



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

DISEÑO DE UN SISTEMA PARA FORTALECIMIENTO DE SEGURIDAD Y APLICACIÓN WEB PIZARRA ELECTRÓNICA DE LA SUPERINTENDENCIA DEL TERMINAL PETROLERO DE BALAO.

DAVID VICENTE ROMERO JAÉN

**Trabajo de Titulación modalidad: Proyectos de Investigación y Desarrollo,
presentado ante el Instituto de Posgrado y Educación Continua de la ESPOCH,
como requisito parcial para la obtención del grado de:**

MAGÍSTER EN SEGURIDAD TELEMÁTICA

RIOBAMBA - ECUADOR

Marzo 2022

©2022, David Vicente Romero Jaén

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

CERTIFICACIÓN:

EL TRIBUNAL DE TRABAJO DE TITULACIÓN CERTIFICA QUE:

El **Trabajo de Titulación modalidad Proyectos de Investigación y Desarrollo**, titulado **DISEÑO DE UN SISTEMA PARA FORTALECIMIENTO DE SEGURIDAD Y APLICACIÓN WEB PIZARRA ELECTRÓNICA DE LA SUPERINTENDENCIA DEL TERMINAL PETROLERO DE BALAO**”, de responsabilidad del señor David Vicente Romero Jaén ha sido prolijamente revisado y se autoriza su presentación.

Ing. Luis Eduardo Hidalgo Almeida; Ph. D.
PRESIDENTE



Firmado electrónicamente por:
**LUIS EDUARDO
HIDALGO
ALMEIDA**

Ing. Christian Fernando Barragán Quispe; Mag.
DIRECTOR



Firmado electrónicamente por:
**CHRISTIAN FERNANDO
BARRAGAN QUIZHPE**

Ing. Ángel Patricio Mena Reinoso; Mag
MIEMBRO

**ANGEL
PATRICIO MENA
REINOSO**

Firmado digitalmente
por ANGEL PATRICIO
MENA REINOSO
Fecha: 2022.03.10
17:26:31 -05'00'

Ing. Renny Geovanny Montalvo Armijos; Mag.
MIEMBRO



Firmado electrónicamente por:
**RENNY GEOVANNY
MONTALVO ARMIJOS**

Riobamba, marzo 2022

DERECHOS INTELECTUALES

Yo, David Vicente Romero Jaén, declaro que soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en el **Trabajo de Titulación modalidad Proyectos de Investigación y Desarrollo**, y que el patrimonio intelectual generado por la misma pertenece exclusivamente a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

David Vicente Romero Jaén

CI: 0801650177

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo: David Vicente Romero Jaén, declaro que el presente Trabajo de Titulación, es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados. Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este proyecto de investigación de maestría.

David Vicente Romero Jaén

CI: 0801650177

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi familia por su comprensión y apoyo a durante el tiempo que tenía que ausentarme para culminar esta carrera universitaria. A todas las personas especiales que me acompañaron en esta etapa.

David

AGRADECIMIENTO

Doy gracias a Dios por protegerme y cuidarme durante el largo camino que recorría para ir a clases y regresar bien a casa con mi familia quienes esperaban con mucha alegría mi regreso, a ellos les estoy eternamente agradecido.

David

CONTENIDO

	Páginas
RESUMEN	xiii
ABSTRACT.....	xiv
CAPÍTULO I	1
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Problema de investigación	1
1.1.1. Planteamiento del problema	1
1.2. Formulación del problema	2
1.3. Sistematización del problema	2
1.4. Justificación de la investigación.....	2
1.5. Objetivos.....	3
1.5.1. Objetivo general	3
1.5.2. Objetivos específicos.....	3
1.6. Hipótesis	3
CAPÍTULO II	4
2. MARCO DE REFERENCIA	4
2.1. Antecedentes del problema	4
2.2. Bases teóricas.....	5
CAPÍTULO III.....	11
3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	11
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	11
3.2. Métodos de investigación.....	11
3.3. Enfoque de la investigación.	11
3.4. Alcance de la investigación.....	11
3.5. Población de estudio	11
3.6. Unidad de análisis	12
3.7. Identificación de las variables	12
3.8. Operacionalización de las variables	12
3.9. Matriz de consistencia.....	13
3.10. Técnicas de recolección de datos primarios y secundarios	14
3.11. Instrumentos de recolección de datos primarios y secundarios	14

CAPÍTULO IV.....	15
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	15
4.1. Resultados.....	15
4.1.1. Cálculo de la disponibilidad de la aplicación web pizarra electrónica de SUINBA.....	16
4.1.2. Disponibilidad antes de configurar la alta disponibilidad.....	16
4.1.3. Disponibilidad después de configurar la alta disponibilidad.....	17
4.2. Verificación de hipótesis.....	18
4.2.1. Prueba estadística Chi cuadrado.....	18
4.3. Discusión.....	19
CAPÍTULO V.....	21
5. PROPUESTA.....	21
5.1. Metodología para la implementación de un clúster de alta disponibilidad HA.....	21
CONCLUSIONES.....	29
RECOMENDACIONES.....	30
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2. Tipos de virtualización.....	7
Tabla 2-2. Herramientas de virtualización.....	8
Tabla 1-3. Población	11
Tabla 2-3. Operacionalización de variables.....	12
Tabla 3-3. Matriz de consistencia.....	13
Tabla 4-3. Instrumentos de software	14
Tabla 5-3. Instrumentos de software	14
Tabla 1-4. Resultado de encuesta a usuarios de pizarra electrónica de SUINBA.	15
Tabla 2-4. Matriz de alternativas.....	18
Tabla 3-4. Frecuencia esperada	19
Tabla 4-4. Cálculo de CHI cuadrado	19
Tabla 1-5. Comparativa entre herramientas para virtualización.	21
Tabla 2-5. Estructura del clúster de HA	23
Tabla 3-5. Mediciones sin HA vs con HA.....	28

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-2.	Características de máquinas virtuales (vmware, 2020).....	7
Figura 1-4.	Proceso desde que ocurre una falla hasta la recuperación del servicio.....	16
Figura 1-5.	Diseño del clúster de HA.....	22
Figura 2-5.	VMware y máquina virtual Proxmox.....	23
Figura 3-5.	Configuración de la tarjeta de red ens34.....	24
Figura 4-5.	Configuración de la tarjeta de red ens38.....	24
Figura 5-5.	Unirse al clúster maquinas Proxmox2 y Proxmox3	24
Figura 6-5.	Clúster maquinas Proxmox1 Proxmox2 y Proxmox	25
Figura 7-5.	Configuración del OSD	25
Figura 8-5.	CEPH monitor.	26
Figura 9-5.	CEPH OSD.....	26
Figura 10-5.	Creación del Pools.....	27
Figura 11-5.	Creación de un recurso compartido (Contenedor).	27
Figura 12-5.	Pruebas HA.....	28

INDICE DE ANEXOS

Anexo A. Árbol de problema

Anexo B. Árbol de objetivos

Anexo C. Encuesta a usuarios de la pizarra electrónica de SUINBA

Anexo D. Autorización por parte de SUINBA para realizar la investigación

RESUMEN

El objetivo fue diseñar un sistema aplicando técnicas de virtualización y redundancia como estrategia para el fortalecimiento de la seguridad, fidelidad y prevención útil a la aplicación web pizarra electrónica de la Superintendencia del Terminal Petrolero de Balao. El diseño cuantitativo de este estudio está basado en instrumentos para la recolección de datos por medio de una encuesta con escala o rangos numéricos, además se tomaron mediciones que fueron utilizados para realizar cálculos con base en métricas estandarizadas, para la medición la disponibilidad y fiabilidad de un sistema según la norma IEC 60300. Se desarrollo un prototipo de virtualización y redundancia en un ambiente controlado con base en VMware Workstation, en donde se crearon tres servidores Proxmox, con un almacenamiento compartido CEPH, donde además se configuró alta disponibilidad lo que permite el fortalecimiento de la seguridad, fidelidad y prevención útil de los recursos instalados, para este estudio una máquina virtual CentOS con los servicios de servidor web donde se aloja la aplicación web pizarra electrónica de SUINBA. Esto se verificó en base a las métricas donde la disponibilidad se elevó de 83.010% a 99,508%.

Palabras Clave: <VIRTUALIZACIÓN>, <REDUNDANCIA>, <SEGURIDAD>, <PREVENCIÓN ÚTIL>, <APLICACIÓN WEB>.

**LUIS
ALBERTO
CAMINOS
VARGAS**

Firmado digitalmente por
LUIS ALBERTO CAMINOS
VARGAS
Nombre de reconocimiento
(DN): cn=EC, l=RIOBAMBA,
serialNumber=0602766974,
cn=LUIS ALBERTO CAMINOS
VARGAS
Fecha: 2022.02.23 16:47:22
-05'00'



0014-DBRA-UPT-IPEC-2022

ABSTRACT

The main objective of the study was to design a system by applying virtualization and redundancy techniques as a strategy for strengthening the security, fidelity, and use prevention to a web application for the electronic board of the Superintendencia of the Terminal Petrolero of Balao. The quantitative design of this study was based on instruments for data collection through a survey with a numerical range of scales. In addition, measurements were taken in order to be used to perform the calculations based on standardized metrics, to measure the availability and reliability of a system according to the IEC 60300 standard. A virtualization and redundancy prototype was developed in a controlled environment based on *VMware Workstation*, where three *Proxmox* servers were created, with shared *CEPH storage* where high availability was also configured, which allows the strengthening of the security, fidelity, and useful prevention of the installed resources, for this study a *CentOS* virtual tool was used, along with the web services where SUINBA's (Superintendencia of the Terminal Petrolero of Balao) electronic board web application is hosted. This was verified based on the metrics where availability rose from 83,010% to 99,508%.

Keywords: <VIRTUALIZATION>, <REDUNDANCY>, <SECURITY>, <USEFUL PREVENTION>, <WEB APPLICATION>.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

Desde que el hombre hizo su aparición en la tierra ha buscado incansablemente la forma de poner la tecnología a su favor a fin de facilitar sus tareas cotidianas. Actualmente el uso de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) es generalizado, se utiliza en todo, principalmente en el campo laboral productivo, de igual manera han evolucionado las formas de delitos los cuales ahora hacen blanco de los sistemas informáticos de las empresas, bancos, puertos. todo aquello donde puedan obtener información valiosa, dinero o simplemente el reconocimiento de otros ciber delincuentes.

En el año 2017 varios puertos marítimos alrededor de mundo fueron víctimas de ataques informáticos principalmente con el virus “Ransomware” y una variante del mismo denominado “Petya”, lo cual produjo que suspendieran sus actividades, provocando retraso en las entregas de carga y cuantiosas pérdidas económicas (eldiario.es, 2017).

En el Ecuador existen diferentes puertos marítimos de carga variada, además de terminales petroleros por donde se cargan los buques tanques (B/T) que llevan el petróleo que el país importa o exporta. La Superintendencia del Terminal Petrolero de Balao (SUINBA) situada en la ciudad de Esmeraldas es el terminal petrolero más grande del país atiende un promedio de 60 B/T por mes (Ruiz, 2016).

SUINBA es la autoridad marítima del principal terminal petrolero del Ecuador, su jurisdicción comprende las siguientes instalaciones portuarias: Terminal Marítimo Esmeraldas (TME), Terminal Marítimo de Balao (TMB) y Oleoducto de crudo pesado (OCP) (SUINBA, 2017).

Actualmente SUINBA utiliza las tecnologías de la información y la comunicación en todos sus procesos sean estos administrativos, financieros, operaciones portuarias, protección marítima, control de carga y contaminación todos ellos están automatizados, a más de eso todos los departamentos están conectados a la red de transmisión de datos y tienen salida al internet. Lo cual aumenta el riesgo de sufrir un incidente de seguridad de la información, que obligue al terminal petrolero a suspender sus actividades parcialmente, ocasionando cuantiosas pérdidas económicas al país.

1.1. Problema de investigación

1.1.1. Planteamiento del problema

La Organización Marítima Internacional (OMI) reconoce que existe riesgo cibernético marítimo, refiriéndose a la medida del nivel de amenaza de un activo tecnológico por una circunstancia o

suceso posibles, que podrían causar fallos operacionales, de seguridad o protección del transporte marítimo al corromperse, perderse o ponerse en peligro información o sistemas (Organización Marítima Internacional, 2017).

Como toda instalación portuaria y más aún con los crecientes incidentes terroristas que se han suscitado en la provincia de Esmeraldas, SUINBA es vulnerable en su seguridad tanto física como de sus sistemas computacionales, considerando que aplicación pizarra electrónica es la más impórtate de la institución puesto que es un sistema web que integra lo administrativo, operativo y financiero, además que debe estar disponible 24 horas al día, los 365 días del año, en el presente estudio se analizó la virtualización como estrategia para el fortalecimiento de la seguridad, fidelidad y prevención útil la aplicación web pizarra electrónica de la superintendencia del terminal petrolero de balao Esmeraldas.

1.2. Formulación del problema

¿Qué estrategia de virtualización se debe aplicar para el fortalecimiento de la seguridad, fidelidad y prevención útil de la pizarra electrónica de la Superintendencia del terminal petrolero de Balao Esmeraldas?

1.3. Sistematización del problema

¿Cómo establecer los controles a ser reforzados para la prevención de incidentes de seguridad contra la aplicación web pizarra electrónica de SUINBA?

¿Cómo registrar los errores no intencionados más comunes producidos que afecten a la seguridad de las aplicaciones web pizarra electrónica de SUINBA?

¿Qué técnicas de redundancia y alta disponibilidad emplear para la aplicación web pizarra electrónica?

¿Qué pruebas realizar en un ambiente controlado para evaluar el sistema que se diseñará?

1.4. Justificación de la investigación

La información actualmente es un activo muy valioso para organizaciones y personas naturales, la pérdida, alteración de información valiosa puede causar caos en la sociedad como está concebida hoy en día. Los sistemas informáticos que mantengan la integridad, confidencialidad y disponibilidad de los datos en un 100% son una utopía.

Esta investigación se justifica gracias a que se fortaleció la seguridad, fidelidad y prevención útil de la aplicación web pizarra electrónica de la Superintendencia de Balao Esmeraldas, lo cual beneficia notablemente a la institución, por cuanto en caso de sufrir un incidente de seguridad o

un error no intencionado, el tiempo de recuperación de la disponibilidad de la pizarra electrónica será menor.

Este estudio es de utilidad teórica porque se basó en fuentes de información bibliográfica actualizada y especializada sobre el tema. Mientras que la utilidad práctica se demostró con una propuesta de solución al problema investigado. Además, es original porque se abarcó áreas de seguridad de la información en SUINBA.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Diseñar un sistema aplicando técnicas de virtualización y redundancia como estrategia para el fortalecimiento de la seguridad, fidelidad y prevención útil a la aplicación web pizarra electrónica de la Superintendencia del Terminal Petrolero de Balao.

1.5.2. Objetivos específicos

- Analizar las diferentes herramientas de virtualización para el fortalecimiento de la seguridad, fidelidad y prevención útil a la aplicación web pizarra electrónica de SUINBA.
- Identificar los errores no intencionados más comunes producidos que afectan a la seguridad de la aplicación web pizarra electrónica de SUINBA.
- Desarrollar un prototipo de virtualización y redundancia en un entorno controlado para el fortalecimiento de la seguridad, fidelidad y prevención útil a la aplicación web pizarra electrónica de SUINBA.

1.6. Hipótesis

Aplicando técnicas de virtualización y redundancia se fortalecerá la seguridad, fidelidad y prevención útil de la aplicación web pizarra electrónica de SUINBA, reduciendo así el tiempo de recuperación en caso de fallos o incidentes de seguridad.

CAPÍTULO II

2. MARCO DE REFERENCIA

2.1. Antecedentes del problema

Imaginarse crear un sistema que esté disponible el 99,999% del tiempo, ya sea porque es un servicio vital para la organización, o debido a que cualquier caída del sistema, puede provocar pérdidas económicas o de cualquier otro tipo de situaciones. ¿Qué se debe hacer?

Una alternativa de solución puede ser lo que se denomina un sistema redundante, es decir dos o más sistemas configurados de tal manera que uno de ellos sea el que está en funcionamiento, y en el caso en que deje de funcionar por cualquier motivo, se active otro de los sistemas que hasta ese momento estaba en espera o inactivo tan rápidamente como sea posible, de tal manera que la reacción ante un fallo sea en el menor tiempo posible, casi inmediata. utilizando este sistema de redundancia, incluso en el peor de los casos como por ejemplo el daño de un disco duro como paso a una institución financiera del país en el último semestre del año, un desbordamiento de memoria que mate un proceso vital, o incluso que sin querer se desconecte un cable dejando los servidores sin energía. Los sistemas críticos puedan seguir funcionando gracias al siguiente equipo hasta entonces en stand by.

En el campo de la virtualización y redundancia se han realizado varias investigaciones previas que sirven como base para este estudio.

Perdigón & Ramírez (2020) en su estudio compararon cuantitativamente el desempeño de las principales herramientas de virtualización basadas en software libre que se instalan directamente en el hardware del servidor en el entorno real de una mediana empresa cubana. Emplearon métodos científicos como el analítico-sintético, la triangulación teórica y el método experimental. Para las pruebas de rendimiento y escalabilidad utilizaron las herramientas Unixbench, iPerf3 y htop. Los resultados que obtuvieron evidenciaron que Proxmox 5.4 es una opción eficiente para la virtualización de servidores con ahorro y uso óptimo de los recursos de hardware, puesto que obtuvo los mejores resultados en las pruebas de escalabilidad y de rendimiento con varias máquinas virtuales ejecutadas simultáneamente bajo estrés.

Moretta (2018) estudió e implementó una solución de virtualización para los servidores de aplicaciones de la carrera de licenciatura de sistemas de información de la universidad de Guayaquil, se estudió los diversos sistemas de virtualización que existen en el mercado luego analizó la metodología para distribuir el hardware del servidor a virtualizar. Para la implementación de la virtualización se utilizó la aplicación de software libre Proxmox.

Espinoza & Lobatón (2014) en su estudio trataron de optimizar la administración de los recursos informáticos en el centro de cómputo del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, para reducir los altos costos existentes en aspectos de infraestructura además minimizar el riesgo en el nivel de disponibilidad de sus servicios, mediante la implementación de virtualización de servidores. Concluyeron que la virtualización mejora la calidad de los servicios de TI. Concluyeron que a través de una arquitectura de alta disponibilidad y dividiendo los recursos computacionales tales como memoria, procesador, almacenamiento, redes, entre otros, se puede garantizar la continuidad y la disponibilidad operacional de los servicios de TI. La puesta en marcha de la virtualización se ahorra infraestructura puesto que se reduce la inversión de hardware en el centro de cómputo, además la arquitectura de hardware que permite consolidar diferentes plataformas en una misma infraestructura.

2.2. Bases teóricas

Para la revisión de literatura científica se aplicó la siguiente metodología: se definieron las preguntas sobre la cual se revisó de literatura, luego de eso se establecieron las palabras claves con las cuales se definieron las cadenas de búsqueda que se ejecutaron en las bases de datos escogidas, lo que facilitó en base a los criterios de inclusión y exclusión la revisión de los artículos científicos seleccionados.

Seguridad informática

Es la disciplina encargada de diseñar las normas procedimientos, métodos y técnicas para obtener un sistema de información seguro y confiable. La seguridad informática puede ser: activa es decir el conjunto de defensas cuyo objetivo es reducir los riesgos que amenazan a un sistema informático o pasiva lo cual se refiere a todas aquellas medidas que se implementan después de incrementar la seguridad, por ejemplo, realizar copias de seguridad a diario (Aguilera, 2010).

Amenazas, riesgos y vulnerabilidades

Según Prandini & Pallero (2013) amenaza es la posibilidad de ocurrencia de cualquier tipo de evento o acción que puede producir un daño (material o inmaterial) sobre la confidencialidad, integridad, disponibilidad y autenticidad de los datos en un sistema informático. Además, se define al riesgo como la probabilidad que una amenaza se materialice explotando una vulnerabilidad identificada, causando así un impacto negativo a las operaciones del negocio. Mientras que vulnerabilidad es una debilidad en un sistema informático que puede ser el medio para causar un daño, estas debilidades pueden presentarse en el hardware o en el software de un sistema informático.

Generalmente las vulnerabilidades informáticas se originan por:

- Fallas en el diseño o construcción del software; por ejemplo, sistemas operativos, programas de aplicación, el protocolo de comunicaciones TCP/IP.
- Uso de PC, programas y equipos de red de tipo genérico en aplicaciones críticas.
- Atención insuficiente al potencial error humano durante el diseño, implementación o explotación de sistemas.
- Confianza excesiva en algún único dispositivo u oficina de seguridad.
- Falta de seguimiento de las políticas, procedimientos e indicadores de seguridad.
- Pobre o nula gestión de activos informáticos.
- Modificaciones frecuentes de elementos de la plataforma informática.
- Planes de contingencia nulos o pobres, para incidentes de seguridad de la información.
- Ignorancia, negligencia o curiosidad por parte de usuarios en general de los sistemas.
- Equipos, programas y redes "heredados" de generaciones tecnológicas anteriores.
- Baja concientización del personal en general sobre la importancia de la seguridad y responsabilidades compartidas e integrales (Voutssas, 2010).

Virtualización

La virtualización es una tecnología que simula la funcionalidad de hardware para crear servicios de TI basados en software como servidores de aplicaciones, almacenamiento y redes (Citrix, 2020). Es decir, la virtualización utiliza el software para reproducir las características del hardware y crear un sistema informático virtual. Lo cual permite a las organizaciones de TI ejecutar más de un sistema virtual, y múltiples sistemas operativos y aplicaciones, en un solo servidor físico. Obteniéndose ventajas económicas, mayor eficiencia, continuidad del negocio, disponibilidad de los servicios (vmware, 2020).

Máquina virtual

Una máquina virtual se define como un sistema informático virtual, es decir, un contenedor de software bien aislado que incluye un sistema operativo y una aplicación.

Cada máquina virtual es autónoma e independiente, es decir, si se instalan varias máquinas virtuales en un mismo PC, se puede ejecutar varios sistemas operativos y aplicaciones en un solo servidor físico (vmware, 2020). En la figura. 1-2 se listan las características de las máquinas virtuales.

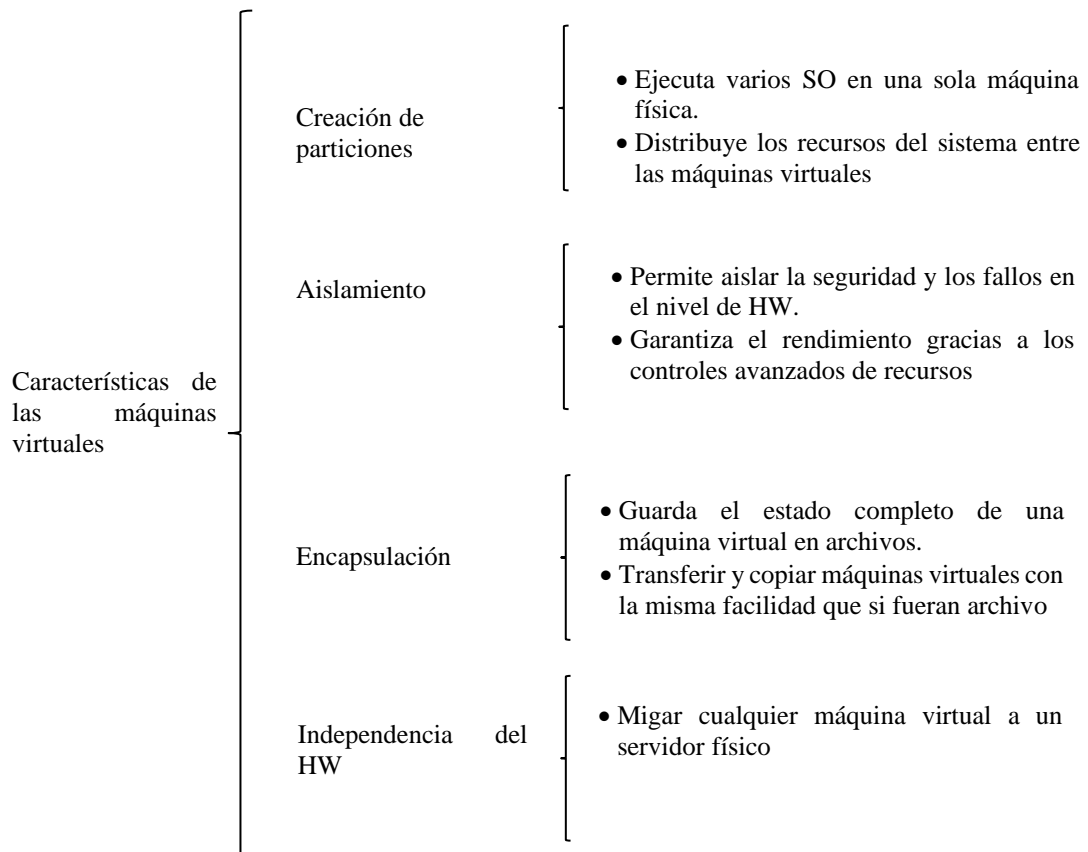


Figura 1-2. Características de máquinas virtuales

Fuente: (vmware, 2020)

Tipos de virtualización

En la tabla 1-2 se explica los diferentes tipos de virtualización

Tabla 1-2. Tipos de virtualización.

Tipo de virtualización	Características
Virtualización de servidores	Permite ejecutar múltiples sistemas operativos en un solo servidor físico por medio de máquinas virtuales que ofrecen un elevado rendimiento.
Virtualización de aplicaciones y virtualización de escritorios	Virtualización de aplicaciones. - los usuarios pueden ejecutar aplicaciones independientemente del sistema operativo que se esté utilizando. Por ejemplo, ejecutar virtualmente una aplicación Windows en un sistema operativo Linux o Mac Virtualización de escritorios. - permite a los usuarios simular la carga de una estación de trabajo para acceder a un escritorio de forma remota desde un dispositivo conectado, como un cliente ligero en un escritorio.
Virtualización de redes	Permite ejecutar las aplicaciones en una red virtual del mismo modo que en una red física. La virtualización de red muestra los dispositivos y servicios de red lógicos (puertos lógicos, conmutadores, enrutadores, cortafuegos, equilibradores de carga, VPN, etc.) a las cargas de trabajo vinculadas.

Virtualización de almacenamiento	Su objetivo es la representación virtual de los diversos recursos de almacenamiento de una organización, tales como discos duros, memorias flash o unidades de cinta, con la finalidad de hacerlos disponibles como un grupo de recursos interrelacionado.
Virtualización de datos	Permite que una aplicación acceda y aproveche los datos sin solicitar detalles como dónde se encuentran físicamente los datos ni el formato de dichos datos.

Fuente: (IONOS, 2020)

Herramientas de virtualización

En la tabla 2-2 se describen varias herramientas que permiten virtualización

Tabla 2-2. Herramientas de virtualización

Herramienta de virtualización	Se puede instalar máquinas virtuales	Características
VMware. - Creado por Dell EMC para ordenadores compatibles X86.	Windows, Linux o NetWare.	<ul style="list-style-type: none"> • Herramienta multiplataforma • Clonación de máquina virtual • Arranque de varias máquinas virtuales simultáneamente • Encriptación de máquinas virtuales • Soporta aceleración 3D • Soporta USB 2.0 y 3.0 también es limitado.
Oracle VM VirtualBox. - Desarrollado en Oracle para crear entornos virtuales.	Linux, Mac y Windows.	<ul style="list-style-type: none"> • Multiplataforma • Puede virtualizar múltiples SO • Software libre • Portable • Soporte 3D VirtualBox.
Microsoft Hyper-v. - Lanzado 2008 y se integra perfectamente con Microsoft, permitiendo un mejor aprovechamiento de los recursos.	Windows como distintas versiones de Linux y FreeBSD.	<ul style="list-style-type: none"> • Funcionalidad de redes SR-IOV • Migración de máquinas virtuales en caliente desde un servidor otro • VHDX compartido.
Citrix XenServer. - La compañía Citrix adquirió en 2007 el kernel del Hypervisor Xen para desarrollarlo de forma independiente.	Windows y Linux y entrega una plataforma extremadamente asequible para la consolidación de aplicaciones, escritorios y del servidor.	<ul style="list-style-type: none"> • Migraciones en caliente • Virtualización por hardware • Monitorización de rendimiento • Capacidad para compartir archivos de forma directa.
Proxmox. - Es un Hypervisor de código abierto GNU Linux.	Linux en todas sus versiones, Microsoft Windows 10 / 2016 / 2012 / 7 / 8/ 2003 / XP, Solaris, AIX, entre otros.	<ul style="list-style-type: none"> • Migración en caliente • Optimización para puentes de red • Herramientas en línea de comandos, como bueno software Linux • Disponibilidad de copias de seguridad • Preinstalación de plantillas de construcción de sistemas operativos

Redundancia

La redundancia es la repetición de aquellos datos o hardware de carácter crítico que se requieren asegurar ante la probabilidad de fallos que pudieran surgir por cualquier causa que afecte al hardware o software. Se presenta como una solución a los problemas de protección y confiabilidad. La redundancia es en pocas palabras un respaldo (C3NTRO Telecom, 2020).

Alta disponibilidad (HA)

(High availability) es la capacidad de garantizar que los datos y aplicaciones se encuentren disponibles para los usuarios autorizados en todo momento y sin interrupciones, debido principalmente a su carácter crítico. El objetivo es mantener los sistemas de TI funcionando 24 horas 7 días de la semana, durante todo el año, minimizando al máximo las interrupciones sea estas planeadas e imprevistas (Santos, 2014).

Clúster

Se denomina clúster a un sistema distribuido formado por un conjunto de computadoras autónomas interconectadas y fuertemente acopladas, que es utilizado como un recurso computacional unificado (Pfister, 1998). Los clústeres son utilizados principalmente para mejorar la disponibilidad y/o rendimiento de los datos y aplicaciones. Los Clúster pueden clasificarse en:

- High Performance Computing Clúster (HPCC), Clúster de Alto Rendimiento
- High Availability Computing Clúster (HA), Clúster de Alta Disponibilidad.
- High Throughput Computing Clusters (HT o HTCC), Clusters de Alta Eficiencia.

Clúster de Alto Rendimiento

Un clúster es un conjunto de computadoras de bajo costo conectados entre sí a través de una red de comunicaciones de alta velocidad, que operan bajo software que actúa como un sistema único de administración, responsable de distribuir las cargas de trabajo entre los nodos, de forma automática y transparente al usuario como si se tratara de un único ordenador (Perez, Mendez, Ayusa, Aucapiña, & Lopez, 2013).

Un clúster de alto rendimiento es usado fundamentalmente con fines académico - científicos, su objetivo principal es proporcionar altas prestaciones de capacidad de cómputo superior a los que pudiera ofrecer un ordenador común. Este modelo de arquitectura son una alternativa a la utilización de grandes y costosas supercomputadoras (Morros, 2013).

Clúster de alta disponibilidad

Un clúster de alta disponibilidad es un grupo de dos o más servidores, caracterizado por compartir el sistema de almacenamiento, se monitorean entre sí constantemente. Si se produce una falla de hardware o servicios de alguno de las máquinas que forman el clúster, el software de alta

disponibilidad es capaz de reiniciar automáticamente los servicios que han fallado en cualquiera de los otros equipos del clúster. Y una vez que el servidor que ha fallado se recupera, los servicios se migran de nuevo a la máquina original (Clavijo, 2010).

Clúster de Alta Eficiencia

Este tipo de clúster está diseñado con el objetivo ejecutar la mayor cantidad de tareas en el menor tiempo posible. Existe independencia de datos entre las tareas individuales. El retardo entre los nodos del clúster no es considerado un gran problema (De Giusti, Naiouf, & Montesdeoca, 2012).

CAPÍTULO III

3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El objetivo principal de esta sección es describir el proceso metodológico empleado en la investigación, los procedimientos, métodos y técnicas que permitieron recopilar información valiosa para la comprobación de la hipótesis planteada.

3.1. Tipo y diseño de investigación.

Esta investigación es de tipo cuasi-experimental, debido a que se establece un vínculo entre las técnicas de virtualización y la seguridad de la aplicación web pizarra electrónica de SUINBA, lo que permite establecer las mediciones según sea la necesidad de la investigación (Arias, 2012).

3.2. Métodos de investigación.

En la investigación se empleó el método hipotético deductivo, el cual consiste en planear una hipótesis basada en la posible solución al problema motivo de estudio (Sánchez, 2012).

3.3. Enfoque de la investigación.

Se utilizó la investigación cuantitativa, debido a que permitió la recolección de datos y el análisis de los mismos, lo cual conllevó a comprobar la hipótesis que fue planteada en este estudio, mediante el uso de la estadística descriptiva e inferencial (Ñaupas, Mejia, Novoa, & Villagomez, 2014).

3.4. Alcance de la investigación.

El alcance descriptivo de la investigación permitió como su nombre lo indica describir fenómenos, situaciones, contextos y eventos.

3.5. Población de estudio

En este estudio la población o universo se refiere a la totalidad de las personas o elementos involucrados en el proceso investigativo, debido a que la población no es extensa se utilizó el 100% de la misma, como se explica en la tabla 1-3.

Tabla 1-3. Población

ITEM	INFORMANTES	CANTIDAD
1	Jefe de sistemas de SUINBA	1
2	Usuarios de la pizarra electrónica de SUINBA	67
TOTAL		68

Fuente: SUINBA

Realizado por: Romero, D. 2021

3.6. Unidad de análisis

La investigación se realizó en la Superintendencia del Terminal Petrolero de Balao de Esmeraldas (SUINBA).

3.7. Identificación de las variables

Variables independientes: Técnicas de virtualización y redundancia.

Variables dependientes: Seguridad, fidelidad y prevención útil de la aplicación web pizarra electrónica de SUINBA.

3.8. Operacionalización de las variables

Tabla 2-3. Operacionalización de variables

Hipótesis	Variables	Indicadores
Aplicando técnicas de virtualización y redundancia se fortalecerá la seguridad, fidelidad y prevención útil de la aplicación web pizarra electrónica de SUINBA, reduciendo así el tiempo de recuperación en caso de fallos o incidentes de seguridad.	Independiente: Técnicas de virtualización y redundancia Dependiente: Seguridad, fidelidad y prevención útil de la aplicación web pizarra electrónica de SUINBA	<ul style="list-style-type: none">• Porcentaje de disponibilidad del sitio web [A(t)].• Tiempo de inactividad anual total [I(t)].• Tiempo medio para que ocurra un fallo [MTTF].• Tiempo medio entre fallos [MTBF].• Tiempo medio para la transición. [MTTT].• Tiempo medio para recuperarse. [MTTR].• Número de incidentes de seguridad de la información.• Tratamiento que se le da a los incidentes de seguridad de la información.• Documentación institucional sobre seguridad.• Nivel de cultura de seguridad de los usuarios de los sistemas de información de SUINBA

Realizado por: Romero, D. 2021

3.9. Matriz de consistencia

Tabla 3-3. Matriz de consistencia

Formulación del problema	Objetivo general	Hipótesis	Variables	Indicadores	Índice	Técnica	Instrumento
¿Qué estrategia de virtualización se deben aplicar para el fortalecimiento de la seguridad, fidelidad y prevención útil de la pizarra electrónica de la Superintendencia de Balao Esmeraldas?	Diseñar un sistema aplicando técnicas de virtualización y redundancia como estrategia para el fortalecimiento de la seguridad, fidelidad y prevención útil a la aplicación web pizarra electrónica de la Superintendencia del Terminal Petrolero de Balao.	Aplicando técnicas de virtualización y redundancia se fortalecerá la seguridad, fidelidad y prevención útil de la aplicación web pizarra electrónica de SUINBA, reduciendo así el tiempo de recuperación en caso de fallos o incidentes de seguridad.	<p>Independiente: Técnicas de virtualización y redundancia.</p> <p>Dependiente: Seguridad, fidelidad y prevención útil de la aplicación web pizarra electrónica de SUINBA</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Porcentaje de disponibilidad del sitio web • Tiempo medio para que ocurra un fallo [MTTF] • Tiempo medio entre fallos [MTBF] • Tiempo medio para recuperarse. [MTTR] • Número de incidentes de seguridad de la información • Tratamiento que se le da a los incidentes de seguridad de la información • Documentación institucional sobre seguridad de la información • Nivel de cultura de seguridad de los usuarios de pizarra electrónica (SUINBA) 	<ul style="list-style-type: none"> • Tanto por ciento (%) • Tanto por ciento (%) • Tanto por ciento (%) • Tanto por ciento (%) 	<ul style="list-style-type: none"> • Observación • Observación • Observación • Encuesta • Encuesta 	<p>$A(t) = \text{MTTF} / \text{MTBF}$ $\text{MTTR} = (\text{Tiempo total de inactividad}) / (\text{N fallos})$ $\text{MTTF} = (\text{Tiempo total de funcionamiento correcto}) / (\text{N fallos})$ $\text{MTBF} = (\text{Tiempo total}) / (\text{N fallos})$</p> <ul style="list-style-type: none"> • Registro de incidentes • Herramientas de monitoreo de incidentes de seguridad de la información • Registro de incidentes • Cuestionario • Cuestionario • Plan de capacitación sobre seguridad de la información

Realizado por: Romero, D. 2021

3.10. Técnicas de recolección de datos primarios y secundarios

- **Análisis documental.**

- La técnica de la observación se empleó en esta investigación, para observar atentamente el fenómeno, hecho o caso, tomar información y registrarla; luego se realizó el análisis de la misma.
- Otras de las técnicas que se emplearon fueron la entrevista y la encuesta entendiéndose las como aquellas técnicas destinadas a obtener datos de varias personas cuyas opiniones impersonales interesan al investigador.

3.11. Instrumentos de recolección de datos primarios y secundarios

- Cuestionario que consiste en una lista de preguntas escritas que se entregó a los encuestados.

3.11.1. Instrumentos de software

Tabla 4-3. Instrumentos de software

Nombre	Versión	Descripción	Funcionalidad
VMware® Workstation 16 Pro	16.1.0	Máquina virtual	Crear /ejecutar máquinas virtuales en PC
Proxmox Virtual Environment	Proxmox-ve_6.3-1	Entorno de virtualización de servidores de código abierto	Virtualizar servidores, configurar nodos, redundancia, Alta disponibilidad

Fuente: la investigación

Realizado por: Romero, D. 2021

3.11.2. Instrumentos de hardware

Tabla 5-3. Instrumentos de software

Nombre	Descripción	Funcionalidad
Proxmox1	Pc01	Ejecutar la máquina virtual Proxmox1
Proxmox2	Pc02	Ejecutar la máquina virtual Proxmox2
Proxmox3	Pc03	Ejecutar la máquina virtual Proxmox3

Fuente: la investigación

Realizado por: Romero, D. 2021

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos mediante las métricas de disponibilidad y la aplicación del cuestionario de encuesta aplicado a los usuarios y que son de mucha utilidad para despejar las interrogantes de este estudio.

El criterio para interpretar los resultados de la encuesta con escala de Likert de 5 puntos fue: respuestas mayores o iguales a 3.5 son consideradas como aceptables, y respuestas menores a 3.5 se consideraron como no aceptables.

La tabla 1-4 presenta los resultados de la encuesta realizada a los usuarios en base a su satisfacción en relación con la calidad de los servicios que oferta de la aplicación web pizarra electrónica de SUINBA el análisis es anterior a la implementación de la solución de virtualización.

Tabla 1-4. Resultado de encuesta a usuarios de pizarra electrónica de SUINBA.

Elemento evaluado	Media	Porcentaje
Calidad del sistema		
¿La aplicación web pizarra electrónica es fácil de usar?	3,9	
¿Es fácil conseguir que la aplicación web pizarra electrónica haga lo que quiero?	3,8	
¿La interacción con la aplicación web pizarra electrónica es flexible?	3,7	
¿Aprender a operar la aplicación web pizarra electrónica fue fácil?	3,9	
	3,8	76,5
Calidad de la información		
¿La información generada por la aplicación web pizarra electrónica es correcta?	4,9	
¿La información generada por la aplicación web pizarra electrónica es útil para su propósito?	4,8	
¿La aplicación web pizarra electrónica genera información de manera oportuna?	4,9	
¿Confía en la información generada por la aplicación web pizarra electrónica?	4,8	
	4,9	97
Calidad del servicio		
¿Existe un soporte técnico adecuado por parte de los administradores del sistema?	4,5	
¿La aplicación web pizarra electrónica está disponible en todo momento?	4,15	
¿La aplicación web pizarra electrónica proporciona información cuando se lo requiere?	4,3	
¿La información que brinda la aplicación web pizarra electrónica es completa para los procesos de operaciones de SUINBA?	4,7	
	4,43	88,5
Uso		
¿Usar la aplicación web pizarra electrónica me permite realizar tareas más rápidamente?	4,5	
¿Usar la aplicación web pizarra electrónica agiliza los procesos operativos de SUINBA?	4,8	
¿Usar la aplicación web pizarra electrónica facilita los procesos operativos de SUINBA?	4,8	
¿La aplicación web pizarra electrónica es útil para los procesos operativos de SUINBA?	4,8	
	4,73	94,5
Satisfacción del usuario		
¿Estoy satisfecho con las funciones La aplicación web pizarra electrónica?	4,6	

¿La aplicación web pizarra electrónica ha facilitado los procesos operativos de SUINBA?	4,6	
¿Estoy satisfecho con el uso de la aplicación web pizarra electrónica?	4,6	
	4,6	70.27%
Beneficios percibidos		
¿La aplicación web pizarra electrónica me permite eliminar trámites realizados en papel?	4,5	
¿La aplicación web pizarra electrónica permite eliminar trámites realizados en papel?	4,5	
¿La aplicación web pizarra electrónica mejora la atención a los usuarios?	4,8	
¿La aplicación web pizarra electrónica facilita el acceso a la información?	4,8	
¿La aplicación web pizarra electrónica mejora la comunicación SUINBA y sus usuarios?	4,8	
	4,7	93,6
Media total	4,50	90.02

Fuente: SUINBA

Realizado por: Romero, D. 2021

4.1.1. Cálculo de la disponibilidad de la aplicación web pizarra electrónica de SUINBA

Las métricas que se utilizaron para medir la disponibilidad y fiabilidad de un sistema fueron MTTF, MTTR y MTBF según la norma IEC 60300. La figura 1-4 indica el momento en el que el dispositivo falla y R el momento en que está de nuevo disponible.

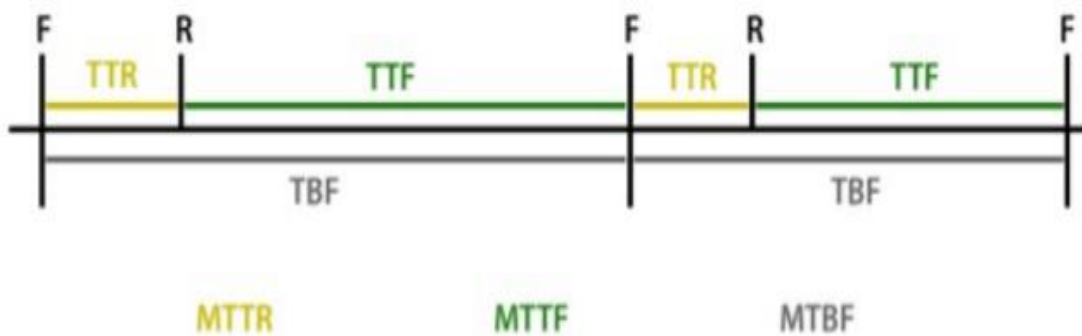


Figura 1-4. Proceso desde que ocurre una falla hasta la recuperación del servicio

TTR (Time to repair), tiempo que se necesita para volver a poner en marcha el sistema

TTF (Time to failure), tiempo que pasa hasta que falla

TBF (Time between failures), tiempo entre fallos

MTTF (Mean time to failure) Tiempo medio hasta que se produce un fallo.

MTTR (Mean time to repair) Tiempo medio que se tarda en poner de nuevo en marcha el sistema.

MTBF (Mean time between failures) Tiempo medio entre fallos (Garcia, 2015).

4.1.2. Disponibilidad antes de configurar la alta disponibilidad

En la entrevista con el encargado del área de sistemas de SUINBA comento que el servidor web de la institución ha tenido 05 caídas entre febrero a marzo del 2021 con tiempos de interrupciones de (40, 30, 50, 70, 140) minutos respectivamente. Esto debido a que la falla fue en momentos donde no se contaba con el personal de soporte técnico en la unidad de sistemas pues era fuera

del horario de labores y había toque de queda declarado por la emergencia sanitaria del Covic-19. Con base en esa información se calcularon las métricas de disponibilidad y fiabilidad sin la configuración de HA.

5 fallos en 2 meses

2 meses (febrero - marzo) → $24 * 60 * 59 = 84960$ minutos

5 fallos → $40 + 30 + 50 + 70 + 140 = 330$ minutos

Minutos de funcionamiento correcto = $84960 - 330 = 84630$ minutos

MTTR = (Tiempo total de inactividad) / (Numero de fallos) = $330 / 5 = 66$ minutos

MTTF = (Tiempo total de funcionamiento correcto) / (Numero fallos)

MTTF = $84630 / 5 = 14105$ minutos

MTBF = (Tiempo total) / (no fallos) = $84960 / 5 = 16992$ minutos

Porcentaje Disponibilidad = $MTTF / MTBF = 14105 / 14360 = 0.83010 = 83.010\%$

4.1.3. Disponibilidad después de configurar la alta disponibilidad

Una vez establecido el sistema de alta disponibilidad utilizando 03 servidores Proxmox para la mejora de la disponibilidad, seguridad, fidelidad y prevención útil a la aplicación web pizarra electrónica de la Superintendencia del Terminal Petrolero de Balao, en base a la siguiente formula $As = Ac_1 + ((1 - Ac_1) * Ac_2)$ se calculó en cuanto mejora la disponibilidad del sitio web pizarra electrónica que tenía una disponibilidad del 83% (Garcia, 2015).

$$As = Ac_1 + ((1 - Ac_1) * Ac_2)$$

$$As = 83.010\% + (1 - 83.010\%) * 83.010\%$$

$$As = 97,113\%$$

Este porcentaje es configurando un servidor más, es decir teniendo 02 servidores, la configuración se realizó con 03 servidores por lo que se realiza un nuevo cálculo con la fórmula.

$$As = 97.113\% + (1 - 97.113\%) * 83.010\%$$

$$As = 99,508\%$$

Aplicando el sistema para la mejora de la disponibilidad, seguridad, fidelidad y prevención útil a la aplicación web pizarra electrónica de la Superintendencia del Terminal Petrolero de Balao la disponibilidad de la aplicación sería $As = 99,508\%$.

4.2. Verificación de hipótesis

Hipótesis

H_0 = Hipótesis nula

H_1 = Hipótesis alterna

H_0 = Aplicando técnicas de virtualización y redundancia no se fortalecerá la seguridad, fidelidad y prevención útil de la aplicación web pizarra electrónica de SUINBA, reduciendo así el tiempo de recuperación en caso de fallos o incidentes de seguridad.

H_1 = Aplicando técnicas de virtualización y redundancia se fortalecerá la seguridad, fidelidad y prevención útil de la aplicación web pizarra electrónica de SUINBA, reduciendo así el tiempo de recuperación en caso de fallos o incidentes de seguridad.

El nivel de significancia escogido para la presente investigación es del 5% (0.05).

4.2.1. Prueba estadística Chi cuadrado

Para la verificación de la hipótesis se escogió la prueba Chi cuadrado, cuya fórmula es la siguiente:

$$\chi^2 = \frac{\sum(O - E)^2}{E}$$

En dónde:

χ^2 = Chi cuadrado

\sum = Sumatoria

O = Datos observados

E = Datos esperados

Tabla 2-4. Matriz de alternativas

Preguntas	MATRIZ		Total
	Alternativas		
	Con HA (s)	Sin HA (s)	
Tiempo de carga	14	114	128
Tiempo medio que se tarda en poner de nuevo en marcha [MTTR]	14	66	80
Total	28	180	208

Fuente: La investigación

Realizado por: Romero, D. 2021

Grado de libertad = (Renglones - 1) (Columna - 1)

Gl = (2-1) (2-1)

Gl = 1

Frecuencia esperada

$$Fe = \frac{(\text{Total o marginal de renglón})(\text{Total o marginal de columna})}{N}$$

N

Tabla 3-4. Frecuencia esperada

Preguntas	Alternativas		Total
	Con HA (s)	Sin HA (s)	
Tiempo de carga	17	69	86
Tiempo medio que se tarda en poner de nuevo en marcha [MTTR]	17	69	86
Total	34	138	172

Fuente: La investigación

Realizado por: Romero, D. 2021

Tabla 4-4. Cálculo de CHI cuadrado

$\chi^2 = \frac{\sum(O - E)^2}{E}$	O	E	O-E	(O-E) ²	$\frac{(O-E)^2}{E}$
Tiempo de carga con HA	14	17	-3	9	0.53
Tiempo de carga sin HA	114	69	45	2025	29.35
MTTR Con HA	14	17	-3	9	0.53
MTTR Sin HA	66	69	-3	9	0.13
Total	208	172		X² =	30.54

Fuente: La investigación

Realizado por: Romero, D. 2021

El valor de $Xt^2 = 3,84 < Xc^2 = 30.54$

De conformidad a lo establecido en la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, es decir, aplicando técnicas de virtualización y redundancia se fortalecerá la seguridad, fidelidad y prevención útil de la aplicación web pizarra electrónica de SUINBA, reduciendo así el tiempo de recuperación en caso de fallos o incidentes de seguridad.

4.3. Discusión

En este apartado se presenta la discusión de los resultados obtenidos luego de diseñar un sistema aplicando técnicas de virtualización y redundancia como estrategia para el fortalecimiento de la seguridad, fidelidad y prevención útil a la aplicación web pizarra electrónica de la Superintendencia del Terminal Petrolero de Balao.

De igual forma que en el estudio de Espinoza & Lobatón, en esta investigación se afirma que la virtualización mejora la calidad de los servicios de TI a través de una arquitectura de alta

disponibilidad, lo permite garantizar la continuidad y la disponibilidad operacional de los servicios de TI.

Se escogió la herramienta Proxmox para la virtualización de los servidores, con base en el estudio de Perdigón & Ramírez quienes concluyen que esa herramienta en su versión 5.4 obtuvo los mejores resultados en las pruebas de escalabilidad y de rendimiento con varias MV ejecutadas simultáneamente bajo estrés.

Siguiendo los lineamientos de la investigación de Moretta la implementación de alta disponibilidad se realizó con Proxmox. La mejora que este estudio presenta es que además se utiliza un CEPH NAS (Almacenamiento compartido) que es en donde se crean las máquinas virtuales o los contenedores los cuales permiten la virtualización de los sistemas operativos. Para el caso de este estudio se creó una máquina virtual CentOS-8.3.2011 en donde se subieron los servicios de servidor web y esta alojada la pizarra electrónica de SUINBA.

A la luz de los resultados obtenidos en base a la encuesta realizada a usuarios de la aplicación pizarra web electrónica de SUINBA, se observa que están de acuerdo con su uso. Siendo el indicador con menor puntuación (4.1/5) la disponibilidad lo que equivale al 83.010%. Lo que además se pudo corroborar con los cálculos realizados en base a los indicadores como: tiempo medio para que ocurra un fallo, tiempo medio entre fallos y tiempo medio que se tarda en poner de nuevo en marcha. Se observa que, con la implementación del clúster de alta disponibilidad basado en 03 servidores Proxmox + CEPH en un ambiente controlado, las mediciones de la disponibilidad aumentan a 99,508%. Lo que mejora notablemente su disponibilidad.

El limitante en el desarrollo de este estudio fue obtener el permiso para poder acceder al centro de datos de SUINBA con la finalidad de recopilar la información, esto por seguridad, además por motivos de la pandemia del covid-19 el personal del área de sistemas estuvo en teletrabajo decretado por el gobierno nacional por varios meses. Lo que causo demoras en la ejecución de la investigación.

CAPÍTULO V

5. PROPUESTA

En este capítulo se describe la metodología propuesta para el fortalecimiento de la seguridad, fidelidad de la aplicación web pizarra electrónica de la Superintendencia del terminal petrolero de Balao Esmeraldas, mediante la aplicación de técnicas de virtualización y redundancia.

Luego de analizar diferentes estrategias para mejorar de la seguridad de la aplicación pizarra electrónica de la SUINBA, en este estudio se propone la implementación de un clúster de HA con el cual se busca mejorar la disponibilidad de la aplicación en análisis.

5.1. Metodología para la implementación de un clúster de alta disponibilidad HA.

La metodología para la implementación de un clúster de alta disponibilidad HA se compone de nueve fases que a continuación se detallan:

Fase 0. Selección de la herramienta de virtualización. Según en la tabla 1-5 se muestra una comparativa entre las herramientas de virtualización más comunes.

Tabla 1-5. Comparativa entre herramientas para virtualización.

	Proxmox VE	VMware vSpher	Windows Hyper-V	Citrix XenServe
Sistemas Operativos Soportados	Windows y Linux (kvm)	Windows, Linux, UNIX	Windows (soporte Linux limitado)	Windows (soporte Linux limitado)
Open Source	Si	No	No	Si
Contenedores OpenVZ	Si	No	No	No
Alta Disponibilidad	Si	Si	Requiere Failover clustering Microsoft	Si
Copias de seguridad de las máquinas en caliente	Si	Si	Limitado	Si
Migración en caliente de máquinas virtuales	Si	Si	Si	Si
Máxima RAM y CPU por host	160 CPU / 2 TB RAM	160 CPU / 2 TB RAM	64 CPU / 1 TB RAM	32CPU/1.5 TB RAM

Fuente: (Perea, 2016)

En la comparación presentada en la tabla 1-5 se puede verificar que Proxmox VE tiene mejores prestaciones, sumado a esto en el estudio realizado por Perdigón & Ramírez en (2020) sobre las plataformas de software libre para la virtualización de servidores analizaron el rendimiento de la CPU y RAM llegando a la conclusión que Proxmox 5.4 aventaja a las otras plataformas con las que fue comparada. En base de esta información se elige Proxmox para crear el clúster de servidores y configurar la alta disponibilidad.

Con la finalidad de cumplir con el objetivo planteado en este estudio se diseñó un sistema de virtualización aplicando redundancia y alta disponibilidad (HA) en un ambiente controlado para la mejora de la seguridad en la aplicación web pizarra electrónica de SUINBA. Fue entonces que se virtualizaron tres servidores Proxmox, creando un clúster de HA entre ellos, en uno de los tres se creó una máquina virtual CentOS Server 8.3.2011, con los servicios de servidor Web Apache levantados donde se aloja la pizarra electrónica de SUINBA. Con esto se logra que si un servidor que contiene la máquina virtual CentOS falla, ésta migre hacia otro servidor y puedan seguir disponibles todos los servicios. A más se configuró CEPH_NAS para tener almacenamiento compartido, es allí donde se guarda la máquina CentOS Server.

Diseño del clúster de HA

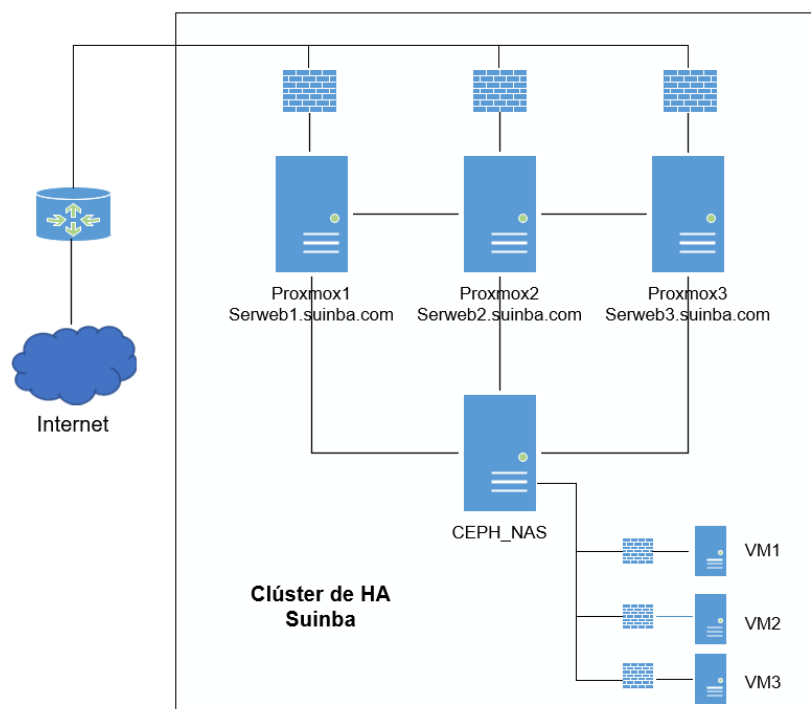


Figura 1-5. Diseño del clúster de HA.
Realizado por: Romero, D. 2021

La Figura 1-5 muestra el diseño del clúster de HA para el fortalecimiento de la seguridad, fidelidad y prevención útil de la aplicación web pizarra electrónica de SUINBA, está conformado por 03 máquinas virtuales, 03 servidores Proxmox y el servidor de almacenamiento compartido NFS aplicando CEPH. La tabla 2-5 detalla la estructura del clúster HA.

Tabla 2-5. Estructura del clúster de HA

	MV Proxmox1	MV Proxmox2	MV Proxmox3	MV NFS
Nombre	Serweb1.suinba.com	Serweb2.suinba.com	Serweb3.suinba.com	CEPH_NAS
NetWare Adapter	192.168.1.103	192.168.1.106	192.168.1.110	
NetWare Adapter 2	10.10.10.103	10.10.10.106	10.10.10.110/24	
NetWare Adapter 3	10.200.10.103	10.200.10.106	10.200.10.110/24	
RAM	8GB	4GB	8GB	
HD	100GB 150GB(NAS)	100GB 150GB(NAS)	100GB 150GB(NAS)	450GB
Interfaces de red	03 (adaptador puente)	03 (adaptador puente)	03 (adaptador puente)	
Versión SO	Proxmox 6.3-1	Proxmox 6.3-1	Proxmox 6.3-1	

Realizado por: Romero, D. 2021

Fase 1. Instalación de VMware® Workstation 16 Pro, aplicación que permite crear y ejecutar máquinas virtuales en PC, una vez instalada esta aplicación se crean las 03 máquinas virtuales Proxmox 6.3-1. En la figura 2-5 se muestra las características de hardware que debe tener cada una de las 03 máquinas Proxmox.

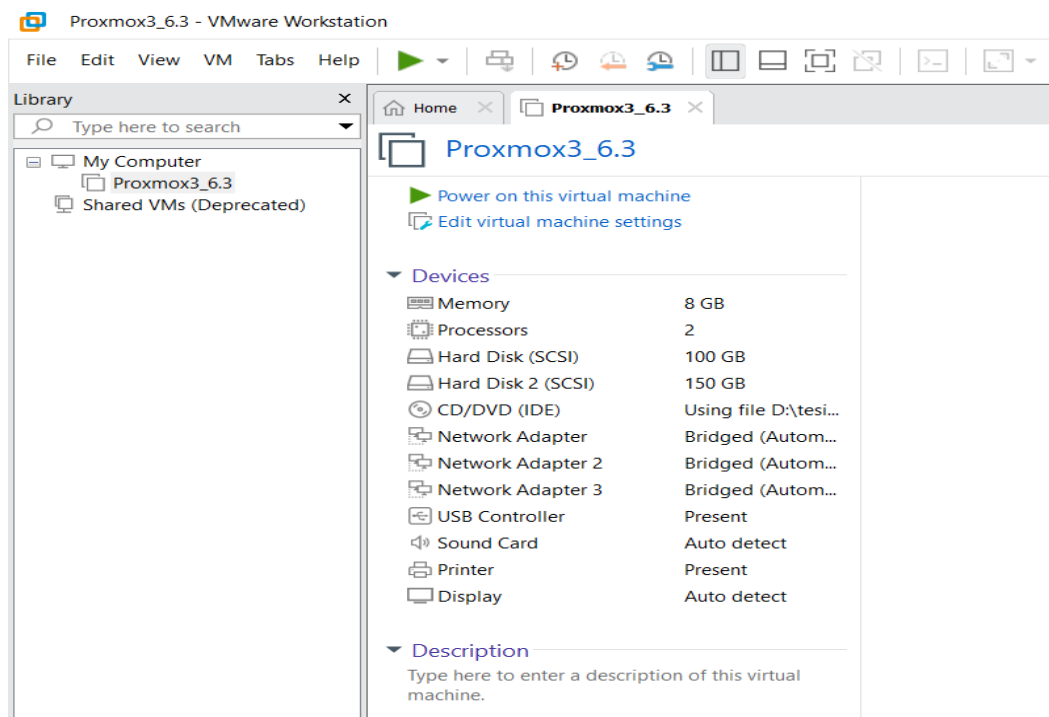


Figura 2-5. VMware y máquina virtual Proxmox

Fase 2. Se configuró el clúster de máquinas Proxmox, para ello se debe primero configurar las tarjetas de red, como se muestra en las figuras 3-5 y 4-5.

Editar: Dispositivo de red

Nombre: ens34 Inicio automático:

IPv4/CIDR: 10.10.10.110/24 Comentario:

Puerta de enlace (IPv4):

IPv6/CIDR:

Puerta de enlace (IPv6):

Avanzado Aceptar Reset

Figura 3-5. Configuración de la tarjeta de red ens34

Editar: Dispositivo de red

Nombre: ens38 Inicio automático:

IPv4/CIDR: 10.200.10.110/24 Comentario:

Puerta de enlace (IPv4):

IPv6/CIDR:

Puerta de enlace (IPv6):

Avanzado Aceptar Reset

Figura 4-5. Configuración de la tarjeta de red ens38

A continuación, en la máquina virtual Proxmox1 se configuró el clúster incluyendo a las máquinas virtuales Proxmox2 y Proxmox3, se generó una cadena de conexión, la cual se copia, luego en la máquina virtual Proxmox2 se realizó la operación unirse al clúster como se observa en la figura 5-5, y se pegó la cadena de conexión.

Cluster - Unión

Unión asistida: Pegue la información de unión de clúster codificada e ingrese la contraseña.

Información: Njo1RDo3Rjo2RTpGRSIsInBIZXJMaW5rcyl6eylwjoiMTAuMTAuMTAuMTAzIn0sInJpbmdfYWRkcil6WylxMC4xMC4xMC4xMDMiXSwidG90ZW0iOnsiY2x1c3Rld9uYW1lljoiREMtVVRFTFZUliwidmVyc2lvbil6ljljLCJpbmRlcmZ hY2UiOnsiMCl6eyJsaW5rbnVtYmVyljoiMCJ9fSwibGlua19tb2RlljoiGFzc2I2ZSIsInNY2F1dGgiOiJvbil6lmlwX3 ZlcnNpb24iOiJpcHY0LTYiLCJjb25maWdfdmVyc2lvbil6ljiEifX0=

Dirección del par: 192.168.1.103 Contraseña:

Fingerprint: FF:52:84:5C:9A:D7:1F:AC:82:C5:12:43:CD:05:DF:05:E0:CA:F3:E7:9F:FC:9E:68:1E:79:6D:16:5D:7F:6E:FE

Cluster Network: Link: 0 10.10.10.110 peer's link address: 10.10.10.103

Ayuda Join "DC-UTELVT"

Figura 5-5. Unirse al clúster maquinas Proxmox2 y Proxmox3

En la figura 6-5 se puede observar la creación del clúster con las maquinas Proxmox1 Proxmox2 y Proxmox3.

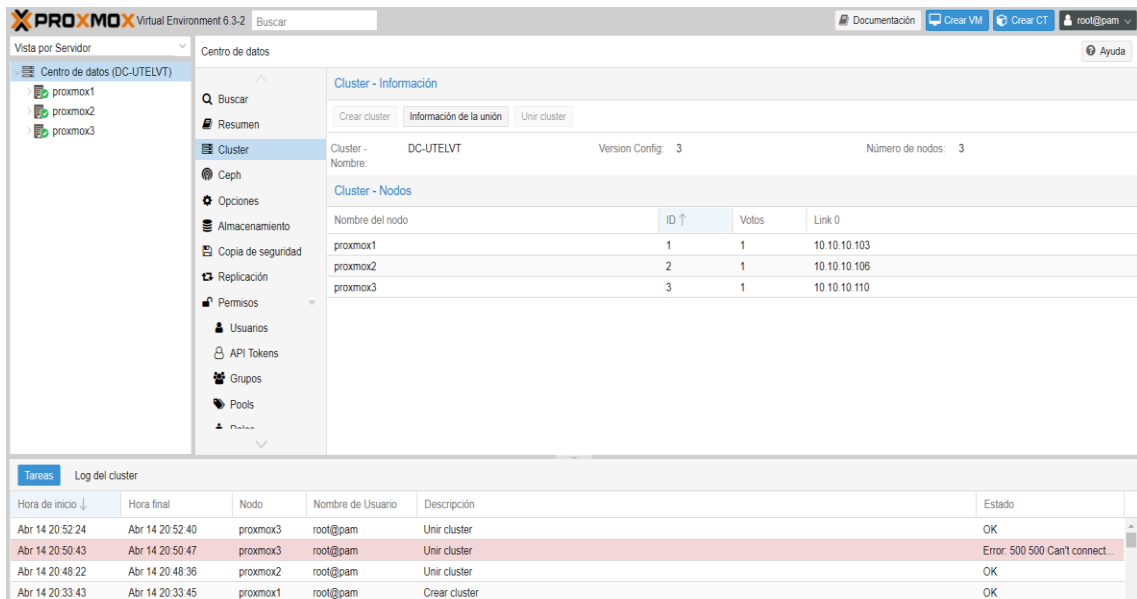


Figura 6-5. Clúster maquinas Proxmox1 Proxmox2 y Proxmox3

Fase 3. Se instaló y configuró el CEPH para el almacenamiento compartido en cada máquina Proxmox creándose un disco duro de 150GB para el NAS, lo que sumaría 450GB de almacenamiento total compartido entre las 03 máquinas Proxmox. En las figuras 7-5, 8-5 y 9-5 se puede observar cómo queda la configuración del CEPH_NAS.

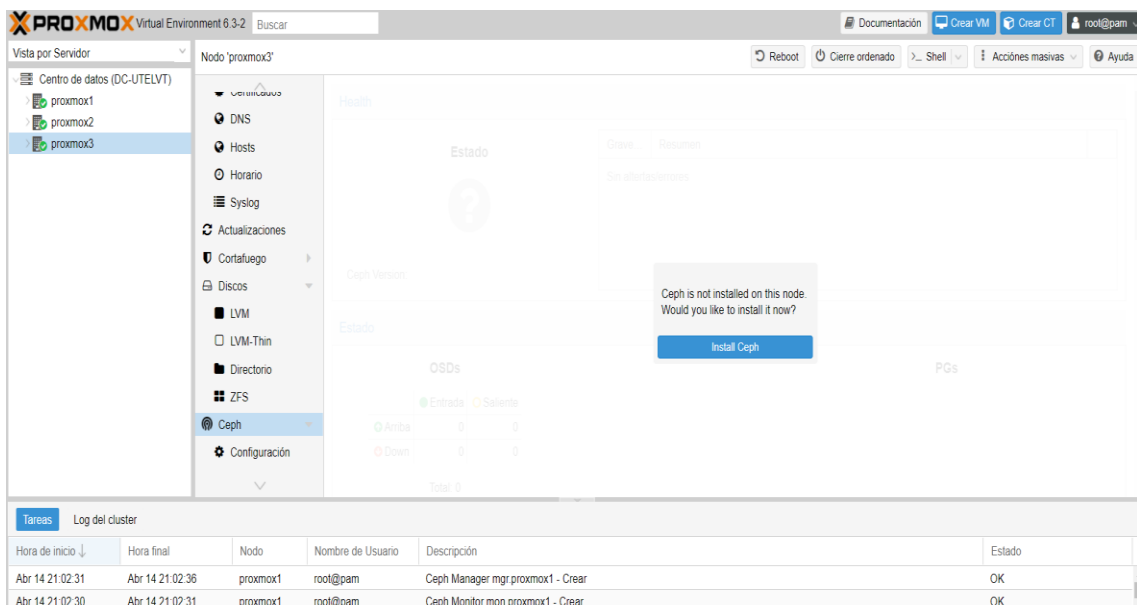


Figura 7-5. Configuración del OSD

CEPH monitor

En la figura 8-5 se puede observar la configuración del CEPH con los servidores Proxmox1, Proxmox2 y Proxmox3.

The screenshot shows the Proxmox VE interface for node 'proxmox3'. The left sidebar contains navigation options: Hosts, Horario, Syslog, Actualizaciones, Cortafuego, Discos, LVM, LVM-Thin, Directorio, ZFS, Ceph, Configuración, Monitor, and OSD. The main content area is titled 'Monitor' and shows a table of monitor services:

Nombre	Host	Estado	Dirección	Versión	Quorum
mon.proxmox1	proxmox1	running	192.168.1.103:6789/0	15.2.10	Si
mon.proxmox2	proxmox2	stopped	192.168.1.106		
mon.proxmox3	proxmox3	running	192.168.1.110:6789/0	15.2.10	Si

Below the table is a 'Manager' section with a table of manager services:

Nombre	Host	Estado	Dirección	Versión
mgr.proxmox1	proxmox1	active	192.168.1.103	15.2.10

At the bottom, there is a 'Log del cluster' table:

Hora de inicio	Hora final	Nodo	Nombre de Usuario	Descripción	Estado
Abr 14 21:16:37	Abr 14 21:16:38	proxmox2	root@pam	Ceph Monitor mon.proxmox2 - Crear	OK
Abr 14 21:16:18	Abr 14 21:16:19	proxmox3	root@pam	Ceph Monitor mon.proxmox3 - Crear	OK

Figura 8-5. CEPH monitor.

CEPH OSD

Configuración del OSD (Object Storage Daemon) es decir los servicios asociados a las unidades de almacenamiento extra como indica en la figura 9-5.

The screenshot shows the Proxmox VE interface for node 'proxmox3'. The left sidebar contains navigation options: Horario, Syslog, Actualizaciones, Cortafuego, Discos, LVM, LVM-Thin, Directorio, ZFS, Ceph, Configuración, Monitor, and OSD. The main content area is titled 'OSD' and shows a table of OSD services:

Name	Cate...	OSD Type	Status	Versión	weight	reweight	En uso (%)	Total	Apply/Commit Latency (ms)
default				15.2.10					
proxmox3				15.2.10					
osd.1	hdd	bluestore	up / in	15.2.10	0,1465	1,00	0,67	150.00 GiB	3 / 3
proxmox2				15.2.10					
osd.2	hdd	bluestore	up / in	15.2.10	0,1465	1,00	0,67	150.00 GiB	5 / 5
proxmox1				15.2.10					
osd.0	hdd	bluestore	up / in	15.2.10	0,1465	1,00	0,67	150.00 GiB	1 / 1

At the bottom, there is a 'Log del cluster' table:

Hora de inicio	Hora final	Nodo	Nombre de Usuario	Descripción	Estado
Abr 14 21:24:58	Abr 14 21:25:07	proxmox2	root@pam	Ceph OSD sdb - Crear	OK
Abr 14 21:24:38	Abr 14 21:24:46	proxmox3	root@pam	Ceph OSD sdb - Crear	OK
Abr 14 21:23:29	Abr 14 21:23:35	proxmox1	root@pam	Ceph OSD sdb - Crear	OK

Figura 9-5. CEPH OSD

Fase 4. Se creó un Pools en el Promox1. Es decir, una partición lógica para almacenar objetos. Contiene grupos de ubicación (PG, pg_num), una colección de objetos. Como se muestra en la figura 10-5.

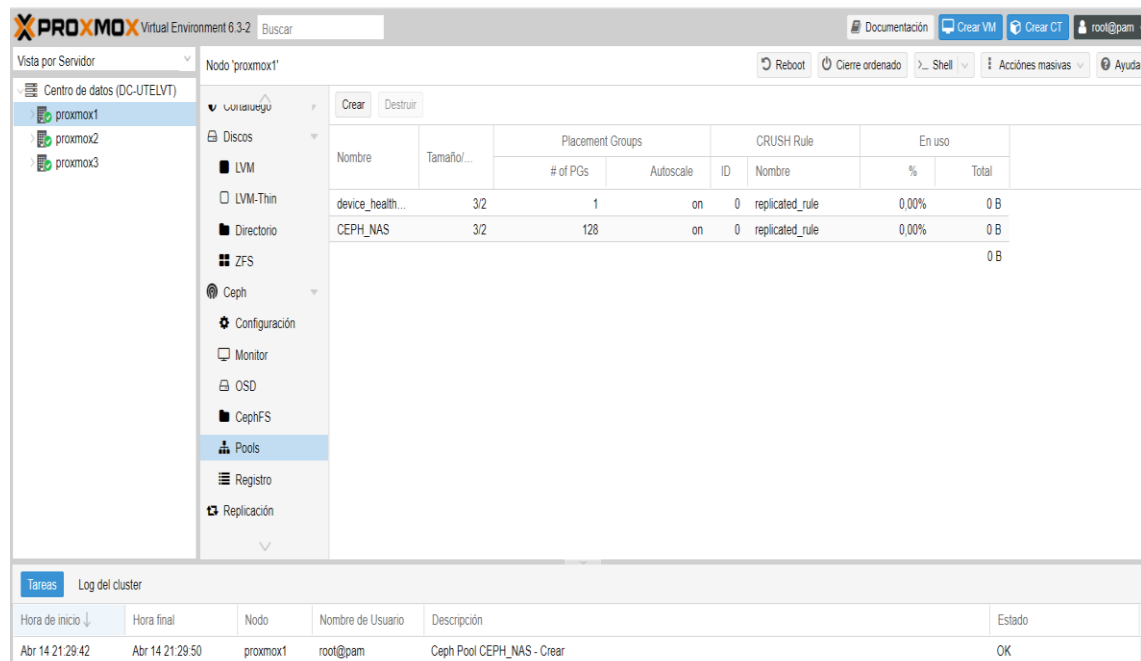


Figura 10-5. Creación del Pools

Fase 5. Se creó el recurso compartido (Máquina virtual o contenedor). En el CEPH_NAS del Proxmox1. Como se puede observar en la Figura 11-5.

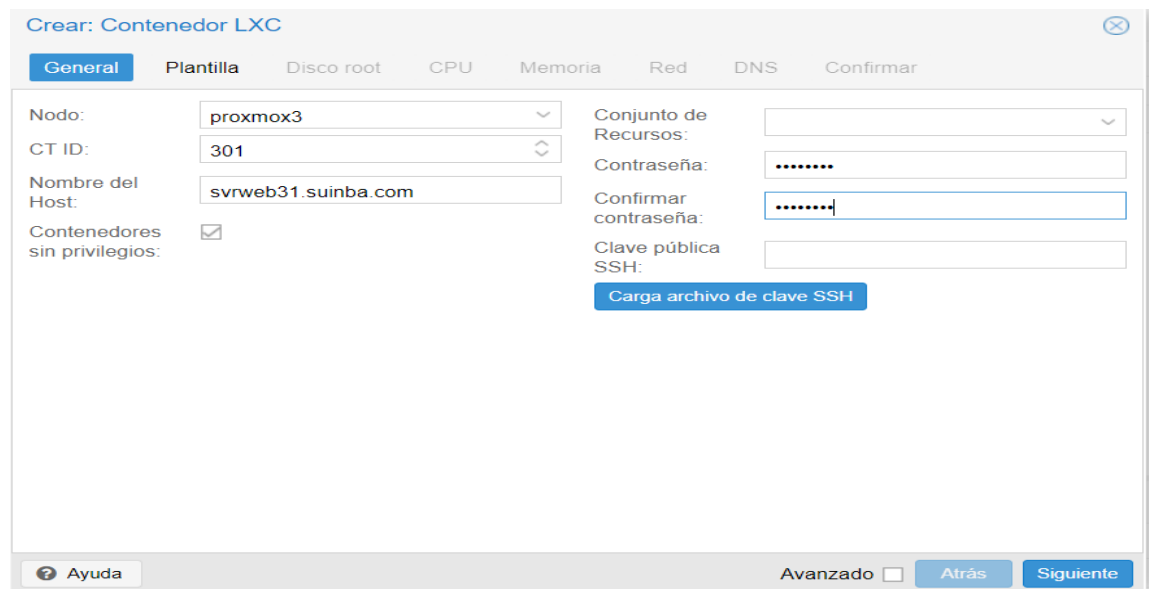


Figura 11-5. Creación de un recurso compartido (Contenedor).

Fase 6. Se configuró la HA dándole prioridad al servidor que tiene mejores recursos

Fase 7. Se instaló CentOS-8.3.2011 con los servicios de servidor web. Una vez instalado el servidor se copiaron los archivos de la página web (pizarra electrónica) en la carpeta

/var/www/html. Luego abriendo el navegador se prueba si la página web pizarra electrónica se despliega.

Fase 8. Se realizaron las pruebas apagando el servidor donde está alojada la página web pizarra electrónica; se tomaron mediciones del tiempo que tarde en migrar el recurso compartido y se puede desplegar la página web pizarra electrónica. La figura 12-5 muestra la migración del recurso svrweb31.suinba.com.

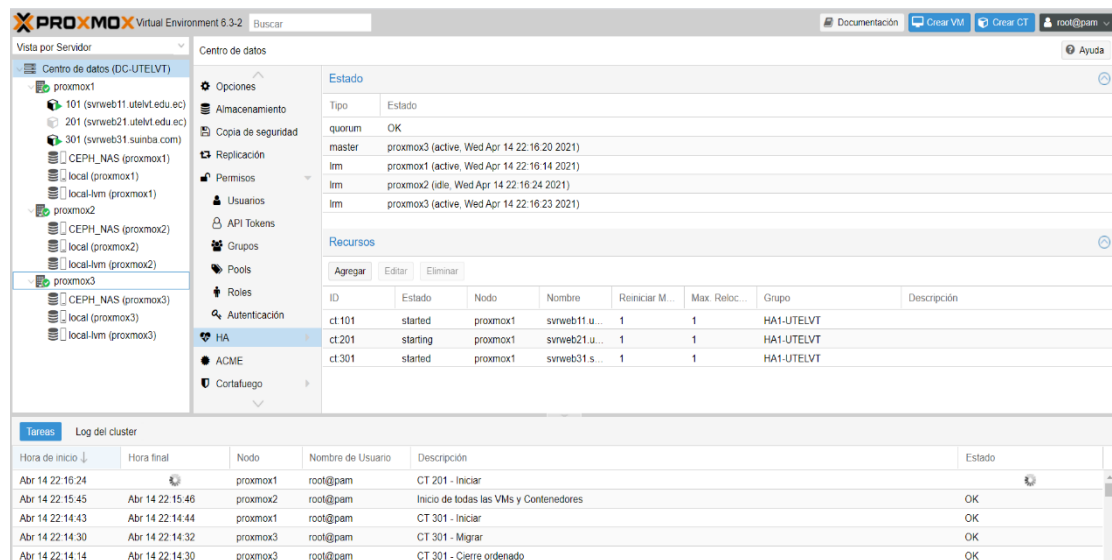


Figura 12-5. Pruebas HA.

Una vez implementado el clúster de HA para el fortalecimiento de la seguridad, fidelidad de la aplicación web pizarra electrónica de la Superintendencia del terminal petrolero de Balao Esmeraldas. en la tabla 3-5 se expone un resumen de las mediciones realizadas en base a los indicadores seleccionados como son: tiempo de carga, disponibilidad, tiempo medio para que ocurra una falla, tiempo medio entre fallas, tiempo medio para la transición y tiempo medio para recuperarse. Estas mediciones se realizaron sin HA y con HA.

Tabla 3-5. Mediciones sin HA vs con HA

Indicadores	Sin HA	Con HA
Tiempo de carga	114 segundos	14 segundos
Porcentaje de disponibilidad del sitio web pizarra electrónica	83.010%	99,508%
Tiempo medio para que ocurra un fallo [MTTF]	14105 minutos	14105 minutos
Tiempo medio entre fallos [MTBF]	16992 minutos	16992 minutos
Tiempo medio que se tarda en poner de nuevo en marcha [MTTR]	66 minutos	14 segundos

Fuente: La investigación

Realizado por: Romero, D. 2021

CONCLUSIONES

Una vez analizadas las diferentes herramientas de virtualización entre ellas VMware, Oracle VM VirtualBox, Microsoft Hyper-v, Citrix XenServer y Proxmox, se determinó que la mejor herramienta para dicha implementación es Proxmox, por ser de código abierto, su costo de licencia cero, brinda acceso completo a todas las funcionalidades y aumenta la flexibilidad, seguridad y confiabilidad de su infraestructura de TI.

Los errores no intencionados más comunes que afectan a la seguridad de la aplicación web pizarra electrónica de SUINBA que se pudieron identificar en el periodo de recopilación de información de este estudio son: indisponibilidad del personal esto es debido a que por motivos de la pandemia del Covid19 el gobierno nacional dispuso teletrabajo, además toque de queda, por lo que el personal del área de sistemas no estaba disponible; corte del suministro eléctrico es una de las amenazas que más se materializa, y a pesar de que la SUINBA cuenta con ups y generador eléctrico de emergencia en ocasiones los cortes del suministro público eléctrico son tan largos que terminan atentando contra la disponibilidad, errores de mantenimiento o de actualización de programas (software).

Se desarrollo un prototipo de virtualización y redundancia para el fortalecimiento de la seguridad, fidelidad y prevención útil a la aplicación web pizarra electrónica de SUINBA, en un ambiente controlado con base en VMware® Workstation 16, sobre el cual se crearon tres servidores Proxmox, los cuales tienen un almacenamiento compartido CEPH y configurado la alta disponibilidad lo que permite que el o los recursos instalados (para el caso de este estudio una máquina virtual CentOS 8 con los servicios de servidor web donde se aloja la aplicación web pizarra electrónica de SUINBA) en cualquiera de los servidores, migre a otro servidor según sea su prioridad, en caso que se presenten errores involuntarios, con lo que se logra fortalecer la disponibilidad, seguridad, fidelidad y prevención útil de la aplicación web pizarra electrónica de SUINBA.

RECOMENDACIONES

Mantener actualizadas las herramientas de software que se emplearon en el prototipo de virtualización y redundancia con la finalidad de en todo momento conservar y fortalecer la disponibilidad, seguridad, fidelidad y prevención útil de la aplicación web pizarra electrónica de SUINBA.

Tratar de mitigar en la medida de lo posible los errores no intencionales que se evidenciaron durante el estudio con el desarrollo e implementación de contramedidas.

Implementar en lo posible el prototipo diseñando pues se logra fortalecer la disponibilidad, seguridad, fidelidad y prevención útil de la aplicación web pizarra electrónica de SUINBA.

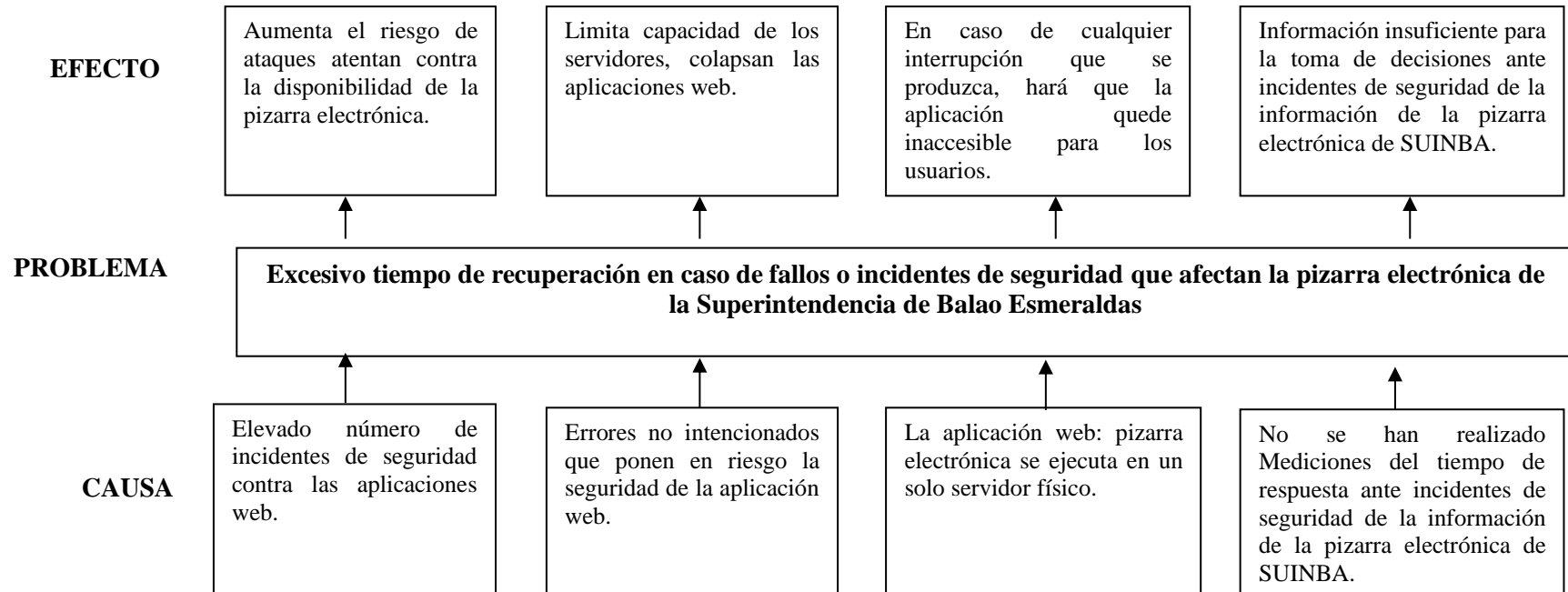
BIBLIOGRAFÍA

- Aguliera, L.** (2010). *Seguridad informática*. Editex.
- Arias, F.** (2012). *el proyecto de la investigación científica, introducción a la metodología científica*. Caracas: Episteme.
- C3NTRO Telecom.** (2020). *¿Qué es la alta disponibilidad y redundancia en la conectividad a la nube?* Obtenido de <https://blog.c3ntro.mx/que-es-alta-disponibilidad-y-redundancia-en-conectividad-a-la-nube>
- Castro, I.** (Julio de 2016). *¿Qué es un Análisis de Vulnerabilidades Informáticas?* Recuperado el Abril de 2018, de <http://blog.cerounosoftware.com.mx/que-es-un-analisis-de-vulnerabilidades-inform%C3%A1ticas>
- Citrix.** (2020). *¿Qué es la virtualización?* Obtenido de <https://www.citrix.com/es-mx/glossary/what-is-virtualization.html>
- Clavijo, P.** (2010). *Clusters de Alta Disponibilidad (HA)*. Obtenido de <https://paucls.wordpress.com/2010/02/13/clusters-de-alta-disponibilidad-ha/>
- De Giusti, L. C., Naiouf, M., & Montesdeoca, E.** (2012). Comparación del uso de GPU y cluster de multicore en problemas con alta demanda computacional. *XVIII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación*. Buenos Aires, Argentina.
- Dussan, C.** (2015). Políticas de seguridad informática. *Universidad Autónoma del estado de Mexico Redaly*.
- eldiario.es.** (junio de 2017). *Un nuevo ciberataque con 'ransomware' afecta a empresas de todo el mundo*. Obtenido de https://www.eldiario.es/tecnologia/nuevo-ciberataque-ransomware-afecta-empresas_0_658984860.html
- Espinoza, R., & Lobatón, L.** (2014). *Implementación de virtualización en el centro de cómputo del ministerio de transportes y comunicaciones*. Lim - Perú.
- Garcia, M.** (2015). *En busca de los cinco 9s: Calculando la disponibilidad de sistemas complejos*. Obtenido de <https://magmax.org/blog/en-busca-de-los-cinco-9s/>
- IONOS.** (2020). *Virtualización: el alma de la nube*. Obtenido de <https://www.ionos.es/digitalguide/servidores/configuracion/virtualizacion/>
- López, H.** (2017). *Diseño y configuración de una arquitectura de alta disponibilidad de base de datos en servidores Linux orientada a empresas con una política de continuidad de negocio*. La Paz - Bolivia.
- Moretta, G.** (2018). *Estudio e implementación de una solución de virtualización de servidores de aplicaciones para la carrera de licenciatura de sistemas de información*. Guayaquil.
- Morros, R. S.** (2013). *Big Data: análisis de herramientas y soluciones*. Barcelona.
- Ñaupas, H., Mejia, E., Novoa, E., & Villagomez, A.** (2014). *Metodología de la investigación científica cualitativa . cuantitativa y redacción de tesis*. Bogota: Ediciones de la U.

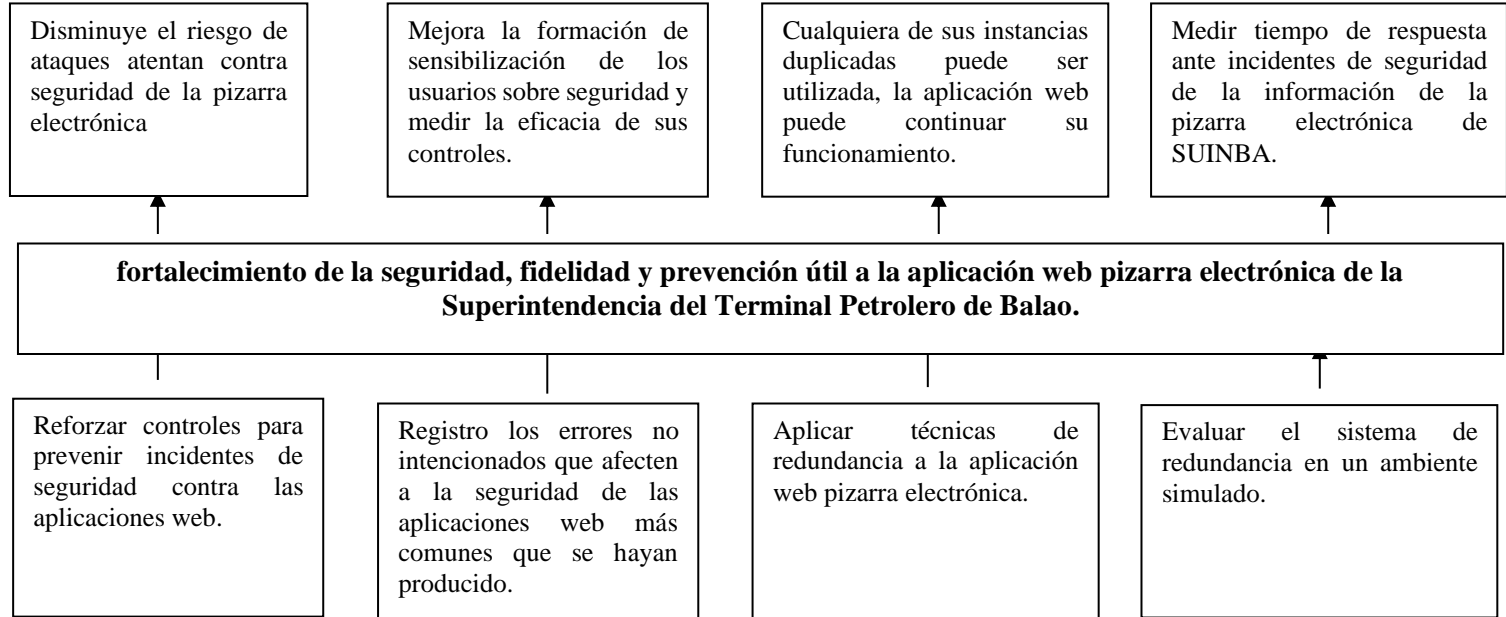
- Organización Marítima Internacional.** (2017). *Riesgo cibernético marítimo*. Obtenido de OMI:
http://www.imo.org/es/ourwork/security/guide_to_maritime_security/paginas/cyber-security.aspx
- Perdigón, R., & Ramírez, R.** (2020). Plataformas de software libre para la virtualización de servidores en pequeñas y medianas empresas cubanas. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*.
- Perea, J.** (2016). *Clúster Proxmox en alta disponibilidad*. 2º ASIR.
- Perez, N., Mendez, S., Ayusa, V., Aucapiña, I., & Lopez, J.** (2013). Aplicaciones del cómputo de altas prestaciones. *XI Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*.
- Pfister, G.** (1998). *In Search of Clusters*. Prentice Hall PTR.
- Prandini, P., & Pallero, M.** (25 de 05 de 2013). *Vulnerabilidades, amenazas y riesgo en "texto claro"*. Recuperado el 04 de 04 de 2018, de
<http://www.magazcitum.com.mx/?p=2193#.WsWmeS7wbIU>
- Ramos, J.** (2013). Pruebas de penetración o pent test. *Revista de Información, Tecnología y Sociedad*.
- Ruiz, T. C.** (2016). *Sistema portuario Ecuatoriano*. Obtenido de
<http://www.sela.org/media/2303887/15-sistema-portuario-ecuatoriano.pdf>
- Sánchez, L. C.** (2012). *Los metodos de investigación*. Madrid: Diaz de Santos.
- Santos, J. C.** (2014). *Seguridad y alta disponibilidad*. Madrid: RA-MA.
- SUINBA.** (2017). *Suinba*. Obtenido de <https://www.suinba.com/>
- vmware.** (2020). *Virtualización*. Obtenido de
<https://www.vmware.com/latam/solutions/virtualization.html>
- Voutssas, J.** (abril de 2010). *Preservación documental digital y seguridad informática*. Recuperado el 5 de abril de 2018, de
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-358X2010000100008

ANEXOS

Anexo A. Árbol de problema



Anexo B. Árbol de objetivos



Anexo C. Encuesta a usuarios de la pizarra electrónica de SUINBA

N°	Preguntas	Respuesta					Media
		Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	Desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	
		5	4	3	2	1	
1	¿La aplicación web pizarra electrónica es fácil de usar?						
2	¿Es fácil conseguir que la aplicación web pizarra electrónica haga lo que quiero?						
3	¿La interacción con la aplicación web pizarra electrónica es flexible?						
4	¿Aprender a operar la aplicación web pizarra electrónica fue fácil?						
5	¿La información generada por la aplicación web pizarra electrónica es correcta?						
6	¿La información generada por la aplicación web pizarra electrónica es útil para su propósito?						
7	¿La aplicación web pizarra electrónica genera información de manera oportuna?						
8	¿Confía en la información generada por la aplicación web pizarra electrónica?						
9	¿Existe un soporte técnico adecuado por parte de los administradores del sistema?						
10	¿La aplicación web pizarra electrónica está disponible en todo momento?						
11	¿La aplicación web pizarra electrónica proporciona información cuando se lo requiere?						
12	¿La información que brinda la aplicación web pizarra electrónica es completa para los procesos de operaciones de SUINBA?						
13	¿Usar la aplicación web pizarra electrónica me permite realizar tareas más rápidamente?						
14	¿Usar la aplicación web pizarra electrónica agiliza los procesos operativos de SUINBA?						
15	¿Usar la aplicación web pizarra electrónica facilita los procesos operativos de SUINBA?						
16	¿La aplicación web pizarra electrónica es útil para los procesos operativos de SUINBA?						
17	¿Estoy satisfecho con las funciones La aplicación web pizarra electrónica?						
18	¿La aplicación web pizarra electrónica ha facilitado los procesos operativos de SUINBA?						
19	¿Estoy satisfecho con el uso de la aplicación web pizarra electrónica?						
20	¿La aplicación web pizarra electrónica permite eliminar trámites realizados en papel?						
21	¿La aplicación web pizarra electrónica mejora la atención a los usuarios?						
22	¿La aplicación web pizarra electrónica facilita el acceso a la información?						
23	¿La aplicación web pizarra electrónica mejora la comunicación SUINBA y sus usuarios?						
24	¿La aplicación web pizarra electrónica permite mejorar la toma de decisiones?						

Anexo D. Autorización por parte de SUINBA para realizar la investigación

SUPERINTENDENCIA DEL TERMINAL PETROLERO DE BALAO

Memorando No. MTOP-SUINBA-PER-2020-03
Esmeraldas, 12 de mayo de 2020

Señor ing.
David Romero Jaén
SUPERVISOR DE INSTALACION PORTUARIA
Ciudad

De mi consideración:

En atención a lo solicitado por usted mediante Memorando No. MTOP-SUINBA-PBIP-SUP-DVR-002, de fecha 4 de mayo de 2020, esta Superintendencia autoriza realizar su trabajo de titulación previo a la obtención del título de magister en seguridad telemática.

Es menester recordarle que usted deberá guardar todo el sigilo que corresponde en derecho, relacionado a cualquier información de la institución que deba obtener para el logro de sus estudios.

Atentamente,


Mgs. Iván Heredia Tello
SUPERINTENDENTE



Copia: Talento Humano

Protección