



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA SISTEMAS Y COMPUTACIÓN**

**“PROTOTIPO DE MICRO SERVIDORES CON HARDWARE IOT Y  
SOFTWARE LIBRE PARA EL DESPLIEGUE DE HERRAMIENTAS  
DE ADMINISTRACIÓN EMPRESARIAL”**

Trabajo de investigación previo a la obtención del título de Ingeniero en  
Sistemas y Computación

**Autores:**

Loza Martínez Jhon Maximiliano  
Orozco Córdor Andres Israel

**Tutor:**

Ing. Gonzalo Allauca, Mgs

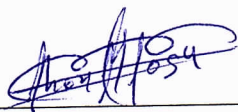
**Riobamba – Ecuador: 2022**

## DERECHO DE AUTORÍA

Nosotros, Jhon Maximiliano Loza Martínez, con cédula de ciudadanía 060460457-9 y Andres Israel Orozco Cóndor, con cédula de ciudadanía 060343704-7, autores del trabajo de investigación titulado: “PROTOTIPO DE MICRO SERVIDORES CON HARDWARE IOT Y SOFTWARE LIBRE PARA EL DESPLIEGUE DE HERRAMIENTAS DE ADMINISTRACIÓN EMPRESARIAL”, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor (a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, 9 mayo de 2022



---

Jhon Maximiliano Loza Martínez

C.I: 060460457-9



---

Andres Israel Orozco Cóndor

C.I: 060343704-7

## DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR Y MIEMBROS DE TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Tutor y Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación “PROTOTIPO DE MICRO SERVIDORES CON HARDWARE IOT Y SOFTWARE LIBRE PARA EL DESPLIEGUE DE HERRAMIENTAS DE ADMINISTRACIÓN EMPRESARIAL” por Jhon Maximiliano Loza Martines con cédula de identidad número 0604604579 y Andres Israel Orozco Condor con cédula de identidad número 06034347047, certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha asesorado durante el desarrollo, revisado y evaluado el trabajo de investigación escrito y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba, 9 de mayo de 2022

Ing. Pamela Buñay, Mgs  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE  
GRADO



Firmado electrónicamente por:  
PAMELA  
ALEXANDRA BUNAY  
GUISNAN

---

Firma

Ing. Santiago Cisneros, Mgs  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE  
GRADO



Firmado electrónicamente por:  
ANDRES SANTIAGO  
CISNEROS BARAHONA

---

Firma

Ing. Marlon Silva, Mgs  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE  
GRADO



Firmado electrónicamente por:  
MARLON JAVIER  
SILVA  
CASTAÑEDA

---

Firma

Ing. Gonzalo Allauca, Mgs  
TUTOR



Firmado electrónicamente por:  
LUIS GONZALO  
ALLAUCA  
PENAFIEL

---

Firma

## CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación “PROTOTIPO DE MICRO SERVIDORES CON HARDWARE IOT Y SOFTWARE LIBRE PARA EL DESPLIEGUE DE HERRAMIENTAS DE ADMINISTRACIÓN EMPRESARIAL”, presentado por Jhon Maximiliano Loza Martínez, con cédula de identidad número 0604604579 y Andres Israel Orozco Cóndor, con cédula de identidad número 0603437047, bajo la tutoría del Mgs. Luis Gonzalo Allauca Peñafiel, certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba, 9 de mayo de 2022

Presidente del Tribunal de Grado  
Ing. Pamela Buñay, Mgs



Firmado electrónicamente por:  
**PAMELA  
ALEXANDRA BUNAY  
GUISNAN**

---

Firma

Miembro del Tribunal de Grado  
Ing. Santiago Cisneros, Mgs



Firmado electrónicamente por:  
**ANDRES SANTIAGO  
CISNEROS BARAHONA**

---

Firma

Miembro del Tribunal de Grado  
Ing. Marlon Silva, Mgs



Firmado electrónicamente por:  
**MARLON JAVIER  
SILVA  
CASTAÑEDA**

---

Firma



# CERTIFICACIÓN

Que, **LOZA MARTÍNEZ JHON MAXIMILIANO** con CC: **0604604579**, estudiante de la Carrera **SISTEMAS Y COMPUTACIÓN, NO VIGENTE**, Facultad de **INGENIERIA**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado " **PROTOTIPO DE MICRO SERVIDORES CON HARDWARE IOT Y SOFTWARE LIBRE PARA EL DESPLIEGUE DE HERRAMIENTAS DE ADMINISTRACIÓN EMPRESARIAL**", cumple con el **0%**, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **URKUND**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 17 de Marzo de 2022



Firmado electrónicamente por:

**LUIS GONZALO  
ALLAUCA  
PENAFIEL**

---

Mgs. Gonzalo Allauca  
**TUTOR**



# CERTIFICACIÓN

Que, **OROZCO CONDOR ANDRES ISRAEL** con CC: **0603437047**, estudiante de la Carrera **SISTEMAS Y COMPUTACIÓN, NO VIGENTE**, Facultad de **INGENIERIA**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado "**PROTOTIPO DE MICRO SERVIDORES CON HARDWARE IOT Y SOFTWARE LIBRE PARA EL DESPLIEGUE DE HERRAMIENTAS DE ADMINISTRACIÓN EMPRESARIAL**", cumple con el **0 %**, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **URKUND**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 17 de Marzo de 2022



Firmado electrónicamente por:  
**LUIS GONZALO  
ALLAUCA  
PENAFIEL**

---

Mgs. Gonzalo Allauca  
**TUTOR**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo investigativo a mis padres y hermanos que me han apoyado en el estudio para llegar al final para demostrar mis capacidades de invención al generar nuevos conocimientos y ponerlos en práctica, de igual manera a mis docentes que me han apoyado en esta prestigiosa carrera con sus conocimientos y me han ofrecido la suficiente habilidad para implementar este proyecto e impulsarme más sobre mis capacidades intelectuales.

**JHON LOZA**

El presente trabajo tiene como dedicatoria a Dios y mi madre María Condor y mis hermanos Juan y Marcela quienes día a día con sus consejos y amor de familia y mi sobrina Kerly quienes me ha ayudado en todo momento y aspecto para poder finalizar este proceso de estudios y no darme por vencido y evitar el tirar la toalla y poder llegar al final de mis estudios.

**ANDRES OROZCO**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a mis padres por su apoyo y confianza en el transcurso de mi vida universitaria, a mi primo que es como mi hermano y me ha apoyado y dado ánimos en momentos difíciles.

A mis compañeros que estuvieron dando su apoyo en momentos difíciles de la vida.

A mis docentes el Ing. Gonzalo Allauca por compartir su conocimiento y paciencia para completar y demostrar mis esfuerzos y dedicación a la carrera.

**JHON LOZA**

Gracias a Dios por mantenerme en equilibrio y agradecer a mi madre, quien ha sido mi apoyo en todo momento siendo sus consejos que perduran y su insistencia en ser una persona de bien para poder lograr mis objetivos.

También agradecer a mis hermanos quienes han sido mis consejeros y velaron por su hermano menor y de cuales estaré en deuda con ellos siempre.

A todos mis docentes desde mi ingreso me ayudaron en la formación no solo académica también en la formación como persona de bien y útil para la sociedad.

Agradecer a mi Tutor el Ing. Gonzalo Allauca por su paciencia y su conocimiento impartido en



las aulas y más en este proyecto de tesis para poder demostrar los años de esfuerzo y dedicación e la carrera de ingeniería en sistemas y computación.

Y a la Universidad Nacional de Chimborazo por abrirme las puertas y poder ser un profesional más.

**ANDRES OROZCO**

## INDICE GENERAL

<b>DERECHO DE AUTORÍA</b> .....	II
<b>DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR Y MIEMBROS DE TRIBUNAL</b> .....	III
<b>CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL</b> .....	IV
<b>DEDICATORIA</b> .....	V
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	VI
<b>RESUMEN</b> .....	XIV
<b>ABSTRACT</b> .....	XV
<b>CAPÍTULO I</b> .....	16
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	16
<b>1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	18
<b>1.1. Problema y Justificación</b> .....	18
<b>1.2. Objetivos</b> .....	20
<b>1.2.1. Objetivo General</b> .....	20
<b>1.2.2. Objetivo Especifico</b> .....	20
<b>CAPITULO II</b> .....	21
<b>2. MARCO TEÓRICO</b> .....	21
<b>2.1. MICRO SERVIDOR</b> .....	21
<b>2.2. HARDWARE IOT</b> .....	21
<b>2.3. RASPBERRY PI</b> .....	21
<b>2.4.1. Licencia publica general de GNU (GPL GNU)</b> .....	22
<b>2.4.2. Licencia AGPL</b> .....	22
<b>2.5. SOFTWARE LIBRE PARA EMPRESAS</b> .....	23
<b>2.6. SISTEMA OPERATIVO LIBRE DEBIÁN</b> .....	23
<b>2.7. HERRAMIENTAS DE GESTIÓN EMPRESARIAL</b> .....	24
<b>2.7.1. ERP</b> .....	24
<b>2.7.2. CRM</b> .....	24
<b>2.8. ODOO</b> .....	25
<b>2.9. MONITOREO DE SISTEMAS</b> .....	25
<b>2.10. HERRAMIENTAS DE MONITOREO</b> .....	26

2.10.1.	Cacti.....	26
2.10.2.	Nagios .....	26
2.10.3.	Smokeping.....	27
2.10.4.	JMeter .....	27
2.11.	PRUEBAS DE RENDIMIENTO .....	27
2.12.	TIPOS DE PRUEBAS DE RENDIMIENTO.....	28
2.12.1.	Prueba de Carga.....	28
2.12.2.	Prueba de estrés.....	28
2.12.3.	Prueba de estabilidad.....	29
2.13.	Dirección IP .....	29
2.13.1.	IP Publica .....	29
2.13.2.	IP Privada .....	29
2.14.	GNS3.....	30
2.15.	INVESTIGACIONES PREVIAS .....	30
2.15.1.	Raspberry PI.....	30
2.15.2.	Mini Server DIY life.....	30
2.15.3.	Open Compute Project .....	30
<b>CAPITULO III.....</b>		<b>31</b>
<b>3.</b>	<b>METODOLOGÍA .....</b>	<b>31</b>
3.1.	TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	31
3.1.1.	TIPO DE ESTUDIO.....	31
3.1.2.	INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL.....	31
3.2.	SEGÚN EL OBJETIVO DE ESTUDIO. ....	32
3.2.1.	INVESTIGACIÓN APLICADA .....	32
3.2.2.	INVESTIGACION DESCRIPTIVA.....	32
3.3.	SEGÚN EL MÉTODO A UTILIZAR.....	33
3.3.1.	MÉTODO ANALÍTICO.....	33
3.3.2.	ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN.....	33
3.4.	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	33
3.5.	TIPO DE VARIABLES.....	34
3.5.1.	VARIABLE INDEPENDIENTE.....	34
3.5.2.	VARIABLE DEPENDIENTE.....	34

3.6.	UNIDAD DE ANÁLISIS .....	34
3.7.	TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	35
3.8.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS .....	35
3.8.1.	INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	35
3.8.2.	PROCESAMIENTOS DE DATOS.....	36
3.8.3.	PROCEDIMIENTO PARA EL DISEÑO .....	36
CAPITULO IV .....		39
4.	RESULTADO Y DISCUSIÓN.....	39
4.1.	Prototipo de micro servidor con Hardware IoT implementado .....	39
4.2.	Despliegue de Herramientas de Gestión Empresarial con software libre .....	44
4.3.	Despliegue de herramientas software de monitoreo y esfuerzo. ....	45
4.4.	Interpretación Resultados .....	45
4.4.1.	ANÁLISIS DE DISPONIBILIDAD DE SERVICIOS DE RED .....	46
4.4.2.	ANÁLISIS DE USO DE MEMORIA DEL MICROSERVIDOR.....	46
4.4.3.	ANÁLISIS DE TEMPERATURA DEL PROTOTIPO DE MICRO SERVIDOR 47	
4.4.4.	PRUEBAS DE RENDIMIENTO DE CPU DEL MICRO SERVIDOR CON RANGOS ESTABLECIDOS DE USUARIOS Y PROCESOS .....	48
4.4.5.	PRUEBAS DE DISPONIBILIDAD DE HERRAMIENTAS SOFTWARE IMPLEMENTADAS EN EL MICRO SERVIDOR.....	49
4.4.6.	ANÁLISIS DE ESTRÉS.....	51
CAPÍTULO V.....		52
CONCLUSIONES.....		52
RECOMENDACIONES.....		53
BIBLIOGRAFÍA.....		54
ANEXOS .....		55
ANEXO I.....		56
ANEXO II.....		57
ANEXO III.....		60
ANEXO IV.....		63
ANEXO V.....		64
ANEXO VI.....		67
ANEXO VII.....		68

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1: Comparativa de Precios de Modelos IoT – Rasberry vs NVIDIA .....</b>	<b>40</b>
<b>Tabla 2: Comparativa de Precios - Rasberry vs Servidores.....</b>	<b>41</b>
<b>Tabla 3: Test de rendimiento.....</b>	<b>48</b>
<b>Tabla 4: Prueba de disponibilidad de Herramientas Software .....</b>	<b>49</b>
<b>Tabla 5: Muestra promedios generales de evaluación .....</b>	<b>51</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1: Prototipo Virtualizado con GNS3</b> .....	34
<b>Figura 2: Procesamiento de datos del prototipo</b> .....	36
<b>Figura 3: Fases del diseño</b> .....	36
<b>Figura 4: Diagrama de arquitectura del prototipo</b> .....	43
<b>Figura 5: Diseño final del prototipo de micro servidor</b> .....	44
<b>Figura 6: Instalación de ODOO ERP / CMS</b> .....	45
<b>Figura 7: Disponibilidad de servicios de red con Nagios</b> .....	46
<b>Figura 8: Uso de memoria RAM del micro servidor</b> .....	47
<b>Figura 9: Métrica de temperatura del micro servidor</b> .....	47
<b>Figura 10: Prueba de Rendimiento de CPU del Micro Servidor</b> .....	48
<b>Figura 11: Resultados prueba de disponibilidad de herramientas Software</b> .....	50
<b>Figura 12: Prueba de estrés entre concurrencia media soportada del prototipo del micro servidor</b> .....	51
<b>Figura 13: Prototipo de micro servidor raspberry PI</b> .....	56
<b>Figura 14: Micro servidor DIY Life</b> .....	56
<b>Figura 15: Micro servidor Open Compute Project</b> .....	57
<b>Figura 16: Menú instalación del sistema operativo.</b> .....	57
<b>Figura 17: Elección de idioma del teclado</b> .....	58
<b>Figura 18: Carga de componentes adicionales</b> .....	58
<b>Figura 19: Elección de partición de disco para instalación del sistema operativo</b> .....	58
<b>Figura 20: Configuración del formato de archivos en el disco duro</b> .....	59
<b>Figura 21: Instalación de un menú de arranque del sistema operativo</b> .....	59
<b>Figura 22: Finalización de instalación de sistema operativo</b> .....	60
<b>Figura 23: Pantalla inicial Raspbian OS en modo terminal</b> .....	60
<b>Figura 24: Actualización de paquetes y complementos del sistema operativo</b> .....	60
<b>Figura 25: Actualización de librerías del sistema operativo</b> .....	61
<b>Figura 26: Instalación base de datos PostgreSQL</b> .....	61
<b>Figura 27: Descarga de la herramienta de administración empresarial ODOO</b> .....	61
<b>Figura 28: Actualización de librerías</b> .....	61
<b>Figura 29: Instalación de la herramienta de administración empresarial ODOO</b> .....	61
<b>Figura 30: Interfaz inicial herramienta de administración empresarial ODOO</b> .....	62
<b>Figura 31: Interfaz principal herramienta de administración empresarial ODOO</b> .....	62
<b>Figura 32: Interfaz principal módulos software ODOO</b> .....	63
<b>Figura 33: Módulos instalados ODOO</b> .....	63

<b>Figura 34: Comando de instalación software Nagios</b> .....	64
<b>Figura 35: Dependencias para funcionamiento de Nagios</b> .....	64
<b>Figura 36: Comando de instalación del software Cacti</b> .....	64
<b>Figura 37: Configuración de servicio web apache para Cacti</b> .....	64
<b>Figura 38: Asignación de contraseña de base de datos para software Cacti</b> .....	65
<b>Figura 39: Interfaz de inicio de sesión del software Cacti</b> .....	65
<b>Figura 40: Interfaz principal software Cacti</b> .....	65
<b>Figura 41: Comandos de instalación y descarga de paquetes del software Smokeping</b> .....	65
<b>Figura 42: Descarga de archivo "source" de JMeter</b> .....	66
<b>Figura 43: Instalación de archivos de ejecución de JMeter</b> .....	66
<b>Figura 44: Interfaz principal JMeter</b> .....	66
<b>Figura 45: Prueba de rendimiento de 25 usuarios concurrentes</b> .....	67
<b>Figura 46: Prueba de rendimiento de 50 usuarios concurrentes</b> .....	67
<b>Figura 47: Disponibilidad de red utilizando Nagios</b> .....	68
<b>Figura 48: Métricas de procesos del micro servidor utilizando Cacti</b> .....	68
<b>Figura 49: Métricas de conectividad del microprocesador utilizando smokeping</b> .....	69

## RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo la creación de un prototipo de micro servidor usando tecnología IoT con software libre, para el funcionamiento de herramientas de automatización y de gestión empresarial basadas en ERP, CMS y CRM, orientado para las Pymes y determinar su rendimiento.

Para el diseño y creación del prototipo se implementa un Hardware IoT de Raspberry PI con software libre basado en Debian con el objetivo de utilizar herramientas de bajo costo o gratuitos que posean las características que cumplan con las especificaciones de automatización básica de una Pyme y mejorar sus actividades.

Para la automatización e implementación del prototipo se ha establecido el uso del Software ODOO, para que el usuario del prototipo pueda desplegar las herramientas necesarias que desee gestionar con las herramientas básicas de ERP, al igual que su integración del CMS para que la Pyme pueda compartir el contenido de sus actividades hacia sus clientes.

Para medir el correspondiente funcionamiento del prototipo se establece el uso de 4 herramientas de Software las cuales nos permite la gestión de disponibilidad (Nagios y Smokeping), la fiabilidad (Cacti) y la carga de datos (JMeter), para mostrar el mejor rendimiento y sus limitantes al momento de implementar el prototipo en una Pyme.

De acuerdo con los resultados obtenidos de la investigación se puede especificar la capacidad que este prototipo mediante estas implementaciones y alternativas de hosting para Pymes es viable económicamente y sostenible técnicamente para empezar con la automatización en las tecnologías online de una Pyme con una inversión de bajo costo.

**Palabras claves:** Prototipo, Raspberry PI, Hardware Libre, Software Libre, CMS, ERP, CRM.



## Abstract

The present research aims to create a prototype of a micro server that used IoT technology with free software to operate automation and business management tools based on ERP, CMS, and CRM, aimed at SMEs and determining their performance.

For the design and creation of the prototype, a Raspberry PI IoT Hardware is implemented with free software based on Debian with the objective of low cost or free that have the characteristics that meet the specifications of basic automation of an SME and improve their activities.

For the automation and implementation of the prototype, the use of the ODOO Software has been established, so that the user of the prototype can deploy the necessary tools that you want to manage with the basic ERP tools, as well as your CMS integration so that the SME can share the content of its activities to its customers.

To measure the corresponding operation of the prototype, the use of 4 software tools is established which allows us to manage availability (Nagios and Smokeping), reliability (Cacti), and data loading (JMeter), to show the best performance and its limitations to the time of implementing the prototype in an SME.

According to the results obtained from the research, the capacity of this prototype can be specified through these implementations and alternatives hosting for SMEs is economically viable and technically sustainable to start with automation in the online technologies of an SME with a low-cost investment.

**Keywords:** Prototype, Raspberry PI, Free Hardware, Free Software, CMS, ERP, CRM.



Firmado electrónicamente por:

**ALEXANDER  
PEREZ**

Reviewed by:

Lcdo. Alexander Pérez Herrero

**ENGLISH PROFESSOR**

C.C. 1757815798

## **CAPÍTULO I.**

### **INTRODUCCIÓN**

La tecnología ha evolucionado a pasos agigantados permitiendo a la población disponer de ventajas sustanciales en todas sus actividades y en todos los ámbitos, pero de forma explícita el impacto de la tecnología en la gestión y administración de las Pymes a permitido a las mismas producir y rentabilizarse de forma más óptima, relevando que “si su negocio no está en internet no existe” mencionada por el creador de Microsoft Bill Gates, por lo cual las Pymes siguen avanzando hacia un cambio en la manera de administración de servicios y productos. De la mano de internet se abarca más oportunidades y posibilidades, tanto así que en el año 2020 las empresas gastaran 964 millones en hardware IoT.

El hablar sobre IoT, también implica el hardware como parte esencial, ya que las plataformas de hardware cada vez más, han logrado su miniaturización y se incorporan en dispositivos como computadores, tabletas electrónicas, teléfonos inteligentes, sensores, y diferentes periféricos que son utilizados variando la magnitud de los proyectos a ser realizados e implementados, tener en cuenta un aspecto importante en el diseño de la plataforma de hardware IoT es la eficiencia energética y esto es posible gracias a la miniaturización del hardware (Gardasevic, Veletic, Nebojsa , 2017), y agregar un complemento importante como el software libre se pueden lograr grandes proyectos que han sido muy beneficiosos en la aplicación de los mismos, ya que cabe entender que su costo de realización se logrará dependiendo si el proyecto es muy accesible para su desarrollo.

De lo cual una forma en la que una pandemia realizó el adelantamiento de diversas maneras en las que las Pymes buscan alternativas en donde poder abarcar sus necesidades pero en la cual no se pueda sacrificar tanto en lo económico, ya que diversas Pymes se ven mermadas en seguir utilizando servicios de terceros y en el caso de las Pymes nacientes el cómo poder hacerse visible en internet y poder utilizar herramientas de administración empresarial de cual son muy necesarias en este segmentos de negocios.

Entre la diversidad de fabricantes de plataformas de hardware IoT, tenemos a los líderes del mercado como INTEL, ARDUINO y Raspberry Pi cuya compañía ha logrado ser pionera impulsora en diferentes proyectos en el beneficio del bien común, además de tener siempre seguir innovando en

la siguiente actualización de sus implementos de hardware para el constante desarrollo de nuevas ideas y mejoras informáticas

Esta investigación tiene como objetivo realizar y desplegar un prototipo de micro servidores con hardware IoT y software libre para el despliegue de herramientas de administración empresarial, para entregar una alternativa de un servidor con una inversión de menor impacto para las Pymes.

En el capítulo I se realiza un breve planteamiento del problema referente a la demanda tecnológica de las Pymes en la ciudad de Riobamba, por la situación sanitaria a nivel global que estamos atravesando: para establecer los objetivos principales y presentar una alternativa de solución a las Pymes, mediante el uso de recursos de Hardware y Software de bajo costo y libres, respectivamente.

En el capítulo II se menciona los conceptos principales sobre Hardware IoT y Software Libre a implementarse para el desarrollo del prototipo a desplegar dentro de una Pyme con sus principales características, así como su software principal para la gestión y automatización de los procesos empresariales, como las herramientas principales para el desarrollo y despliegue de un prototipo de micro servidor dedicado para las Pymes y las herramientas que nos ayudaran a realizar el análisis de su desempeño y monitoreo.

En el capítulo III se describe la metodología a utilizar para el prototipo, tomando en cuenta las herramientas respectivas que se ha establecido y mencionado en los capítulos previos, así como el desarrollo e instalación del micro servidor y de las herramientas que nos ayudara a gestionar las Pymes y sus herramientas para la evaluación de la disponibilidad y rendimiento del prototipo implementado.

En el capítulo IV se presenta los resultados de la implementación, así como el resultado de evaluar la disponibilidad y rendimiento del prototipo, con un número establecido de clientes y usuarios especificados para Pymes con un número limitado de información y establecer las respectivas conclusiones y recomendaciones sobre el análisis realizado.

## **1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1. Problema y Justificación**

En los últimos años la concentración de servidores con gran capacidad de almacenamiento de datos, permiten realizar diversas actividades como el despliegue de distintos tipos de herramientas, como por ejemplo herramientas de administración empresarial; con las que grandes, pequeñas y medianas empresas mediante el uso del internet han permitido su crecimiento, aunque su implementación y operación impliquen elevados costos financieros.

Las Pymes buscan alternativas de despliegue y promoción de sus servicios y/o productos, la coyuntura actual por la pandemia global a obligado de manera imperativa, migrar sus servicios para que estén disponibles a través del internet, en el cual se permita mantener una interacción con el cliente final para incrementar la cuota de clientes potenciales. Las redes sociales actualmente tienen un rol predominante en la interacción con los clientes finales, sin embargo; el uso de plataformas globalizadas y libres pueden potenciar la administración de los distintos procesos internos de las Pymes para gestionar sus productos y/o servicios, así como la gestión de proveedores, inventarios, facturación; teniendo un control más minucioso de los procesos y una guía en la toma de decisiones. Ejemplo de estas herramientas informáticas de gestión administrativa pueden ser el uso de ERP (Enterprise Resource Planning / Planificador de Recursos Empresariales) y CMS (Content Management System / Sistema de Gestión de Contenido) para una eficiente administración y promoción del negocio.

En la actualidad el mundo se vio sumergido en una crisis sanitaria global producida por el virus Covid19, el impacto en el Ecuador ha sido negativo provocando el cierre de un sin número de empresas en su mayoría Pymes, las dos razones principales fueron los costos por uso de servicios de hosting de terceros para la utilización de herramientas informáticas de administración empresarial, y por otro lado la obligatoriedad del uso de internet en el nuevo modelo de negocio. Esta situación ha provocado una oportunidad en la búsqueda de

alternativas tecnológicas y técnicas de bajo costo, que permitan brindar funcionalidad a las operaciones de gestión empresarial a nivel de Pymes.

La utilidad de emplear Hardware IoT, se evidencian en costos que pueden representar al instante de su instalación, reduciendo significativamente los gastos para las Pymes ya consolidadas o que se encuentren iniciando. La crisis sanitaria actual siendo un factor en la cual de forma elemental se ve la utilización de tecnologías por parte de las Pymes con el objetivo de optimizar costos de inversión, personal e infraestructura, por lo cual; se presenta la implementación de un prototipo de micro servidores con Hardware IoT y software libre para el despliegue de herramientas de administración empresarial y la evaluación del mismo; con el objetivo que pueda ser la base de un proyecto rentable a través de la oferta de hosting para despliegue de herramientas de gestión empresarial a bajo costo.

Para la implementación del prototipo de micro servidores se utilizará como hardware de IoT la “Raspberry PI”, sobre este prototipo se desplegará las herramientas de gestión empresarial como ERP “ODOO” y los CMS con mayor cuota de mercado.

Se realizarán dos tipos de evaluaciones, una a nivel de la disponibilidad de las herramientas de gestión empresarial utilizando el software de estrés JMeter y la segunda evaluación a nivel del rendimiento de los micro servidores utilizando el software Cacti, Nagios y Smokeping. Esta evaluación se aplicará sobre un ambiente de red simulado que contenga todos los elementos hardware y software desplegados.

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo General**

Implementar un prototipo de micro servidores con Hardware IoT y software libre para el despliegue de herramientas de administración empresarial.

### **1.2.2. Objetivo Especifico**

- Implementar un prototipo de micro servidor con Hardware IoT y software libre.
- Desplegar herramientas de gestión empresarial ERP/CRM y CMS sobre el prototipo de micro servidores.
- Evaluar la disponibilidad de las herramientas desplegadas y el rendimiento del micro servidor implementado.

## **CAPITULO II**

### **2. MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. MICRO SERVIDOR**

Es un servidor de sistema con un chip (ARM) de formato pequeño con costos reducidos y menos potente en procesamiento que los tradicionales servidores de clase empresarial, son adecuados para tareas que no requieren altos procesos de trabajo y son alternativas para pequeñas y medianas empresas.

Son utilizados en su mayoría como dispositivos de red y grandes empresas como HP, DELL producen los denominados micro servidores. (Zaharoff, 2014)

#### **2.2. HARDWARE IOT**

La tecnología de hardware IoT utilizada en varias plataformas, han conseguido el encogimiento de computadores en diversas series y utilidad de dispositivos haciendo su aplicación en diferentes proyectos, mantener en cuenta un punto de vista importante del boceto de la miniaturización del hardware para su correcto funcionamiento. (Gordana Gardašević, 2016).

#### **2.3. RASPBERRY PI**

La Raspberry PI, es una placa electrónica que se basa en el uso de hardware libre, está constituida de las partes básicas de un PC, y sus capacidades de procesamiento dependen del modelo a usar (Carrillo, 2021).

Es utilizada en su mayoría para proyectos y prototipos de electrónica aplicada, programación basada en lenguajes de backend y en sistemas embebidos con el uso de sensores. Son sencillas de adquirir y fáciles de usar con un sistema operativo libre. La

Raspberry permite desde la ejecución de comandos básicos, hasta el monitoreo de redes e infraestructuras complejas.

## **2.4. SOFTWARE LIBRE**

Se define como la libertad de adquirir un software o programa, con el objetivo de ser ejecutado con cualquier propósito y en cualquier sitio, software libre no solo se refiere a un sistema operativo o programa de uso comercial freeware; sino a programas que tienen la libertad de ser modificados para adaptarlos y mejorar su funcionalidad o su rendimiento productivo.

### **2.4.1. Licencia publica general de GNU (GPL GNU)**

Es un tipo de licencias de software libre, publicadas por la Fundación de Software Libre; permite utilizar programas de forma libre, acceder al código fuente y la posibilidad de poder modificarlo y distribuirlo con los cambios realizados. Cabe recalcar que si se modifica el programa deberá redistribuir el programa completo sea modificado y jamás bajo una licencia de pago.

### **2.4.2. Licencia AGPL**

Licencia de tipo Copyleft, emitidas específicamente para garantizar la cooperación con el software modificado sea de su código base, como las modificaciones externas a la comunidad para la ejecución en servicios de red.



## **2.5. SOFTWARE LIBRE PARA EMPRESAS**

El uso de programas informáticos es cada vez más común con el fin de facilitar y simplificar la gestión y funcionamiento de las empresas. Todas las empresas, independientemente de la industria o el tamaño, utilizan algún tipo de programa para su negocio. Desde herramientas para ayudarlo a planificar su operatividad, hasta software colaborativo empresarial. Las posibilidades son variadas y muy diversas. Hoy en día, los emprendedores tienen la oportunidad de elegir entre una amplia variedad de programas informáticos, que pueden ser gratuitos o de naturaleza patentada. Una alternativa válida y probada es el software libre; aquellos programas de código abierto que ofrecen la posibilidad de modificarlo y personalizarlo según las necesidades individuales de cada empresa. Al contrario que el software propietario, este tipo de programas suele ser gratuitos, siendo cada vez más frecuente el desarrollo de software libre para uso empresarial, sin embargo, su uso no está muy extendido dentro del mundo de los negocios, quizá por desconocimiento o por temor a que estas herramientas no sean tan seguras y rentables como las de pago.

## **2.6. SISTEMA OPERATIVO LIBRE DEBIÁN**

Es una de las distribuciones GNU/Linux con más popularidad no solo por la cantidad de usuarios que utilizan el sistema operativo sino por ser base para la creación de diversos sistemas operativos (Jaun Jose Amor, Jesus Gonzales, Gregorio Robles, Israel Herraiz, 2005)

Entre los sistemas operativos que son basados en Debian tenemos a “Raspbian” o “Raspberry PI os”, siendo optimizado para su hardware y para aplicación del internet de las cosas involucrados en una infinidad de proyectos electrónicos y de informática.

## **2.7. HERRAMIENTAS DE GESTIÓN EMPRESARIAL**

Las herramientas de gestión empresarial, deben tener en el contexto de una Pyme un concepto preciso de cómo y para qué nos serán útiles, pues si nos permiten mejorar sus procesos el cliente ve la eficiencia; por lo cual, implementar estas herramientas en nuevos negocios en surgimiento o empresas consolidadas que buscan la optimización de recursos una alternativa válida es el software no propietario, por su coste bajo, la posibilidad de realizar cambios según la utilidad.

### **2.7.1. ERP**

ERP (Enterprise Resource Planning) o en español planificación de recursos empresariales, es un sistema de gestión de información que automatiza diversas prácticas de negocio asociadas con los aspectos operativos o productivos de una empresa, siendo básicamente la arquitectura de software para empresas para facilitar la integración de información entre las funciones de manufactura, logística, finanzas y recursos humanos; con lo cual, se puede constituir un gran impulso para la economía, ya que se adaptaría ciertos patrones de calidad y la estructura al mercado en la cual está desea competir, lo cual contribuye a conocer la verdadera capacidad y estructura en el entorno (Villa, 2015).

Su implementación cubre varios modelos de negocio, gracias a sus distintas maneras de personalizarlos, sin importar los procesos que desarrolle la empresa; se puede personalizar su utilización, además de que existen proveedores que se especializan en la implementación y adaptación de ERP, siendo esto una gran ayuda para la puesta en marcha.

### **2.7.2. CRM**

CRM (Customer Relationship Management), su definición en español “gestión de las relaciones con clientes”, este tipo de aplicación permite tener una sola base de datos centralizada donde se puede realizar todas las interacciones entre la empresa y los

clientes; compartiendo y maximizando el conocimiento sobre los clientes y sus necesidades, permitiendo mejorar la toma de decisiones con la recopilación de información de las gestiones comerciales. Generan además datos históricos que permiten dirigir y gestionar campañas hacia los clientes permanentes y verdaderamente potenciales, reuniendo e integrando datos importantes como sus preferencias de compras, así la empresa puede tomar las decisiones de forma correcta y en fusión a las necesidades de sus clientes (Villa, 2015).

## **2.8. ODOO**

Es una herramienta informática de ERP y CRM para la gestión y toma de decisiones en empresas, cubre las necesidades de las áreas tanto de contabilidad finanzas, ventas, recursos humanos, compras, proyectos comerciales y la gestión total de clientes, marketing e inventario, mediante las herramientas online establecidas para cumplir un propósito de confianza y fraternidad con sus clientes, mejorando los ingresos y egresos (Pavón González, 2018).

ODOO es una alternativa de software adaptable y editable para futuros negocios con una gran integración de diferentes aplicaciones y procesos siendo un software modular ya que permite añadir o eliminar funciones y compartir datos unificados en la misma interfaz, sin la necesidad de salir del sistema e ingresar a otro distinto para obtener los datos necesarios.

## **2.9. MONITOREO DE SISTEMAS**

El monitoreo de sistemas es una de las formas más importantes de gestionar periódica o constantemente el estado de la infraestructura y sus servicios, lo cual permite detectar deficiencias en el funcionamiento correcto de los sistemas y mediante alertas prevenir y proceder a la respectiva revisión, además de permitir llevar los registros en tiempo real y observar los diferentes comportamientos y usabilidad de los sistemas; teniendo así una

bitácora correspondiente; para su respectivo análisis y toma de decisiones del departamento de tecnologías de la información.

## **2.10. HERRAMIENTAS DE MONITOREO**

### **2.10.1. Cacti**

Es un software de código abierto y una herramienta de monitoreo de dispositivos de red que pueden estar desplegados sobre infraestructuras básicas, medias o complejas, las mediciones que presenta esta herramienta son de forma gráfica y periódica, monitorea información referente a porcentaje del uso de CPU, memoria RAM, almacenamiento y otras diversas características que acompañan al sistema, lo cual permite observar el comportamiento de cada dispositivo monitoreado. Permite la configuración de umbrales de valores de las distintas características de los dispositivos, al superar estos umbrales o fallar los dispositivos permite ejecutar notificaciones automáticas a través de mensajes de texto, correo electrónico, llamadas etc; que permiten evitar la degradación de servicios

### **2.10.2. Nagios**

Sistema de monitorización de disponibilidad de redes creado en 1999, de código abierto y que controla los equipos a nivel de hardware y software, implementa notificaciones a partir de alertas por anomalías de funcionamiento de dispositivos y/o servicios, siendo la característica más importante la monitorización de servicios de red entre ellos (SNMP, POP3, HTTP, etc.), así como las interfaces de red de los dispositivos activos de red. Las comprobaciones se realizan mediante plugins específicos, siendo estos los responsables de toda comprobación y del posterior análisis de los resultados.

### **2.10.3. Smokeping.**

Herramienta de software libre utilizada para presentar gráficas, referentes al retardo de paquetes ICMP producido entre las interfaces de los distintos dispositivos activos de red de una infraestructura determinada, así como el retardo hacia diferentes servicios como (dns, http, smtp, ssh, etc). Permite definir parámetros estadísticos para la generación de alarmas, pues envía múltiples pruebas y registra sus valores, los ordena y selecciona la mediana de los registros; para presentar los valores en la gráfica categorizándolos con distintivos tonos de gris (smoke), con lo cual nos presenta una idea clara de la variabilidad y pérdida de paquetes sobre el funcionamiento de los equipos informáticos.

### **2.10.4. JMeter**

Es una herramienta de código abierto que permite analizar procesos de prueba de rendimiento de los dispositivos y tener una medición del rendimiento, carga y funcionalidad de varios servicios de una aplicación diseñada o implementada.

Entre los servicios que se pueden medir tenemos.

- Servicios web
- Procesos nativos del sistema operativo
- Pruebas funcionales
- Conexiones genéricas.

## **2.11. PRUEBAS DE RENDIMIENTO**

El alcanzar un óptimo funcionamiento de los sistemas es primordial para que los procesos puedan realizarse de manera ágil y productiva, en este contexto las pruebas de rendimiento son procedimientos fundamentales para tener una idea precisa del nivel de

rendimiento de los equipos y los sistemas en producción; aunque actualmente este tipo de pruebas pueden ser realizadas tanto en entornos de producción, en prototipos o sobre ambientes simulados; obteniendo como resultado información que determine las necesidades de escalar o repotenciar el hardware o el software; previniendo así fallas y evitando degradación de servicios.

Lo que podemos obtener de realizar estas pruebas es:

- Si se cumplen los criterios de rendimiento.
- Verificar y validar la calidad del sistema (estabilidad, fiabilidad, consumo de recursos)
- Comparación de sistemas
- Medición de carga de trabajo y ver un posible mal rendimiento

## **2.12. TIPOS DE PRUEBAS DE RENDIMIENTO**

### **2.12.1. Prueba de Carga**

Siendo la forma más fácil para pruebas de rendimiento, éstas se realizan para observar cómo se comporta un programa o aplicación bajo una cantidad de peticiones recurrentes determinadas en un periodo determinado de tiempo. Los tiempos de respuesta resultante ejecutados contra bases de datos, servidores de aplicaciones, las determina su importancia y complejidad.

### **2.12.2. Prueba de estrés**

Usada para interrumpir o degradar el funcionamiento de un programa o aplicación, para lo cual se incrementa ostensiblemente el número de usuarios del sistema y se ejecuta la prueba hasta que el programa colapsa, permitiendo a los administradores determinar el rendimiento necesario, en caso de que una carga normal supere su límite.

### **2.12.3. Prueba de estabilidad**

Utilizada para poder observar si el programa o aplicación puede sostenerse de una carga esperada continuada, por lo que se puede observar con esta prueba si el programa tiene alguna fuga de memoria.

## **2.13. Dirección IP**

Representación numérica utilizada para identificar de forma única un host o dispositivo que esté conectado en una red que soporte el protocolo de internet, permitiéndole así el intercambio de información a través de paquetes que se encapsulan y desencapsulan en el origen y destino de la transmisión en una red de datos: existen direcciones IP públicas y privadas para lo cual la IANA ha determinado sus rangos respectivos.

### **2.13.1. IP Publica**

Se genera de forma automática cuando se conecta por primera vez hacia internet desde un ordenador, además de que nunca varían o cambian, ya que es una representación única que lo diferencia del resto y sirve para mantener identificado el dispositivo a nivel global, siendo administrada esta dirección IP por el proveedor de servicios de internet.

### **2.13.2. IP Privada**

Direcciones IP utilizadas dentro de una red de área local o red doméstica, la asignación de este tipo de direcciones se la puede asignar de forma manual o automática. No se pueden conectar directamente a internet, para lo cual a través de NAT (Traducción de Direcciones de Red) usa una dirección IP pública para dicho acceso a internet.

## **2.14. GNS3**

Multiplataforma para simulación de redes para aplicaciones educativas o profesionales, mediante una interfaz gráfica, permite realizar diseños de redes para su posterior implementación, con múltiples dispositivos y funcionalidad para la recreación de entornos de red. (Neuman, 2015)

## **2.15. INVESTIGACIONES PREVIAS**

### **2.15.1. Raspberry PI**

La Raspberry PI por su versatilidad es considerada como un mini PC, por su capacidad tanto de hardware como software es aplicable para proyección de un servidor en entornos de clúster, y distribuir el servicio a través de internet para múltiples propósitos tanto como proyectos de IoT, como proyectos de software avanzados.

### **2.15.2. Mini Server DIY life**

Plantea la construcción de un micro servidor basado en Raspberry PI, integrando un módulo UPS (Uninterruptible Power Supply / sistema de alimentación ininterrumpida), que ayuda en las variaciones de energía, es una guía para utilizar en la investigación.

### **2.15.3. Open Compute Project**

Considerado como un proyecto para la distribución de servidores a medida, para propósitos generales, escalable y de coste variado. Es uno de los proyectos de Data Center que cumple con la optimización en rendimiento para la distribución de información y servicios por internet, dando como objetivo una escalabilidad en función del coste, mientras más precio sea invertido en el servidor mejores beneficios otorgará.



## CAPITULO III

### 3. METODOLOGÍA

(Coelho, 2011) define a la metodología como: “*La serie de métodos y técnicas de rigor científico que se aplican sistemáticamente durante un proceso de investigación para alcanzar un resultado teóricamente válido*”. Es decir, funciona como el soporte conceptual en el que se aplica los procedimientos en una investigación.

En la investigación realizada sobre la implementación de este proyecto en el cual además de la utilización de prototipo hardware IoT se realiza la instalación de complementos administración empresarial además de ser realizado sobre un escenario simulado donde se recopila información utilizando herramientas software como JMeter, Nagios, Cacti y Smokeping.

Las mediciones de disponibilidad realizadas se basan en parámetros de rendimiento de los recursos de CPU, RAM, temperatura y uso de disco duro de la Raspberry PI, el Servidor Web y el Servidor de Base de Datos de las aplicaciones.

#### 3.1.TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.

##### 3.1.1. TIPO DE ESTUDIO.

La profundidad con la que se desarrolla una investigación de un proyecto se conoce como el nivel de investigación. Una vez analizado el tema y los objetivos planteados, se determina que se realizó una investigación documental, aplicada y descriptiva.

##### 3.1.2. INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL

Se caracteriza por realizar su investigación a través de la consulta de documentos tales como: libros, revistas, periódicos, memorias, anuarios, registros, códigos, constituciones, etc.

En la presente investigación se utilizó fuentes y material documentado respecto a diferentes áreas académicas y científicas, referentes a temas aplicados en la investigación, como:

- Mini server DIY Life.
- Tecnología del internet de las cosas IOT.
- Herramientas de gestión empresarial ERP Y CMS
- El uso de herramientas de monitoreo de sistemas Cacti, Nagios, Smokeping
- Implementación de pruebas de rendimiento mediante JMeter

El análisis documental ha permitido realizar de manera controlada la implementación del prototipo del micro servidor con Hardware IoT, el despliegue de las herramientas de administración empresarial y establecer los parámetros para la realización de las pruebas de monitoreo y rendimiento que permitirá demostrar la hipótesis planteada en la investigación.

### **3.2.SEGÚN EL OBJETIVO DE ESTUDIO.**

#### **3.2.1. INVESTIGACIÓN APLICADA**

La investigación se centra en el uso de los conocimientos de las áreas de redes de datos, infraestructuras tecnológicas y TICS con el propósito de aplicarlos en la implementación de un prototipo de micro servidor con tecnología IoT y software de forma libre además del despliegue de las herramientas implementadas y las pruebas de rendimiento y disponibilidad respectivas.

#### **3.2.2. INVESTIGACION DESCRIPTIVA**

La aplicación de la investigación descriptiva en conjunto con la investigación documental permite establecer y determinar los parámetros de análisis estadísticos a través de análisis de documentos y casos de estudio aplicado a las Pymes para el control de la disponibilidad del prototipo de micro servidor. Se definen además como parámetros de rendimiento a los recursos como: CPU, RAM, temperatura y uso de disco duro de la Raspberry PI, el Servidor Web y el Servidor de Base de Datos de las aplicaciones, donde su medición se realiza por medio de la utilización de herramientas como: JMeter, Nagios, Cacti, Smokeping.

La aplicación del prototipo tiene como finalidad resolver un problema que se presenta sobre el acceso a servicios de internet con un bajo costo para el despliegue de las Pymes en el mercado en línea.

### **3.3.SEGÚN EL MÉTODO A UTILIZAR**

#### **3.3.1. MÉTODO ANALÍTICO**

A partir de la investigación documental respectiva, se realiza un análisis que determina la importancia del uso de micro servidores para el alojamiento de herramientas de gestión empresarial que permitan ofertar sus servicios o productos online a través de herramientas de gestión empresarial y CMS; a bajo costo.

#### **3.3.2. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN**

De acuerdo con los requerimientos y características de la investigación, se utilizó la metodología del enfoque cuantitativo, pues nos permitió analizar y se almacenan los datos cuantitativos aplicados sobre las variables planteadas, y así poder dar respuesta a preguntas relacionadas a la investigación que permitirá demostrar la hipótesis planteada previamente. (Uribe, 2017)

El estudio utiliza una investigación cuantitativa pues se parte fundamentalmente del establecimiento de las herramientas instaladas en el proyecto.

### **3.4.POBLACIÓN Y MUESTRA**

La población es el conjunto de personas, objetos o elementos que se encuentran delimitados y definidos dentro del análisis del problema de la investigación planteada. La principal característica de la población es que puede ser medida, estudiada y cuantificada. (Toledo, 2018).

En la presente investigación no aplica la definición de una muestra, puesto que se evalúa la disponibilidad de las herramientas de gestión empresarial desplegadas y el rendimiento del

micro servidor implementado, a través del uso de la herramienta software de esfuerzo JMeter, en la cual se establece y configura los distintos parámetros de carga y concurrencia.

### 3.5. TIPO DE VARIABLES

#### 3.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

- Prototipo de micro servidor con Hardware IoT

#### 3.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE

- Disponibilidad de herramientas de administración empresarial

### 3.6. UNIDAD DE ANÁLISIS

En la investigación se ejecutó pruebas de rendimiento sobre el prototipo virtualizado a través de GNS3, como se observa en la Figura 1; permitiendo así determinar el funcionamiento del hardware y software, para lo cual se configura a través de JMeter la carga concurrente, de distintos promedios de usuarios y números de peticiones. Se establece un promedio bajo (5 usuarios a 25 peticiones), medio (25 usuarios a 50 peticiones), alto (50 usuarios a 100 peticiones) para determinar las características de sobrecarga de datos, disponibilidad y el rendimiento en la utilización de sus recursos.

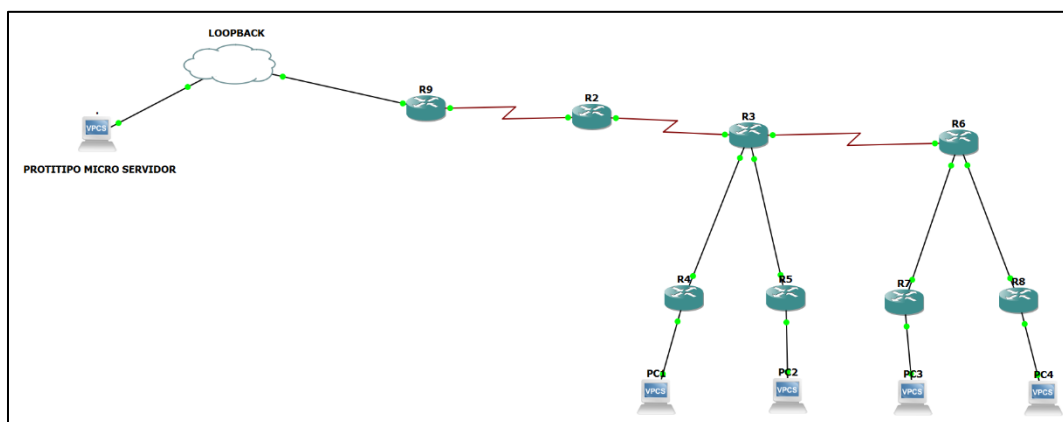


Figura 1: Prototipo Virtualizado con GNS3  
Elaborado por: Los Autores

### **3.7. TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

La recolección de datos en la investigación se la realiza mediante el uso de herramientas software como Cacti, Smokeping y Nagios, que nos permiten presentar en tiempo real el estado del prototipo y la disponibilidad de los servicios desplegados, como es el software empresarial. Aplicando el software de esfuerzo JMeter se configuran y ejecutan las respectivas pruebas de carga, para medir la disponibilidad y rendimiento obteniendo datos que se analizaron conforme a los objetivos establecidos.

### **3.8. TÉCNICAS DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

A través de la técnica de recolección de información definida se obtuvo la información que a su vez fue ordenada y clasificada automáticamente a través de las herramientas software de monitoreo, las mismas que presentan los resultados de la investigación usando cuadros estadísticos en graficas generadas de manera periódica y automática. Estos resultados serán interpretados en términos de disponibilidad y rendimiento, en respuesta a las pruebas de esfuerzo configuradas y ejecutadas desde JMeter.

#### **3.8.1. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

Los instrumentos de recolección de datos son los mecanismos que sirven para recolectar datos e información utilizados por el investigador.

Para esta recolección de datos se utilizó las siguientes herramientas.

- Software ODOO.
- Hardware Raspberry PI
- Software de simulación GNS3
- Software Cacti.
- Software Nagios.
- Software Smokeping.
- Software JMeter.

### 3.8.2. PROCESAMIENTOS DE DATOS

Una vez adquiridos todos los datos se realiza el procesamiento de la información obtenida se interpreta la misma mediante, clasificación, registro, interpretación e implementación, como se muestra en la Figura 2.

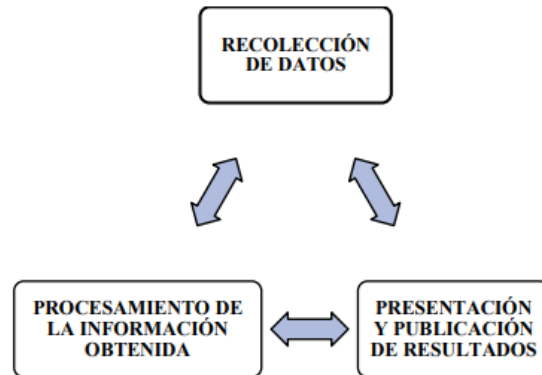


Figura 2: Procesamiento de datos del prototipo  
Elaborado por: Los Autores

### 3.8.3. PROCEDIMIENTO PARA EL DISEÑO

El flujo que se diseñó para la realización del proyecto planteado se detalla en las fases del siguiente Gráfico (Figura 3)

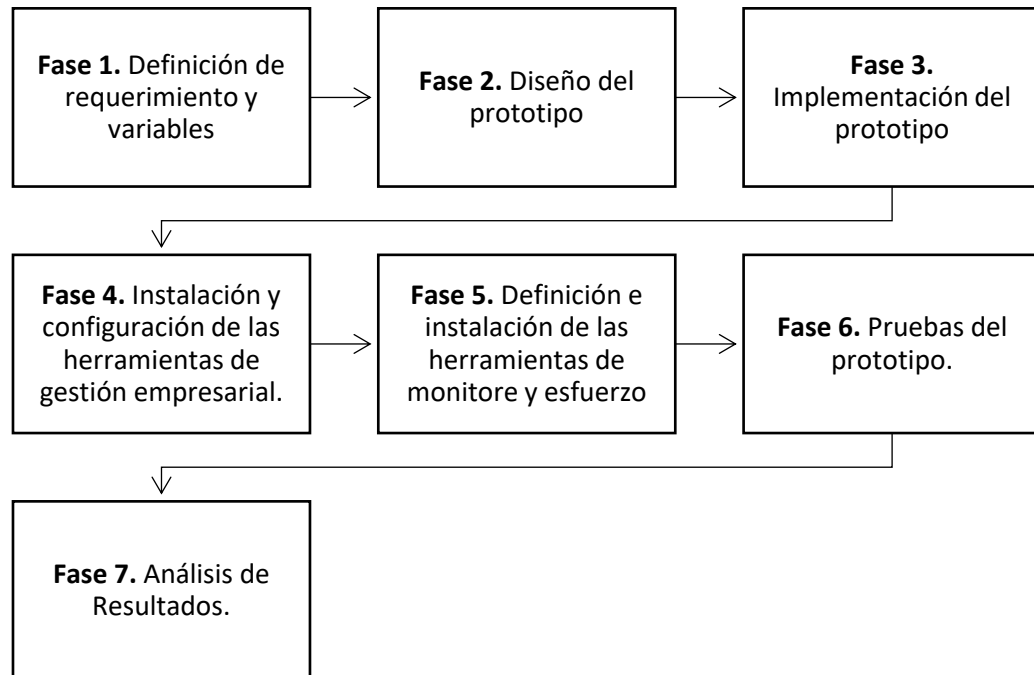


Figura 3: Fases del diseño  
Elaborado por: Los autores

- **Fase 1. Definición de requerimiento y variables:** Se analizó la implementación de servicios online de las Pymes, se busca la reducción de costos para el despliegue de las herramientas de administración empresarial ERP y CMS mediante un prototipo de Hardware IoT.
- **Fase 2. Diseño del prototipo:** Se establece los siguientes elementos y características para el diseño del prototipo de micro servidores.
  - Raspberry PI
  - Tarjeta de memoria de 64 gb
  - Cable Ethernet Cat 6
  - Ventiladores
  - Cable de energía USB tipo c
  - Cable Ribbon.
  - Hub USB
  - Switch ethernet
  - Sensor de temperatura
  - Prototipo de rack en materia plastico
  - Router.

- **Fase 3. Implementación del prototipo.**

La implementación del prototipo se detalla en el Anexo II, siendo la base funcional técnica del prototipo; la instalación del sistema operativo Raspbian OS sobre la Raspberry PI.

- **Fase 4. Instalación y configuración de las herramientas de gestión empresarial.**

Se realiza la instalación y configuración del software ODOO que actúa como un ERP, así como la instalación y configuración del CMS; como se detalla en los Anexos III, IV y V respectivamente.

- **Fase 5. Definición e instalación de las herramientas de monitoreo y esfuerzo.**

Se establece el uso de herramientas de monitoreo y esfuerzo para obtener datos de sobrecarga, disponibilidad y rendimiento del prototipo de micro servidores.

Por lo cual se utiliza Nagios para medir la disponibilidad del servidor web y sus servicios de ERP y CMS, con la herramienta Cacti para medir el rendimiento de los recursos hardware del prototipo, Smokeping para medir la fiabilidad del escenario de red, y finalmente se instala y configura JMeter para medir la sobrecarga del prototipo y sus servicios. Todo el escenario de red se implementa mediante el simulador gráfico de red GNS3, escenario sobre el cual se realiza las pruebas y mediciones de sobrecarga y esfuerzo que prototipo soporta para cumplir su función en las Pymes.

**Fase 6. Pruebas del prototipo.**

- Se realiza las pruebas de sobrecarga a las herramientas de administración empresarial, mediante el software JMeter y se obtienen los parámetros de rendimiento, fiabilidad del micro servidor implementado y mediante el uso de las herramientas Nagios, Cacti y Smokeping se obtiene los parámetros de disponibilidad. El detalle del proceso de las pruebas sobre el prototipo se detalla en el Anexo VI y VII.

- **Fase 7. Análisis de Resultados.**

Una vez recolectados los datos respecto a la disponibilidad de las herramientas de gestión empresarial y el rendimiento del micro servidor implementado. Se analiza e interpreta las gráficas obtenidas a partir de las herramientas de monitoreo. Verificando el funcionamiento del servidor y de sus respectivas herramientas de gestión empresarial.



## CAPITULO IV

### 4. RESULTADO Y DISCUSIÓN

El presente capítulo muestra la implementación de la investigación, los resultados y la discusión respectiva. Inicialmente se obtiene como resultado de un análisis comparativo bibliográfico, la mejor alternativa de hardware IoT de precio económico y su puesta en marcha. Se implementa el prototipo de micro servidor y se incluye el mismo en un ambiente de red simulado utilizando la herramienta GNS3, posteriormente se despliega sobre el micro servidor las herramientas de administración empresarial utilizando software libre para finalmente instalar las herramientas de esfuerzo y monitoreo para medir las características de disponibilidad de las aplicaciones y el rendimiento de recursos del micro servidor. El prototipo está compuesto por una tarjeta de desarrollo Raspberry PI que comanda el funcionamiento del sistema en general.

#### 4.1. Prototipo de micro servidor con Hardware IoT implementado

Como parte del primer objetivo planteado en la investigación, se obtiene a través de un análisis comparativo bibliográfico que; el hardware IoT sobre la cual implementar las herramientas y que presenta la mejor alternativa de bajo costo respecto a otras soluciones de hardware IoT como de servidores de torre, es la Raspberry PI como detallan las Tablas 1 y 2

MARCA	RASPBERRY	NVIDIA
MODELO	Pi 4B	Jetson AGX Xavier
PROCESADOR	ARM Cortex-A72	8-core ARM v8.2 64-bit CPU, 8MB L2 + 4MB L3
FRECUENCIA	1,5 GHz	2.3 GHz
GPU	VideoCore VI (con soporte para OpenGL ES 3.X)	512-core Volta GPU with Tensor Cores
MEMORIA	2 GB LPDDR4 SDRAM	32GB 256-Bit LPDDR4x   137GB/s
CONECTIVIDAD	Bluetooth 5.0, Wifi 802.11ac, Gigabit Ethernet	RJ45(Gigabit Ethernet)
PUERTOS	GPIO 40 pines, 2 micro HDMI, 2 usb 2.0, 2 usb 3.0 Micro SD. Conector Jack, USB-C (alimentación)	40-Pin Header GPIO, HDMI Type A(HDMI 2.0), 2x USB 3.1,M.2 Key M(NVMe),uSD/UFS Card Socket(SD/UFS), HD Audio Header PCIe X16, eSATAp + USB3.0 Type A Camera Connector((16x) CSI-2 Lanes)
PRECIO	75 DOLARES	699 DOLARES

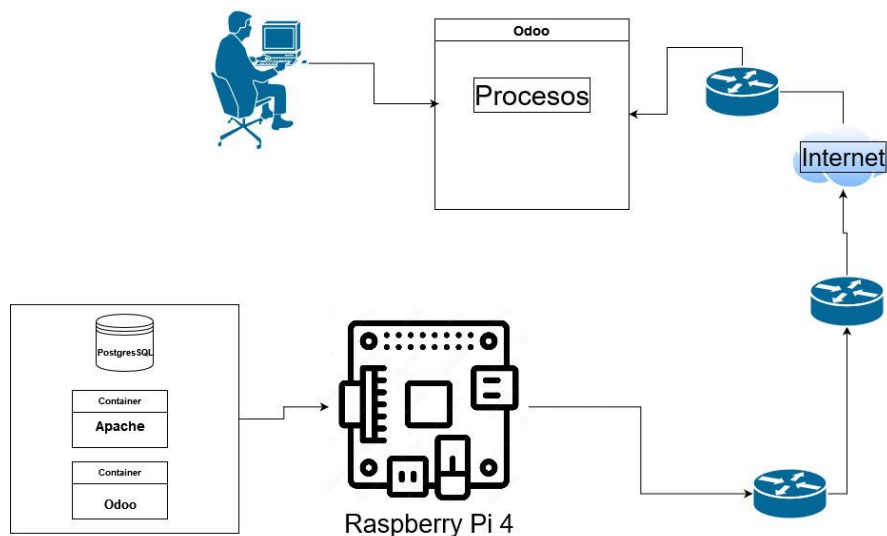
**Tabla 1: Comparativa de Precios de Modelos IoT – Rasberry vs NVIDIA**  
Elaborado por: Los autores

MARCA	RASPBERRY	ASUS	DELL	HP
MODELO	Pi 4B	ASUS Tinker Edge T	Servidor de Torre PowerEdge T40	ProLiant ML30 Gen10 E-2234
PROCESADOR	ARM Cortex-A72	ARM Cortex A53	Intel XEON E-2224G	Intel XEON E-2224G
FRECUENCIA	1,5 GHz	1.5 GHz	3.5 GHz	3.6 GHz
GPU	VideoCore VI (con soporte para OpenGL ES 3.X)	GC7000 Lite		
MEMORIA	2 GB LPDDR4 SDRAM	8GB eMMC Micro SD Card Slot	4 ranuras DIMM DDR4, UDIMM, 2666 MT/s, máximo de 64 GB	4 ranuras HPE DDR4 máximo de 64 GB
CONECTIVIDAD	Bluetooth 5.0 Wifi 802.11ac Gigabit Ethernet	RTL8211F-CG (Gigabit Ethernet) Wireless 802.11 b/g/n/ac Bluetooth 4.2	NIC de 1 GbE	Ethernet HPE 361i 1 Gb de 2 puertos
PUERTOS	GPIO 40 pines	GPIO 40 pines	4 USB 2.0,	1 HPE Smart Array S100i

	2 micro HDMI 2 usb 2.0 2 usb 3.0 Micro SD Conector Jack USB-C (alimentación)	1 Boot mode switch 1 x 2pin reset header 1 x 2pin DC fan header 2 USB 3.2 1 USB 3.2 Type C 12 – 19 v DC power input (5.5/2.5 mm)	6 USB 3.1 4 SATA ports hasta 12 TB 2 puertos PS2, 2 puertos DisplayPort, 1 puerto serial, 1 puerto de audio 1 ranura Gen3	6 SATA ports hasta 18 TB 6 USB 3.0 1 USB 2.0 4 PCIe expansion slots Puerto Serial Puerto VGA
<b>PRECIO</b>	75 DOLARES	182 DOLARES	1200 DOLARES	1120 DOLARES

**Tabla 2: Comparativa de Precios - Rasberry vs Servidores  
Elaborado por: Los Autores**

En la figura 4, se muestra la arquitectura del prototipo implementado, usando la Raspberry PI, donde se visualiza el proceso de funcionamiento del mismo, partiendo desde el usuario final; hasta la Raspberry PI que actúa como servidor donde se encuentran desplegadas las herramientas de administración empresarial que pueden ser utilizados por un número ilimitado de clientes de las Pymes y de sus usuarios internos.



**Figura 4: Diagrama de arquitectura del prototipo**  
Elaborado por: Los Autores

Basados en la arquitectura del prototipo, se realiza su implementación física tomando en cuenta las características de la Raspberry PI en términos de volumen, utilidad, exposición y cableado de red, se la ubica en una cubierta tipo rack para garantizar su uso y funcionalidad, tal como se muestra en la Figura 5

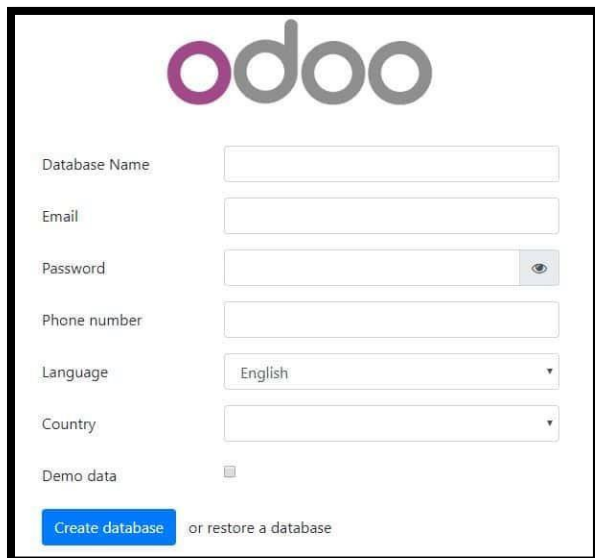


**Figura 5: Diseño final del prototipo de micro servidor**  
**Elaborado por: Los Autores**

En la Figura 5 se muestra la implementación de un prototipo de micro servidor, con características básicas, similares a un servidor tipo torre en términos de escalabilidad y confiabilidad básicas, sobre el cual se instalaron las herramientas de gestión empresarial.

#### **4.2. Despliegue de Herramientas de Gestión Empresarial con software libre**

Sobre el prototipo de micro servidor se instala y configura las herramientas de gestión empresarial ODOO ERP & CMS, las mismas que posteriormente nos sirvieron para la obtención de los resultados de la investigación.



**Figura 6: Instalación de ODOO ERP / CMS**  
**Elaborado por: Los Autores**

En la Figura 6, se muestra la herramienta de gestión empresarial, de software libre ODOO disponible para su uso y funcionamiento como un ERP.

### **4.3. Despliegue de herramientas software de monitoreo y esfuerzo.**

Para la evaluación de rendimiento, disponibilidad y fiabilidad se instala herramientas tales como: Cacti, Nagios y Smokeping respectivamente; y para la ejecutar la sobrecarga y configuración de peticiones concurrentes se utilizó herramientas software de estrés JMeter, obteniéndose valores cuantificables específicos sobre el estado de la red, el hardware (disco duro, temperatura, memoria RAM y uso de procesador) y software (servidor web). Ver Anexos III y IV.

### **4.4. Interpretación Resultados**


Culminada la implementación física del prototipo y una vez establecidas los valores de prueba como promedio bajo (5 usuarios a 25 peticiones), medio (25 usuarios a 50 peticiones), alto (50 usuarios a 100 peticiones), nos permitió determinar las características de sobrecarga de datos, disponibilidad y el rendimiento en la utilización de sus recursos y además se obtuvo resultados y datos referentes a los análisis siguientes:

- Análisis de disponibilidad de red
- Análisis de uso de memoria del micro servidor
- Análisis de temperatura del prototipo de micro servidor.
- Pruebas de rendimiento de CPU del micro servidor con rangos establecidos de usuarios y procesos.
- Pruebas de disponibilidad de herramientas software implementadas en el micro servidor.
- Análisis de estrés.

Los análisis expuestos son necesarios para demostrar la disponibilidad y rendimiento del prototipo.

#### 4.4.1. ANÁLISIS DE DISPONIBILIDAD DE SERVICIOS DE RED

Como resultado del análisis de disponibilidad de los servicios de red, se observa en la Figura 7 que en el micro servidor durante el periodo de prueba no mantiene una disponibilidad del 100% sino mantienen una disponibilidad del 94.29%, debido a fallas temporales en los servicios HTTP, PING y SSH.

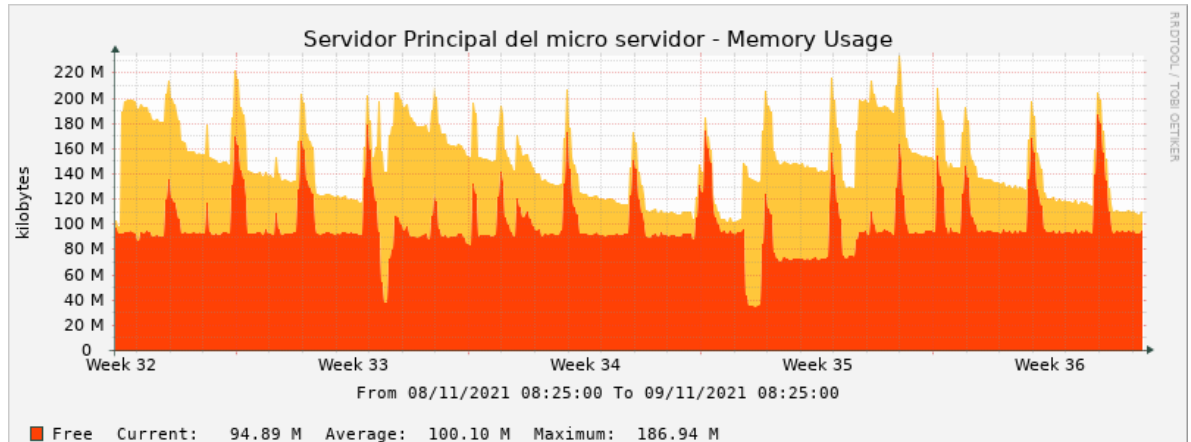
microservidor	Current Load	OK	09-02-2021 14:42:43	12d 0h 1m 52s	1/4	OK - load average: 0.13, 0.30, 0.28
	HTTP	 OK	09-02-2021 14:43:43	12d 0h 0m 51s	1/4	HTTP OK: HTTP/1.1 200 OK - 10977 bytes in 0.008 second response time
	PING	OK	09-02-2021 14:39:43	11d 23h 59m 50s	1/4	PING OK - Packet loss = 0%, RTA = 0.99 ms
	Root Partition	OK	09-02-2021 14:40:44	11d 23h 58m 49s	1/4	DISK OK - free space: / 24630 MiB (89.00% inode=96%):
	SSH	 OK	09-02-2021 14:41:41	11d 23h 57m 53s	1/4	SSH OK - OpenSSH_7.9p1 Raspbian-10+deb10u2+rpt1 (protocol 2.0)

**Figura 7: Disponibilidad de servicios de red con Nagios**  
Elaborado por: Los Autores

#### 4.4.2. ANÁLISIS DE USO DE MEMORIA DEL MICROSERVIDOR

Como resultado de este análisis durante el periodo de prueba, en la figura 8 se observa valores de uso de memoria entre 94.89 Mb y 186.94 Mb con un promedio de 100.10 Mb, representando respecto a la RAM asignada al micro servidor un 95.07% de disponibilidad.





**Figura 8: Uso de memoria RAM del micro servidor**  
 Elaboras por: Los Autores

#### 4.4.3. ANÁLISIS DE TEMPERATURA DEL PROTOTIPO DE MICRO SERVIDOR

Para mantener el funcionamiento del prototipo de micro servidor, se ha realizado la medición de temperatura con respecto a los procesos que realiza el micro servidor, el cual se lo ha establecido con una media de 20 grados centígrados y un valor máximo de 24 grados centígrados, al realizarse una mayor cantidad de procesos por parte de los usuarios hacia el servicio proporcionado en el prototipo como se observa en la figura 9.



**Figura 9: Métrica de temperatura del micro servidor**  
 Elaborado por: Los autores

#### 4.4.4. PRUEBAS DE RENDIMIENTO DE CPU DEL MICRO SERVIDOR CON RANGOS ESTABLECIDOS DE USUARIOS Y PROCESOS

Como resultado del análisis realizado, se muestra en la tabla 3 el rango de diferentes usuarios y procesos en los cuales el consumo del procesador con un número de usuarios pequeño nos da un valor de 3.84%, con el rango medio de usuarios el valor de consumo de procesador es de 23.97 %; y con el rango alto de usuarios el porcentaje máximo de consumo de procesador es de 55.56 como se muestra en la Figura 10 y Tabla 3.

Etiqueta	# Muestras	Media	Min	Max	Desviación Estándar	Consumo procesamiento	Rendimiento	Kb/sec	Sent KB/sec	Media de ABytes	Tiempo demorado
5 usuarios 25 Procesos	125	767	444	1615	183.93	3.84%	93.63%	110.22	1.69	17710	00:00:24
25 usuarios 50 Procesos	1250	4794	381	17900	1729.94	23.97 %	94.87%	88.7	1.36	17710	00:04:03
50 usuarios 100 Procesos	5000	11111	213	152807	2411.65	55.56 %	95.62%	73.38	1.12	17163	00:19:05

Tabla 3: Test de rendimiento  
Elaborado por: Los Autores

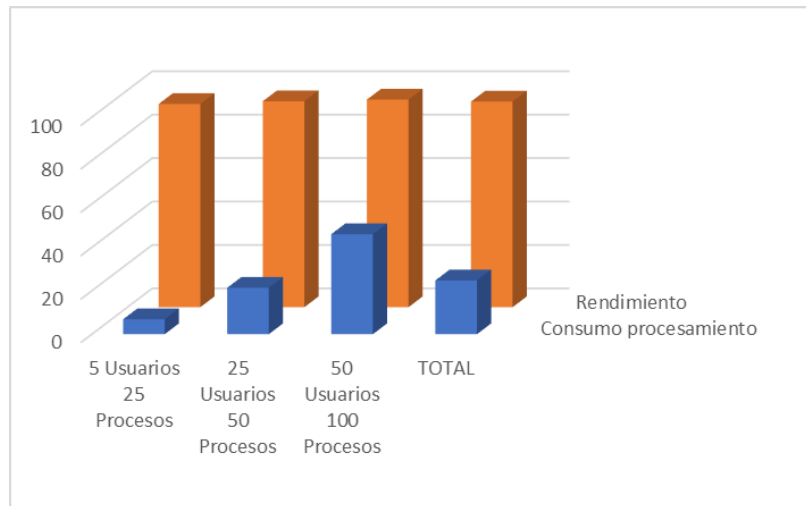


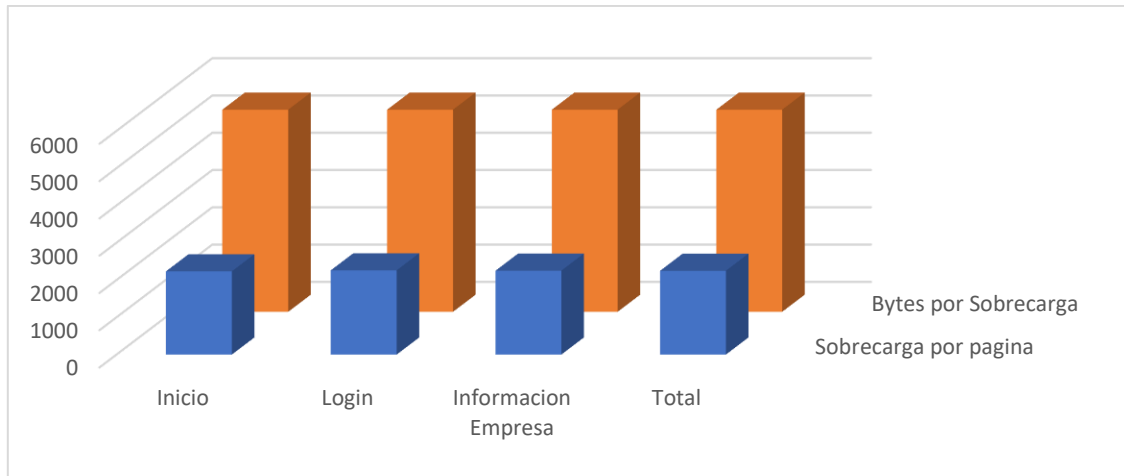
Figura 10: Prueba de Rendimiento de CPU del Micro Servidor  
Elaborado por: Los Autores

#### 4.4.5. PRUEBAS DE DISPONIBILIDAD DE HERRAMIENTAS SOFTWARE IMPLEMENTADAS EN EL MICRO SERVIDOR

Teniendo con la carga mínima de usuarios, un resultado de consumo mínimo de procesador en el micro servidor, para esta prueba de disponibilidad de herramientas software, consideramos los rangos medio y alto de usuarios establecidos, para lo cual configuramos desde JMeter el acceso a tres páginas Inicio, Login e Información Empresa (Ver Anexo VI – configuración de JMeter), obteniendo los resultados siguientes que se muestran en la Figura 11 y la Tabla 4:

<b>TEST DE 25 USUARIOS CONCURRENTES</b>			
<b>Paginas</b>	<b>Sobrecarga Total</b>	<b>Cabeceras de procesos</b>	<b>Bytes de Sobrecarga</b>
<b>inicio</b>	2103	0.785	2711.00
<b>Login</b>	2162	0.786	2711.00
<b>información Empresa</b>	2098	0.786	2711.00
<b>Total</b>	2121	0.786	2711.00
<b>TEST DE 50 USUARIOS CONCURRENTES</b>			
<b>Paginas</b>	<b>Sobrecarga Total</b>	<b>Cabeceras de procesos</b>	<b>Bytes de Sobrecarga</b>
<b>Inicio</b>	2361	3.448	2711.00
<b>Login</b>	2356	3.448	2711.00
<b>información Empresa</b>	2403	3.448	2711.00
<b>Total</b>	2374	3.448	2711.00
<b>PROMEDIO DE CARGA CONTINUA</b>			
<b>Paginas</b>	<b>Sobrecarga Total</b>	<b>Cabeceras de procesos en Bytes</b>	<b>Bytes de Sobrecarga</b>
<b>Inicio</b>	2232	2116.560	5422.00
<b>Login</b>	2259	2116.920	5422.00
<b>información Empresa</b>	2251	2117.045	5422.00
<b>Total</b>	2248	2116.842	5422.00

Tabla 4: Prueba de disponibilidad de Herramientas Software  
Elaborado por: Los Autores



**Figura 11: Resultados prueba de disponibilidad de herramientas Software**  
**Elaborado por: Los Autores**

La figura 11 muestra la cantidad de bytes de transferencia entre los procesos realizados para los usuarios definidos en un total de 2248, con relación de bytes transferidos a 5422.00 con una relación de 2.41 bytes por proceso.

#### 4.4.6. ANÁLISIS DE ESTRÉS.

Para el correspondiente análisis de estrés, que permitió establecer la capacidad de peticiones máximas del prototipo, agregando a la configuración 10 usuarios más concurrentes de los 50 establecidos y obtenemos que el valor máximo de concurrencia es de 166 usuarios antes de que el servicio colapse, con un procesamiento de sobrecarga en solicitudes del 146.67% de la capacidad el cual soporta el prototipo, como se muestra en la Tabla 5 y la Figura 12

TOTAL, USUARIOS	TOTAL, PROCESOS	PROMEDIO DE USUARIOS	PROMEDIO DE PROCESOS	SOBRECARGA DE RENDIMIENTO	TIEMPO ESTIMADO
166	716	11	39	146.67	00:08:12

Tabla 5: Muestra promedios generales de evaluación  
Elaborado por: Los Autores

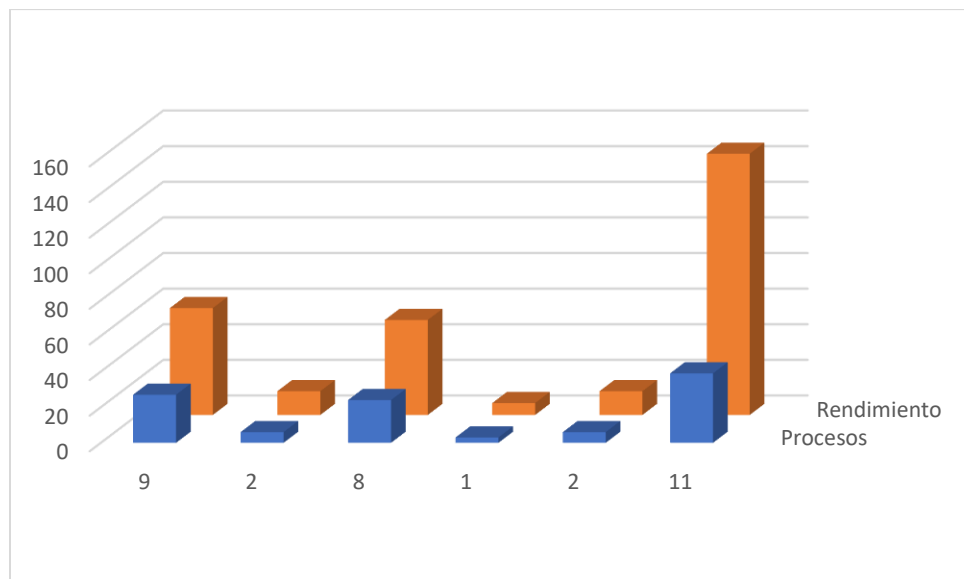


Figura 12: Prueba de estrés entre concurrencia media soportada del prototipo del micro servidor  
Elaborado por: Los Autores

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES

- Se ha implementado un prototipo de micro servidor con características eficientes y económicas para el desempeño de herramientas de Gestión empresarial ERP, CMS y CRM para incorporar la automatización en las Pymes de la ciudad de Riobamba.
- La implementación del prototipo de micro servidor permite instalar de forma similar herramientas de gestión empresarial para Pymes, utilizando el mismo procedimiento que en un servidor de torre, de manera directa o remota, sin embargo, la escalabilidad tiene sus limitaciones propias de los recursos escalables del micro servidor implementado
- Se implementa ODOO como software principal para la gestión empresarial ya que esta tiene las características principales para la automatización, así como sus correspondientes herramientas para compartir información como, página web y la gestión correspondiente para administrar usuarios, clientes y empleados de la empresa, mostrando una eficiencia para las Pymes.
- Se concluye mediante las pruebas de rendimiento que el prototipo cumple con características de rendimiento y disponibilidad acordes a la demanda de usuarios para Pymes, pues la concurrencia máxima a las páginas web de las herramientas de gestión empresarial es de 166 peticiones concurrentes; y la respuesta de disponibilidad de red, temperatura, consumo de CPU son aceptables.
- Se concluye que este tipo de implementaciones y alternativas de hosting para Pymes es viable económicamente y sostenible técnicamente.

## RECOMENDACIONES

- Revisar los requerimientos previos de la empresa para el correspondiente despliegue del prototipo dentro de una Pyme para cumplir con las normas mínimas de la empresa y satisfacer tanto las necesidades de esta como de sus clientes y usuarios.
- Establecer solo las herramientas necesarias dentro del software ODOO para cumplir con los objetivos de la Pyme que va a desplegar el micro servidor, así reducirá el coste de mantenimiento y mejorar la automatización de la empresa sin la necesidad de sobrecargar prototipo de Hardware IoT.
- Realizar procesos de mantenimiento correspondientes como un equipo de cómputo más en la empresa mediante normalización utilizando la correspondiente auditoria informática para mejorar el rendimiento del prototipo desplegado en Pymes y su correcto funcionamiento.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Bonilla, F., Isaias, Salazar, T., Morales Escobar, Guajardo Muñoz, M., Tania , L., & Laines Alamina, C. (2016). IOT, EL INTERNET DE LAS COSAS Y LA INNOVACIÓN DE SUS. UANL School Of Business, FACPYA, México.
- Carrillo, M. V. (2021). Placa de Raspberry PI. Vida Científica Boletín Científico de la Escuela Preparatoria No. 4, 45-46.
- Coelho, F. (2011). Significado de Metodología. Obtenido de <https://www.significados.com/metodologia/>
- Corona, A. E. (2004). Protocolos TCP/IP de internet. Revista Digital Universitaria, 4.
- Gordana Gardašević, M. V. (2016). The IoT Architectural Framework, Design Issues and Application Domains. Wireless Personal Communications, 127-148.
- Jaun Jose Amor, Jesus Gonzales, Gregorio Robles, Israel Herraiz. (2005). Debian 3.1 (Sarge) como caso de estudio de medición del Software Libre: resultados preliminares. novatica.
- Labarca, A. (2017). La técnica de observación. Obtenido de [http://eoepsabi.educa.aragon.es/descargas/G\\_Recursos\\_orientacion/g\\_1\\_atencion\\_diversidad/g\\_1\\_2](http://eoepsabi.educa.aragon.es/descargas/G_Recursos_orientacion/g_1_atencion_diversidad/g_1_2)
- Neuman, J. (2015). The book of GNS3: build virtual network labs using Cisco, Juniper, and more. No Starch Press.
- Pavón González, Y. P. (2018). Experiencia de trabajo para la configuración del ERP Odoon en pequeños negocios. Caso de éxito en TostoneT. Ingeniare, 514-527.
- Toledo, N. (2018). Técnicas de Investigación Cualitativas y Cuantitativas. Universidad. México.
- Uribe, J. (2017). Metodología Cuantitativa. . Obtenido de [http://www.ujaen.es/investiga/tics\\_tfg/enfo\\_cuanti.html](http://www.ujaen.es/investiga/tics_tfg/enfo_cuanti.html).
- Villa, A. P. (2015). Curso de consultoría TIC. Gestión, Software ERP y CRM. Vigo, España: IT Campus Academy.
- Zaharoff, S. (Abril de 2014). IoT Agenda. Obtenido de <https://internetofthingsagenda.techtarget.com/definition/microserver>



# **ANEXOS**

## ANEXO I.

### PROTOTIPOS DE PROYECTOS PARA SERVIDORES UTILIZANDO HARDWARE Y SOFTWARE LIBRE



Figura 13: Prototipo de micro servidor raspberry PI

Fuente: <https://www.welectron.com/media/image/product/10899/md/raspberrv-pi-4-official-kit-gray-black.jpg>



Figura 14: Micro servidor DIY Life

Fuente: <https://www.the-div-life.com/wp-content/uploads/2021/06/Pi-Server-With-UPS-1536x861.jpg?ezimgfmt=ng:webp/ngcb1>



Figura 15: Micro servidor Open Compute Project

Fuente: <https://hipertextual.com/2013/02/open-compute-project-facebook/facebook-servidores-2>

## ANEXO II.

### INSTALACIÓN DE SISTEMA OPERATIVO EN EL PROTOTIPO DE MICRO SERVIDOR.

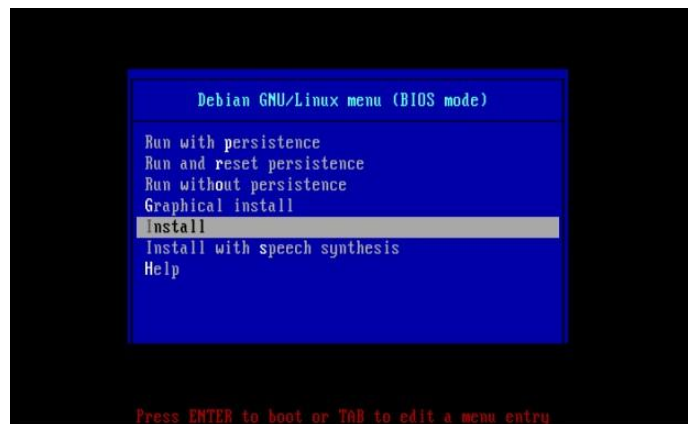
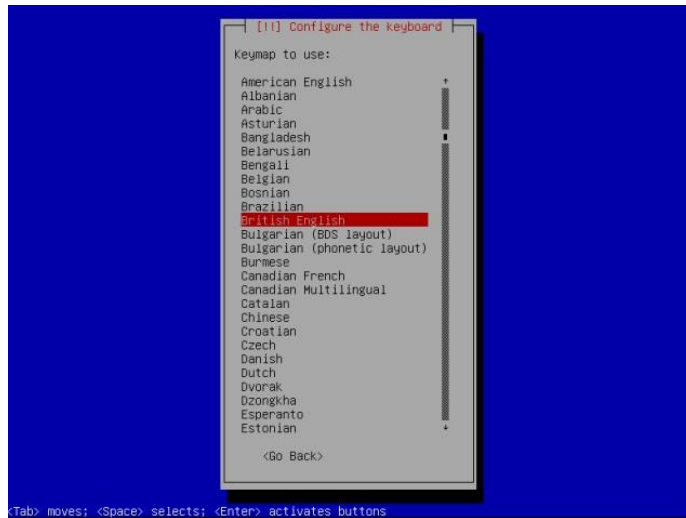
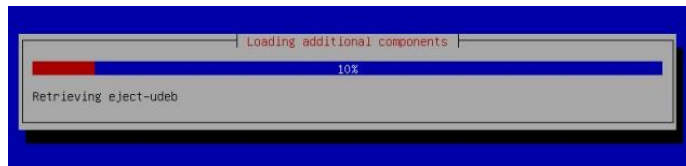


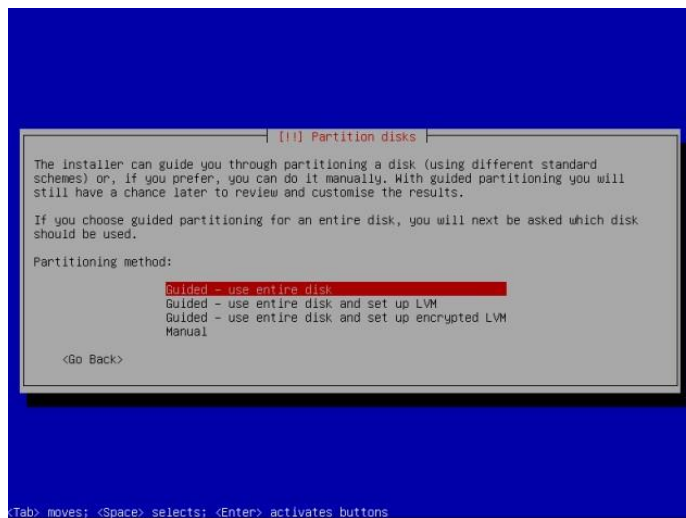
Figura 16: Menú instalación del sistema operativo.  
Elaborado por: Los autores



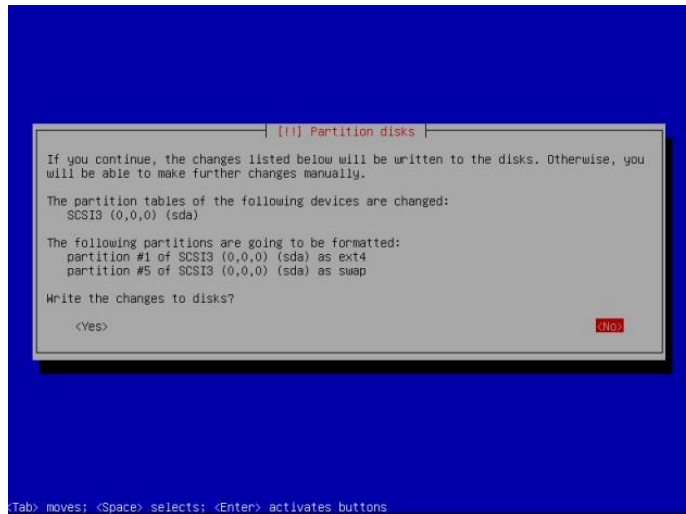
**Figura 17: Elección de idioma del teclado**  
**Elaborado por: Los autores**



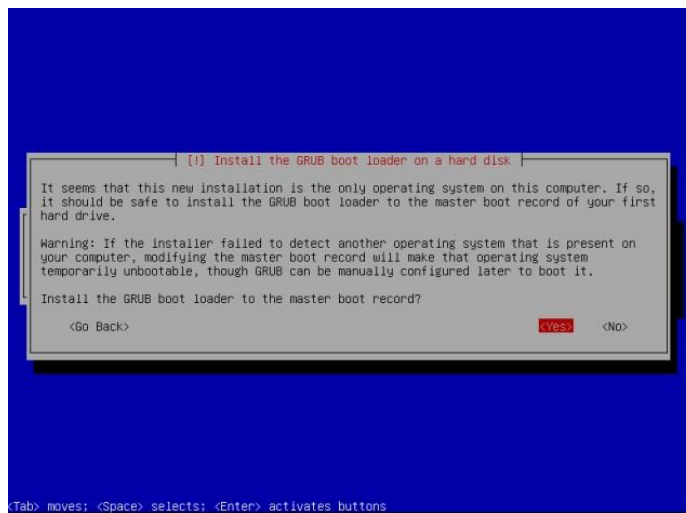
**Figura 18: Carga de componentes adicionales**  
**Elaborado por: los autores**



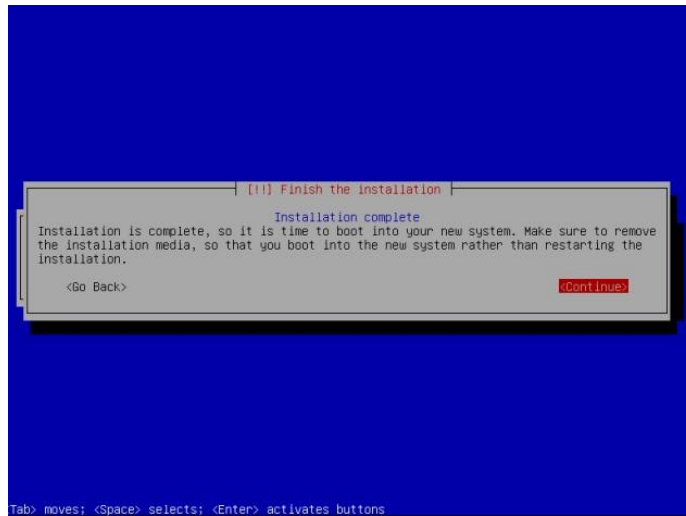
**Figura 19: Elección de partición de disco para instalación del sistema operativo**  
**Elaborado por: Los autores**



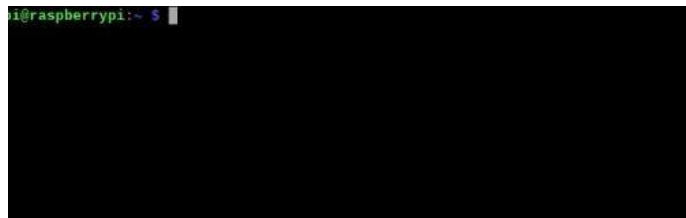
**Figura 20: Configuración del formato de archivos en el disco duro**  
**Elaborado por: Los autores**



**Figura 21: Instalación de un menú de arranque del sistema operativo**  
**Elaborado por: Los autores**



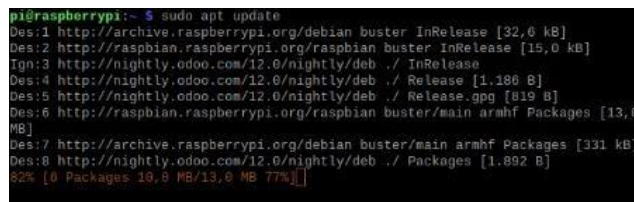
**Figura 22: Finalización de instalación de sistema operativo**  
**Elaborado por: Los autores**



**Figura 23: Pantalla inicial Raspbian OS en modo terminal**  
**Elaborado por: Los autores**

### ANEXO III.

## INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE HERRAMIENTAS DE ADMINISTRACIÓN EMPRESARIAL



**Figura 24: Actualización de paquetes y complementos del sistema operativo**  
**Elaborado por: Los autores**

```
es:8 http://nightly.odoo.com/12.0/nightly/deb ./ Packages [1.892 B]
descargados 13,4 MB en 14s (986 kB/s)
leyendo lista de paquetes... Hecho
creando árbol de dependencias
leyendo la información de estado... Hecho
se pueden actualizar 20 paquetes. Ejecute «apt list --upgradable» para verlos.
pi@raspberrypi:~$ sudo apt upgrade
leyendo lista de paquetes... Hecho
creando árbol de dependencias
leyendo la información de estado... Hecho
calculando la actualización... Hecho
el paquete indicado a continuación se instaló de forma automática y ya no es necesario.
rpi-eepron-images
utilice «sudo apt autoremove» para eliminarlo.
se actualizarán los siguientes paquetes:
libison-c3 libvlc-bin libvlc libvlccore9 odoo rpi-eepron rpi-eepron-images
ruby-kramdown vlc vlc-bin vlc-data vlc-l10n vlc-plugin-base
vlc-plugin-notify vlc-plugin-qt vlc-plugin-samba vlc-plugin-skins2
vlc-plugin-video-output vlc-plugin-video-splitter vlc-plugin-visualization
0 actualizados, 0 nuevos se instalarán, 0 para eliminar y 0 no actualizados.
se necesita descargar 65,7 MB de archivos.
se utilizarán 655 kB de espacio de disco adicional después de esta operación.
```

**Figura 25: Actualización de librerías del sistema operativo**  
Elaborado por: Los autores

```
pi@raspberrypi:~$ sudo apt install postgresql -y
```

**Figura 26: Instalación base de datos PostgreSQL**  
Elaborado por: Los autores

```
pi@raspberrypi:~$ wget -O - https://nightly.odoo.com/odoo.key | apt-key add - && echo "deb http://nightly.odoo.com/13.0/nightly/deb/ ./" >> /etc/apt/sources.list.d/odoo.list
```

**Figura 27: Descarga de la herramienta de administración empresarial ODOO**  
Elaborado por: Los autores

```
pi@raspberrypi:~$ sudo apt update
```

**Figura 28: Actualización de librerías**  
Elaborado por: Los autores

```
pi@raspberrypi:~$ sudo apt install odoo
```

**Figura 29: Instalación de la herramienta de administración empresarial ODOO**  
Elaborado por: Los autores



Database Name

Email

Password

Phone number

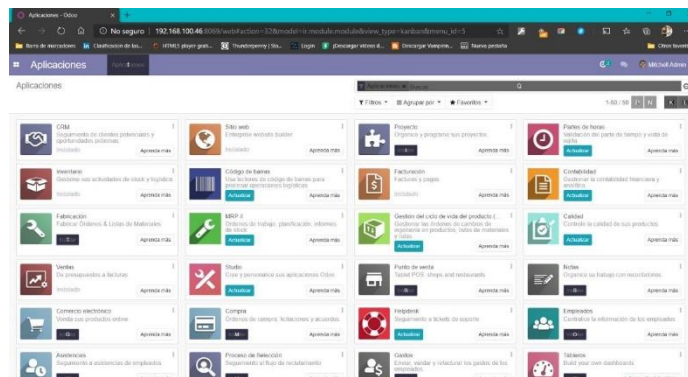
Language

Country

Demo data

[Create database](#) or [restore a database](#)

**Figura 30: Interfaz inicial herramienta de administración empresarial ODOO**  
Elaborado por: Los Autores



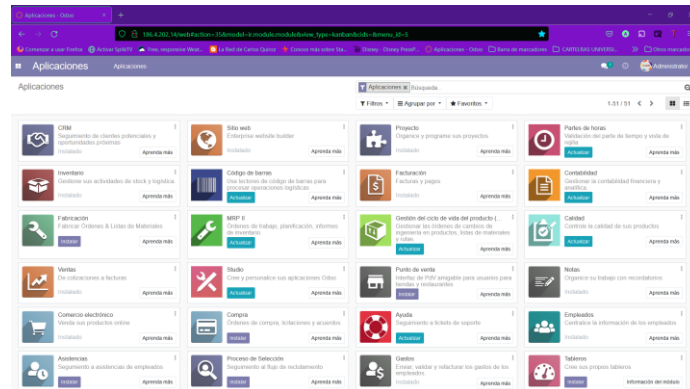
**Figura 31: Interfaz principal herramienta de administración empresarial ODOO**  
Elaborado por: Los Autores



## ANEXO IV.

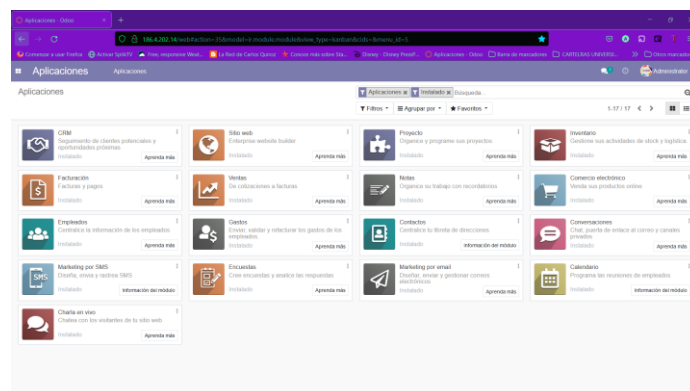
### INSTALACIÓN DE MÓDULOS DE LA HERRAMIENTA DE ADMINISTRACIÓN EMPRESARIAL ODOO.

- En nuestra interfaz principal por defecto el software ODOO viene con sugerencias de módulos que podemos instalar.



**Figura 32: Interfaz principal módulos software ODOO**  
Elaborado por: los autores

- Para la investigación se utilizaron los módulos básicos para una Pyme tal como lo vemos en la siguiente imagen.



**Figura 33: Módulos instalados ODOO**  
Elaborado por: Los autores

## ANEXO V.

### INSTALACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DE MONITOREO Y ESFUERZO.

- Instalación software Nagios

```
# root@buster:~# aptitude install nagios4
```

Figura 34: Comando de instalación software Nagios

Fuente: <https://wiki.debian.org/Nagios4>

```
apache2 apache2-bin apache2-data apache2-utilsbsd-mailx dirmngr dnstools
exim4-base exim4-config exim4-daemon-light gnupg gnupg-l10n gnupg-utils gpg
gpg-agent gpg-wks-client gpg-wks-server gpgconf gpgsm javascript-common
libapache2-mod-php libapache2-mod-php7.3 libapr1 libaprutil1
libaprutil1-dbd-sqlite3 libaprutil1-ldap libarchive13 libassuan0 libbrotil1
libcurl4 libdb11 libevent-2.1-6 libgnutls-dane0 libgpgme11 libirs161
libjansson4 libjs-jquery libksba8 libldb1 liblockfile1 liblua5.2-0
libnet-snmp-perl libnph0 libpq5 libpython2.7 libradcli4 libsmclient
libsodium23 libtalloc2 libtdb1 libtevent0 libtirpc-common libtirpc3 libunbound8
libwbcclient0 monitoring-plugins monitoring-plugins-basic
monitoring-plugins-common monitoring-plugins-standard nagios-images nagios4
nagios4-cgi nagios4-common nagios4-core php-common php7.3-cli php7.3-common
php7.3-json php7.3-opcache php7.3-readline pinctry-curses psmisc python-crypto
python-gpg python-ldb python-samba python-talloc python-tdb rpcbind
samba-common samba-common-bin samba-dsdb-modules samba-libs smclient snmp sudo
```

Figura 35: Dependencias para funcionamiento de Nagios

Fuente: <https://wiki.debian.org/Nagios4>

- Instalación software Cacti

```
sudo apt install cacti cacti-spine
```

Figura 36: Comando de instalación del software Cacti

FUENTE: <https://www.howtoforge.com/tutorial/how-to-install-cacti-snmp-monitoring-tool-on-debian-10/>

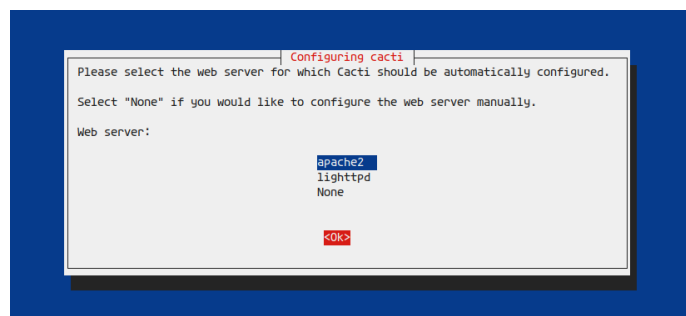
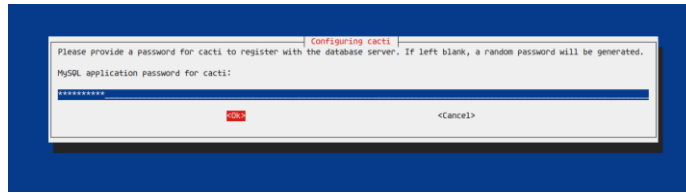


Figura 37: Configuración de servicio web apache para Cacti

Fuente: [https://www.howtoforge.com/images/how\\_to\\_install\\_cacti\\_on\\_debian\\_10/big/4.png](https://www.howtoforge.com/images/how_to_install_cacti_on_debian_10/big/4.png)



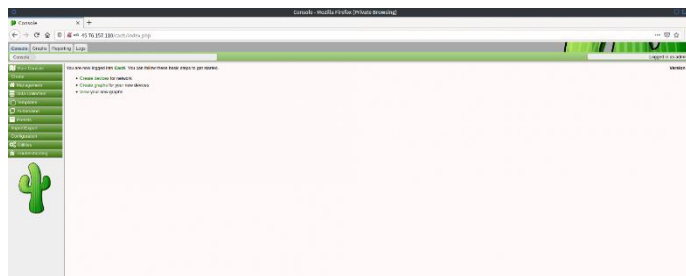
**Figura 38: Asignación de contraseña de base de datos para software Cacti**

Fuente: [https://www.howtoforge.com/images/how\\_to\\_install\\_cacti\\_on\\_debian\\_10/big/6.png](https://www.howtoforge.com/images/how_to_install_cacti_on_debian_10/big/6.png)



**Figura 39: Interfaz de inicio de sesión del software Cacti**

Fuente: [https://www.howtoforge.com/images/how\\_to\\_install\\_cacti\\_on\\_debian\\_10/big/8.png](https://www.howtoforge.com/images/how_to_install_cacti_on_debian_10/big/8.png)



**Figura 40: Interfaz principal software Cacti**

Fuente: [https://www.howtoforge.com/images/how\\_to\\_install\\_cacti\\_on\\_debian\\_10/big/9.png](https://www.howtoforge.com/images/how_to_install_cacti_on_debian_10/big/9.png)

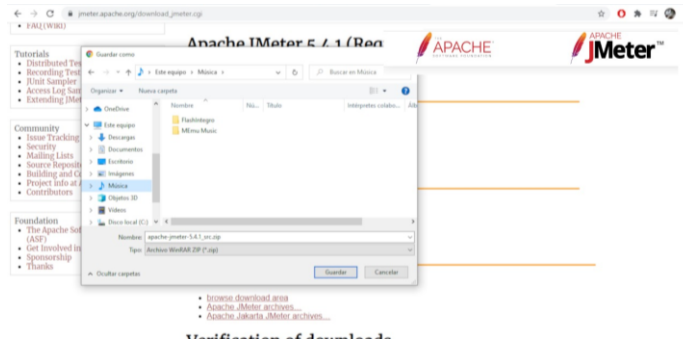
- **Instalación del software SMOKEPING**

```
apt install smokeping curl libauthen-radius-perl libnet-ldap-perl libnet-dns-perl libio-socket-ssl-perl libnet-telnet-perl libsocket6-perl libio-socket-inet6-perl apache2
```

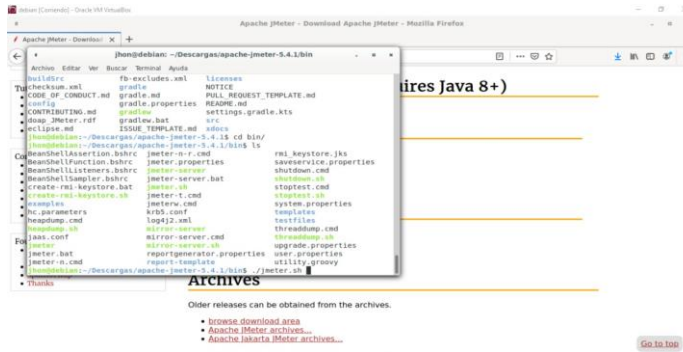
**Figura 41: Comandos de instalación y descarga de paquetes del software Smokeping**

Fuente: <https://blog.ichasco.com/instalacion-y-configuracion-de-smokeping/>

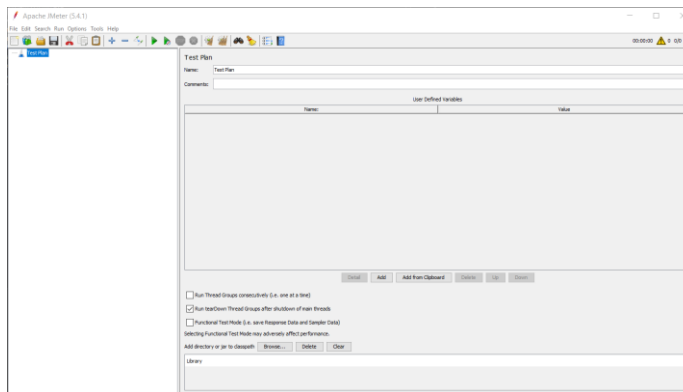
- **Instalación del software JMeter**



**Figura 42: Descarga de archivo "source" de JMeter**  
Elaborado por: Los autores



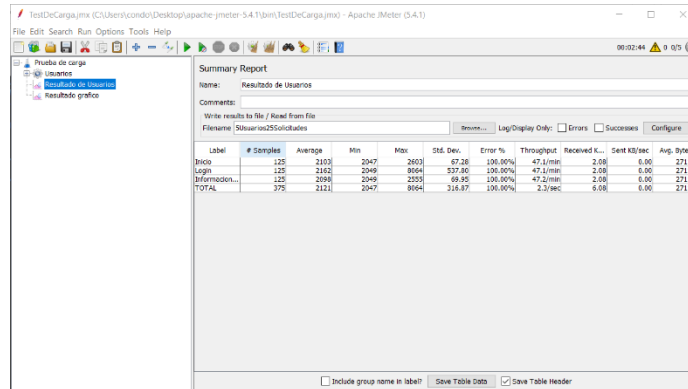
**Figura 43: Instalación de archivos de ejecución de JMeter**  
Elaborado por: Los Autores



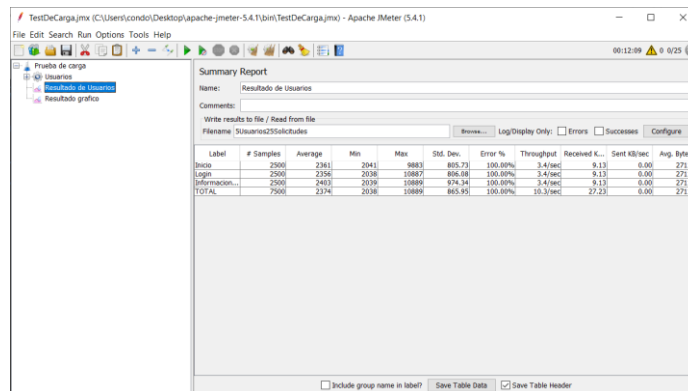
**Figura 44: Interfaz principal JMeter**  
Elaborado por: Los autores

## ANEXO VI.

# PRUEBAS DE RENDIMIENTO Y FIABILIDAD CON LA UTILIZACIÓN DE LA HERRAMIENTA DE SOFTWARE JMETER



**Figura 45: Prueba de rendimiento de 25 usuarios concurrentes**  
Elaborado por: Los autores



**Figura 46: Prueba de rendimiento de 50 usuarios concurrentes**  
Elaborado por: Los autores

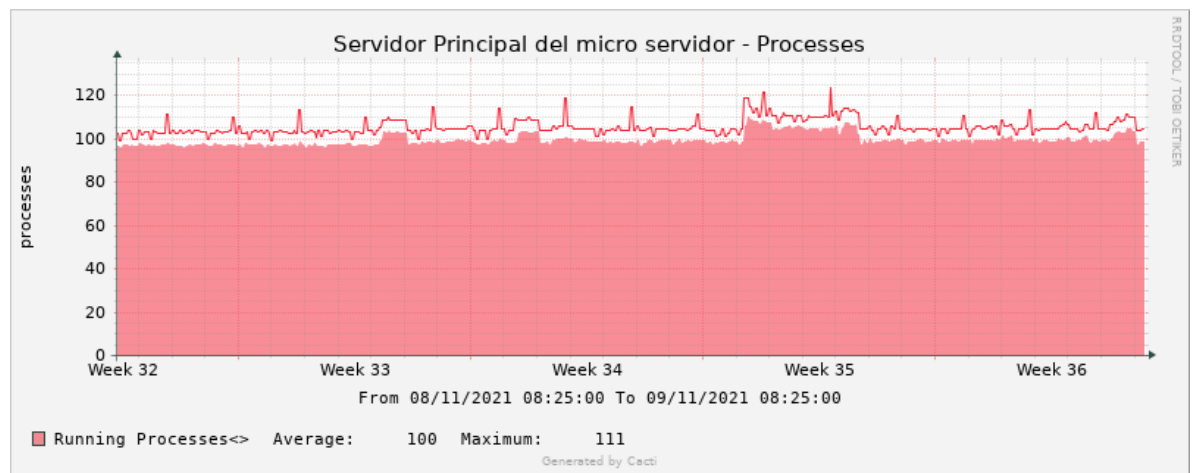
## ANEXO VII.

### PRUEBAS DE DISPONIBILIDAD CON LA UTILIZACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DE SOFTWARE NAGIOS, CACTI Y SMOKEPING.

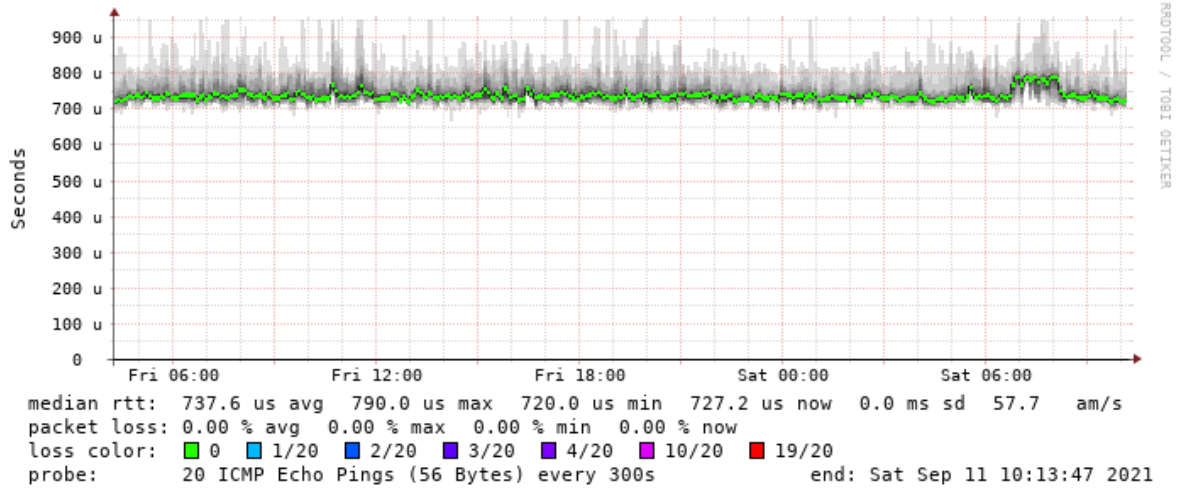
Limit Results: 100

Host	Service	Status	Last Check	Duration	Attempt	Status Information
localhost	Current Load	OK	09-02-2021 14:42:14	224d 16h 11m 42s	1/4	OK - load average: 0.22, 0.33, 0.29
	Current Users	OK	09-02-2021 14:43:14	224d 16h 10m 11s	1/4	USERS OK - 0 users currently logged in
	HTTP	OK	09-02-2021 14:44:14	224d 16h 8m 54s	1/4	HTTP OK: HTTP/1.1 200 OK - 10977 bytes in 0.006 second response time
	PING	OK	09-02-2021 14:40:13	224d 16h 12m 38s	1/4	PING OK - Packet loss = 0%, RTA = 0.38 ms
	Root Partition	OK	09-02-2021 14:41:12	224d 16h 11m 42s	1/4	DISK OK - free space: / 24630 MiB (89.00% inode=96%):
	SSH	OK	09-02-2021 14:41:13	224d 16h 11m 42s	1/4	SSH OK - OpenSSH_7.9p1 Raspbian-10+deb10u2 (protocol 2.0)
	Swap Usage	OK	09-02-2021 14:41:14	12d 0h 23m 21s	1/4	SWAP OK - 52% free (51 MB out of 99 MB)
	Total Processes	OK	09-02-2021 14:42:43	224d 16h 9m 55s	1/4	PROCS OK: 28 processes with STATE = RSZDT
microservidor	Current Load	OK	09-02-2021 14:42:43	12d 0h 1m 52s	1/4	OK - load average: 0.13, 0.30, 0.28
	HTTP	OK	09-02-2021 14:43:43	12d 0h 0m 51s	1/4	HTTP OK: HTTP/1.1 200 OK - 10977 bytes in 0.008 second response time
	PING	OK	09-02-2021 14:39:43	11d 23h 59m 50s	1/4	PING OK - Packet loss = 0%, RTA = 0.99 ms
	Root Partition	OK	09-02-2021 14:40:44	11d 23h 58m 49s	1/4	DISK OK - free space: / 24630 MiB (89.00% inode=96%):
	SSH	OK	09-02-2021 14:41:41	11d 23h 57m 53s	1/4	SSH OK - OpenSSH_7.9p1 Raspbian-10+deb10u2+rpt1 (protocol 2.0)
r-tp-link	PING	OK	09-02-2021 14:43:43	12d 0h 25m 51s	1/3	PING OK - Packet loss = 0%, RTA = 1.05 ms

**Figura 47: Disponibilidad de red utilizando Nagios**  
Elaborado por: Los autores



**Figura 48: Métricas de procesos del micro servidor utilizando Cacti**  
Elaborado por: Los Autores



**Figura 49: Métricas de conectividad del microprocesador utilizando smokeping**  
 Elaborado por: los autores