulnerabilidades se verificará si la aplicación se encuentra expuesta a que ocurra algún tipo de incidente. Rango de medida: Si / No / NA.

### **Dimensión: Privada**

La nube privada es dirigida a usuarios en específico y no al público general. Este tipo de nube facilita el control, administración y personalización de los recursos dedicados al funcionamiento de los servicios.

- **Escalabilidad:** Nos da una idea del comportamiento del sistema cuando incrementa el número de procesos y/o el tamaño del problema de una aplicación. Unidad de medida: Megabit por segundo (Mbps).
- **Capacidad de almacenamiento:** Se refiere a la cantidad de datos que podrá almacenar la aplicación. Unidad de medida: Gigabyte (Gb).
- **Precio:** Monto a pagar por el consumo del servicio de computación web en la nube prestado. Unidad de medida: dólar americano (\$).

### **Dimensión: Híbrida**

Este tipo de nube comparte la administración de los recursos para el funcionamiento de los servicios entre los servidores de la empresa que brinda el servicio y los servidores de la empresa que utiliza la nube.

- **Control:** Capacidad de administración de los recursos y características de la aplicación por parte del usuario. Rango de medida: Si /No / NA.
- **Seguridad:** Mediante la detección de vulnerabilidades se verificará si la aplicación se encuentra expuesta a que ocurra algún tipo de incidente. Rango de medida: Si / No / NA.

- **Escalabilidad:** Nos da una idea del comportamiento del sistema cuando incrementa el número de procesos y/o el tamaño del problema de una aplicación. Unidad de medida: Megabit por segundo (Mbps).
- **Flexibilidad:** Capacidad que integra el proveedor para adaptar las herramientas utilizadas a una tecnología diferente al utilizar un tipo de nube. Rango de medida: Si / No / NA.

### Dimensión: Comunitaria

La implementación del tipo de nube comunitaria es compartida por varias empresas que comparten objetivos similares.

- **Seguridad:** Mediante la detección de vulnerabilidades se verificará si la aplicación se encuentra expuesta a que ocurra algún tipo de incidente. Rango de medida: Si / No / NA.
- **Cumplimiento normativo:** Hace referencia al cumplimiento de las leyes o políticas que tienen las empresas que integran nubes comunitarias para garantizar la seguridad de la información. Rango de medida: Si / No / NA.

### Variable modelo de computación en la nube

Dentro de los modelos de computación se toma en cuenta la dimensión de PaaS ya que se implementó la aplicación web desarrollada en las distintas plataformas sujetas a estudio. Además, existe la dimensión de Rendimiento para evaluar las facilidades que brindaron las plataformas al momento de desplegar la aplicación web.

Tabla 3. Variable modelo de computación en la nube

Variable	Conceptualización	Dimensiones	Operacionalización	
			Indicadores	Tipo de variable
Modelo de computación en la nube	El modelo de computación en la nube hace referencia a la diversidad de servicios que presta	(PaaS)	Base de datos	Cualitativa politómica
			Middleware	Cualitativa politómica
			Firewall	Cualitativa politómica

un proveedor para el uso por parte de sus clientes, facilitando de esta manera el desarrollo de sus actividades.		Framework	Cualitativa politómica
		IDE	Cualitativa politómica
		Costo	Cuantitativa continua
	Rendimiento	Tiempo de programación	Cuantitativa continua
		Disponibilidad	Cuantitativa continua

### Dimensión: PaaS

- **Base de datos:** Herramienta utilizada para el almacenamiento de la información de la aplicación: Ejemplo: MongoDB, PostgreSQL, Oracle.
- **Middleware:** Es el software que se sitúa entre un sistema operativo y las aplicaciones que se ejecutan en él. Básicamente, funciona como una capa de traducción oculta para permitir la comunicación y la administración de datos en aplicaciones distribuidas. Ejemplo: API, Intermediario para Solicitudes de Objetos (ORB).
- **Firewall:** Es un sistema cuya función es prevenir y proteger a nuestra red privada, de intrusiones o ataques de otras redes, bloqueándole el acceso. Permite el tráfico entrante y saliente que hay entre redes u ordenadores de una misma red. Rango de medida: Si / No / NA.
- **IDE:** es una aplicación informática que proporciona servicios integrales para facilitarle al desarrollador o programador el desarrollo de software. Rango de medida: Si / No / NA.
- **Costo:** Monto a cancelar por la prestación del servicio Unidad de medida: dólar americano (\$).

### Dimensión: Rendimiento

- **Tiempo de programación:** Tiempo empleado para el desarrollo, implementación y prueba de la aplicación desarrollada en base al framework utilizado. Unidad de medida: Horas (h)

- **Disponibilidad:** Porcentaje de disponibilidad de la aplicación al año dependiendo de los términos y políticas del proveedor. Unidad de medida: Porcentaje (%)

### **3.6 Técnicas de investigación e instrumentos de recolección de datos**

Para la recolección de información sobre las distintas variables tomadas en cuenta para el desarrollo de la investigación se aplicaron dos técnicas de investigación como son: la observación científica y el experimento.

La técnica de observación científica se aplicó en las plataformas de computación en la nube a evaluar (AWS, Microsoft Azure, GCP) con la finalidad de verificar las herramientas integradas, tales como lenguajes de programación, bases de datos o frameworks. La observación científica se realizó de manera estructurada durante el periodo de marzo a abril del año 2021 mediante el instrumento de una ficha de observación la cual se detalla en el anexo 1. La ficha de observación se tomó del proyecto de grado de J. Huerlo [39] y se reemplazó la característica de usabilidad por la característica de seguridad debido al contexto de la investigación el cual se encuentra orientado a realizar una comparación entre las distintas plataformas en base a las herramientas que integran para el desarrollo de una aplicación web. Las características evaluadas en la ficha de observación son: eficiencia de desempeño, seguridad y compatibilidad. Se seleccionaron en base a la normativa internacional ISO/IEC 25010 referente a la calidad del producto de software ya que representan la parte fundamental para determinar las propiedades que generar valor agregado entre los proveedores de PaaS sujetos a estudio.

Para complementar la investigación se tomó en cuenta la técnica experimental mediante la cual se vieron reflejados los resultados de escalabilidad, almacenamiento y rapidez de la aplicación los cuales determinaron la plataforma de computación en la nube recomendable para desarrollar e implementar una aplicación web. Esta técnica fue ejecutada mediante la herramienta de diseño experimental que se encuentra descrita en el anexo 2. Se analizó el rendimiento de la aplicación implementada en las tres distintas plataformas y se concluye con las recomendaciones sobre la plataforma que presentó los mejores resultados. Se desarrolló la técnica experimental durante el periodo abril a agosto 2021.

### **3.7 Técnicas de procesamiento y análisis estadístico de datos**

La técnica seleccionada para realizar el análisis de los datos cualitativos y cuantitativos obtenidos durante el proceso de investigación fue la estadística descriptiva ya que proporciona

un resumen de los datos de rendimiento recolectados en las distintas plataformas de computación en la nube evaluadas. De esta manera, se utilizó el organizador visual representado por la tabla de frecuencia para realizar la recolección de información referente a características propias de las plataformas de computación en la nube.

### **3.8 Normas éticas**

Para la ejecución del presente proyecto de investigación se han tomado de referencia un conjunto de puntos y reglamentos que fundamentan la integridad, profesionalismo y autoría propia del tema propuesto. El presente proyecto de investigación fue llevado a cabo como parte de los requisitos dictaminados en el reglamento de grado impuesto por la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas. Se desarrolló respetando las ideas e innovaciones recolectadas dentro de la literatura analizada, de esta manera se garantiza el respeto a los derechos de autor de las diferentes investigaciones y artículos abordados.

Además, el presente tema de investigación surgió ante la falta de información sobre las distintas plataformas de computación en la nube que facilitan el desarrollo e implementación de aplicaciones web empresariales. Un gran porcentaje de los artículos e investigaciones estudiadas realizan un análisis general sobre las facilidades que brindan estos servicios de computación en la nube. Por último, se incluyen principios profesionales para el desarrollo de la investigación, los cuales son: revisión independiente de los protocolos y validez científica. La revisión independiente de los protocolos es considerada porque no se busca generar apoyo directo a ninguna de las empresas que brindan los servicios de computación en la nube a evaluar, a su vez, la validez científica está garantizada ya que para el análisis de las investigaciones tomadas como antecedentes se utilizaron bibliotecas digitales que cuentan con respaldo de comunidades científicas en todo el mundo.

## CAPÍTULO III: RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados obtenidos durante la ejecución del proyecto de investigación, los cuales se fundamentan en las facilidades y características que brindan las plataformas de computación en la nube sujetas a estudio al momento de desplegar una aplicación web. A partir de los resultados obtenidos se realizó una comparativa entre las plataformas de computación en la nube evaluadas con la finalidad de determinar qué plataforma brinda las mayores facilidades y capacidades de rendimiento al momento de desplegar una aplicación web. En este capítulo se presentaron los resultados obtenidos mediante la ficha de observación estructurada aplicada en cada una de las plataformas.

Se utilizó el entorno de desarrollo integrado Visual Studio 2019 debido a la compatibilidad que tiene para integrar herramientas de despliegue relacionadas con las plataformas de computación en la nube sujetas a estudio. El framework mediante el cual se desarrolló la aplicación con todas sus operaciones de administración de productos fue .NET debido a las facilidades que brinda para la creación y reutilización de código mediante el estilo de arquitectura MVC.

### **4.1 Identificación de principales plataformas de computación en la nube.**

Dentro de la revisión bibliográfica realizada a partir de la base de artículos estudiados se llegó a la conclusión de que el mayor porcentaje de propuestas ejecutadas utilizaron proveedores de computación en la nube tales como: AWS, GCP o Microsoft Azure. Esta información se pudo corroborar en base al artículo “*Magic Quadrant for Cloud Infrastructure and Platform Services*” publicado por Gartner Inc. el cual muestra un cuadrante de los principales proveedores de servicios de computación en la nube. Liderando la lista se encuentra AWS el cual es un filial de Amazon que posee las principales porciones de los usuarios que hace uso de servicios de computación en la nube gracias a su diversificación geográfica. En el segundo lugar se encuentra Microsoft Azure proveído por Microsoft. Azure cuenta con gran cantidad del mercado de servicios en la nube debido a su enfoque empresarial y compatibilidad brindada con otras herramientas empresariales propias del proveedor. Completando el podio de proveedores principales de servicios de computación en la nube se encuentra Google Cloud Platform del cual es propietario Google. Este proveedor ha incrementado su capacidad de comercialización debido a la integración de herramientas de inteligencia artificial. En la Figura

5 se puede observar el cuadrante de los principales servicios de PaaS según la empresa de consultoría informática Gartner Inc.



Figura 5. Cuadrante para proveedores de servicio de plataforma en la nube

Recuperada de <https://www.gartner.com/doc/reprints?id=1-271OE4VR&ct=210802&st=sb>

#### 4.2 Desarrollo de aplicación web.

Para realizar el desarrollo de la aplicación web se utilizó la herramienta de desarrollo integrado Visual Studio 2019 debido a su compatibilidad con las plataformas de computación en la nube sujetas a estudio. Se seleccionó el framework .NET para el desarrollo de la aplicación web debido a que lo integran los 3 servicios de computación en la nube a evaluar y por la facilidad de desarrollo con la que se contó en base a el conocimiento propio del desarrollador.

El primer paso desarrollado se llevó a cabo mediante un estudio de los procesos de administración de productos realizados por la tienda de bebidas alcohólicas de “El Manaba Licores”. A partir de la observación realizada sobre los procesos manuales involucrados en la

administración de productos, se identificaron 4 entidades principales (usuario, producto, orden y categoría) entre las que se almacenan, además de la información del producto, información del usuario con el respectivo rol que cumple dentro del proceso realizado.

En la Figura 6 se puede observar el diagrama relacional de la base de datos creado en SQL Server posterior a la identificación de las entidades principales involucradas en el proceso de administración de bebidas alcohólicas.

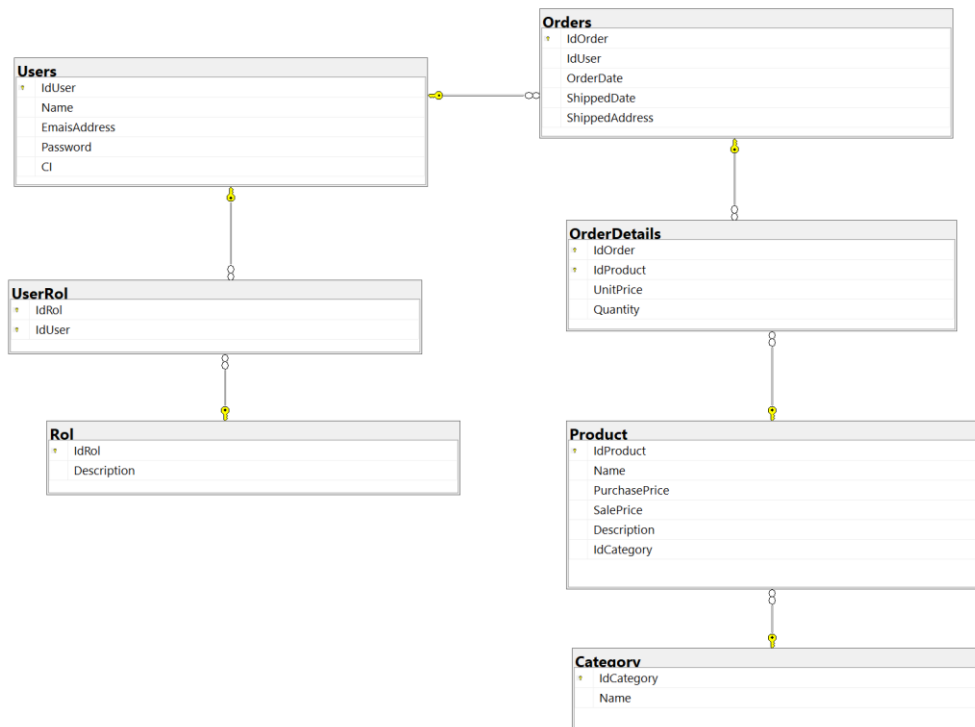


Figura 6. Diseño relacional de la base de datos.

Para crear el proyecto de Visual Studio en el cual se desarrolló la aplicación web se seleccionó la plantilla “Aplicación web ASP.NET (.NET Framework)” con el lenguaje de programación C#. Además, se utilizó el patrón de arquitectura de software MVC con el objetivo de tener separado la lógica de negocio de los datos de la aplicación y de la interfaz de usuario.

En la Figura 7 se puede apreciar la arquitectura que integró la aplicación partiendo del modelo MVC el cual separa la aplicación en 3 componentes lógicos (modelo, vista y controlador). El usuario o actor es quien a través de un navegador web enviará una solicitud HTTP de la operación del CRUD seleccionada, esta solicitud será recibida por el controlador el cual la toma como un evento. El controlador manipula a el modelo en el cual está almacenada la lógica de negocio, es decir que en el modelo están almacenadas las funciones de

administración de los productos alcohólicos. El modelo por su parte envía la solicitud a la base de datos a partir de la función ejecutada. En la base de datos se almacena o actualiza la información a partir de la solicitud realizada por el modelo dando una respuesta positiva hacia el mismo. El modelo luego de haber realizado satisfactoriamente la función de administración notifica al controlador para que proceda a actualizar la vista hacia el usuario con la información actualizada por medio del lenguaje de marcado HTML.

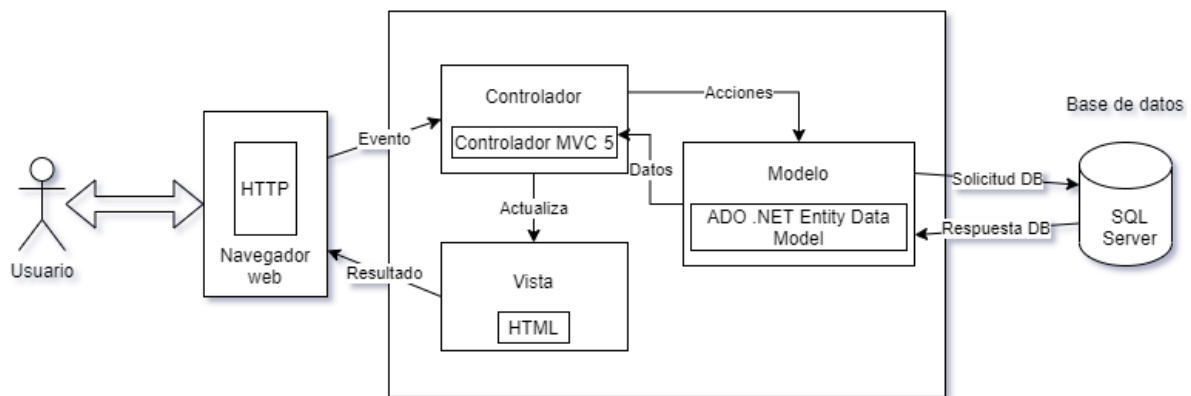


Figura 7. Arquitectura de la aplicación desarrollada.

Se agregó un elemento de tipo ADO.NET Entity Data Model con la finalidad de crear un modelo a partir del diseño de base de datos relacional creado en SQL Server. Posteriormente se procedió con la creación de los controladores de las entidades principales con sus respectivas vistas para realizar los procedimientos de administración de productos de bebidas alcohólicas dentro de la aplicación web. Por demás, se agregó un bloque de inicio de sesión para controlar el acceso a la aplicación web creada a partir de los datos de los usuarios registrados en la base de datos.

En la Figura 8 se puede observar a estructura completa del proyecto desarrollado de manera local en Visual Studio el cual sirvió como base fundamental para el despliegue de la aplicación en las plataformas de computación en la nube sujetos a estudio.

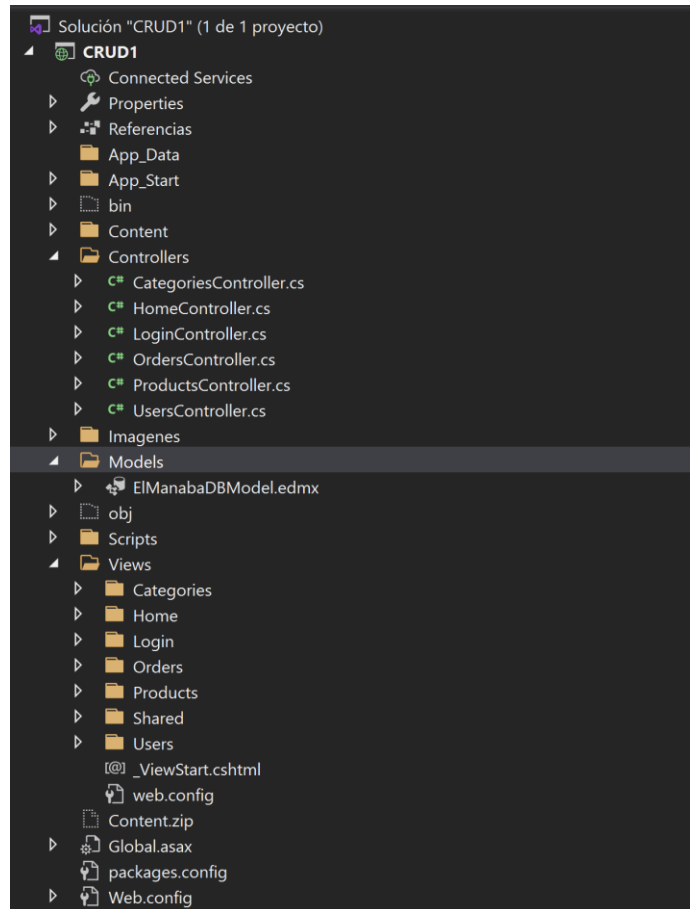
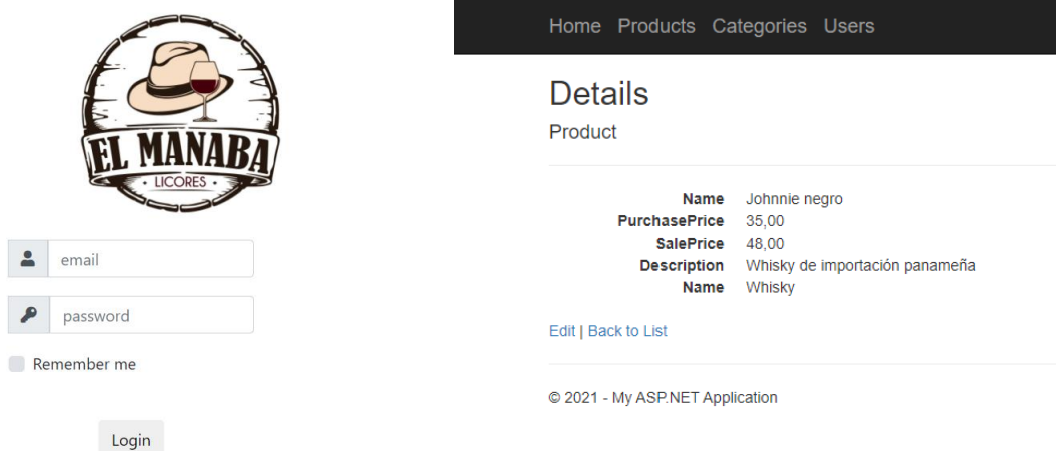


Figura 8. Estructura del proyecto en la IDE.

Luego de haber finalizado con la codificación de la aplicación web con sus respectivas funciones para la administración de productos, se realizaron pruebas de funcionamiento manera local para determinar la eficiencia en sus procesos operativos fundamentales. En la Figura 9 se puede observar un compendio de imágenes de la interfaz de usuario resultante para el manejo de la aplicación.



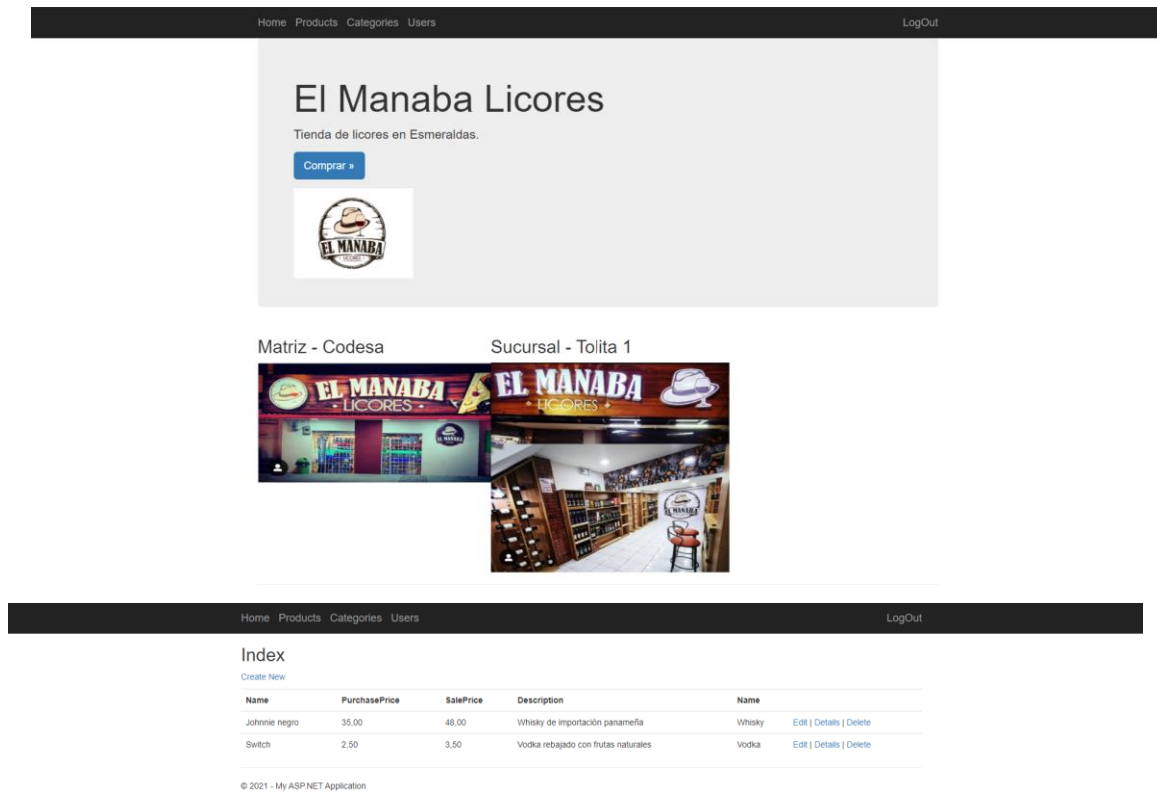


Figura 9. UI de la aplicación web desarrollada.

### 4.3 Despliegue de aplicación web en las plataformas de computación en la nube sujetas a estudio

Luego de haber desarrollado la aplicación web localmente y haber hecho las pruebas respectivas para corroborar su funcionamiento se procedió a desplegar el aplicativo en los tres proveedores de computación en la nube seleccionados utilizando el servicio de PaaS.

#### 4.3.1 Resultados de despliegue en App Engine de GCP

Posteriormente de haber culminado con la etapa de desarrollo de la aplicación de manera local se procedió a desplegarla en la plataforma de computación en la nube de Google. Para ello se utilizó el servicio App Engine el cual integra la arquitectura observada en la Figura 10.

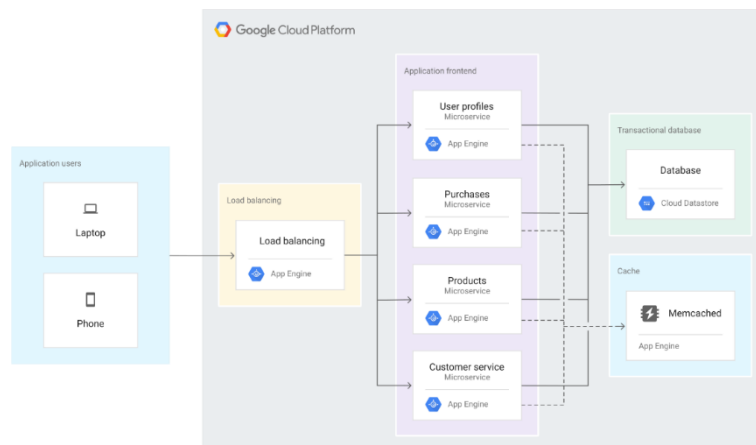


Figura 10. Arquitectura de App Engine.

Para realizar el despliegue de la aplicación se instaló el paquete de herramientas de Google Cloud Platform en el editor de desarrollo Visual Studio 2019 con la finalidad de que se pueda realizar la publicación de la aplicación desde el editor. Además, se creó una instancia App Engine en la consola de GCP para poder enlazarla con la aplicación al momento de publicarla.

Para el despliegue de la aplicación se utilizó un entorno flexible integrado con el framework .NET como se puede visualizar en la Figura 11.

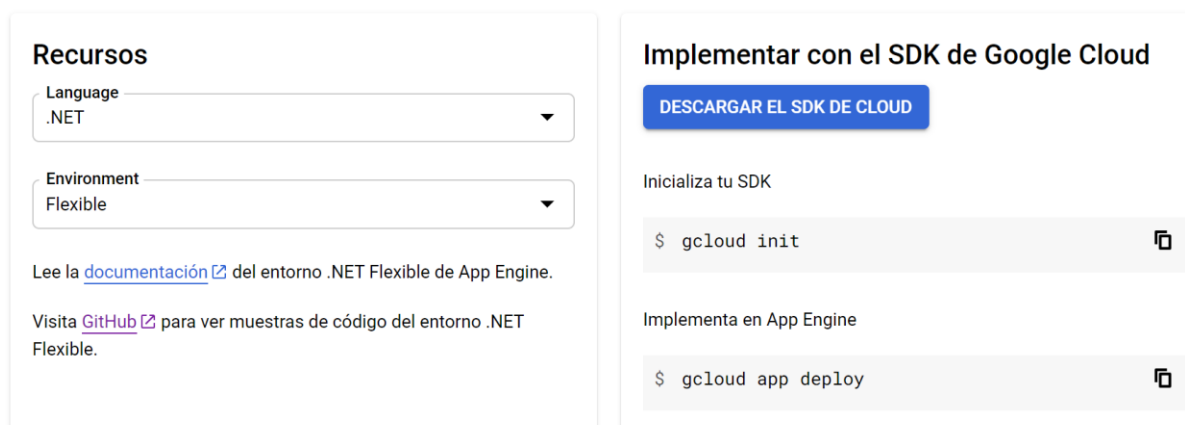


Figura 11. Configuración del entorno App Engine.

De esta manera, luego de haber desplegado y analizado el funcionamiento de la plataforma al publicar la aplicación web, se obtuvo que presenta un comportamiento temporal medio debido a que su tiempo promedio de respuesta al publicar la aplicación dependió en gran medida a las capacidades técnicas que presenta la instancia virtual al momento de ser creada, por esta razón el tiempo de respuesta se vio afectado. La utilización de recursos para el correcto funcionamiento de la aplicación y sus operaciones de administración de productos fue baja ya que no necesitó de grandes capacidades técnicas para operar correctamente. Por último, la capacidad máxima de operación fue media y una de las razones se debe a que el máximo de cada solicitud HTTP realizada es de 32MB. La información descrita se presenta en la Tabla 4 sobre la eficiencia de desempeño de App Engine.

Tabla 4. Eficiencia de desempeño de App Engine.

<b>Marque con una X</b>	<b>Alta</b>	<b>Media</b>	<b>Baja</b>
Comportamiento temporal		<b>X</b>	
Utilización de recursos			<b>X</b>
Capacidad		<b>X</b>	

La política que implementa App Engine y la plataforma de Google en general brinda seguridad para que sus clientes tengan la fiabilidad de que los datos están siendo protegidos. App Engine implementa un firewall el cual tiene la capacidad de controlar el acceso a la aplicación a través de un conjunto de reglas que evalúan la solicitud a partir del rango de direcciones IP recibido. El tráfico de internet producido al aplicar este filtro no será tomado en cuenta para la facturación del servicio. De esta manera es poco probable que se pueda acceder a los datos del servicio. La seguridad de los datos almacenados en la aplicación es responsabilidad del cliente al ser la persona o empresa dueña del producto de software en cuestión. En la Tabla 5 se detallan las características de seguridad implementadas en App Engine.

Tabla 5. Seguridad de App Engine.

<b>Marque con una X</b>	<b>Alta</b>	<b>Media</b>	<b>Baja</b>
Confidencialidad	X		
Integridad	X		
Autenticidad		X	
Responsabilidad	X		

Por último, App Engine integra un entorno flexible compatible con el framework .NET en el cual fue desarrollado la aplicación web. Además, brinda características como el auto escalamiento o la capacidad para establecer límites de uso de los recursos del servicio los cuales generar un valor agregado al hacer uso de App Engine. En la Tabla 6 se mencionan las características que confirman la compatibilidad del framework .NET con el servicio App Engine.

Tabla 6. Compatibilidad de App Engine con .NET.

Marque con una X	Si	No
Coexistencia del entorno de desarrollo	X	
Interoperabilidad con el entorno de desarrollo	X	

### 4.3.2 Resultados de despliegue en App Service de Microsoft Azure

La arquitectura que implementa el servicio App Service de Microsoft Azure se puede observar en la Figura 12. La ventaja principal que presenta el despliegue de una aplicación web .NET en la plataforma como servicio de Microsoft es que integra la capacidad de ser auto escalable y por ende satisfacer los picos de demanda. Por ello se categoriza como un servicio de despliegue de aplicaciones web flexible.

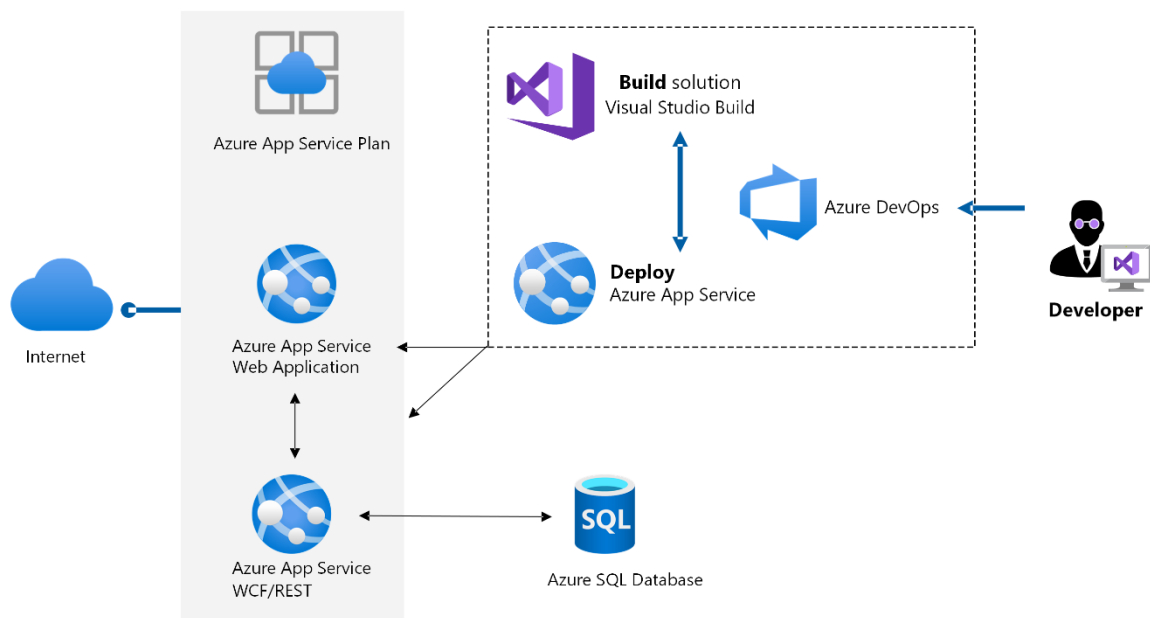


Figura 12. Arquitectura de App Service.

Los clientes que priorizan el despliegue de aplicaciones web en la plataforma de computación en la nube de Microsoft lo hacen con la finalidad de aumentar su eficiencia, seguridad, agilidad y la capacidad de auto escalamiento de la aplicación en relación con la cantidad de recursos que necesita para su correcto funcionamiento. Azure App Service funciona como un servidor capaz de hospedar aplicaciones web que puedan implementarse continuamente.

En el despliegue de la aplicación en la plataforma de computación en la nube de Microsoft se partió desde el código desarrollado localmente en la herramienta Visual Studio 2019. Al ser una herramienta propietaria de Microsoft integra la opción para realizar el despliegue de la aplicación en el servicio de App Service mediante la configuración de una conexión como se puede observar en la Figura 13.

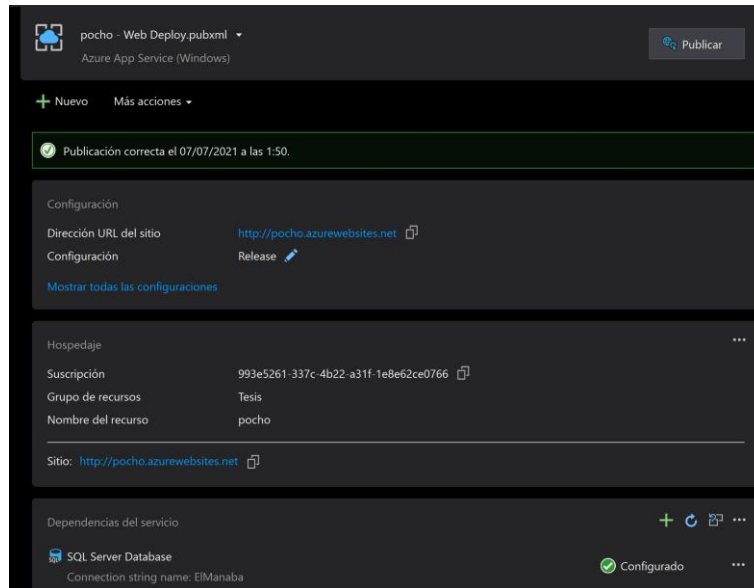


Figura 13. Configuración de la conexión de Visual Studio 2019 con App Service

Entre los requisitos para realizar la publicación de la app web se debe haber creado una instancia en el servicio App Service de Microsoft Azure con las respectivas configuraciones del framework utilizado.

Entre los parámetros que determinan la eficiencia del desempeño de Microsoft Azure se encuentra el comportamiento temporal el cual es alto debido a que la rapidez que brinda para crear la instancia en App Service satisface las necesidades del usuario. Por otra parte, el tiempo que tomó el despliegue de la aplicación en la plataforma de Azure no sobrepasó los límites esperados. Azure brinda a sus clientes una amplia oferta de suscripciones por lo que los recursos utilizados dependerán en gran medida del tamaño de la aplicación y de la suscripción realizada hacia el proveedor. Los límites de sus recursos son suficientes para desplegar aplicaciones web empresariales, aunque dependiendo las capacidades utilizadas se cobre tasas o tarifas adicionales por la transferencia de datos. Con esta información se establece que la capacidad y utilización de sus recursos es alta. En la Tabla 7 se observa le evaluación de la eficiencia de desempeño realizada a App Service.

Tabla 7. Eficiencia de desempeño de App Service.

<b>Marque con una X</b>	<b>Alta</b>	<b>Media</b>	<b>Baja</b>
Comportamiento temporal	<b>X</b>		
Utilización de recursos	<b>X</b>		
Capacidad	<b>X</b>		

Azure App Service oferta herramientas configurables para la protección de los datos almacenados en la aplicación, así como también para su constante funcionamiento. Dentro de las recomendaciones se encuentra utilizar las últimas versiones de las herramientas y frameworks para realizar el desarrollo

y despliegue de la aplicación web. Brinda herramientas adicionales de firewall y encriptación de datos que podrían relacionarse con el servicio de App Service para una mayor fiabilidad de la seguridad de la aplicación. Estas recomendaciones se realizan con el objetivo de establecer un modelo de responsabilidad compartida entre el proveedor y el cliente que pueda mejorar la seguridad general de las aplicaciones web publicadas. En la Tabla 8 se detallan las características fundamentales que verifican que el servicio garantice la seguridad de la información. De esta manera se obtiene que el servicio brinda herramientas de seguridad configurables por el cliente, evitando de cierta manera la responsabilidad en la seguridad de la aplicación y de los datos almacenados en ella.

Tabla 8. Seguridad de Azure App Service.

Marque con una X	Alta	Media	Baja
Confidencialidad	X		
Integridad	X		
Autenticidad		X	
Responsabilidad		X	

Microsoft Azure brinda un conjunto de frameworks disponibles para configurar el entorno de despliegue de una aplicación web, entre ellos se encuentra .NET. El framework, al ser integrado por el servicio Azure App Service, brinda compatibilidad para que los usuarios puedan realizar correctamente el despliegue de sus aplicaciones web. En la Tabla 9 se mencionan las características fundamentales que influyen en la determinación de la compatibilidad del framework con el servicio de plataforma de computación en la nube de Microsoft.

Tabla 9. Compatibilidad de Azure App Service con .NET.

Marque con una X	Si	No
Coexistencia del entorno de desarrollo	x	
Interoperabilidad con el entorno de desarrollo	x	

### 4.3.3 Resultados de despliegue en Elastic Beanstalk de AWS

Para el despliegue de la aplicación web en la plataforma de computación en la nube de Amazon Web Services no es necesario crear una instancia en el servicio Elastic Beanstalk para poder enlazarlo con Visual Studio 2019. En el editor de código se procedió a instalar el paquete de herramientas de Amazon Web Services para Visual Studio como se puede verificar en la Figura 14.

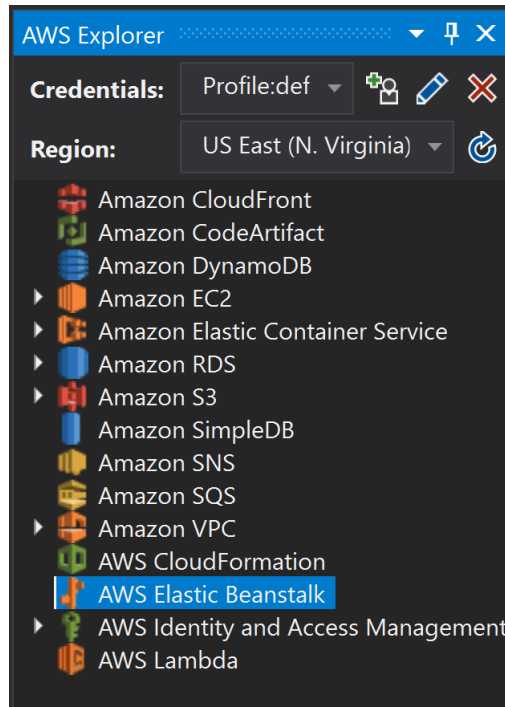


Figura 14. Caja de herramientas de Amazon Web Services.

Luego de haber instalado la caja de herramientas de AWS en Visual Studio se procede a configurar la conexión de la cuenta de AWS personal con el editor, por último, publicamos la aplicación en Elastic Beanstalk y una vez desplegada se visualizará el listado de eventos y el mensaje de que la aplicación fue desplegada correctamente como se puede observar en la Figura 15.

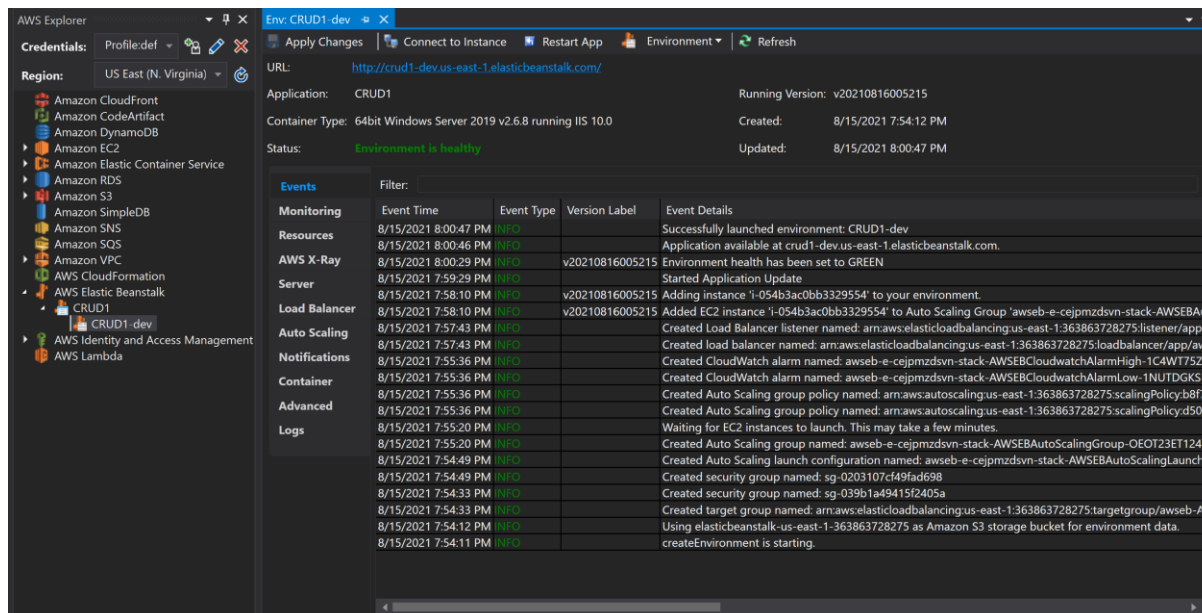


Figura 15. UI al desplegar la app en Elastic Beanstalk

El modelo de pago que presenta Elastic Beanstalk resulta particular debido a que depende directamente de las instancias EC2 o buckets de S3 necesarias para el funcionamiento de la aplicación.

Al igual que en las demás plataformas de computación en la nube sujetas a estudio, Elastic Beanstalk brinda auto escalabilidad dependiendo de la cantidad de demanda que tenga la aplicación. En la interfaz de facturación se puede observar detalladamente el valor cobrado por cada una de las herramientas utilizadas como se puede visualizar en Figura 16.



Figura 16. Interfaz de facturación en AWS.

Los parámetros de eficiencia de desempeño que implementa Elastic Beanstalk determinan que cuenta con una buena ponderación. El comportamiento temporal que reflejó Elastic Beanstalk al momento de desplegar la aplicación fue medio debido a que tomó mayor tiempo de respuesta en relación con las otras plataformas de computación en la nube evaluadas. La utilización de recursos y capacidad máxima brindada a los clientes que consumen este servicio de PaaS es alta debido a que cuenta con un escalamiento horizontal automático el cual incrementa dependiendo las necesidades o características técnicas que necesita la instancia para el correcto funcionamiento de la aplicación web. La tarifa cobrada es proporcional a la cantidad de recursos utilizados para mantener la aplicación web operativa. En la Tabla 10 se describe la evaluación de la característica de eficiencia de desempeño aplicada a Elastic Beanstalk.

Tabla 10. Eficiencia de desempeño de Elastic Beanstalk.

Marque con una X	Alta	Media	Baja
Comportamiento temporal		X	
Utilización de recursos	X		
Capacidad	X		

Elastic Beanstalk brinda las opciones de configuración de la seguridad según lo requiera el usuario o el servicio en cuestión. Sin embargo, se recomiendan algunas prácticas como la asignación de permisos mínimos, actualización frecuente de la plataforma, implementación de herramienta de monitorización para garantizar la seguridad de los datos almacenados en la aplicación y el correcto funcionamiento de esta. En la Tabla 11 se categorizan los parámetros de seguridad en alto medio o bajo según las opciones y configuraciones brindadas por Elastic Beanstalk.

Tabla 11. Seguridad de Elastic Beanstalk.

<b>Marque con una X</b>	<b>Alta</b>	<b>Media</b>	<b>Baja</b>
Confidencialidad	X		
Integridad	X		
Autenticidad	X		
Responsabilidad	X		

AWS Elastic Beanstalk ofrece la facilidad para implementar aplicaciones web desarrolladas bajo distintos frameworks de programación, entre ellos se encuentra .NET que fue el elegido para el desarrollo de la aplicación en el presente proyecto. Para realizar el despliegue de la aplicación es necesario cargar el código y la herramienta se encargará de la configuración y administración de los recursos necesarios para el funcionamiento de la aplicación. En la Tabla 12 se mencionan los parámetros mediante los cuales se verifica la compatibilidad del servicio con el framework .NET.

Tabla 12. Compatibilidad de Elastic Beanstalk con .NET.

<b>Marque con una X</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>
Coexistencia del entorno de desarrollo	x	
Interoperabilidad con el entorno de desarrollo	x	

#### 4.4 Comparación de resultados en base a facilidades de despliegue brindadas por las plataformas de computación en la nube.

Tabla 13. Tabla comparativa en base a las características de eficiencia de desempeño, seguridad y compatibilidad.

	Eficiencia de desempeño									Seguridad									Compatibilidad						
	Comportamiento temporal			Utilización de recursos			Capacidad máxima			Confidencialidad			Integridad			Autenticidad			Responsabilidad			Coexistencia		Interoperabilidad	
	Alta	Media	Baja	Alta	Media	Baja	Alta	Media	Baja	Alta	Media	Baja	Alta	Media	Baja	Alta	Media	Baja	Alta	Media	Baja	Si	No	Si	No
<b>App Engine</b>		X				X		X		X			X			X		X			X			X	
<b>App Services</b>	X			X			X			X			X			X			X		X			X	
<b>Elastic Beanstalk</b>		X		X			X			X			X		X			X			X			X	

En la Tabla 13 se presentan los resultados de la evaluación realizada a las plataformas de computación en la nube que estuvieron sujetas a estudio en base a tres características de calidad de software según la norma internacional ISO/IEC 25010, las cuales son eficiencia de desempeño, seguridad y compatibilidad. De esta manera se establecieron intervalos de ponderación los cuales muestran que Elastic Beanstalk tuvo los mejores resultados en base a las características y parámetros tomados en cuenta para determinar el grado de ponderación de cada servicio de PaaS. La segunda plataforma mejor evaluada fue App Service la cual es proveída por Microsoft Azure, en este caso se apreciaron deficiencias de autenticidad y responsabilidad al momento de tratar sobre la seguridad del servicio. App Engine es la plataforma que en promedio presenta menores resultados en comparación con las demás debido a que existen limitantes en las capacidades técnicas de sus instancias que impiden un escalamiento de la aplicación en mayor proporción.

## CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN

A. S. Muhammed y D. Ucuz [10] mencionaron en su investigación que los principales proveedores de plataformas en la nube son Microsoft Azure, Amazon Web Services y Google Cloud. Se mencionó que estas plataformas eran utilizadas debido a la capacidad de almacenamiento que brindan además de que permiten agilizar el proceso de despliegue a producción de una aplicación debido a que no es necesario implementar una arquitectura de desarrollo integrada. De esta manera se ha podido comprobar mediante una revisión bibliográfica que estos proveedores son en consecuencia los líderes de servicios de computación en la nube, no sólo de PaaS, sino también de IaaS. Además se comprobó que los usuarios o clientes que hacen uso de las herramientas de PaaS no tienen acceso ni control sobre los sistemas operativos, servidores o la infraestructura oculta que implementa la nube. El servicio de PaaS en los distintos proveedores estudiados brinda únicamente permisos de administración sobre la aplicación desplegada.

M. Albonico et. al. [7] mencionan en su investigación que con el auge de la computación en la nube se puede contar con una plataforma que brinde recursos y servicios que permiten desarrollar e implementar diferentes tipos de aplicaciones, ya sean estas: web, móvil o una aplicación de backend. Además, mencionaron que las herramientas de PaaS ofrecen un catálogo de frameworks disponibles para que usuarios desarrolladores integren durante el desarrollo de sus aplicaciones. Esta información se ha podido comprobar al utilizar las herramientas de PaaS brindadas por cada uno de los proveedores que, además de integrar una variedad de frameworks, cuentan con una infraestructura flexible que permite la instalación de otras herramientas de desarrollo en caso de que sea necesario para el despliegue de una aplicación.

La empresa de consultoría informática mencionó en su artículo titulado “*Magic Quadrant for Cloud Infrastructure and Platform Services*” [38] que el principal proveedor de PaaS es AWS, seguido de Microsoft y Google. Esta afirmación se ha podido verificar en base a los resultados de la evaluación de características de calidad de software realizado a las plataformas de la nube de cada uno de los proveedores. La razón principal por la que Elastic Beanstalk de

AWS es el líder de la lista se debe a sus características técnicas brindadas por las instancias que ofrece a los usuarios. App Service por su parte escolta a Elastic Beanstalk debido a su nivel de compatibilidad con diferentes herramientas propias del proveedor que lo hacen un servicio de PaaS prioritario para empresas multinacionales. Integrando el podio también se encuentra App Engine de Google el cual es el servicio de PaaS que más crecimiento ha tenido en los últimos años debido a su capacidad de trabajar con herramientas de inteligencia artificial.

## CAPÍTULO V: CONCLUSIONES

En base al primer objetivo del presente proyecto de investigación se concluye que, a partir del diseño experimental ejecutado, las principales plataformas de computación en la nube para el desarrollo de aplicaciones web son Elastic Beanstalk de AWS, App Service de Microsoft Azure y App Engine de GCP. Estos proveedores son los líderes de los servicios de computación en la nube no solo de PaaS si no también de IaaS debido a las características de calidad de software evaluadas las cuales verificaron la capacidad de los proveedores mencionados para desplegar aplicaciones web.

A partir del segundo objetivo planteado en el proyecto de investigación se obtiene el diseño y desarrollo de una aplicación web mediante el framework .NET utilizando el IDE de Visual Studio 2019. La aplicación contó con las funciones de registro, lectura, actualización y eliminación (CRUD) para administrar los productos de bebidas alcohólicas de la empresa “El Manaba Licores” y sus respectivas categorías. La automatización de procesos en las empresas es fundamental para su posterior prosperidad debido a las necesidades de implementación tecnológica a las que están sometidas los negocios y empresas actualmente.

De acuerdo con el tercer objetivo planteado se desplegó la aplicación web desarrollada para la administración de productos alcohólicos en las principales plataformas de computación en la nube identificadas en el objetivo 1. Los frameworks implementados por los diferentes servicios de PaaS facilitaron el despliegue de la aplicación ya que, si bien es cierto, las herramientas evaluadas tienen una infraestructura flexible capaz de instalar los recursos necesarios para el funcionamiento de la aplicación, la tarea de despliegue o publicación de la aplicación se vio afectada favorablemente debido a que estas herramientas de necesidad principal para la ejecución de la aplicación ya se encontraban implementadas.

De acuerdo con el cuarto objetivo planteado el cual menciona la comparación de las principales plataformas de computación en la nube en base a las facilidades de despliegue se obtiene que, a partir de las características de calidad de software evaluadas, Elastic Beanstalk es el servicio de PaaS óptimo para el despliegue de aplicaciones web debido a que el proveedor brinda a los clientes el correcto funcionamiento de la aplicación desplegada mediante diferentes

tipos de beneficios. Las características de calidad de software evaluadas son fundamentales a la hora de determinar el proveedor que brinda mayor eficiencia, seguridad y compatibilidad con el framework de desarrollo a la hora de desplegar una aplicación web. Estas características permiten que la plataforma de computación en la nube evaluada cuente con la calidad necesaria para el despliegue de aplicaciones web, ya sean estas empresariales o de PYMES.

## **RECOMENDACIONES**

En base al proyecto de investigación ejecutado se recomienda desplegar aplicaciones web en los proveedores de computación en la nube líderes del mercado debido a su compatibilidad con diversas herramientas tecnológicas. Además, los servicios ofertados cuentan con la suficiente flexibilidad para integrar frameworks necesarios para el funcionamiento de una aplicación.

Debido al gran avance tecnológico ha surgido un nuevo paradigma de desarrollo en la nube el cual se basa en los servicios sin servidor (*Serverless*). En base a la investigación bibliográfica realizada se recomienda a futuros proyectos de investigación, empresas y desarrolladores en general que integren este nuevo paradigma debido a la capacidad que brindan los proveedores para autoadministrar la infraestructura de la aplicación. De esta manera los desarrolladores liberan la carga de administración de infraestructura y se enfocan en la funcionalidad de la aplicación web.

Para el desarrollo de aplicaciones web, se recomienda implementar patrones de arquitectura de software que faciliten la escalabilidad de la aplicación, por ejemplo, MVC. Además, se sugiere desarrollar las aplicaciones web de manera local en entornos de desarrollo integrado compatibles con el proveedor de computación en la nube seleccionado con la finalidad de comprobar que todas sus funcionalidades se ejecuten correctamente y obtener mayor facilidad de despliegue de la aplicación web. De esta manera se ahorrarán los costos de desarrollo en los servicios de computación en la nube y se hará uso de ellos exclusivamente para realizar el despliegue o publicación del aplicativo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] C. Kan, “DoCloud: An elastic cloud platform for Web applications based on Docker,” *International Conference on Advanced Communication Technology, ICACT*, vol. 2016-March, pp. 478–483, 2016.
- [2] M. S. B. Jannath Nisha, “A survey on Code Injection Attacks in Mobile Cloud Computing Environment,” *2018 8th International Conference on Cloud Computing, Data Science & Engineering (Confluence)*, pp. 135–140, 2018.
- [3] C. Qu, R. N. Calheiros, and R. Buyya, “Auto-scaling web applications in clouds: A taxonomy and survey,” *ACM Computing Surveys*, vol. 51, no. 4, 2018.
- [4] J. Tupamaki and T. Mikkonen, “On the transition from the web to the cloud,” *Proceedings of IEEE International Symposium on Web Systems Evolution, WSE*, pp. 51–59, 2013.
- [5] N. S. Das, M. Usmani, and S. Jain, “Implementation and performance evaluation of sentiment analysis web application in cloud computing using IBM Blue mix,” *International Conference on Computing, Communication and Automation, ICCCA 2015*, pp. 668–673, 2015.
- [6] A. Q. Huy and P. D. Hung, “Security and cost optimization auditing for amazon web services,” *ACM International Conference Proceeding Series*, pp. 44–48, 2019.
- [7] M. Albonico, A. Benelallam, J. M. Mottu, and G. Sunyé, “A DSL-based approach for elasticity testing of cloud systems,” *DSM 2016 - Proceedings of the International Workshop on Domain-Specific Modeling, co-located with SPLASH 2016*, pp. 8–14, 2016.
- [8] Y. Guo, I. Mohamed, O. Abou-Sayed, and A. Abou-Sayed, “Cloud computing and web application-based remote real-time monitoring and data analysis: slurry injection case study, Onshore USA,” *Journal of Petroleum Exploration and Production Technology*, vol. 9, no. 2, pp. 1225–1235, 2019.
- [9] J. Nupponen and D. Taibi, “Serverless: What it Is, What to Do and What Not to Do,” *Proceedings - 2020 IEEE International Conference on Software Architecture*

*Companion, ICSA-C 2020*, pp. 49–50, 2020.

- [10] A. S. Muhammed and D. Ucuz, “Comparison of the IoT Platform Vendors, Microsoft Azure, Amazon Web Services, and Google Cloud, from Users’ Perspectives,” *8th International Symposium on Digital Forensics and Security, ISDFS 2020*, pp. 19–22, 2020.
- [11] K. Swedha and T. Dubey, “Analysis of Web Authentication Methods Using Amazon Web Services,” *2018 9th International Conference on Computing, Communication and Networking Technologies, ICCCNT 2018*, 2018.
- [12] A. Verma, D. Malla, A. K. Choudhary, and V. Arora, “A Detailed Study of Azure Platform Its Cognitive Services,” *Proceedings of the International Conference on Machine Learning, Big Data, Cloud and Parallel Computing: Trends, Prespectives and Prospects, COMITCon 2019*, pp. 129–134, 2019.
- [13] M. Filer *et al.*, “Elastic optical networking in the Microsoft cloud [invited],” *Journal of Optical Communications and Networking*, vol. 8, no. 7, pp. A45–A54, 2016.
- [14] S. Challita, F. Zalila, C. Gourdin, and P. Merle, “A precise model for Google cloud platform,” *Proceedings - 2018 IEEE International Conference on Cloud Engineering, IC2E 2018*, pp. 177–183, 2018.
- [15] N. J. Mitchell and K. Zunnurhain, “Google cloud platform security,” *Proceedings of the 4th ACM/IEEE Symposium on Edge Computing, SEC 2019*, pp. 319–322, 2019.
- [16] P. Singh, G. B. Singh, and K. Jyoti, “A study on resource provisioning of multi-tier web applications in cloud computing,” *2015 International Conference on Computing for Sustainable Global Development, INDIACom 2015*, pp. 799–802, 2015.
- [17] K. Kritikos and P. Skrzypek, “A review of serverless frameworks,” *Proceedings - 11th IEEE/ACM International Conference on Utility and Cloud Computing Companion, UCC Companion 2018*, pp. 161–168, 2019.
- [18] D. Balla, M. Maliosz, and C. Simon, “Open Source FaaS Performance Aspects,” *2020 43rd International Conference on Telecommunications and Signal Processing, TSP 2020*, pp. 358–364, 2020.
- [19] J. M. Hellerstein *et al.*, “Serverless computing: One step forward, two steps back,” *CIDR*

- 2019 - 9th Biennial Conference on Innovative Data Systems Research, vol. 3, 2019.
- [20] M. Albonico, J. M. Mottu, and G. Sunyé, “Controlling the elasticity of Web applications on cloud computing,” *Proceedings of the ACM Symposium on Applied Computing*, vol. 04-08-Apri, pp. 816–819, 2016.
- [21] M. Ma, J. Yang, P. Wang, W. Liu, and J. Zhang, “Light-Weight and Scalable Hierarchical-MVC Architecture for Cloud Web Applications,” *Proceedings - 6th IEEE International Conference on Cyber Security and Cloud Computing, CSCloud 2019 and 5th IEEE International Conference on Edge Computing and Scalable Cloud, EdgeCom 2019*, pp. 40–45, 2019.
- [22] P. Singh, P. Gupta, and K. Jyoti, “Triangulation resource provisioning for web applications in cloud computing: A profit-aware approach,” *Scalable Computing*, vol. 20, no. 2, pp. 207–222, 2019.
- [23] J. F. Calvo-Ortega, M. Pozo, S. Moragues, and J. Casals, “Fast protocol for radiochromic film dosimetry using a cloud computing web application,” *Physica Medica*, vol. 39, pp. 1–8, 2017.
- [24] T. Wang, W. Zhang, C. Ye, J. Wei, H. Zhong, and T. Huang, “FD4C: Automatic Fault Diagnosis Framework for Web Applications in Cloud Computing,” *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems*, vol. 46, no. 1, pp. 61–75, 2016.
- [25] W. Lee, H. W. Lee, and M. Choi, “Web application framework for customizable mobile cloud services,” *International Conference on ICT Convergence*, pp. 510–515, 2012.
- [26] W. Fuertes, K. Quimbiulco, F. Galarraga, and J. L. Garcia-Dorado, “On the Development of Advanced Parental Control Tools,” *Proceedings - 2015 1st International Conference on Software Security and Assurance, ICSSA 2015*, pp. 1–6, 2017.
- [27] D. R. D. Soliz and M. O. F. A, “Oohdm ( Método De Diseño Hipermedia Objeto Orientado ) & Normativa Iso 9126,” p. 25, 2014.
- [28] C. Humberto and L. Hidalgo, “Desarrollo de una aplicación web para la gestión de los procesos de bouquetería para una empresa florífica del Ecuador,” *Universidad Politecnica del Litoral*, 2015.
- [29] P. Matesanz, D. Buchner, T. Lange, A. Forderer, I. Astrova, and A. Koschel, “Scalib:

- Scalable library system based on google app engine,” *2018 9th International Conference on Information, Intelligence, Systems and Applications, IISA 2018*, pp. 1–6, 2019.
- [30] ISO/IEC JTC 1/SC 7 Software and systems engineering, “ISO/IEC 25010,” *Iso 25000*. p. 3, 2015.
- [31] M. Sánchez, “Assessing the quality of MOOC using ISO/IEC 25010,” *Proceedings - 2016 11th Latin American Conference on Learning Objects and Technology, LACLO 2016*, pp. 0–3, 2016.
- [32] A. Gupta, P. Goswami, N. Chaudhary, and R. Bansal, “Deploying an Application using Google Cloud Platform,” *2nd International Conference on Innovative Mechanisms for Industry Applications, ICIMIA 2020 - Conference Proceedings*, no. Icimia, pp. 236–239, 2020.
- [33] T. Yang and Y. Zhao, “Application of cloud computing in biomedicine big data analysis cloud computing in big data,” *2017 International Conference on Algorithms, Methodology, Models and Applications in Emerging Technologies, ICAMMAET 2017*, vol. 2017-Janua, pp. 1–3, 2017.
- [34] D. Sikeridis, I. Papapanagiotou, B. P. Rimal, and M. Devetsikiotis, “A Comparative Taxonomy and Survey of Public Cloud Infrastructure Vendors,” *arXiv*, no. February 2018, 2017.
- [35] E. Ecuatoriano, “La Ley de Comercio Electrónico, Firmas Electrónicas y Mensajes de Datos.” Asamblea Nacional, p. 27, 2002.
- [36] A. Nacional, “*Ley Orgánica del Consumidor*,” *Congreso Nacional*. p. 71, 2011.
- [37] Propiedad Intelectual Registro Oficial No 320, “Ley de Propiedad Intelectual,” 2015, no. 320. p. 92, 2015.
- [38] D. W. Raj Bala, Bob Gill, Dennis Smith, Kevin Ji, “Gartner Reprint,” *Gartner*, pp. 1–12, 2021.
- [39] J. Huerlo, “*Terraform como herramienta para automatizar la creación de infraestructuras siguiendo el concepto de infraestructura como código.*” 2020.

## ANEXOS

### Anexo 1. Ficha de observación de las plataformas de computación en la nube

En la Tabla 14 se pueden observar las sub-características que influyen en la determinación de la eficiencia de desempeño en relación con la cantidad de recursos utilizados para la creación y el funcionamiento de cada instancia en la plataforma de computación en la nube evaluada. Dentro de los parámetros utilizados para la evaluación de la eficiencia de desempeño se encuentra el comportamiento temporal, la utilización de recursos y la capacidad. El comportamiento temporal hace referencia al tiempo que toma la plataforma de computación en la nube para desplegar una aplicación web. La utilización de recursos está relacionada con los requisitos técnicos necesarios para que la aplicación web desplegada funcione correctamente. El último parámetro evaluado en la eficiencia en el desempeño es la capacidad la cual indica el límite máximo de recursos disponibles para el funcionamiento de la aplicación.

Tabla 14. Eficiencia de desempeño.

<b>Marque con una X</b>	<b>Alta</b>	<b>Media</b>	<b>Baja</b>
Comportamiento temporal			
Utilización de recursos			
Capacidad			

Para realizar la evaluación de la eficiencia de desempeño de la plataforma de computación en la nube al desplegar una aplicación web se propone la Tabla 15 en la que se muestran los intervalos de ponderación según su grado de importancia. De esta manera el intervalo 1-3 representa la eficiencia de desempeño baja, entre 4-6 hace referencia a una eficiencia de desempeño media, mientras que entre 7-9 está representado el grado de importancia alto.

Tabla 15. Intervalo de ponderación de eficiencia de desempeño.

<b>Intervalo</b>	<b>Significado</b>	<b>Grado de importancia</b>
7-9	Eficiencia de desempeño alta	Alto
4-6	Eficiencia de desempeño media	Medio
1-3	Eficiencia de desempeño baja	Bajo

En la Tabla 16 se detallan los parámetros que se deben tener en cuenta para evaluar la seguridad con la que cuenta la plataforma de computación en la nube. Los parámetros detallados son indispensables para que el usuario o cliente tenga la garantía de que los datos personales registrados en la plataforma de computación o los datos almacenados en la aplicación web estarán restringidos mediante diferentes protocolos de seguridad. Esta información debe tener la protección necesaria para que solo las personas o sistemas autorizados tengan acceso a ella.

*Tabla 16. Características para evaluar la seguridad de la plataforma.*

<b>Marque con una X</b>	<b>Alta</b>	<b>Media</b>	<b>Baja</b>
Confidencialidad			
Integridad			
Autenticidad			
Responsabilidad			

Para evaluar la característica de seguridad se presenta la Tabla 17 donde se encuentran especificados los intervalos que tendrá los parámetros descritos en la Tabla 16. De esta manera se obtiene que entre 1 y 3 hace referencia a un grado de seguridad baja, entre 4 y 6 se describe un grado de seguridad media, y por último el intervalo de 7 a 9 comprende un grado de seguridad alto, siendo este el óptimo para garantizar la seguridad de la información almacenada por la plataforma de computación en la nube.

*Tabla 17. Intervalo de ponderación de seguridad*

<b>Intervalo</b>	<b>Significado</b>	<b>Grado de importancia</b>
9-12	Grado de seguridad alta	Alta
5-8	Grado de seguridad media	Media
1-4	Grado de seguridad baja	Baja

Con la finalidad de verificar la compatibilidad de la plataforma de computación en la nube con el entorno de desarrollo seleccionado para desarrollar la aplicación se presenta la Tabla 18 en la cual se menciona las características indispensables que fundamentan la determinación de la integración del framework dentro de cada una de las plataformas sujetas a estudio.

Tabla 18. Características de la compatibilidad brindada por la plataforma.

<b>Marque con una X</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>
Coexistencia del entorno de desarrollo		
Interoperabilidad con el entorno de desarrollo		

## **Anexo 2. Diseño experimental**

Para la ejecución del proyecto de investigación se analizó, evaluó e interpretó los conceptos teóricos del modelo de servicio PaaS. Además, se obtuvo una comprensión clara de las ventajas, desventajas y características que proporciona la contratación de servicios de computación en la nube, así como también las consecuencias por posibles faltas de seguridad relacionando con cada proveedor a evaluar. En este punto se procedió a crear las cuentas de usuario en las tres plataformas de computación de la nube evaluadas con el fin de verificar las herramientas y tecnologías que integra cada plataforma.

Luego de haber comprendido de manera clara lo que beneficia el desarrollo de una aplicación web en una plataforma de computación en la nube se realizó una exploración de las operaciones de administración de productos que maneja el negocio de venta de bebidas alcohólicas “El Manaba Licores” para proporcionar un correcto diseño de aplicación.

Como tercer punto se realizó el diseño de la aplicación para la administración de productos del local comercial. En este punto se detalló de manera clara y precisa el flujo de los procesos para la automatización de sus operaciones. Además, se asignaron roles de usuarios con la finalidad de salvaguardar la integridad de los datos del negocio.

Una vez realizado el diseño de la aplicación se procedió a desarrollar la aplicación en el framework .NET ya que es compatible con las tres plataformas de computación en la nube evaluadas. Luego se realizaron las pruebas respectivas de manera local para garantizar el funcionamiento de la aplicación.

Como quinto paso se desplegó la aplicación web desarrollada en las tres plataformas de computación en la nube estudiadas para su posterior evaluación de rendimiento. Al realizar la evaluación tomando como referencia los datos proporcionados por la aplicación se procedió a completar tabla de rendimiento detallada en el anexo 1.

Una vez interpretados los resultados de rendimiento de la aplicación web en las plataformas de computación web sujetas a estudio se relacionó con la facilidad de manejo de la plataforma que proporciona cada proveedor para determinar la plataforma de computación en la nube óptima para el desarrollo de aplicaciones web.

Como complemento del presente proyecto de investigación se espera desarrollar un modelo

de implementación en el que se detallen los pasos a seguir para desplegar una aplicación web en la plataforma de computación en la nube con mejores resultados de rendimiento con la finalidad de proporcionar a los desarrolladores una especie de manual y facilitar de esta manera el desarrollo de futuros proyectos.