

REVISTA ODIGOS



CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
Y CIENCIAS EXACTAS

Vol. 4 Num. 1
2023
FEBRERO MAYO



Universidad
Israel

DOAJ DIRECTORY OF
OPEN ACCESS
JOURNALS

latindex
catálogo 2.0

CONTENIDO

5 Página legal

7 EDITORIAL
Mg. Renato M. Toasa
Editor de la Revista ODIGOS
<https://orcid.org/0000-0002-2138-300X>

9 Estudio de un sistema de seguridad de información y administración de eventos para base de datos SQL server. Caso de estudio: entidad pública
Franklin Edwin Vela

31 Influencia de la altitud sobre el riesgo de falla del aislamiento de líneas de transmisión de 500 kV considerando el comportamiento estadístico de los sobrevoltajes
Verónica Patricia Abril Correa
Juan David Ramírez Guasgua
Miguel Ángel Lucio Castro

55 Aplicación AGI-PHP en centrales telefónicas vozIP interactivas Elastix para consulta de información de estudiantes
Victor Alfonso Cusco Vinuesa



75

Inteligencia colectiva en la generación, implementación y desarrollo del cogobierno en las universidades del Ecuador

Fabián Lizardo Caicedo Goyes

89

Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento: análisis de aceptación de implementación basado en el Modelo TAM

Ana Gabriel Pimbo-Tibán
Holguer Rolando Manotoa-Labre
Patricio Medina-Chicaiza
Héctor Daniel Morocho-Lara

112

NORMAS DE PUBLICACIÓN
REVISTA ODIGOS

PÁGINA LEGAL

EDITOR GENERAL

Mg. Paúl Francisco Baldeón Egas
Universidad Tecnológica Israel, Ecuador

EDITOR REVISTA ODIGOS

Mg. Renato Mauricio Toasa Guachi
Universidad Tecnológica Israel, Ecuador

COMITÉ EDITORIAL

PhD. Victor Hugo Andaluz Ortiz
Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Ecuador
PhD. David Raimundo Rivas Lalaleo
Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Ecuador
PhD(c). César Leonardo Guevara Gordillo
Universidad Técnica Federico Santa María, Chile
PhD(c). John Reyes Vasquez
Universidad Técnica de Ambato, Ecuador
PhD(c). José Luis Varela Aldás
Universidad Tecnológica Indoamerica, Ecuador
PhD(c) . Fernando A. Chicaiza
Universidad Nacional de San Juan, Argentina
PhD(c). Christian Carvajal
Universidad Nacional de San Juan, Argentina
PhD(c). Javier Santiago Vargas Paredes
Universidad de Chile, Chile
M.Sc. Cristian Mauricio Gallardo Paredes
Universidad Politécnica de Tomsk, Rusia
M.Sc. Flores García Yolanda Graciela
Universidad Politécnica de Tomsk, Rusia
Mg. David Omar Guevara Aulestia
Universidad Técnica de Ambato, Ecuador
MSc. Nataly Pozo Viera
Universidad San Francisco de Quito, Ecuador
MSc. Juan Pablo Guevara Gordillo
Universidad Central del Ecuador, Ecuador
MSc. Carlos Alfredo Silva Villafuerte
Universidad Técnica de Manabí , Ecuador
MSc. Christhel Alejandra Andrade Díaz
Universidad Técnica de Manabí, Ecuador
MSc. Darwin Stalin Ramirez Supe
Universidad Internacional de la Rioja, España
Mg. Estefanía de las Mercedes Zurita Meza
Instituto Tecnológico Superior Pelileo, Ecuador
MSc. Edgar Fabián Rivera Guzmán
Instituto Tecnológico Superior Oriente, Ecuador
Mg. Edison Andrés Gómez Reyes
Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, Ecuador
Mg. David Martínez Villacrés
Universidad de Guayaquil, Ecuador
MSc. Francisco Javier Galora Silva
Universidad Internacional de la Rioja, España
MSc. Mauricio Xavier López Flores



Universidad Internacional de la Rioja, España
MSc. Elvis Román López Flores
Universidad Internacional de la Rioja, España
MSc. Juan Carlos Barrera León
Instituto Politécnico de Leiria, Portugal

**GESTIÓN DE LA REVISTA
ELECTRÓNICA
RESPONSABLE DE ESTILO**

Mg. Paúl Francisco Baldeón Egas
Universidad Tecnológica Israel, Ecuador
Lcda. Carla Cristina Florez
Universidad Tecnológica Israel, Ecuador

CORRECTOR

Carlos A. Scarabelli
Editor por la Universidad de Buenos Aires, Argentina

**RESPONSABLE DE DISEÑO,
MAQUETACIÓN Y
DIAGRAMACIÓN**

Mg. José Alejandro Vergelín Almeida
Universidad Tecnológica Israel, Ecuador

**RESPONSABLE
PROGRAMADOR**

Ing. Carlos Alberto Rivadeneira Proaño
Universidad Tecnológica Israel, Ecuador

PERIODICIDAD DE PUBLICACIÓN - CUATRIMESTRAL

ENTIDAD EDITORA

Universidad Tecnológica Israel
Dirección: Marieta de Veintimilla E4-142 y Pizarro, Quito
Código postal EC-170522
editorial@uisrael.edu.ec - Teléfono: (02) 255-5741 ext. 113

EDITORIAL

Nos complace presentar el número 3, volumen 3 de la Revista ODIGOS, el tercer y último del año 2022. En esta ocasión se pone a disposición de toda la comunidad científica y a disposición de los lectores este material de transferencia y difusión del conocimiento

Nos complace presentar el número 1, volumen 4 de la Revista ODIGOS, el primero del año 2023. En esta oportunidad ponemos a disposición de toda la comunidad académica 05 artículos como resultado de las investigaciones elaboradas con alta rigurosidad científica y metodológica, y que aportan significativamente a diversas áreas del conocimiento.

Como en todas nuestras publicaciones, los trabajos presentados han pasado por un proceso de selección, arbitraje, corrección y edición, que van en correspondencia con las líneas aprobadas por la Universidad Tecnológica Israel, entidad editora de nuestra revista.

En este sentido, los trabajos que se presentan son:

“Estudio de un sistema de seguridad de información y administración de eventos para base de datos SQL server. Caso de estudio: entidad pública” es el título del primer artículo que se presenta, en este, el autor identifica amenazas que pueden poner en peligro el motor de base de datos SQL Server 2016 Standard y cómo estas podrían explotar las vulnerabilidades presentes, en este sentido se propone realizar un estudio de un Security Information and Event Management (SIEM) para identificar si es una herramienta válida para disminuir los ataques que se puedan presentar en datos críticos. Los resultados preliminares evidencian que el SIEM detectó de manera oportuna incidentes de seguridad en la base de datos, permitiendo una toma de decisiones adecuada en aspectos de seguridad.

El segundo trabajo publicado lleva por nombre *“Influencia de la altitud sobre el riesgo de falla del aislamiento de líneas de transmisión de 500 kV considerando el comportamiento estadístico de los sobrevoltajes”*, en el cual se propone la evaluación de la influencia de la altitud sobre el nivel del mar y la longitud de la cadena de aisladores en el aislamiento eléctrico de una línea de transmisión de 500 kV. Se desarrolló una rutina en MATLAB, donde se calcula y grafica la función de densidad de probabilidad del sobrevoltaje $f(U)$ y la probabilidad de descarga del aislamiento $F(U)$. Como resultado de las simulaciones se obtienen los valores y las gráficas del riesgo de ruptura del aislamiento para cada uno de los casos de estudio.



Por otra parte, el autor de *“Aplicación AGI-PHP en centrales telefónicas vozIP interactivas Elastix para consulta de información de estudiantes”* presenta el diseño e implementación de un sistema IVR, utilizando Elastix implementado en la Dirección de Tecnologías de Información y Comunicación para los estudiantes de la Universidad Técnica de Ambato. Este trabajo permite que los estudiantes mediante una llamada puedan acceder a su información personal dentro de la universidad, ingresando su número de cédula, además de información relacionada a la parte académica.

Mientras que en *“Inteligencia Colectiva en la generación, implementación y desarrollo del Cogobierno en las Universidades del Ecuador”*, presenta un marco teórico tipo propuesta para la construcción y generación de un modelo de gobernanza colaborativa para las universidades en el Ecuador a través del desarrollo de un Sistema Informático, que permita automatizar el proceso de cogobierno balanceando las asimetrías de poder entre quienes conforman el grupo de actores relevantes dentro de las universidades.

Finalmente, el último trabajo: *“Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento: análisis de aceptación de implementación basado en el Modelo TAM”*, analiza el grado de aceptación de la implementación tecnológica de herramientas TAC en la temática de números enteros, basado en el Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM). Los resultados preliminares demuestran que de acuerdo que el uso de las TAC aumentaría su desempeño académico, de la misma manera la facilidad de uso percibida está libre de esfuerzo mental y físico. Los autores concluyen que la implementación tecnológica facilita la construcción del conocimiento sobre los números enteros.

El impacto de estas investigaciones, dentro de la comunidad científica, permitirá replantear modelos y herramientas para generar propuestas de intervención que contribuyan con la solución de ciertos problemas existentes en la sociedad, relacionados con los temas aquí tratados.

De esta manera, dejamos a disposición de los lectores este material de transferencia y difusión del conocimiento.

Mg. Renato M. Toasa
Editor de la Revista ODIGOS

Estudio de un sistema de seguridad de información y administración de eventos para base de datos SQL server. Caso de estudio: entidad pública

Study of a security information and event management for SQL Server database. Case study: public entity

Fecha de recepción: 2022-10-13 • Fecha de aceptación: 2023-01-04 • Fecha de publicación: 2023-02-10

Franklin Edwin Vela

Investigador Independiente, Ecuador

franklin_vela@hotmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-0858-3680>

RESUMEN

La información de las organizaciones alojada en bases de datos es un activo muy importante que debe ser resguardada de ataques cibernéticos. En la investigación se identificaron amenazas que pueden poner en peligro el motor de base de datos SQL Server 2016 Standard y cómo estas podrían explotar las vulnerabilidades presentes. Se propone realizar un estudio de un Security Information and Event Management (SIEM) para identificar si es una herramienta válida para disminuir los ataques que se puedan presentar en datos críticos; además, se revisan los controles que propone el Esquema Gubernamental de Seguridad de la Información Versión 2 (EGSI V2.0) en los que un SIEM

podría ayudar en su cumplimiento. Se evidenció que un SIEM detectó de manera oportuna incidentes de seguridad en la base de datos como son: ataques de inyección SQL, ataques de fuerza, entre otros; también se verificó que ayuda al cumplimiento de controles de EGSI V2.0 relacionados con control de accesos, seguridad de operaciones y gestión de incidentes de seguridad.

PALABRAS CLAVE: protección de datos, seguridad de datos, seguridad del Estado, programa informático, seguridad

ABSTRACT

The organizations' information hosted in databases is a very important asset and must be protected from cyber-attacks. In the investigation, threats that endanger the SQL Server 2016 Standard database engine were identified, and how it could exploit the present vulnerabilities. It is proposed to conduct a study of a Security Information and Event Manager (SIEM) to identify if it is a valid tool to reduce the attacks that critical data may suffer. Also, it was analyzed how a SIEM would contribute to comply with the controls of the Information Security Government Scheme version 2.0 (EGSI v2.0). It was demonstrated that a SIEM detected security incidents in the database in a timely manner such as: SQL injection attacks, force attacks, among others. It was also verified that it helps to comply with those EGSI V2.0 controls related to access control, operations security, and security incident management.

KEYWORDS: data protection, data security, state security, software, security

Introducción

El auge de nuevas tecnologías ha provocado que la información se distribuye casi de manera inmediata al mundo con el uso del internet (Abad, 2020); esta información es almacenada en bases de datos, en ellas se almacenan los datos apreciados como críticos, por lo que deben ser protegidos, los incidentes de seguridad ponen en riesgo la triada de la seguridad que es confidencialidad, integridad y disponibilidad; se debe buscar la manera de mitigar los ciberataques que se puedan producir.

La Ley Orgánica de Protección de Datos Personales tiene como objetivo “garantizar el ejercicio del derecho a la protección de datos personales, que incluye el acceso y decisión sobre información y datos de este carácter, así como su correspondiente protección” (Asamblea Nacional, 2021). Los funcionarios públicos deben garantizar que los datos personales sean protegidos y respaldados, de no acatar la ley existirán sanciones.

El Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información (MINTEL) expidió el EGSI V2.0, el cual es de implementación obligatoria en el sector público en el Ecuador; “esta normativa trata de resguardar «la confidencialidad, integridad y disponibilidad de la información por medio de la ejecución de un proceso de gestión de riesgos de seguridad de la información y la selección de controles para el tratamiento de los riesgos identificados” (Corte Constitucional del Ecuador, 2020); el esquema mencionado obliga a las instituciones públicas a implementar métodos de protección y seguimiento dentro de la infraestructura para minimizar, los riesgos que se puedan producir por amenazas que aprovechan vulnerabilidades presentes.

Los ataques informáticos hacia bases de datos se han intensificado desde el inicio de la pandemia, la angustia de buscar respuestas a los problemas generados por la propagación rápida y mortal del virus (Bartolomé y Monteiro, 2021), hizo que las personas naveguen de manera asidua por el internet. Además, existió un alto porcentaje de personas que fueron obligados a realizar teletrabajo, esto abrió una brecha de seguridad; los empleados se conectan remotamente a sus oficinas por medio de servicios de escritorio remoto desde equipos como: computadores, celulares, *tablets*, etc., esto es aprovechado por delincuentes informáticos para acceder a la red de las organizaciones.

Un desafío crítico para muchas organizaciones modernas es comprender cómo minimizar el costo de administrar y proteger sus activos de información y sistemas comerciales (Jacobs et al., 2020). Esto podría darse utilizando un SIEM que ayude a visualizar los ataques que se estén presentando de una manera amigable.

El presente artículo está dirigido al personal que tiene como función la seguridad de los datos dentro de las organizaciones, ellos son responsables de dictar las políticas que rigen la protección de las bases de datos; además, tiene como objetivo realizar un estudio de un SIEM sobre la base de datos SQL Server 2016 Standard para una posible implementación en las entidades públicas del Ecuador.

Metodología

Para la investigación se utilizó el método bibliográfico comparativo, se procedió a leer literatura sobre el funcionamiento de los Security Information and Event Management, casos de estudio, artículos de investigación, tesis, implementaciones; además, se identificaron los controles del EGSI V2.0 en los que un SIEM puede ayudar en su cumplimiento. También se analizó el comportamiento de esta herramienta para conocer su capacidad de detección ante ataques que se pueden dar en un motor de base de datos.

Se plantea analizar cómo un SIEM para las bases de datos en una entidad pública ayudaría a mejorar los controles del EGSI V2.0, estudiando el estado de los parámetros de la normativa antes del estudio y posterior al mismo.

Luego del estudio se muestran las conclusiones con las que se define si un correlacionador de eventos es un aporte valedero a la protección de una base de datos SQL Server 2016 Standard y ayuda a la implementación del EGSI V2.0 en una entidad pública, el motor de base de datos analizado es el principal repositorio con la que actualmente se trabaja en la organización.

Etapas del proceso investigativo:

- Definir vulnerabilidades en una base de datos.
- Establecer el SIEM a utilizar.
- Estudiar las características del SIEM para protección de bases de datos SQL Server.
- Configuración de alertas en el SIEM.
- Valorar la situación actual de las bases de datos.
- Valorar la situación actual de los controles del EGSI V2.0.
- Evaluar situación propuesta de las bases de datos con el SIEM.
- Evaluar situación propuesta de los controles del EGSI V2.0 con el SIEM.
- Analizar resultados.

2.1 Conceptos generales

Martínez y Tejada (2019, p.15) indican que una base de datos es un conjunto de información relacionada agrupada y organizada; desde la perspectiva informática, una base de datos es un sistema que está formado por una agrupación de datos almacenados en medios que permiten el acceso de manera directa a ellos y un conjunto de aplicativos que manipulen esa información.

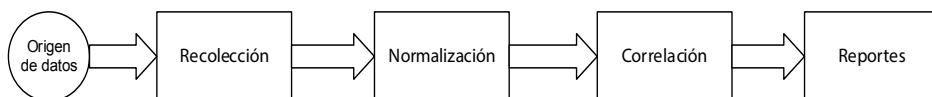
Un Security Information and Event Management (SIEM) genera un estudio en línea de las alarmas de seguridad informática suscitadas en el *hardware* y *software* de la infraestructura (Cómbita, 2018). Un SIEM permite la automatización de la detección de incidentes y las reacciones

posteriores para mitigar los incidentes inminentes; al mismo tiempo ayuda a preservar pruebas forenses (Vielberth & Pernul, 2018).

Un sistema SIEM está formado por dos tecnologías de seguridad, un Security Event Manager (SEM) tiene como misión detectar patrones de acceso fuera de lo común en tiempo real, y un Security Information Management (SIM) que permite centralizar eventos de seguridad para almacenarlos e interpretarlos en tiempo real, ayudando a una reacción de manera expedita.

Figura 1

Capas de un SIEM



Las capas de un correlacionador de eventos según Pazmiño y Pazmiño (2018) son:

- **Recolección de eventos:** en esta capa el SIEM recolecta los eventos de los diferentes dispositivos desplegados en la infraestructura (*Firewall*, bases de datos, IPS, IDS, etc.) para ser enviados a la capa de normalización.
- **Capa de normalización,** su misión es normalizar todos los registros que son recogidos en el SIEM, de tal forma que una vez culminada esta etapa tengan el mismo estándar de datos y sigan a la capa de correlación.
- **Capa de correlación:** tienen el objetivo principal de crear relaciones entre los registros y los eventos de seguridad que se presenten en los diferentes dispositivos desplegados en la red, si encuentra alguna anomalía lo notifica.
- **Capa de reporte:** se encarga de estudiar los datos enviados por la capa de correlación, los procesa y genera reportes que serán presentados a los administradores de seguridad.

Un SIEM ayuda a los administradores de infraestructura a desarrollar políticas de seguridad y administrar eventos desde diferentes fuentes (González et al., 2021). En los motores de bases de datos un SIEM sirve para recolectar todos los registros (accesos a la base de datos, cambios en los datos, intentos de ataques, etc.) que se producen, centralizarse y definir qué acciones realizar si se da algún tipo de evento no controlado o inesperado.

Las principales amenazas encontradas en una base de datos son: amenazas internas, vulnerabilidades de *software* de bases de datos, ataques de inyección SQL, pistas de auditoría débiles, ataques de denegación de servicio, *malware*, privilegios excesivos, abuso de privilegios, elevación de privilegios (Hashim, 2018).

Los controles a los que un SIEM ayuda en la ejecución del ECSI V2.0 son: 5.1.1 Política de control de acceso; 8.2.1 Controles contra *malware*, Registro de eventos; 8.4.2 Protección de los registros de información; 8.4.3 Registros de administración y operación; 8.6.1 Gestión de las vulnerabilidades técnicas; 8.7.1 Controles de auditoría de sistemas de información;

12.1.1 Responsabilidades y procedimientos; 12.1.2 Reporte de los eventos de seguridad de la información; 12.1.3 Reporte de debilidades de seguridad de la información; 12.1.4 Apreciación y decisión sobre los eventos de seguridad de la información; 12.1.5 Respuesta a incidentes de seguridad de la información; 12.1.6 Aprendizaje de los incidentes de seguridad de la información (Corte Constitucional del Ecuador, 2020).

Resultados

Al pasar los años, la tecnología ha evolucionado en lo referente a protección de infraestructura, ya sea redes, servidores o base de datos, siendo lo último lo más apetecido por los *hackers*. Si los datos críticos caen en manos de los delincuentes informáticos pueden solicitar un rescate, vender esa información, o un sinnúmero de problemas a la confidencialidad de la información; los ciberataques desafían la manera tradicional en que las organizaciones se defendían y puede ocasionar inestabilidad (Cano, 2020).

El MINTEL, por medio del Acuerdo Ministerial n° 006-2021, en el artículo 1 publica la Política de Ciberseguridad, dentro de sus objetivos y líneas de acción indica como un objetivo lo siguiente: “potenciar las capacidades de detección, previsión, prevención y gestión de los incidentes cibernéticos, al igual que el manejo de crisis de ciberseguridad de manera oportuna, efectiva, eficiente y coordinada” (Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, 2021). Esta política debe buscar los mecanismos para potenciar la ciberseguridad, esta se enfocará en la seguridad informática del motor de base de datos SQL Server.

3.1 Amenazas hacia las bases de datos SQL Server antes del SIEM

En la *Tabla 1* se muestra el estado actual de las amenazas que se tiene en las bases de datos SQL Server 2016 de una entidad pública antes de utilizar un SIEM; se observa que las vulnerabilidades en las bases de datos tienen un impacto medio-alto de criticidad, los huecos de seguridad no han sido atendidos, no existen herramientas que permitan monitorear si existe alguna vulnerabilidad o si se está siendo atacado, la respuesta a incidentes es reactiva, se reacciona una vez que se produce el ataque.

Tabla 1

Estado Actual de Amenazas en la Base Datos SQL Server

Vulnerabilidad de base de datos	Situación actual	Impacto
Amenazas internas	No se tiene una bitácora que identifique, la creación, modificación o eliminación de usuarios de base de datos.	Alto
Vulnerabilidades de software	No se posee una herramienta que realice un despliegue de las actualizaciones en el motor de base de datos, los updates se los realiza de forma manual.	Medio
Ataques de inyección SQL	No existe algún método para identificar si las bases de datos están siendo atacadas por este ataque.	Alto

Pistas de auditoría débiles	No existen pistas de auditoría habilitadas dentro del motor de base de datos, se considera que al activar esta característica se perderán recursos que afecten al funcionamiento del servicio.	Alto
Ataques de denegación de servicio	Se posee herramientas propias del motor de base de datos para identificar sesiones conectadas, pero no se tiene centralizado los logs de inicio de sesión, esto no permite medir si existen más conexiones de las usuales que consuman los recursos del servidor y ocasionen su colapso.	Alto
Malware	Al momento se tiene instalado antivirus para detectar malware en los servidores de base de datos, esto implica que se debe esperar a que el proveedor actualice sus bases para estar protegido, no existe defensa para malware del día cero.	Medio
Privilegios excesivos	No se mantiene un registro de los usuarios creados, es difícil identificar qué sentencias SQL han sido ejecutadas.	Alto
Abuso de privilegios	Es difícil identificar que hacen los usuarios dentro de las bases de datos, no se tiene una auditoría de las tablas.	Alto
Elevación de privilegios	No se puede visualizar que sentencias SQL tipo DDL y DML se ejecutan, esto no permite a los operadores verificar si los usuarios están realizando actividades no permitidas.	Alto

La *Tabla 2* muestra el porcentaje del impacto hacia las bases de datos por las vulnerabilidades detectadas, el 77,78% de las amenazas tienen un estado crítico; esto implica que un atacante puede acceder a datos de la organización sin que se presente algún tipo de registro de lo sucedido, el 22,22% están en estado medio, lo que representa que con conocimientos medios sobre cómo explotar las vulnerabilidades un *hacker* podría acceder a la información.

Tabla 2

Impacto de Vulnerabilidades en las Bases de Datos

Impacto	Nº Vulnerabilidades	Porcentaje
Alto	7	77,78%
Medio	2	22,22%
Total	9	100,00%

3.2 Estado actual de controles del EGSÍ V2.0 antes de implementar un SIEM

Se han identificado las secciones del EGSÍ V2.0, en las cuales un SIEM para base de datos puede ayudar a subir el índice de cumplimiento de los controles; estos son los que necesitan registro, almacenamiento y disponibilidad de los incidentes de seguridad.

En la *Tabla 3* se observan trece controles de EGSÍ V2.0 que fueron evaluados por una entidad pública en los que se hace necesaria la implementación de herramientas tecnológicas que ayuden a gestionar incidentes de seguridad y manejan una base de datos que archive estos eventos, es así como se sugirió la utilización de un SIEM el cual ayudaría a mejorar el estado de los hitos para el cumplimiento de la norma; además, se agregó una columna para las observaciones donde se indica el avance o de ser el caso implementación del control. El estado actual de los hitos maneja tres opciones; NO SE EJECUTA, significa que el control no se cumple, no existe ningún documento

que respalde su desarrollo ni consta de alguna herramienta tecnológica que ayude a la ejecución; PARCIALMENTE, se refiere a que existe un documento (política, procedimiento, proceso, etc.) que avale el control, pero no tiene un *software* que ayude al monitoreo y control del hito; SE EJECUTA, el control está integrado completamente.

Tabla 3

Estado Actual de Controles del EGSI V2.0 en una Entidad Pública

Dominio	Categoría	Objetivos de control	Control	Observación	Estado
5 Control de acceso	5.1 Requisitos institucionales para el control de acceso	5.1.1 Política de control de acceso	Elaborar, implementar y socializar la política de control de acceso a los sistemas de información, de acuerdo con la necesidad institucional y considerando la seguridad de la información.	Se encuentra creada la política de control de accesos, no existe un repositorio donde se guardan los <i>logs</i> de acceso a las bases de datos.	PARCIALMENTE
8 Seguridad de las operaciones	8.2 Protección contra un <i>malware</i>	8.2.1 Controles contra <i>malware</i>	Implementar controles para detectar, prevenir y recuperarse de afectaciones de <i>malware</i> , en combinación con la concientización adecuada a los usuarios.	Se tiene instalado en los servidores antivirus licenciados, no se puede visualizar si un equipo está siendo atacado por un <i>malware</i> .	PARCIALMENTE
		8.4 Registro y monitoreo	8.4.1 Registro de eventos	Implementar el procedimiento para registrar, proteger y revisar periódicamente las actividades de los usuarios, excepciones, fallos y eventos de seguridad de la información.	No existen procedimientos para registrar eventos ni almacenamiento de estos.
		8.4.2 Protección de los registros de información	Establecer el procedimiento para proteger contra posibles alteraciones y accesos no autorizados la información de los registros	No existe un repositorio central para almacenar los cambios que se realizan sobre las bases de datos, no se puede realizar un estudio forense de ser requerido.	NO SE EJECUTA
		8.4.3 Registros de administración y operación	Registrar, proteger y revisar regularmente de acuerdo con las necesidades de la institución; las actividades del administrador y del operador del sistema.	No existe un repositorio central para almacenar registros, no se puede realizar un análisis de ser requerido.	NO SE EJECUTA
	8.6 Gestión de la vulnerabilidad técnica	8.6.1 Gestión de las vulnerabilidades técnicas	Elaborar e Implementar la política de monitoreo continuo sobre los sistemas en producción, detectar vulnerabilidades técnicas, adoptar las medidas necesarias para afrontar el riesgo asociado.	No se tiene definido un procedimiento para el registro de vulnerabilidades, no se registran los ataques que se puedan presentar en las bases de datos.	NO SE EJECUTA

	8.7 Consideraciones sobre la auditoría de sistemas de información	8.7.1 Controles de auditoría de sistemas de información	Planificar y acordar los requisitos y las actividades de auditoría que involucran la verificación de los sistemas en producción con el objetivo de minimizar las interrupciones en los procesos relacionados con la institución.	No existen registros de las acciones que se realizan sobre las bases de datos.	NO SE EJECUTA	
12	Gestión de incidentes de seguridad de la información	12.1 Gestión de los incidentes de seguridad de la información y mejoras	12.1.1 Responsabilidades y procedimientos	Establecer formalmente responsabilidades y procedimientos para asegurar una respuesta rápida, efectiva y acorde a los Incidentes de seguridad de la Información que pueden ocurrir en la Institución.	No existe un procedimiento definido, ni tampoco una herramienta que permita tener respuestas inmediatas y envío de notificaciones a los responsables de mitigar incidentes de seguridad.	PARCIALMENTE
		12.1.2	Reporte de los eventos de seguridad de la información	Elaborar, implementar y socializar el procedimiento formal para reportar los eventos de seguridad de la información, a través de los canales respectivos.	Se realizan reportes posteriores a los ataques, no existen alertas tempranas.	PARCIALMENTE
		12.1.3	Reporte de debilidades de seguridad de la información	Los funcionarios de la institución, contratistas o terceras partes deben obligatoriamente registrar y reportar, cualquier debilidad probable en la seguridad de la información, en los sistemas o servicios de información de la institución.	Se reportan vulnerabilidades detectadas de forma manual, no existe una herramienta que detecte los huecos de seguridad de manera temprana.	PARCIALMENTE
		12.1.4	Apreciación y decisión sobre los eventos de seguridad de la información	Evaluar los eventos de seguridad de la información y decidir si se clasifican como incidentes de seguridad de la información.	Al no tener una herramienta que correlacione eventos no se puede evaluar los incidentes de seguridad en las bases de datos.	NO SE EJECUTA
		12.1.5	Respuesta a incidentes de seguridad de la información	Aplicación de procedimientos establecidos, para responder ante incidentes de seguridad de la información.	Al no contar con una herramienta que reporte incidentes de seguridad en las bases de datos, no se tiene una respuesta rápida.	NO SE EJECUTA
		12.1.6	Aprendizaje de los incidentes de seguridad de la información	Utilizar el conocimiento obtenido para analizar y resolver Incidentes de seguridad de la información, para reducir la probabilidad y/o impacto de incidentes en el futuro, aplicando los controles adecuados.	Al no contar con un colector de eventos de seguridad para base de datos, no se puede resolver de manera rápida los incidentes.	NO SE EJECUTA

En la *Tabla 4* se muestra el porcentaje de cumplimiento de los controles que fueron analizados para esta investigación, se observa que el 61,54% de los controles estudiados en la entidad pública no están cumpliendo los lineamientos requeridos, un 38,46% cumplen la normativa parcialmente y ningún hito cumple al 100% lo dispuesto por el MINTEL.

Tabla 4

Cumplimiento de Controles

Estado	N° Controles	Porcentaje
No se ejecuta	8	61,54%
Parcialmente	5	38,46%
Se ejecuta	0	0,00%
Total	13	100,00%

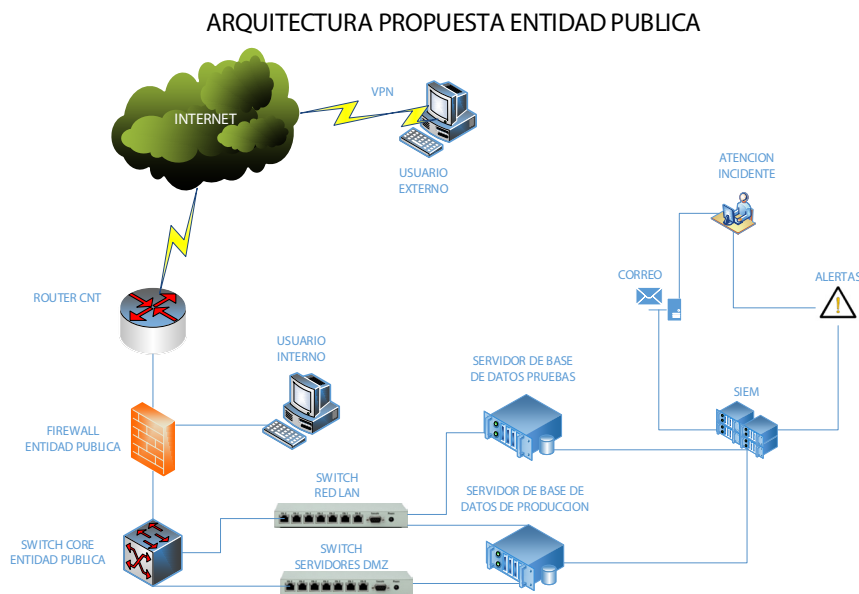
Se hace necesario el uso de una herramienta tecnológica que ayude al personal a gestionar los incidentes de seguridad y puedan enfocar sus esfuerzos a tareas para subsanar los eventos detectados.

3.3 Arquitectura propuesta para el estudio de un Security Information And Event Management para base de datos SQL Sever

En la *Figura 2* se muestra la arquitectura propuesta que se usó para realizar el estudio de un SIEM para base de datos SQL Server en una entidad pública.

Figura 2

Arquitectura Propuesta

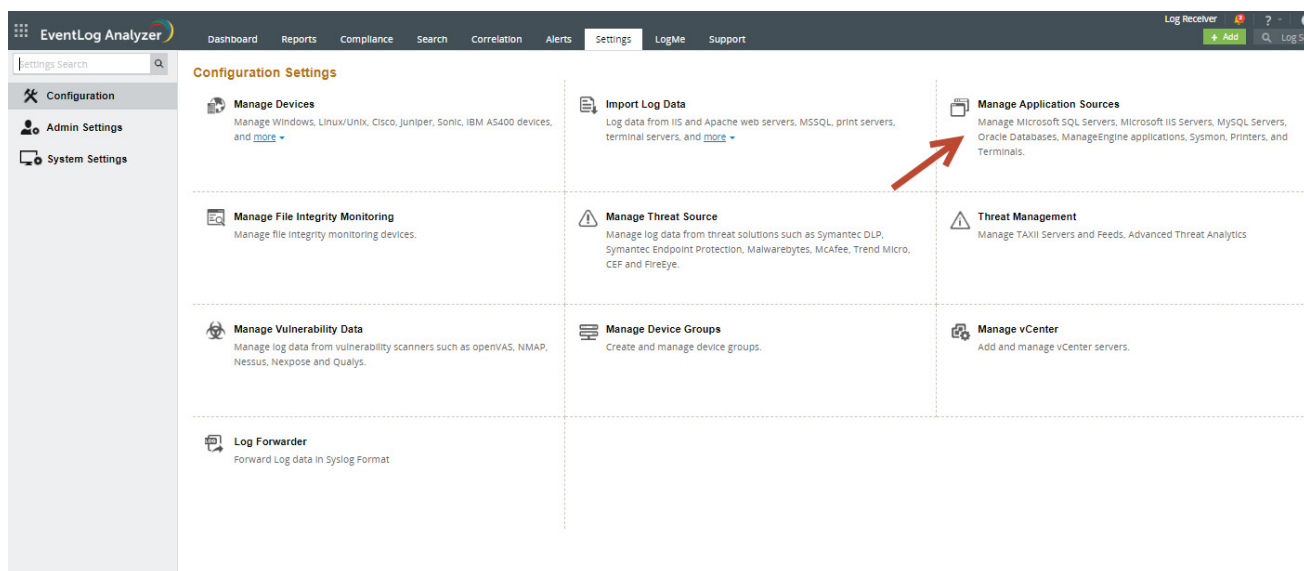


La arquitectura muestra una máquina virtual con el sistema operativo Windows Server 2016 Standard que tiene instalado el SIEM; este correlacionador de eventos maneja una base de datos PostgreSQL, las pruebas fueron realizadas en un ambiente controlado.

Para la investigación se ingresaron dos servidores de base de datos; el primero es de producción y el segundo de pruebas. En la *Figura 3* se muestra la consola para agregar bases de datos al SIEM. El servidor de producción sirvió para recolectar información de los eventos de seguridad de la base de datos SQL Server 2016 Standard sin realizar ninguna afectación a la data; el equipo de pruebas fue usado para revisar eventos de seguridad dentro de las bases de datos que requerían modificaciones en sus objetos como son tablas, usuarios, entre otros.

Figura 3

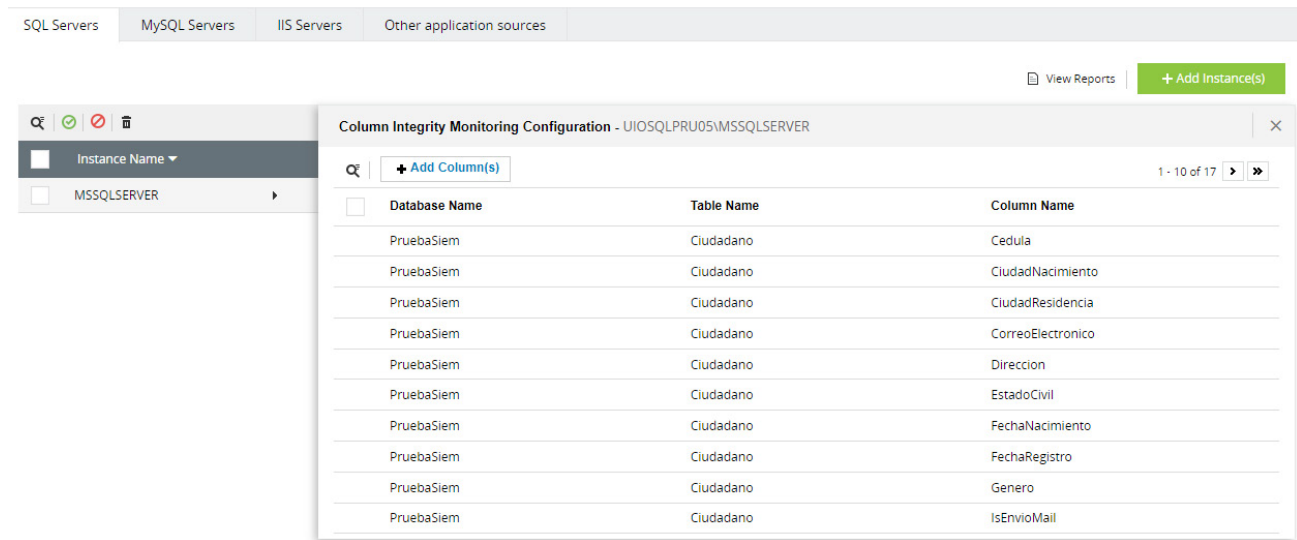
Dashboard para Agregar Servidores de Base de Datos



En la *Figura 4* se muestran algunas tablas que fueron auditadas.

Figura 4

Tablas para Auditar



Database Name	Table Name	Column Name
PruebaSiem	Ciudadano	Cedula
PruebaSiem	Ciudadano	CiudadNacimiento
PruebaSiem	Ciudadano	CiudadResidencia
PruebaSiem	Ciudadano	CorreoElectronico
PruebaSiem	Ciudadano	Direccion
PruebaSiem	Ciudadano	EstadoCivil
PruebaSiem	Ciudadano	FechaNacimiento
PruebaSiem	Ciudadano	FechaRegistro
PruebaSiem	Ciudadano	Genero
PruebaSiem	Ciudadano	IsEnvioMail

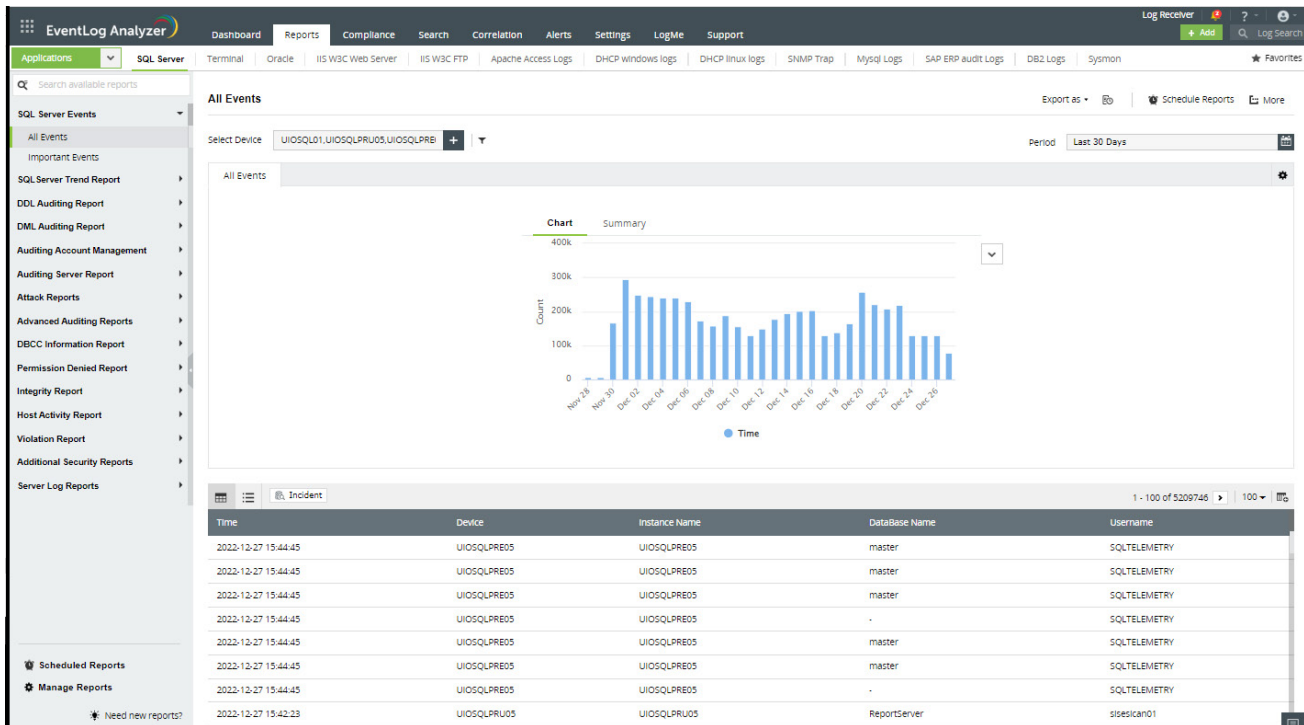
El correlacionador de eventos utilizado para el estudio tiene las siguientes características (*Auditoría de bases de datos / Software de auditoría de bases de datos - ManageEngine EventLog Analyzer*, s. f.):

- Gestión integral.
- Monitoreo de la actividad de la base de datos.
- Monitoreo del *log* del servidor de base de datos.
- Monitoreo de la seguridad de la base de datos.
- Análisis exhaustivo.

El SIEM examinado maneja una variedad de reportes que permite a los operadores tener una visión amplia de los problemas de seguridad que se pueden presentar en las bases de datos. Un ejemplo de los reportes se muestra en la *Figura 5*.

Figura 5

Reportes SIEM



Se configuraron las notificaciones de los incidentes que se puedan presentar; en este caso se escogió el envío de alertas por medio de correo electrónico, se cuenta con servidores de correo de Microsoft que permiten una integración fácil con la herramienta; se seleccionó un operador al cual le llegarán las notificaciones, como se muestra en la *Figura 6*.

Figura 6

Configuración de Notificaciones

The screenshot shows a web interface for configuring notification settings. It features two tabs: 'Mail Settings' and 'SMS Settings'. The 'Mail Settings' tab is active and contains the following fields:

- * Outgoing Server/port:** A text input field containing 'mx.entidadpublica.gob.ec' and a numeric input field containing '25'.
- Authentication Required:** A checkbox that is currently unchecked, with a help icon to its right.
- Username:** A text input field.
- Password:** A text input field.
- Use Secure Connection:** A dropdown menu currently set to 'None'.
- * Sender Address:** A text input field containing 'eventlog_analyzer@entidadpublica.gob.ec'.

At the bottom of the form, there are three buttons: a green 'Save' button, a grey 'Cancel' button, and a blue 'Send Test Mail' button with an envelope icon.

3.4 SIEM Mitigación de ataques a bases de datos con un SIEM

Después del estudio del SIEM se identificaron qué características podrían ser usadas para remediar las vulnerabilidades presentes en las bases de datos de la entidad pública, evidenciando que el impacto de las amenazas cambió.

En la *Tabla 5* se observa como un SIEM ayuda a mitigar los ataques a las bases de datos, existen amenazas que cambiaron de estado crítico a medio y de medio a bajo, esto significa que el monitoreo y recolección de registros de eventos de seguridad ayudan notablemente a mejorar la seguridad y disminuir posibles intrusiones a los datos críticos de la entidad pública.

Tabla 5*Mitigación de Ataques a las Bases de Datos SQL Server con un SIEM*

Vulnerabilidades	Situación actual	Situación propuesta con un SEIM	Impacto
Amenazas internas	No se tiene una bitácora que identifique, la creación, modificación o eliminación de usuarios de base de datos.	El SIEM recoge eventos de seguridad de las bases de datos requeridas y los almacena.	Bajo
Vulnerabilidades de software	No se posee una herramienta que realice un despliegue de las actualizaciones en el motor de base de datos, los updates se los realiza de forma manual.	El SIEM estudiado no posee una característica para controlar actualizaciones del gestor de base de datos.	Medio
Ataques de inyección SQL	No existe algún método para identificar si las bases de datos están siendo atacadas por este ataque.	El SIEM Eventlog Analyzer permite detectar de manera automática este tipo de ataques, también toma acciones correctivas.	Medio
Pistas de auditoría débiles	No existen pistas de auditoría habilitadas dentro del motor de base de datos, se considera que al activar esta característica se perderán recursos que afecten al funcionamiento del servicio.	Los registros de eventos de seguridad son recolectados de manera ordenada por el SIEM, se mejora la identificación de evidencias para un proceso forense digital.	Bajo
Ataques de denegación de servicio	Se posee herramientas propias del motor de base de datos para identificar sesiones conectadas, pero no se tiene centralizado los logs de inicio de sesión, esto no permite medir si existen más conexiones de las usuales, que consuman los recursos del servidor y ocasionen su colapso.	La herramienta tiene un módulo que permite de manera automática la identificación del ataque DoS, se pueden tomar acciones correctivas inmediatamente.	Medio
Malware	Al momento se tiene presente antivirus para detectar malware en los servidores de base de datos, esto implica que se debe esperar a que el proveedor actualice sus bases para estar protegido, no existe defensa para malware del día cero.	Eventlog Analyzer puede relacionarse con las bases de datos de proveedores de antivirus, además con fuentes de información sobre ataques, esto ayuda a mitigar ataques de día cero.	Bajo
Privilegios excesivos	No se mantiene un registro de los usuarios creados, es difícil identificar qué sentencias SQL han sido ejecutadas.	La herramienta SIEM, permite monitorear que acciones se realizan sobre los objetos de las bases de datos, así como en la data.	Bajo
Abuso de privilegios	Es difícil identificar qué hacen los usuarios dentro de las bases de datos, no se tiene una auditoría de las tablas.	Eventlog Analyzer, genera reportes sobre las tareas que los usuarios realizan o tratan de realizar sobre los datos.	Bajo
Elevación de privilegios	No se puede visualizar que sentencias SQL tipo DDL y DML se ejecutan, esto no permite a los operadores verificar si los usuarios están realizando actividades no permitidas.	Se recopila ordenadamente todos los eventos de seguridad de las bases de datos en el SIEM, se observa que acciones DDL y DML se ejecutan.	Bajo

La *Tabla 6* muestra que existe un porcentaje del 33,33% de vulnerabilidades que tienen un estado medio, el 66,67% de vulnerabilidades son mitigadas con la ayuda de un SIEM y no existen amenazas en estado crítico que afecten a las bases de datos.

En resumen, se nota que la seguridad hacia los datos críticos ha mejorado sustancialmente.

Tabla 6

Impacto de Vulnerabilidades en las Bases de Datos con un SIEM

Estado	N° Vulnerabilidades	Porcentaje
Crítico	0	0,00%
Medio	3	33,33%
Bajo	6	66,67%
Total	9	100,00%

3.5 Situación propuesta de controles de EGIS V2.0 con un SIEM

Luego de la instalación y configuración del SIEM, se volvieron a analizar los trece controles, se verificó que con, la recolección de *logs* de seguridad, envío de notificaciones de alertas hacia los operadores, correlación de eventos, definición de reglas propias, entre otros se minimizó la probabilidad de que las vulnerabilidades de las bases de datos sean explotadas, ayudando al cumplimiento del EGIS V2.0.

En la *Tabla 7*, se observa que una herramienta SEIM aporta al fortalecimiento de los controles del EGIS V2.0. Los trece controles analizados se reforzaron y podrían ser implementados en su totalidad en la entidad pública.

Tabla 7

Estado Propuesto de Controles del EGIS V2.0 con un SIEM

Dominio	Categoría	Objetivos de control	Control	Observación	Control reforzado	Estado
5 Control de Acceso	5.1 Requisitos institucionales para el control de acceso	5.1.1 Política de control de acceso	Elaborar, implementar y socializar la política de control de acceso a los sistemas de información, de acuerdo con la necesidad institucional y considerando la seguridad de la información.	Elaborar, implementar y socializar la política de control de acceso a los sistemas de información, de acuerdo con la necesidad institucional y considerando la seguridad de la información.	El SIEM, centraliza los incidentes de seguridad, permite monitorear y tener respaldos de la información de eventos de seguridad para futuros análisis.	SE EJECTA

8 Seguridad de las operaciones	8.2 Protección contra un malware	8.2.1 Controles contra malware	Implementar controles para detectar, prevenir y recuperarse de afectaciones de malware, en combinación con la concientización adecuada a los usuarios.	Se tiene instalado en los servidores antivirus licenciados, no se puede visualizar si un equipo está siendo atacado por un malware.	La herramienta SIEM permite recolectar información de los servidores de antivirus, además de tener actualizada la base de conocimientos de fuentes internacionales para prevenir ataques.	SE EJECUTA
	8.4 Registro y monitoreo	8.4.1 Registro de eventos	Implementar el procedimiento para registrar, proteger y revisar periódicamente las actividades de los usuarios, excepciones, fallos y eventos de seguridad de la información.	No existen procedimientos para registrar eventos, ni almacenamiento de estos.	SIEM recolecta eventos de seguridad de las diferentes bases de datos SQL Server, esto permite ser proactivos ante algún tipo de ataque.	SE EJECUTA
		8.4.2 Protección de los registros de información	Establecer el procedimiento para proteger contra posibles alteraciones y accesos no autorizados la información de los registros	No existe un repositorio central para almacenar que cambios se realizan sobre las bases de datos, no se puede realizar un estudio forense de ser requerido.	Los logs de seguridad son almacenados en el SIEM, estos no pueden ser modificados.	SE EJECUTA
		8.4.3 Registros de administración y operación	Registrar, proteger y revisar regularmente de acuerdo con las necesidades de la institución; las actividades del administrador y del operador del sistema.	No existe un repositorio central para almacenar registros, no se puede realizar un análisis de ser requerido.	La herramienta SIEM almacena los eventos en una base de datos de manera segura, el front end de la aplicación permite visualizar de manera gráfica los eventos de seguridad.	SE EJECUTA
	8.6 Gestión de la vulnerabilidad técnica	8.6.1 Gestión de las vulnerabilidades técnicas	Elaborar e implementar la política de monitoreo continuo sobre los sistemas en producción, detectar vulnerabilidades técnicas, adoptar las medidas necesarias para afrontar el riesgo asociado.	No se tiene definido un procedimiento para el registro de vulnerabilidades, no se registran los ataques que se puedan presentar en las bases de datos.	La política no ha sido redactada, pero el SIEM, detecta amenazas hacia las bases de datos de manera temprana, además, notifica a los técnicos para que de ser el caso mitiguen el ataque o programen a la herramienta para que esté lo haga.	PARCIALMENTE

	8.7 Consideraciones sobre la auditoría de sistemas de información	8.7.1 Controles de auditoría de sistemas de información	Planificar y acordar los requisitos y las actividades de auditoría que involucran la verificación de los sistemas en producción con el objetivo de minimizar las interrupciones en los procesos relacionados con la institución.	No existen registros de las acciones que se realizan sobre las bases de datos.	EL correlacionador de eventos recopila los incidentes de seguridad generados, permite tener una rotación de log parametrizable, estos registros no pueden ser accedidos por los operadores, solo por el aplicativo, permite realizar un análisis forense.	SE EJECUTA
12 Gestión de incidentes de seguridad de la información	12.1 Gestión de los incidentes de seguridad de la información y mejoras	12.1.1 Responsabilidades y procedimientos	Establecer formalmente responsabilidades y procedimientos para asegurar una respuesta rápida, efectiva y acorde a los Incidentes de seguridad de la Información que pueden ocurrir en la Institución.	No existe un procedimiento definido, tampoco una herramienta que permita tener respuestas inmediatas y envío de notificaciones a los responsables de mitigar incidentes de seguridad.	No existe el procedimiento, pero el SIEM permite notificar al operador sobre la amenaza, esto permite que la persona se enfoque en buscar una solución y no que la ocasionó.	PARCIALMENTE
		12.1.2 Reporte de los eventos de seguridad de la información	Elaborar, implementar y socializar el procedimiento formal para reportar los eventos de seguridad de la información, a través de los canales respectivos.	Se realizan reportes posteriores a los ataques, no existe alertas tempranas.	Existe el procedimiento, la herramienta analizada permite parametrizar reportes sobre los ataques, estos pueden ser enviados por correo electrónico o mensajes SMS, lo que hace que la detección sea más fácil.	SE EJECUTA
		12.1.3 Reporte de debilidades de seguridad de la información	Los funcionarios de la institución, contratistas o terceras partes deben obligatoriamente registrar y reportar, cualquier debilidad probable en la seguridad de la información, en los sistemas o servicios de información de la institución.	Se reportan vulnerabilidades detectadas de manera manual, no existe una herramienta que detecta las vulnerabilidades de manera adelantada.	Las vulnerabilidades detectadas se guardan en la base de datos de la herramienta, se reporta sobre la amenaza inmediatamente al funcionario designado, de existir una tarea programada se ejecuta la acción automáticamente.	SE EJECUTA
		12.1.4 Apreciación y decisión sobre los eventos de seguridad de la información	Evaluar los eventos de seguridad de la información y decidir si se clasifican como incidentes de seguridad de la información.	Al no tener una herramienta que correlacione eventos, no se puede evaluar los incidentes de seguridad en las bases de datos.	El SIEM detecta más fácilmente las amenazas hacia las bases de datos SQL Server, los dashboards de la herramienta permiten visualizar estadísticas sobre ataques e identificar qué tipo de amenaza se presenta.	SE EJECUTA

12.1.5 Res- puesta a incidentes de seguri- dad de la información	Aplicación de proce- dimientos estableci- dos, para responder ante incidentes de seguridad de la información.	Al no contar con una herramienta que muestre los reportes de inciden- tes de seguridad en las bases de datos, no se tiene una respuesta rápida.	El SIEM permite respon- der de manera rápida a los incidentes de seguri- dad, ya que cuenta con estadísticas de ataques y envíos de notificacio- nes.	SE EJE- CUTA
12.1.6 Aprendi- zaje de los incidentes de seguri- dad de la información	Utilizar el conoci- miento obtenido para analizar y resolver Incidentes de seguridad de la información, para reducir la probabili- dad y/o impacto de incidentes en el futuro, aplicando los controles adecua- dos.	Al no contar con un colector de eventos de seguridad para base de datos, no se puede resolver de manera rápida los incidentes.	Los ataques detectados por el SIEM permiten a los operadores apren- der de los incidentes y reaccionar de manera oportuna.	SE EJECU- TADO

En la *Tabla 8* se muestra como el 83,33% de los controles podrían estar implementados en su totalidad y el 16,67% tendrían una implementación parcial, esto se debe a que, pese a tener la herramienta tecnológica funcionando y gestionando los eventos de seguridad, no se han elaborado las políticas y procedimientos restantes, esto coadyuva a no cumplir con el EGSÍ V2.0 en su totalidad.

Tabla 8

Cumplimiento de Controles con un SIEM

Estado	No. Controles	Porcentaje
No se ejecuta	0	0,00%
Parcialmente	2	16,67%
Se ejecuta	10	83,33%
Total	12	100,00%

Conclusiones

El SIEM posee *dashboards* de fácil interpretación, estos ayudan a los operadores a identificar los ataques que se presentan, se tienen además alertas que son enviadas por correo electrónico que permiten una intervención inmediata para detener los ataques que se están presentando. También, maneja una base de datos que guarda todos los eventos registrados y ayudan a realizar auditorías; la herramienta tiene integrado reportes que son parametrizables, estos pueden servir como entregables para el cumplimiento del EGSÍ V2.0; de lo comentado se puede concluir que un SIEM es una estrategia válida para mitigar ataques a los datos críticos y ayudan a fortificar al EGSÍ V2.0.

El estudio ayudó a identificar las principales vulnerabilidades presentes en las bases de datos SQL Server 2016 Standard, como estas podrían ser explotadas de no ser mitigadas a tiempo, pudiendo comprometer la información almacenada en ellas.

El SIEM estudiado detectó de manera oportuna los incidentes de seguridad que se presentaron sobre las bases de datos SQL Server Standard. Esto se dio gracias a los módulos que la herramienta maneja, algunos de ellos son: correlacionador de eventos que permite definir los patrones de ataque y cómo responder ante ellos, permite diseñar alertas que notifiquen a los operadores de infraestructura sobre ataques recibidos, contiene gran cantidad de reportes sobre los incidentes de seguridad presentados, reportes sobre correlación de eventos predefinidos, entre otros.

Se identificó y analizó qué controles del EGSI V2.0 se relacionan con un SIEM y cómo ayudaría a mejorar la seguridad de las bases de datos SQL Server 2016 Standard; se describieron los problemas que se presentan en una entidad pública en la actualidad sin utilizar el correlacionador de eventos y se muestra el fortalecimiento de los hitos después del estudio.

Del análisis realizado se desprende que la implementación de un SIEM para la detección y mitigación de ataques a las bases de datos es un aporte sustancial para mejorar la seguridad de toda la infraestructura, y es un soporte importante para el cumplimiento de la normativa vigente en el Ecuador.

Referencias

- Abad, W. (2020). Ciberataques: desafíos en el ciberespacio. *Revista de la Academia del Guerra del Ejército Ecuatoriano*, 13(1), 13. <https://doi.org/10.24133/age.n13.2020.11>
- Asamblea Nacional. (26 de mayo del 2021). *Ley Orgánica de Protección de Datos Personales*. Registro Oficial. Quinto Suplemento 459. <https://bit.ly/3AqdT2M>
- Bartolomé, M., y Monteiro Lima, A. (2021). El ciberespacio, durante y después de la pandemia covid-19. *Revista Academia de Guerra del Ejército Ecuatoriano*, 14(1), 67-76. <https://dx.doi.org/10.24133/age.n14.2021.06>
- Cano, J. (2020). Ciberataques. *Revista Sistemas*, (157), 67-74. <https://doi.org/10.29236/sistemas.n157a6>
- Cómbita, J. (2018). *Importancia de la gestión centralizada de registros en un correlacionador de eventos (SIEM) en una organización*. Universidad Piloto de Colombia <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/4676>
- Corte Constitucional del Ecuador. (2020). *Acuerdo Ministerial 025-2019*. <https://bit.ly/3QleWAA>
- González-Granadillo, G., González-Zarzosa, S. & Diaz, R. (2021). Security Information and Event Management (SIEM): Analysis, Trends, and Usage in Critical Infrastructures. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 21(14). <https://doi.org/10.3390/s21144759>
- Hashim, H. (2018). Challenges and Security Vulnerabilities to Impact on Database Systems. *Al-Mustansiriyah Journal of Science*, 29(2), 117-125. <https://doi.org/10.23851/mjs.v29i2.332>
- Jacobs, J., Romanosky, S., Adjerid, I. & Baker, W. (2020). Improving vulnerability remediation through better exploit prediction. *Journal of Cybersecurity*, 6(1), tyaa015. <https://doi.org/10.1093/cybsec/tyaa015>
- Martínez, D., y Tejada, L. (2019). *Manual de bases de datos*. Universidad Abierta para Adultos (UAPA).
- Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información. (2021). *Acuerdo Ministerial 006-2021*. <https://bit.ly/3JWprho>
- Pazmiño, C., y Pazmiño, J. (2018). *Implementación de un Correlacionador de Eventos basado en software libre para la detección de ataques informáticos en la Empresa Eléctrica*. Tesis de titulación de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. [Tesis de Grado, Escuela Superior Politécnica De Chimborazo] <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/8445>
- Vielberth, M., & Pernul, G. (2018). *A Security Information and Event Management Pattern*. Universität Regensburg <http://doi.org/10.5283/epub.41139>

Copyright (2023) © Franklin Edwin Vela



Este texto está protegido bajo una licencia internacional [Creative Commons](#) 4.0.

Usted es libre para Compartir—copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato — y Adaptar el documento — remezclar, transformar y crear a partir del material—para cualquier propósito, incluso para fines comerciales, siempre que cumpla las condiciones de Atribución. Usted debe dar crédito a la obra original de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace de la obra.

[Resumen de licencia](#) – [Texto completo de la licencia](#)

Influencia de la altitud sobre el riesgo de falla del aislamiento de líneas de transmisión de 500 kV considerando el comportamiento estadístico de los sobrevoltajes

Influence of altitude on the risk of insulation failure of 500 kV transmission lines considering the statistical behavior of overvoltages

Fecha de recepción: 2022-11-07 • Fecha de aceptación: 2023-01-05 • Fecha de publicación: 2023-02-10

Verónica Patricia Abril Correa¹

Escuela Politécnica Nacional, Ecuador

veronica_abril15@hotmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-5760-2473>

Juan David Ramírez Guasgua²

Escuela Politécnica Nacional, Ecuador

juan.ramirezd@epn.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-9855-9835>

Miguel Ángel Lucio Castro³

Escuela Politécnica Nacional, Ecuador

miguel.lucio@epn.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-8098-6310>

RESUMEN

Este artículo presenta la evaluación de la influencia de la altitud sobre el nivel del mar y la longitud de la cadena de aisladores en el aislamiento eléctrico de una línea de transmisión de 500 kV. Se

simularon y calcularon los sobrevoltajes de tipo maniobra y de tipo atmosférico o tipo rayo mediante el método de Montecarlo para establecer la probabilidad de falla del aislamiento de una línea de transmisión de alto voltaje.

Se desarrolló una rutina en MATLAB, donde se calcula y grafica la función de densidad de probabilidad del sobrevoltaje $f(U)$ y la probabilidad de descarga del aislamiento $F(U)$ con diferentes casos de estudio (sobrevoltajes tipo maniobra y sobrevoltajes por descargas atmosféricas) y cinco distintos escenarios para sobrevoltajes tipo rayo considerando la aleatoriedad de la naturaleza de las descargas atmosféricas.

Como resultado de las simulaciones se obtienen los valores y las gráficas del riesgo de ruptura del aislamiento para cada uno de los casos de estudio.

PALABRAS CLAVE: cadena de aisladores, sobrevoltajes de maniobra, sobrevoltajes atmosféricos, línea de transmisión, riesgo de falla del aislamiento

ABSTRACT

This paper presents the evaluation of the influence of the altitude and the length of the insulator string on the risk of insulation failure of a 500 kV overhead transmission line. Switching and Lightning impulses were simulated and the overvoltages generated were calculated using the Monte Carlo Method to compute the probability of insulation failure of a high voltage transmission.

A MATLAB routine was developed to compute the density distribution of overvoltages $f(U)$ and the probability of discharge of an insulation $F(U)$; two different study cases (switching impulses and lightning impulses) and five different scenarios for lightning impulses were analyzed considering the random nature of the atmospheric discharges.

The results of the simulations show the values and graphics of the risk of insulation failure in each study cases.

KEYWORDS: insulator string, switching surges, atmospheric surges, transmission line, risk of insulation failure

Introducción

El Ecuador ha vivido una progresión poblacional en la última década derivando al desarrollo del Sistema Eléctrico Ecuatoriano, que contribuye a respaldar el abastecimiento de una demanda creciente que se relaciona con una apropiada dispersión del Sistema Nacional Interconectado (CONELEC, 2013). En este crecimiento se construyeron nuevas líneas de transmisión de energía eléctrica en el nivel de 500 kV para transportar la energía producida por la Central Hidroeléctrica Coca Codo Sinclair (Villalba y Herrera, 2017).

Las líneas de transmisión están sujetas a fenómenos eléctricos transitorios de distinta naturaleza, las de mayor tendencia son: las descargas atmosféricas y los sobrevoltajes por maniobras de operación. Estos fenómenos producen sobrevoltajes que son una de las causas de la salida de funcionamiento de una línea. En el diseño del aislamiento eléctrico de la línea de transmisión se debe estimar la dimensión del sobrevoltaje que puede producirse después de una falla por maniobra o tras una descarga atmosférica (Mier, 2010; Paucar, 2019).

En el diseño del aislamiento de las líneas de transmisión se puede utilizar un enfoque determinístico o un método convencional. Este método se basa en el hecho de que el aislamiento debe ser capaz de asegurar en todo momento la operación confiable de la línea (International Electrotechnical Commission, 2018). En este método se considera la peor situación con el sobrevoltaje más elevado que pueda aparecer en la red, y suele usarse por su rapidez y sencillez, sin embargo, resulta ser más costoso al sobredimensionar el aislamiento y no considera todos los posibles eventos de aparición de sobrevoltajes.

Se debe encontrar un equilibrio entre el costo y la confiabilidad a la hora del diseño de la línea de transmisión. La mejor alternativa considera un método estadístico debido a que permite efectuar un análisis profundo para la estimación del aislamiento ante fallas por maniobra y descargas atmosféricas (Paucar, 2019). Para la valoración del aislamiento utilizando el método estadístico se generan aleatoriamente eventos que consideran la probabilidad de descarga en el aislamiento, donde un voltaje no deseado a lo largo de la línea excede la rigidez dieléctrica del aislamiento y se puede determinar una probabilidad de falla del aislamiento. Al utilizar esta metodología se pueden reducir las dimensiones de la cadena de aisladores disminuyendo los costos sin involucrar la confiabilidad de la línea (Li et al., 2013)

Para este artículo se recopilaron datos reales de la línea de transmisión de 500 kV Coca Codo – El Inga. Se modeló la red eléctrica de la línea de transmisión utilizando el *software* ATP-EMTP (ALTERNATIVE TRANSIENTS PROGRAM). ATP-EMTP es un programa de simulación de transitorios electromagnéticos utilizado ampliamente a nivel mundial en el área de la ingeniería eléctrica y electrónica, debido a que es de acceso gratuito para las aplicaciones de educación e investigación. ATP-EMTP posee la flexibilidad para modelar sistemas eléctricos, por lo tanto, un usuario experimentado puede aplicar el programa a una gran variedad de estudios (European EMTP-ATP Users Group, 2020). Se generaron en este simulador distintos tipos de escenarios para obtener los sobrevoltajes originados por las maniobras y para los sobrevoltajes producidos por

las descargas atmosféricas tipo rayo; en este segundo caso se crearon diferentes escenarios que consideran cuando la descarga se produce en el cable de guarda o en cada una de las tres fases.

Para la generación de los eventos de simulación se utilizó el método de Montecarlo, el cual aleatoriamente define la corriente del rayo, tiempos de rayo y el tiempo de *switcheo*; con estas variables se generaron miles de simulaciones cuyo resultado se procesó mediante la utilización de la aplicación *Easyfit* para obtener histogramas de sobrevoltajes y posteriormente funciones de densidad de sobrevoltaje $f(U)$.

Por otra parte, se generó la función de probabilidad de descarga del aislamiento $F(U)$ mediante el ajuste de una distribución normal que considera la influencia de altitud, se aplicaron los factores de corrección dados por las normas IEC 60071-1 e IEC 60071-2, además se consideró el factor de forma y la longitud de la cadena de aisladores. Una vez obtenidas las dos funciones de probabilidad $f(U)$ y $F(U)$ se realizó el cálculo del riesgo de falla ante diferentes tipos de escenarios por sobrevoltajes de maniobra y sobrevoltajes atmosféricos tipo rayo.

1.1 Coordinación de aislamiento estocástico

Este método está basado en la frecuencia de ocurrencia de una causa dada, se basa en la distribución de probabilidad de sobrevoltajes representativos y la probabilidad de descarga del aislamiento (Soria y Varela, 2015). Se debe considerar que los sobrevoltajes que se generan en un sistema eléctrico tienen un comportamiento estadístico y se caracterizan por funciones de densidad.

La distribución de los sobrevoltajes puede ser determinada por medio de simulaciones o de medidas en el sistema, y así determinar la probabilidad de falla del aislamiento por medio de pruebas, lo que permitirá dimensionar el nivel de aislamiento con el objetivo de que dicho riesgo se encuentre dentro de los límites aceptables (Escobar, 2016). Si se considera la función de densidad de probabilidad de sobrevoltajes $f(U)$ y la función de probabilidad de descarga del aislamiento $F(U)$ se puede determinar el riesgo de falla ante un sobrevoltaje y dimensionar el aislamiento ideal para que la frecuencia de falla no supere los límites establecidos (Escobar, 2016).

De acuerdo con las normas IEC 60071, se proporciona una recomendación del método estadístico (International Electrotechnical Commission, 2004; 2018; 2019) que supone que la forma de onda del voltaje máximo es la misma que la del impulso de conmutación estándar, dejando de lado la relación entre la probabilidad de descarga y la forma de onda. El voltaje de descarga depende de la geometría del aislamiento, parámetros meteorológicos, y la forma de onda (Li et al., 2013).

En general, la probabilidad de descarga del aislamiento puede ser representada por una función de distribución de Gauss con los parámetros básicos de la función de probabilidad de descarga siendo: CFO o voltaje crítico de descarga que corresponde al valor medio de la distribución acumulada gaussiana. La utilización de CFO al aislamiento produce una probabilidad del 50% del sobrevoltaje de disrupción (Ríos, 2019). CFO o $U_{50\%}$ o voltaje de descarga y la desviación estándar σ , son los parámetros de $F(U)$ como se presenta en la Ecuación 1 (Li et al., 2013).

$$F(U) = P(U) = \int_{-\infty}^u \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{\frac{1}{2}\left(\frac{x-U_{50\%}}{\sigma}\right)^2} dx \quad (1)$$

Se puede determinar el valor de $F(U)$ mediante pruebas realizadas en un laboratorio, pero en escases de esos datos la norma IEC 60071-2 propone utilizar los valores $\sigma = 0,03U_{50\%}$ y $\sigma = 0,06U_{50\%}$ para voltajes de tipo rayo y de maniobra respectivamente (Cusco, 2016).

El voltaje de descarga crítico o $U_{50\%}$ depende de la geometría del aislamiento, parámetros meteorológicos, y la forma de onda. La influencia de la geometría no solo está dada por la longitud del espacio, sino además por la configuración del espacio de aire. Para cualquier configuración con una longitud dada se representa al espacio de aire mediante el factor de brecha K , que es la relación entre la polaridad positiva del voltaje del 50% de descarga de la configuración y el de una configuración de plano barra. Para cualquier configuración de espacio real, el factor de brecha exacto solo puede ser medido por experimentos (Li et al., 2013). La expresión del CFO sugerida por CRIEPI expresa la relación entre el voltaje de descarga crítico y el factor de brecha como se presenta en la Ecuación 2 (Li et al., 2013).

$$U_{50\%} = K_a K 1080 \ln(0,46d + 1) \quad (2)$$

Dónde:

$U_{50\%}$: se expresa en kilovoltios

d : se expresa en metros

K : es el factor de brecha $1 \leq K \leq 2$.

K_a : es el factor de corrección de altitud y se puede determinar mediante la Ecuación 3 (International Electrotechnical Commission, 2019).

$$K_a = e^{-\frac{mH}{8500}} \quad (3)$$

Dónde:

H : es la altitud sobre el nivel del mar en metros

m : coeficiente exponencial de corrección

El riesgo se establece como la probabilidad de falla del aislamiento en el sistema, que es la probabilidad de que un voltaje no deseado a lo largo de la línea exceda la rigidez del aislamiento. Un cálculo riguroso del riesgo de falla requiere del cálculo de las funciones $f(U)$ y $F(U)$ (Li et al., 2013). Mediante la función de densidad de probabilidad de sobrevoltajes $f(U)$ y la función de probabilidad de descarga del aislamiento $F(U)$ es posible calcular el riesgo de falla de ruptura

del aislamiento, tal como se observa en la *Figura 1*. Entonces, el riesgo de falla de ruptura del aislamiento R se determina por la suma del total de las probabilidades de falla del aislamiento para todos los sobrevoltajes probables. Esto se evidencia matemáticamente mediante la Ecuación 3 (Li et al., 2013; Paucar, 2019).

$$R = \int_0^{U_t} f(U)F(U)dU \quad (4)$$

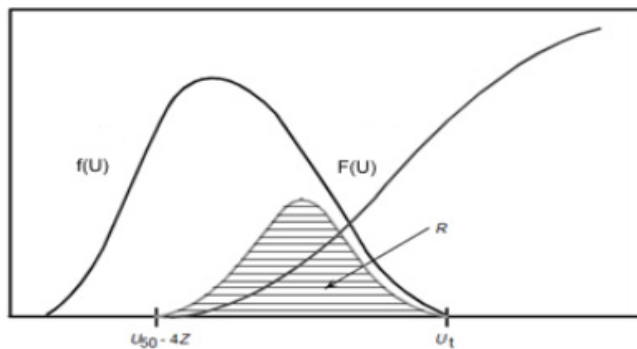
Dónde:

$f(U)$: función de densidad de probabilidad de sobrevoltajes descrita por una función Gaussiana truncada o de Weibull.

$F(U)$: función de probabilidad de descarga del aislamiento.

Figura 1

Evaluación de Riesgo de Falla



Nota. Li et al. (2013).

Metodología

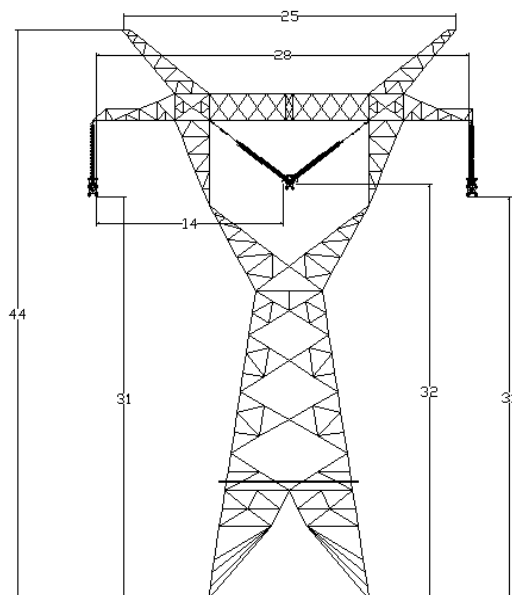
La metodología para la evaluación del aislamiento en la línea de transmisión aplicada en este artículo consta de cinco etapas. La primera comprende la modelación de la red, la segunda, la generación de los diferentes eventos aleatorios; la tercera, la generación de la función de densidad de probabilidad de sobrevoltajes (U); la cuarta abarca la generación de la función de probabilidad de descarga del aislamiento $F(U)$ y la quinta el cálculo del riesgo R.

2.1 Estructura de la línea de transmisión

Se modeló la red eléctrica de la línea de transmisión utilizando el *software* ATP y ATPDraw. La línea de transmisión modelada es de 126 km de longitud con dos circuitos en paralelo, la torre de la línea trifásica está constituida por tres cadenas de aisladores, una en tipo V y dos en tipo I, como se presenta en la *Figura 2*.

Figura 2

Geometría Simplificada de la Torre de Transmisión de la Línea de 500 kV. Medidas en Metros.



Nota. Ramírez et al. (2020).

La línea utiliza un haz de cuatro conductores ACAR 1100 MCM con una separación de 45 cm en el haz por fase y dos hilos de guarda de acero galvanizado. Los conductores tienen una resistencia cc a 20 °C de 0.053 Ω/km para las fases y de 0.05 Ω/km para los cables de guarda. La cadena de aisladores está compuesta por 28 aisladores de suspensión de porcelana de tipo U300BP por norma IEC 60305.

2.2 Modelamiento de la red

Para el modelamiento de todos los elementos correspondientes a la línea de transmisión y el análisis de los sobrevoltajes originados por maniobra se utiliza un modelo paramétrico distribuido de una línea de transmisión tipo JMarti. El modelo de la red para la simulación de sobrevoltajes de maniobra se presenta en la *Figura 3*.

El modelo presentado en la *Figura 3* está compuesto por 4 tramos de la línea de transmisión en modelo Jmartí (LCC1, LCC2, LCC3 y LCC4), tres fuentes de voltaje (V1, V2, V3) de amplitud igual a 408248.29 [Voltios]. Este valor se establece debido a que se modela una red de 500 kV, donde esta amplitud es el voltaje de línea rms y ATP simula el voltaje pico de fase; cada fuente de voltaje está acompañada por un circuito RL y C (1, 2 y 3) que representan el equivalente de Thevenin de cada fase del sistema eléctrico en esa subestación, tres interruptores estadísticos independientes (STAT) sirven para la energización de la línea y están parametrizados por una media de 35 ms y una desviación estándar de 2 ms con una función de distribución uniforme, además de una fuente

de voltaje (V) de misma amplitud que las otras tres fuentes (V1, V2 y V3) la cual simula la red eléctrica en el otro lado de la línea.

Figura 3

Modelamiento de la Red para Sobrevoltajes Tipo Maniobra

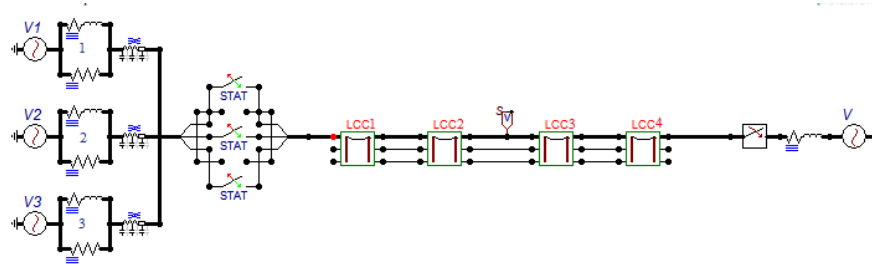
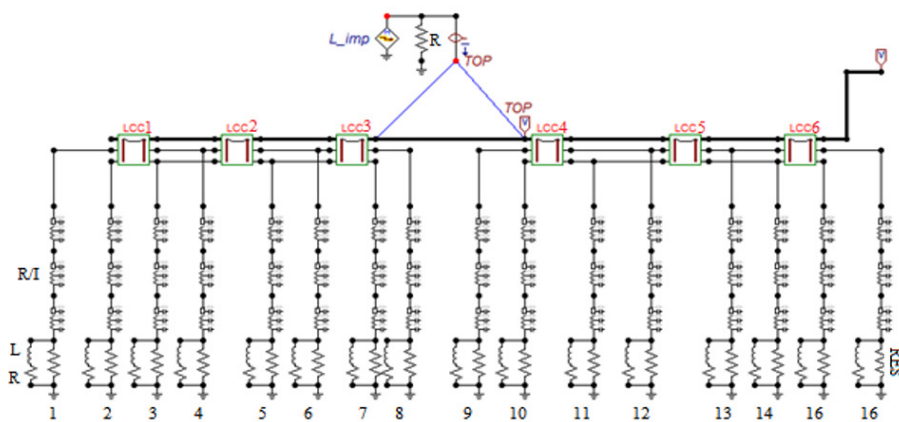


Figura 4

Modelamiento de la Red para Sobrevoltajes Atmosféricos



Para el estudio de los sobrevoltajes de origen atmosférico tipo rayo se realizó el modelo en ATPDraw, en el cual la línea de transmisión fue diseñada por tramos de modelos JMarti (LCC1, 2, 3, 4, 5 y 6) en la *Figura 4*, además se representa la corriente de rayo, tiempo de frente y el tiempo de cola por medio de una fuente de corriente tipo Heidler.

2.3 Generación de eventos aleatorios

Para la generación de eventos aleatorios para los sobrevoltajes de maniobra (ver *Tabla 1*) se emplea el modelo de la *Figura 3*, en el cual se emplean interruptores estadísticos independientes de distribución uniforme a los que se les puede modificar los tiempos de apertura o cierre del interruptor, además de la desviación estándar. Para el cálculo de los sobrevoltajes de tipo maniobra se ejecutan siete mil simulaciones en cada una de las fases. Una vez efectuadas las simulaciones se obtienen los resultados del sistema modelado en un archivo generado por ATP con extensión .LIS. En cada simulación se toma el sobrevoltaje máximo generado en cada una de las fases, obteniendo así los valores máximos originados en el circuito después de una maniobra.

Para el cálculo de sobrevoltajes originados por descargas atmosféricas tipo rayo se ejecutan las simulaciones en el *software* ATPDraw y mediante la herramienta *\$Parameter* de ATPDraw. Se ejecutan diez mil simulaciones que irán cambiando las variables de la fuente de corriente Heidler que son I_f = amplitud de la corriente del rayo, t_f = tiempo de frente de onda de la corriente de rayo y t_c = tiempo de cola de la onda de la corriente de rayo. Estas variables son generadas por el método de Montecarlo utilizando el modelo estructurado en la *Figura 4*.

Para la generación de los números aleatorios de las variables I_f , t_f y t_c se emplea la función de Excel =ALEATORIO (), estas variables se generan con base en una función de distribución uniforme, los números generados aleatoriamente son positivos y negativos para la corriente de rayo, mientras que para los tiempos de frente y cola se toma únicamente el valor absoluto de dichos números.

Una vez efectuada la simulación se obtienen los resultados del sistema modelado generados por el programa en archivos con extensión .PL4; previamente se crean cinco diferentes archivos uno para cada caso de estudio, tres cuando el rayo cae en una de las fases (A, B o C), y dos cuando el impacto se da en los hilos de guarda.

Luego, utilizando el programa MATLAB se escribió un código .m que permite ejecutar el archivo de extensión .PL4 a través de un ejecutable "PI42mat.exe" mediante el comando *dos*, que transforma los resultados generados en ATP a variables de MATLAB con extensión .mat. Los resultados son procesados y posteriormente se calcula y grafica la función de densidad de probabilidad de sobrevoltajes (U).

2.4 Generación de la función $f(U)$ y $F(U)$

Las variables procesadas en las etapas anteriores se ordenan en una hoja de cálculo de Excel en dos grupos, máximos y mínimos, debido a que las descargas atmosféricas pueden ser positivas o negativas; cada grupo tiene tres subgrupos pertenecientes a cada fase A, B, y C con las cuales se crean los histogramas de sobrevoltajes utilizando la herramienta EasyFit. Esta última es un *software* de ajuste automático para distribuciones de probabilidad, cuenta con un amplio número de funciones discretas y continuas que permiten escoger la distribución más ajustable, obteniendo así la función de densidad de probabilidad de sobrevoltajes (U).

Mediante un programa desarrollado en el *software* MATLAB de código .m se genera una función de distribución normal considerando tanto los factores atmosféricos como los factores de forma, consideradas en las ecuaciones (1), (2) y (3).

El programa tiene dos casos que permiten escoger los parámetros a variar, como: la altitud H , la cual varía en un rango de 0 – 4500 metros sobre el nivel del mar en pasos de 500 metros, o la distancia de la cadena de aisladores d , la misma que varía entre los 4 y 7 metros en pasos de 0,50 m, y obtiene así la función de distribución normal del aislamiento $F(U)$ independiente para cada caso de estudio.

Obtenidas las funciones de distribución de probabilidad de sobrevoltajes (U) producidas por descargas atmosféricas o sobrevoltajes tipo maniobra y de la función de probabilidad de descarga del aislamiento $F(U)$ se puede determinar el riesgo de falla del aislamiento R mediante la ecuación (4).

Resultados

En esta sección se presenta la ejecución de la metodología con el objetivo de analizar la influencia de la altitud sobre el riesgo de falla del aislamiento de líneas de transmisión de 500 kV.

3.1 Resultados del caso de estudio de sobrevoltajes de tipo maniobra

Después de simular 7000 energizaciones produciendo sobrevoltajes tipo maniobra, en la *Tabla 2* se presentan los valores del cálculo del riesgo de falla del aislamiento en la fase A, determinada mediante la función $f(U)$ de distribución normal con parámetros estimados de media 688.69 kV y desviación estándar 58.34 kV. En la *Tabla 2* se varía la altitud H de 0 a 4500 metros sobre el nivel del mar en pasos de 500 metros y el coeficiente exponencial de corrección m desde 0,39 a 1 en pasos de 0,05, manteniendo fijo el valor de la longitud de la cadena de aisladores igual a 5.63 metros.

En la *Figura 5(a)* se observa la función de densidad de probabilidad de sobrevoltajes $f(U)$, la *Figura 5(b)* pertenece a la función de probabilidad de descarga del aislamiento $F(U)$ a distintas altitudes H_1 y H_2 , con H_2 mayor a H_1 y en la *Figura 5(c)* se representa el riesgo de falla del aislamiento en la fase A. En la *Figura 5(d)* se puede observar el cruce de las curvas $f(U)$ y $F(U)$ para sobrevoltajes tipo maniobra.

Como observamos en la *Figura 5* a mayor altitud la función de probabilidad de descarga del aislamiento se desplaza a la izquierda (H_2), aumentando el área bajo las dos curvas provocando que el riesgo de falla del aislamiento se eleve. Con el cálculo de R , se observa que a mayor altitud mayor riesgo en la falla del aislamiento.

La *Tabla 2* presenta los valores del cálculo del riesgo en la fase A, determinada mediante la función $f(U)$ de distribución normal con parámetros estimados de media 688.69 kV y desviación estándar 58.34 kV, donde se varía la distancia en la cadena de aisladores d , de 4 a 7 m en pasos de 0,05 m con una altitud H de 0 a 4500 metros sobre el nivel del mar, manteniendo fijo el valor del coeficiente exponencial de corrección m igual a 0,39.

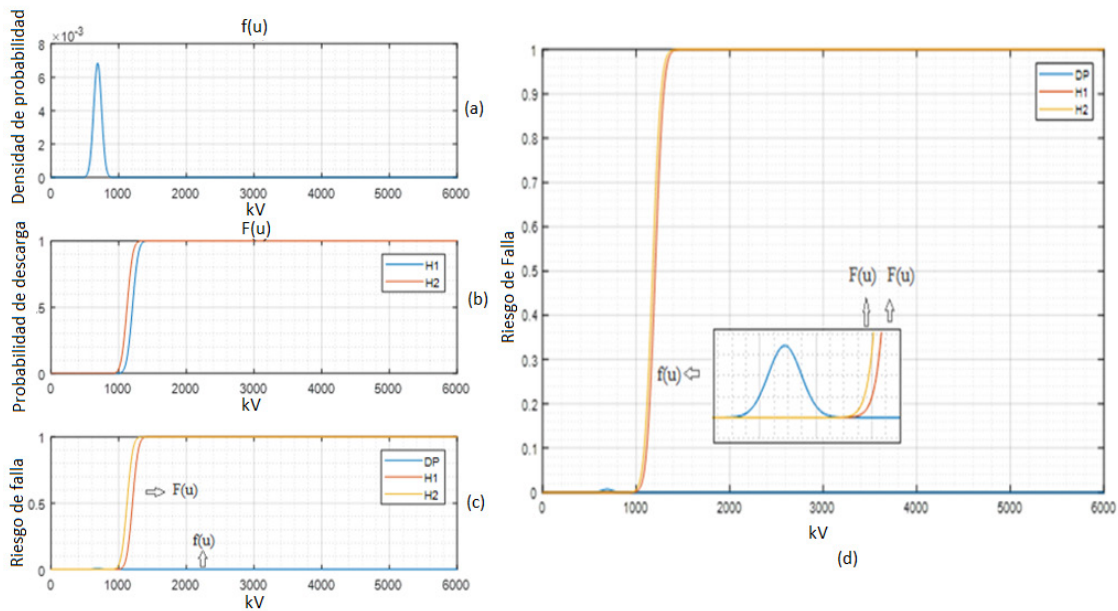
Tabla 1

Riesgos de Falla del Aislamiento por Sobrevoltajes de Maniobra en la Fase A Variando H y m

Factor m	m=0,39	m=0,45	m=0,50	m=0,55	m=0,60	m=0,65	m=0,70	m=0,75	m=0,80	m=0,85	m=0,90	m=0,95	m=1,0
Altitud m s. n. m.	Riesgo	Riesgo	Riesgo	Riesgo	Riesgo	Riesgo	Riesgo	Riesgo	Riesgo	Riesgo	Riesgo	Riesgo	Riesgo
0	2.07E-12	1.85E-12	1.68E-12	1.53E-12	1.39E-12	1.26E-12	1.15E-12	1.04E-12	9.47E-13	8.60E-13	7.81E-13	7.09E-13	6.44E-13
500	1.82E-11	2.26E-11	2.71E-11	3.25E-11	3.89E-11	4.66E-11	5.58E-11	6.67E-11	7.97E-11	9.53E-11	1.14E-10	1.36E-10	1.62E-10
1000	3.96E-11	5.61E-11	7.51E-11	1.01E-10	1.35E-10	1.81E-10	2.43E-10	3.27E-10	4.39E-10	5.91E-10	7.96E-10	1.07E-09	1.09E-09
1500	2.95E-10	5.51E-10	9.22E-10	1.54E-09	2.55E-09	4.21E-09	6.91E-09	1.13E-08	1.83E-08	2.96E-08	4.75E-08	7.58E-08	3.13E-07
2000	6.66E-10	1.43E-09	2.69E-09	5.03E-09	9.37E-09	1.74E-08	3.20E-08	5.87E-08	1.07E-07	1.93E-07	3.46E-07	6.16E-07	1.09E-06
2500	4.21E-09	1.13E-08	2.52E-08	5.55E-08	1.20E-07	2.57E-07	5.38E-07	1.11E-06	2.24E-06	4.46E-06	8.70E-06	1.67E-05	3.13E-05
3000	9.71E-09	2.98E-08	7.46E-08	1.83E-07	4.42E-07	1.04E-06	2.42E-06	5.47E-06	1.21E-05	2.60E-05	5.47E-05	1.12E-04	2.23E-04
3500	5.22E-08	1.90E-07	5.38E-07	1.47E-06	3.89E-06	9.92E-06	2.44E-05	5.78E-05	1.32E-04	2.89E-04	6.09E-04	0.0012	0.0024
4000	1.21E-07	5.00E-07	1.56E-06	4.69E-06	1.35E-05	3.72E-05	9.77E-05	2.45E-04	5.83E-04	0.0013	0.0028	0.0058	0.0112
4500	5.54E-07	2.58E-06	8.70E-06	2.77E-05	8.26E-05	2.32E-04	6.09E-04	0.0015	0.0035	0.0075	0.0152	0.0287	0.0511

Figura 5

Cálculo del Riesgo Variando la Altitud (H2 > H1) con Sobrevoltajes Tipo Maniobra en la Fase A



En la *Figura 6(a)* se presentan las gráficas que corresponden a la función de densidad de probabilidad de sobrevoltajes $f(U)$, en la *Figura 6(b)* la función de probabilidad de descarga del aislamiento $F(U)$ y en la *Figura 6(c)* la sobreposición de las dos curvas. Para una altitud H de 4500 m s. n. m. En la *Figura 6(d)* se observa la sobreposición de las curvas $F(U)$ y $f(U)$, la función de probabilidad de descarga del aislamiento $F(U)$ de la cadena de mayor longitud d_2 presenta un riesgo menor ya que se desplaza a la derecha. Como se observa en la *Tabla 2* el riesgo disminuye a medida que la distancia en la cadena de aisladores aumenta. Los resultados de las fases B y C son similares, pero no se presentan debido a la extensión de este artículo.

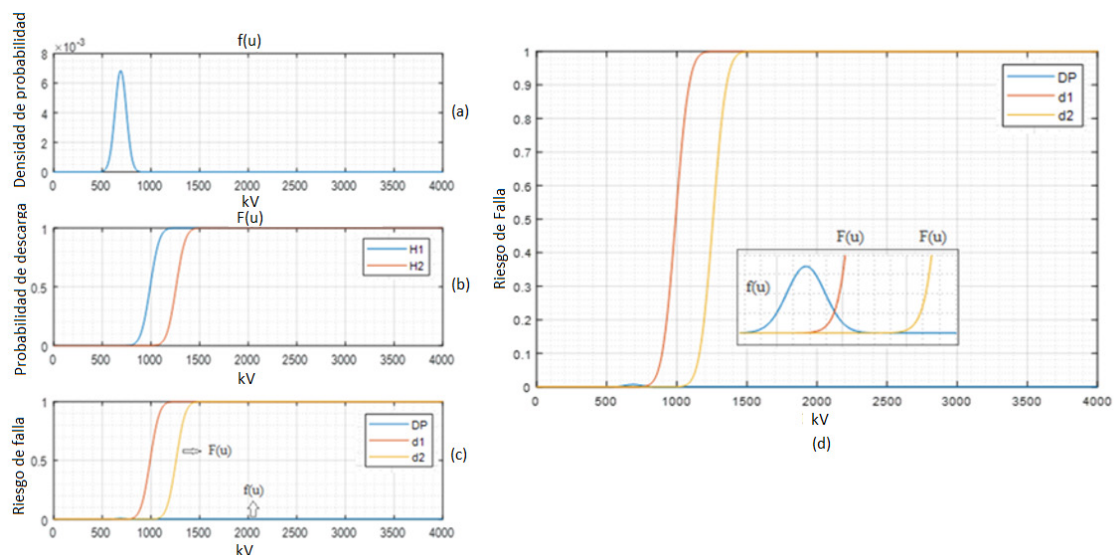
Tabla 2

Riesgos de Falla del Aislamiento por Sobrevoltajes de Maniobra en la Fase A Variando la Longitud de la Cadena de Aisladores

Longitud de la cadena de aisladores	4 metros	4,5 metros	5 metros	5,5 metros	6 metros	7 metros
Altitud m .s. n. m.	Riesgo	Riesgo	Riesgo	Riesgo	Riesgo	Riesgo
0	1.26E-06	1.02E-08	1.10E-09	9.93E-12	4.39E-12	4.41E-12
500	3.50E-06	3.57E-08	3.79E-09	4.11E-11	2.84E-11	8.13E-15
1000	9.37E-06	1.20E-07	1.27E-08	1.65E-10	1.00E-10	3.75E-14
1500	2.41E-05	3.88E-07	4.12E-08	6.43E-10	3.47E-10	1.70E-13
2000	5.98E-05	1.20E-06	1.29E-07	2.42E-09	1.17E-09	7.53E-13
2500	1.42E-04	3.58E-06	3.94E-07	8.83E-09	3.87E-09	3.26E-12
3000	3.25E-04	1.02E-05	1.16E-06	3.10E-08	1.25E-08	1.38E-11
3500	7.11E-04	2.76E-05	3.27E-06	1.05E-07	3.91E-08	5.66E-11
4000	0.0015	7.15E-05	8.90E-06	3.40E-07	1.19E-07	2.26E-10
4500	0.003	1.77E-04	2.33E-05	1.06E-06	3.52E-07	8.74E-10

Figura 6

Cálculo del Riesgo Variando la Longitud de la Cadena de Aisladores ($d_2 > d_1$) con Sobrevoltajes Tipo Maniobra en la Fase A



3.2 Resultados del caso de estudio sobrevoltajes de tipo rayo

La *Tabla 3* presenta los valores del cálculo del riesgo en la fase A, con simulaciones de rayos negativos una función de distribución estimada $f(U)$ Generalized extreme value de parámetros $k= 0.41853$, $\sigma=619.9$, $\mu=884.0$. Se varía la altitud H de 0 a 4500 metros sobre el nivel del mar en pasos de 500 metros y el coeficiente exponencial de corrección m desde 0,39 a 1 en pasos de 0,05 metros, manteniendo fijo el valor de la distancia de la cadena de aisladores igual a 5.63 metros.

Tabla 3

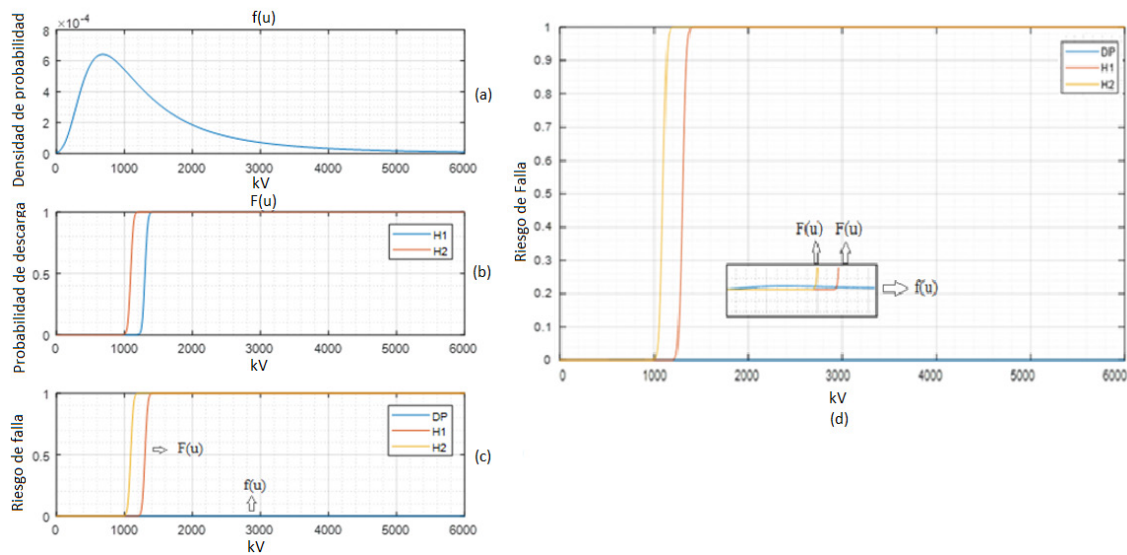
Riesgos de Falla del Aislamiento por Sobrevoltajes Negativos Tipo Rayo en la Fase A Variando H y m

Factor m	$m=0,39$	$m=0,45$	$m=0,50$	$m=0,55$	$m=0,60$	$m=0,65$	$m=0,70$	$m=0,75$	$m=0,80$	$m=0,85$	$m=0,90$	$m=0,95$	$m=1,0$
Altitud m s. n. m .	Riesgo	Riesgo	Riesgo	Riesgo	Riesgo	Riesgo	Riesgo	Riesgo	Riesgo	Riesgo	Riesgo	Riesgo	Riesgo
0	0.3668	0.3668	0.3668	0.3668	0.3668	0.3668	0.3668	0.3668	0.3668	0.3668	0.3668	0.3668	0.3668
500	0.3785	0.3803	0.3818	0.3833	0.3849	0.3864	0.3879	0.3894	0.3909	0.3925	0.3940	0.3955	0.3970
1000	0.3903	0.3940	0.3970	0.4001	0.4032	0.4062	0.4093	0.4124	0.4155	0.4186	0.4217	0.4248	0.4280
1500	0.4023	0.4078	0.4124	0.4171	0.4218	0.4264	0.4311	0.4358	0.4405	0.4453	0.4500	0.4548	0.4595
2000	0.4143	0.4217	0.4280	0.4342	0.4405	0.4468	0.4531	0.4595	0.4658	0.4722	0.4786	0.4849	0.4913
2500	0.4264	0.4358	0.4280	0.4516	0.4595	0.4674	0.4754	0.4834	0.4914	0.4993	0.5073	0.5153	0.5233
3000	0.4386	0.4500	0.4595	0.4690	0.4786	0.4881	0.4977	0.5073	0.5169	0.5265	0.5361	0.5456	0.5551
3500	0.4510	0.4643	0.4754	0.4866	0.4977	0.5089	0.5201	0.5313	0.5424	0.5536	0.5646	0.5757	0.5866
4000	0.4633	0.4786	0.4913	0.5041	0.5169	0.5297	0.5424	0.5551	0.5678	0.5804	0.5928	0.6052	0.6175
4500	0.4757	0.4930	0.5073	0.5217	0.5361	0.5504	0.5646	0.5788	0.5929	0.6068	0.6205	0.6341	0.6475

En la *Figura 7(a)* se presenta la función de densidad de probabilidad de sobrevoltajes $f(U)$, en la *Figura 7(b)* la función de probabilidad de descarga del aislamiento $F(U)$ y en la *Figura 7(c)* la sobreposición de ambas curvas que como resultado el riesgo de falla para sobrevoltajes de origen atmosférico tipo rayo donde se varían las altitudes $H1$ y $H2$, con $H2$ mayor a $H1$. En la *Figura 7(d)* se puede observar el cruce de las curvas $f(U)$ y $F(U)$ para sobrevoltajes tipo rayo negativos en la fase A.

Figura 7

Cálculo del Riesgo Variando la altitud ($H2 > H1$) con Sobrevoltajes Tipo Rayo Negativos en la Fase A



La *Tabla 4* presenta los valores del cálculo del riesgo en la fase A, determinada mediante la función $f(U)$ Generalized extreme value de parámetros $k= 0.41853$, $\sigma=619.9$, $\mu=884.0$, donde se varía la distancia en la cadena de aisladores d , de 4 a 7 m en pasos de 0,05 m con una altitud H de 0 a 4500 metros sobre el nivel del mar, manteniendo fijo el valor del coeficiente exponencial de corrección m igual a 1.

Tabla 4

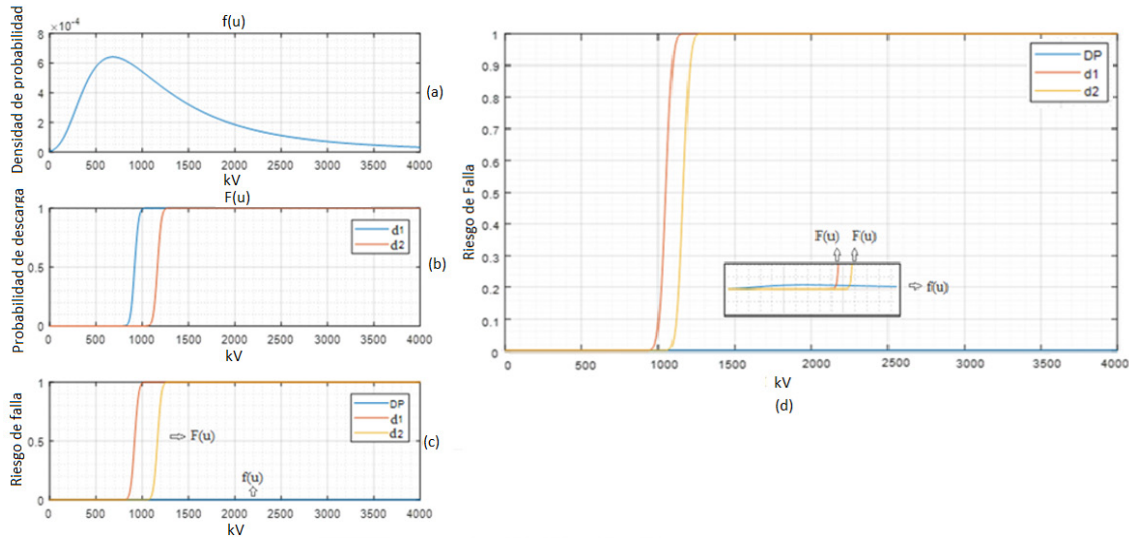
Riesgos de Falla del Aislamiento por Sobrevoltajes Negativos Tipo rayo en la Fase A Variando la Longitud de la Cadena de Aisladores

Longitud de la cadena de aisladores	4 metros	4,5 metros	5 metros	5,5 metros	6 metros	7 metros
Altitud	Riesgo	Riesgo	Riesgo	Riesgo	Riesgo	Riesgo
m s. n. m.						
0	0.4368	0.3981	0.3651	0.3367	0.3122	0.2718
500	0.4492	0.4103	0.3772	0.3485	0.3237	0.2827
1000	0.4617	0.4227	0.3893	0.3604	0.3353	0.2937
1500	0.4742	0.4351	0.4015	0.3724	0.3470	0.3049
2000	0.4866	0.4475	0.4138	0.3845	0.3589	0.3163
2500	0.4991	0.4600	0.4262	0.3967	0.3709	0.3278
3000	0.5115	0.4724	0.4386	0.4089	0.3830	0.3394
3500	0.5238	0.4849	0.4510	0.4213	0.3951	0.3512
4000	0.5361	0.4973	0.4635	0.4337	0.4074	0.3631
4500	0.5483	0.5097	0.4759	0.4461	0.4197	0.3751

En la *Figura 8(a)* se presenta la función de densidad de probabilidad de sobrevoltajes $f(U)$, en la *Figura 8(b)* la función de probabilidad de descarga del aislamiento $F(U)$ y en la *Figura 8(c)* la sobreposición de ambas curvas que dan como resultado el riesgo de falla para sobrevoltajes de origen atmosférico tipo rayo donde se varía la longitud de la cadena de aisladores con d_2 mayor a d_1 , para una altitud H de 4500 m s. n. m. En la *Figura 8(d)* se puede observar el cruce de las curvas $f(U)$ y $F(U)$ para sobrevoltajes tipo rayo en la fase A. Los resultados en las fases B y C así como los resultados de los casos con sobrevoltajes positivos siguen las mismas tendencias, pero por la extensión del artículo no se presentan.

Figura 8

Cálculo del Riesgo Variando la Longitud de la Cadena de Aisladores ($d_2 > d_1$) con Sobrevoltajes Tipo Rayo Negativos en la Fase A



Nota: elaborado por los autores.

La *Tabla 5* presenta los valores del cálculo del riesgo de falla ante un impacto de un rayo en el hilo de guarda 1 HG1, con simulaciones de rayos negativos determinados mediante la función $f(U)$ estimada con la función de distribución Lognormal de parámetros $\sigma=0.73844$, $\mu=7.1985$. Se varía la altitud H de 0 a 4500 metros sobre el nivel del mar en pasos de 500 metros y el coeficiente exponencial de corrección m desde 0,39 a 1 en pasos de 0,05 metros, manteniendo fijo el valor de la distancia de la cadena de aisladores igual a 5.63 metros.

Tabla 5

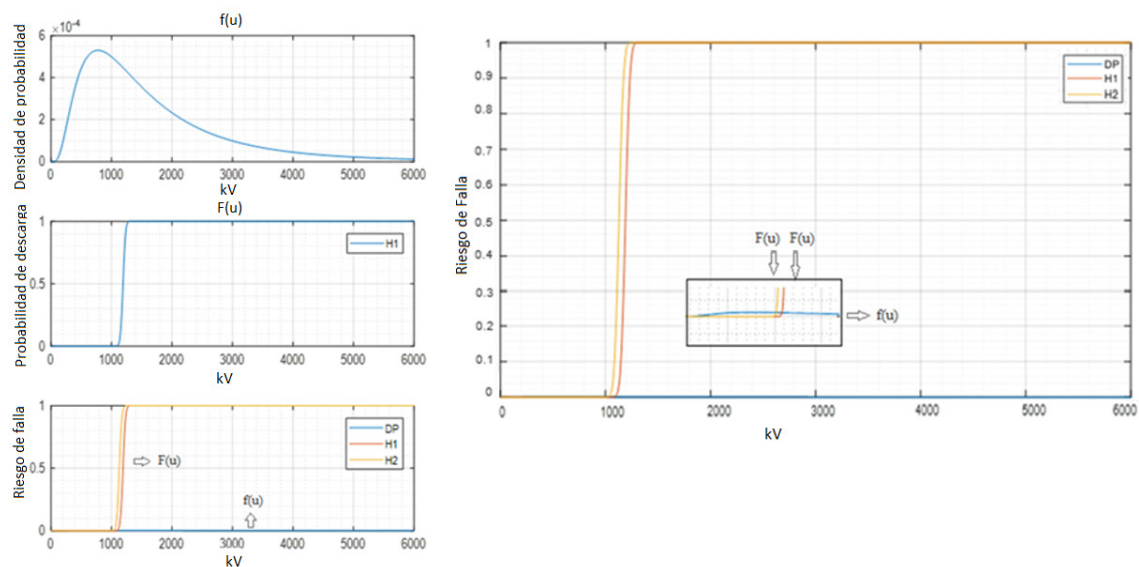
Riesgos de Falla del aislamiento por Sobrevoltajes Negativos Tipo Rayo en el Hilo de Guarda HG1 Variando la Altitud H y el factor m

Factor m	m=0,39	m=0,45	m=0,50	m=0,55	m=0,60	m=0,65	m=0,70	m=0,75	m=0,80	m=0,85	m=0,90	m=0,95	m=1,0
Altitud m s. n. m.	Riesgo	Riesgo	Riesgo	Riesgo	Riesgo	Riesgo	Riesgo	Riesgo	Riesgo	Riesgo	Riesgo	Riesgo	Riesgo
0	0.4621	0.4621	0.4621	0.4621	0.4621	0.4621	0.4621	0.4621	0.4621	0.4621	0.4621	0.4621	0.4621
500	0.4745	0.4764	0.4780	0.4796	0.4812	0.4828	0.4844	0.4860	0.4876	0.4891	0.4907	0.4923	0.4939
1000	0.4869	0.4907	0.4939	0.4971	0.5002	0.5034	0.5066	0.5097	0.5129	0.5161	0.5192	0.5224	0.5255
1500	0.4993	0.5050	0.5098	0.5145	0.5192	0.5240	0.5287	0.5334	0.5381	0.5428	0.5475	0.5522	0.5569
2000	0.5116	0.5192	0.5255	0.5318	0.5381	0.5444	0.5507	0.5569	0.5631	0.5693	0.5755	0.5816	0.5878
2500	0.524	0.5334	0.5413	0.5491	0.5569	0.5647	0.5724	0.5801	0.5878	0.5954	0.6030	0.6105	0.6180
3000	0.5363	0.5475	0.5569	0.5662	0.5755	0.5847	0.5939	0.6030	0.6120	0.6209	0.6298	0.6386	0.6473
3500	0.5485	0.5616	0.5724	0.5832	0.5939	0.6045	0.6150	0.6254	0.6357	0.6459	0.6560	0.6659	0.6757
4000	0.5606	0.5755	0.5878	0.5999	0.6120	0.6239	0.6357	0.6473	0.6588	0.6701	0.6812	0.6922	0.7029
4500	0.5727	0.5893	0.6030	0.6165	0.6298	0.6430	0.6560	0.6687	0.6812	0.6935	0.7056	0.7174	0.7289

La *Figura 9* presenta las gráficas obtenidas $f(U)$, $F(U)$ y la multiplicación de ambas curvas que produce resultado el riesgo de falla para sobrevoltajes negativos tipo rayo donde se varía H, con H2 mayor a H1. En la *Figura 9* se puede observar el cruce de las curvas $f(U)$ y $F(U)$ para sobrevoltajes tipo rayo por caída de un rayo en el Hilo de Guarda HG1.

Figura 9

Cálculo del Riesgo Variando la Altitud (H2 > H1) con Sobrevoltajes Tipo Rayo Negativos en el Hilo de Guarda HG1



La *Tabla 6* presenta los valores del cálculo del riesgo de falla ante un impacto de un rayo en el hilo de guarda 1 HG1, con simulaciones de rayos negativos determinados mediante la función $f(U)$ estimada con la función de distribución Lognormal de parámetros $\sigma=0.73844$, $\mu=7.1985$. Se varía la distancia en la cadena de aisladores d , de 4 a 7 m en pasos de 0,05 m con una altitud H de 0 a 4500 metros sobre el nivel del mar, manteniendo fijo el valor del coeficiente exponencial de corrección m igual a 1.

Tabla 6

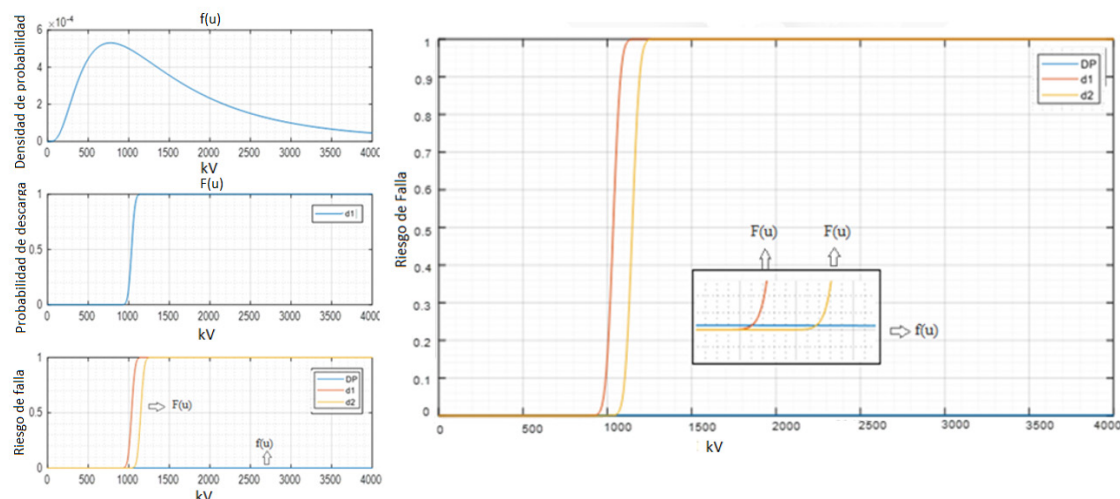
Riesgos de Falla del Aislamiento por Sobrevoltajes Negativos Tipo Rayo en el Hilo de Guarda HG1 Variando d

Longitud de la cadena de aisladores	4 metros	4,5 metros	5 metros	5,5 metros	6 metros	7 metros
Altitud m s. n. m.	Riesgo	Riesgo	Riesgo	Riesgo	Riesgo	Riesgo
0	0.5228	0.4846	0.4510	0.4214	0.3951	0.3505
500	0.5348	0.4968	0.4634	0.4338	0.4075	0.3627
1000	0.5467	0.5090	0.4757	0.4462	0.4199	0.3749
1500	0.5585	0.5211	0.4880	0.4585	0.4322	0.3872
2000	0.5702	0.5331	0.5002	0.4709	0.4446	0.3995
2500	0.5817	0.5450	0.5124	0.4832	0.4570	0.4119
3000	0.5931	0.5569	0.5245	0.4954	0.4693	0.4242
3500	0.6044	0.5686	0.5365	0.5076	0.4816	0.4366
4000	0.6155	0.5801	0.5484	0.5197	0.4939	0.4490
4500	0.6265	0.5916	0.5602	0.5318	0.5061	0.4614

La *Figura 10* presenta las gráficas obtenidas $f(U)$, $F(U)$ y la multiplicación de ambas curvas que como resultado el riesgo de falla para sobrevoltajes negativos tipo rayo donde se varía la longitud de la cadena de aisladores d , con d_2 mayor a d_1 , para una altitud H de 4500 m.s.n.m. En la *Figura 10* se puede observar el cruce de las curvas $f(U)$ y $F(U)$ para sobrevoltajes tipo rayo en el Hilo de Guarda HG1.

Figura 10

Cálculo del Riesgo Variando la Longitud de la Cadena de Aisladores ($d_2 > d_1$) con Sobrevoltajes Tipo Rayo Negativos el Hilo de Guarda HG1



3.2 Discusión

En general, para los dos tipos de sobrevoltajes simulados en el presente estudio se puede observar lo siguiente:

La altitud tiene un papel fundamental en la influencia del riesgo de ruptura del aislamiento, en las *Tablas 1 a 6* se puede apreciar que a mayor altitud el riesgo de falla del aislamiento se incrementa, principalmente debido a que la curva de la función de probabilidad de descarga del aislamiento $F(U)$ se desplaza a la izquierda como se puede apreciar en las *Figuras 5, 7 y 9*.

La longitud de la cadena de aisladores tiene una alta influencia en el riesgo de ruptura de aislamiento, mientras mayor sea la longitud en la cadena menor es el riesgo como se presenta en las *Tablas 2, 4 y 6* y esto se debe a que el CFO es afectado directamente con la longitud de la cadena de aisladores y la curva de la función de probabilidad de descarga del aislamiento $F(U)$ se desplaza a la derecha para una longitud mayor de la cadena, como se puede apreciar en las *Figuras 6, 8 y 10*.

El riesgo de falla del aislamiento es mayor cuando los sobrevoltajes son de origen atmosférico tipo rayo como se presenta en las *Tablas 3 a 6*, mientras que el riesgo es menor al ser ocasionados por sobrevoltajes tipo maniobra, lo que significa que la cadena de aisladores tiene una buena rigidez dieléctrica para el caso de sobrevoltaje de maniobra.

Conclusiones

Los resultados indican que la altitud es importante en el cálculo de la influencia sobre el riesgo de falla del aislamiento a través de la deducción de la función de densidad de probabilidad de

sobrevoltajes $f(U)$ y la función de probabilidad de descarga del aislamiento $F(U)$; se comprobó que a mayor altitud existe un mayor riesgo de falla del aislamiento, es decir el riesgo crece proporcionalmente con la altitud.

De las simulaciones estocásticas realizadas en el *software* ATP los resultados obtenidos permiten afirmar que la longitud en la cadena de aisladores debe considerarse en la coordinación del aislamiento debido que produce una disminución en la tasa de riesgo, es decir mientras mayor es el tamaño de la cadena menor es el riesgo de falla de ruptura del aislamiento.

El coeficiente exponencial de corrección m tiene un significado importante en la influencia sobre el riesgo de falla del aislamiento, un valor más alto del coeficiente exponencial incrementa la tasa de riesgo de fallo, y por ello resulta determinante estimarlo de manera correcta para cada tipo de sobrevoltaje. Esto se puede apreciar en las *Tablas 1, 3, y 5*.

El método descrito en este artículo es adaptable para el desarrollo de la evaluación del aislamiento para todo tipo de línea de transmisión; con la simulación estocástica es posible cuantificar el riesgo de falla del aislamiento lo que lo convierte en una opción ideal para el diseño de una línea de transmisión analizando diversos escenarios de aparición de sobrevoltajes.

Mediante los resultados obtenidos se determina que el riesgo de falla del aislamiento es mayor cuando los sobrevoltajes son producidos por descargas atmosféricas tipo rayo para el caso de estudio.

Referencias

- CONELEC, P. (2013). *Expansión del Sistema Eléctrico Ecuatoriano. Volumen III. Plan maestro de electrificación 2013–2022*. Ministerio de Electricidad y Energía Renovable.
- Cusco, M. (2016). *Estudio de la influencia de la altitud en el nivel aislamiento eléctrico de líneas de 138 kV y 230 kV debido a la reducción de la presión atmosférica* [Tesis de Ingeniería, Escuela Politécnica Nacional] <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/14813>
- Escobar, B. (2016). Coordinación de aislamiento en forma determinística, ante descargas atmosféricas en subestaciones aisladas en SF6. Aplicación: patio de 230 kV de la subestación Sopladora. *Jornadas de Ingeniería Eléctrica y Electrónica (FIEE)*. <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/17190>
- European EMTP-ATP Users Group. (2020). *About ATP*. <https://www.eeug.org/index.php/about-eeug/about-atp>
- International Electrotechnical Commission. (2004). *IEC TR 60071-4:2004 Insulation co-ordination - Part 4: Computational guide to insulation co-ordination and modelling of electrical networks*. <https://webstore.iec.ch/publication/581>
- International Electrotechnical Commission (2018). *IEC 60071-2:2018 Insulation co-ordination - Part 2: Application guidelines*. <https://webstore.iec.ch/publication/27072>
- International Electrotechnical Commission (2019). *IEC 60071-1:2019 Insulation co-ordination - Part 1: Definitions, principles and rules*. <https://webstore.iec.ch/publication/59657>
- Li, Y., He, J., Yuan, J., Li, C., Hu, J. & Zeng, R. (2013). Failure risk of UHV AC transmission line considering the statistical characteristics of switching overvoltage waveshape. *IEEE Transactions on Power Delivery*, 28(3), 1731–1739. <https://doi.org/10.1109/TPWRD.2013.2252238>
- Mier, V. (2010). *Determinación de sobrevoltajes temporales y en maniobras en el anillo de 230 kV del SIN* [Tesis de Ingeniería, Escuela Politécnica Nacional] <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/2243>
- Paucar, K. (2019). *Evaluación del aislamiento de una línea de transmisión de 500 kV ante descargas atmosféricas utilizando un método estadístico* [Tesis de Ingeniería, Escuela Politécnica Nacional] <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/19970>
- Ramírez, J., Cabezas, K., Jiménez, P., Canelos, R. & Escobar, B. (2020). Cálculo de la distribución de voltajes en las cadenas de aisladores de una línea de transmisión de 500 kV utilizando el método de los elementos finitos. *Enfoque UTE*, 11(3), 1–14. <https://doi.org/10.29019/enfoque.v11n3.619>

Ríos, J. (2019). *Coordinación de aislamiento para la línea a 500 kV, doble circuito, de la interconexión Ecuador-Perú por sobrevoltaje de maniobra* [Tesis de Ingeniería, Escuela Politécnica Nacional] <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/20329>

Soria, C., y Varela, W. (2015). *Evaluación de la coordinación de aislamiento de la subestación El Inga 500 kV usando el software Alternative Transients Program* [Tesis de Ingeniería, Escuela Politécnica Nacional] <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/11088>

Villalba, D., y Herrera, M. (2017). *Resumen Ejecutivo Evaluación de los Proyectos Hidroeléctricos Coca Codo Sinclair y Sopladora*. Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo.

Copyright (2023) © Verónica Patricia Abril Correa, Juan David Ramírez Guasgua y Miguel Ángel Lucio Castro



Este texto está protegido bajo una licencia internacional [Creative Commons](#) 4.0.

Usted es libre para Compartir—copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato — y Adaptar el documento — remezclar, transformar y crear a partir del material—para cualquier propósito, incluso para fines comerciales, siempre que cumpla las condiciones de Atribución. Usted debe dar crédito a la obra original de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios.

Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace de la obra.

[Resumen de licencia](#) – [Texto completo de la licencia](#)



Aplicación AGI-PHP en centrales telefónicas vozIP interactivas Elastix para consulta de información de estudiantes

AGI-PHP application in Elastix interactive VoIP telephone exchanges for consultation of student information

Fecha de recepción: 2022-08-19 • Fecha de aceptación: 2023-01-03 • Fecha de publicación: 2023-02-10

Victor Alfonso Cusco Vinueza
Universidad Técnica de Cotopaxi, Ecuador
victor.cusco7756@utc.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-2373-2995>

RESUMEN

El presente estudio consiste en el diseño e implementación de un sistema IVR, utilizando Elastix implementado en la Dirección de Tecnologías de Información y Comunicación para los estudiantes de la Universidad Técnica de Ambato. Para el desarrollo de este proyecto se utilizan herramientas de software libre como Elastix, MySQL, PHP; mismas que permiten mediante la programación de un script generado en PHP que se puedan realizar consultas y acceder a una base de datos para obtener la información deseada por los estudiantes. También se usó la librería php-agi, la cual posee varias funciones que son muy útiles a la hora de utilizar PHP como lenguaje de programación en el servidor Elastix. El proyecto de investigación permite que los estudiantes mediante una llamada puedan acceder a su información personal dentro de la universidad, ingresando su número de cédula, además de información relacionada a la parte académica.

PALABRAS CLAVE: Elastix, MySQL, php-agi, base de datos, telecomunicación, información sobre comunicación

ABSTRACT

The present study consists of the design and implementation of an IVR system implemented in Elastix in the Department of Information and Communication Technologies for the students of the Technical University of Ambato. For the development of this project free software tools such as Elastix, MySQL, PHP are used; same that allow by programming a script generated in PHP to make queries and access a database to obtain the information desired by the students. The php-agi library was also used, which has several functions that are very useful when using PHP as a programming language on the Elastix server. The research project allows students through a call to access their personal information within the university, entering their ID number, as well as information related to the academic part.

KEYWORDS: Elastix, MySQL, php-agi, database, telecommunication, communication information

Introducción

Las tecnologías avanzan a una velocidad muy acelerada y cambian constantemente, se puede evidenciar el cambio que están teniendo actualmente los sistemas analógicos a sistemas digitales, tomando como tema particular las centrales telefónicas y una de las tecnologías emergentes como Voz sobre IP, sobre la cual se pueden adaptar todos los servicios de las centrales telefónicas analógicas (Gómez e Iza, 2015, pág. 11).

El siguiente estudio de investigación es una de muchas soluciones dirigida a los usuarios de una institución comercial o educativa que permite consultar información de sus movimientos, en este caso consulta de información personal y académica de un estudiante, de una forma ágil, rápida y sencilla con una llamada telefónica y usando un campo clave para identificarse que será la cédula de identidad (Pineda et al., 2011, pág. 2).

De acuerdo a investigaciones realizadas, se denota que hay una notable ventaja al utilizar como campo de autenticación la cédula del estudiante, al momento de realizar una consulta (Pineda et al., 2011, pág. 15).

Cuando un estudiante realice una llamada a la central telefónica este escuchará un menú y tendrá que ingresar su identificador, de acuerdo a lo que presione se pueden dar varios casos, los cuales se explican en casos del sistema.

Esta es una solución a muy bajo costo para la universidad, ya que en su mayoría para realizar la implementación se utiliza *software* libre. Para la implementación de esta solución como central telefónica interactiva de Voz sobre IP en Elastix, se utiliza la opción Interfaz de Enlace de Asterisk (AGI) de Asterisk que trabaja juntamente con el lenguaje PHP; también se usa una librería de PHP “php-agi” que maneja todas las opciones de Asterisk que pueden ser usadas en el lenguaje de programación PHP y para almacenar los datos se utiliza el motor de base de datos MySQL.

Metodología

Para el desarrollo del proyecto se utilizaron los siguientes materiales y métodos explicados en los apartados que se detallan a continuación.

2.1 Materiales

Elastix permite crear la central telefónica interactiva de VozIP, el usuario podrá interactuar con la operadora para realizar consultas de información acerca de los servicios de consulta que ofrece la universidad (Sanmartín, 2014, pág. 50).

MySQL es el sistema de gestión empleado para almacenar los datos de los estudiantes, la información está almacenada en una base de datos con la opción de poder acceder a ella en cualquier momento de una forma rápida y eficiente (Naranjo y Coronel, 2018, pág. 17).

Asimismo, PHP es el lenguaje de código abierto usado para modificar el *script*, para realizar cualquier tipo de consultas y acceder a una base de datos para obtener la información solicitada (Boada y Tituaña, 2012, pág. 5).

Mediante la herramienta de SQL Server Microsoft Integration Services que es una plataforma para la creación de soluciones empresariales de transformación e integración de datos, se realiza el proceso ETL (Extracción Transformación y Carga) para obtener información de la base de datos en SQL Server y especificar las vistas que se pasarán a la base de datos MySQL del servidor Elastix (Contero, 2012, pág. 66).

2.2 Métodos

2.2.1 Investigación de campo

El presente proyecto es de investigación y desarrollo, para el efecto se realizará una investigación de campo, esto es el estudio sistemático de los hechos en el lugar en que se producen los acontecimientos. En esta modalidad se da el contacto en forma directa con la realidad, para tener información de acuerdo con los objetivos de la investigación.

2.2.2 Información de los estudiantes a difundirse mediante la consulta telefónica interactiva con AGI-PHP

La base de datos utamatico en el servidor Elastix consiste en 5 vistas, como:

- vt_correo
- vt_fechastrmatricula
- vt_historial
- vt_matriculas
- vt_problemas

Utilizando la base de datos utamatico se realizará la programación de las diferentes consultas mediante AGI – PHP y empleando el servidor Elastix el lenguaje de programación PHP y MySQL.

La información definida para realizar las consultas telefónicas, está descrita en diferentes secciones que se muestran a continuación:

- Consultar correo institucional: el estudiante lo obtiene, dado que es proporcionado por la Universidad.
- Horario de matrículas: es la fecha en que el estudiante deberá ingresar al sistema de matrículas por créditos y matricularse.

- **Historial académico:** es la información académica del estudiante referente a los créditos que tiene en su carrera.
- **Legalización de matrícula:** es la información del estudiante, para que pueda saber si su matrícula está legalizada correctamente o tiene algún problema.
- **Revisar problemas:** el estudiante obtiene información de algún problema que se haya presentado, dentro del sistema de matrículas por créditos.

2.2.3 Tipo de seguridad que se aplicará en la autenticación para el acceso a la información

El cifrado es una de las principales medidas que se deben adoptar en una infraestructura VozIP. El uso de Internet Protocol Security (IPsec) proporciona servicios de seguridad para el tráfico IP, lo que permite configurar un canal IP seguro, los servicios proporcionados por IPsec, se basan en dos subprotocolos: un subprotocolo de Authentication Header (AH) y un combinado de cifrado con el subprotocolo de autenticación Encapsulating Security Payload (Toscano, 2012, pág. 58).

Los teléfonos VozIP pueden cifrar el audio con el protocolo Secure Real-Time Transport Protocol (SRTP) que es una réplica del (RTP), pero ofrece confidencialidad, autenticación de mensajes y protección, evitando los ataques de interceptación e inserción de audio entre otros y no afecta a la QoS, porque es evidente que el canal de señalización también debe ir completamente cifrado.

Se debe utilizar VLAN, para priorizar y proteger el tráfico VozIP, separándolo en canales lógicos de las redes de datos. Con esto se protege y se limita el acceso a la red VozIP, sobre todo desde el exterior, limitar los volúmenes de datos y ráfagas de paquetes, en puntos estratégicos de la red, para evitar gran cantidad de ataques (DoS) (Calderón, 2015, pág. 51), (Biggs, 2007, pág. 10).

2.2.4 Compatibilidad del software y equipos para la implementación del sistema telefónico.

- **Hardware:** el sistema telefónico cuenta con un servidor de pruebas. En este caso se utiliza una computadora con las siguientes características, como se muestra en la *Tabla 1*:

Tabla 1

Características Computadora

Procesador	Intel® Pentium® CPU2960 @ 2.20 GHz
Tarjeta de red	10/100 Mbps
RAM	6 GB
Disco duro	320 GB

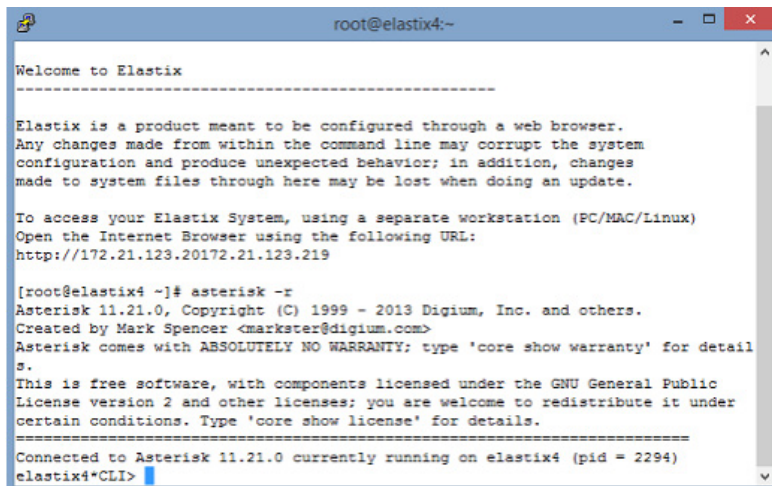
- *Software*: para el desarrollo del proyecto se utilizan herramientas de *software* como:
 - Servidor Elastix 4.
 - Sistema de gestión de bases de datos: MySQL.
 - Paquete de desarrollo: PHP-AGI.
 - Sistema operativo: CentOS 7.
 - Aplicación Softphone: Zoiper.

2.2.5. Configuración Elastix y AGI –PHP

Ingresando a la consola del servidor Elastix con el usuario *root*, nos aparece el URL que debemos digitar en el navegador para ingresar a la consola web, ahí se indica la dirección IP del servidor (<http://172.21.123.20>), tal como se muestra en la *Figura 1*:

Figura 1

Consola Servidor Elastix



```

root@elastix4~
Welcome to Elastix
-----
Elastix is a product meant to be configured through a web browser.
Any changes made from within the command line may corrupt the system
configuration and produce unexpected behavior; in addition, changes
made to system files through here may be lost when doing an update.

To access your Elastix System, using a separate workstation (PC/MAC/Linux)
Open the Internet Browser using the following URL:
http://172.21.123.20172.21.123.219

[root@elastix4 ~]# asterisk -r
Asterisk 11.21.0, Copyright (C) 1999 - 2013 Digium, Inc. and others.
Created by Mark Spencer <markster@digium.com>
Asterisk comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY; type 'core show warranty' for detail
s.
This is free software, with components licensed under the GNU General Public
License version 2 and other licenses; you are welcome to redistribute it under
certain conditions. Type 'core show license' for details.
-----
Connected to Asterisk 11.21.0 currently running on elastix4 (pid = 2294)
elastix4*CLI>
  
```

La central telefónica se configuró con la extensión “1800”, que funciona como ruta de entrada y que contesta la llamada (Gómez, 2011, pág. 111). Por su parte, Elastix 4 presenta distintos protocolos para extensiones como; SIP, AIX2, Dandhi Device o un tipo personalizado, para esta investigación se utiliza el protocolo SIP (Ramírez y Noboa, 2011, pág. 12).

2.2.6 Descripción general del programa

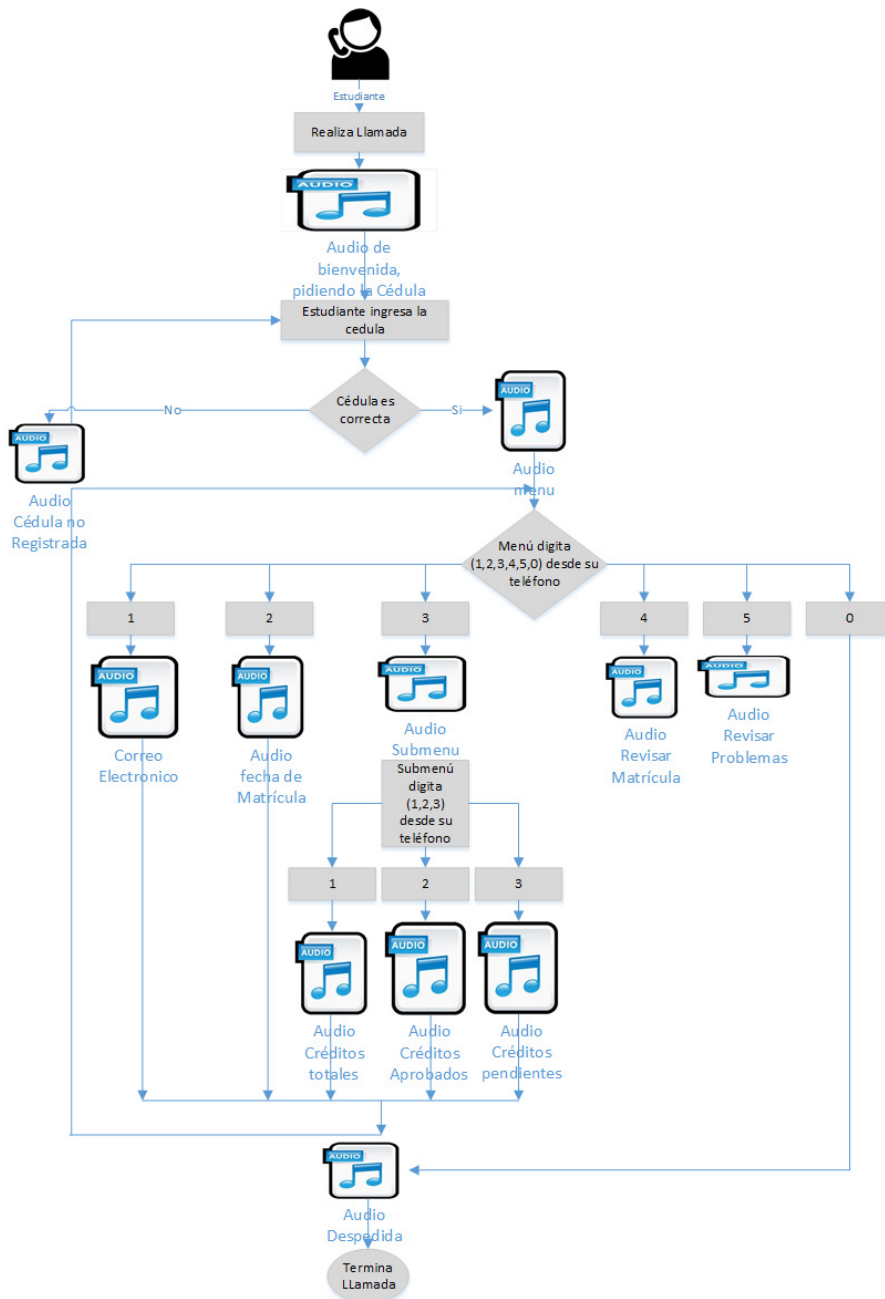
La central telefónica recibe una llamada, si la extensión marcada es “1800” el archivo `extensions_custom.conf` invoca al código “`proyecto.php`”, donde se almacena al programa principal y se ejecuta el código. La central telefónica contesta la llamada y se le indica al estudiante que ingrese su número de cédula o si quiere salir del sistema que digite “0”. El sistema espera que el estudiante

ingrese la cédula, captura el número ingresado y ejecuta una consulta a la base de datos para verificar si el estudiante está registrado en la base de datos de la universidad (ver *Figura 2*).

Una vez que la base de datos retorna los datos del estudiante, se reproducen grabaciones que le indican al estudiante las diferentes opciones de consultas; por cada consulta se reproduce una grabación indicándole la respectiva opción. Si el usuario desea salir del sistema puede digitar “0” y con esto se reproduce un mensaje de despedida y se termina la llamada (Gómez, 2011).

Figura 2

Diseño Lógico de una Llamada a la Central Telefónica Voz IP



2.2.7 Casos del sistema

Cuando llega una llamada a la central telefónica, se pueden producir tres diferentes casos:

- El estudiante no digita ningún número: la central telefónica esperará 7 segundos para que el estudiante ingrese su cédula, caso contrario se vuelve a reproducir la grabación inicial pidiéndole al estudiante su número de cédula.
- El estudiante ingresa una cédula no registrada en la base de datos: el sistema hará la consulta a la base de datos, pero al no estar registrada su cédula se reproduce una grabación que indica al estudiante que no se encuentra registrado en el sistema. Luego se reproduce la grabación inicial.
- El estudiante ingresa su cédula que sí se encuentra registrada en la base de datos: mediante una grabación, la central telefónica indica al estudiante las opciones que tiene para consultar. Luego de realizar una consulta se reproduce la grabación inicial.

2.2.8 Plan de marcado

En el plan de marcado, se configura el número con el que los estudiantes podrán llamar a la central telefónica y realizar sus respectivas consultas (Cisco Asterisk TelefoníaIP, 2015).

Esta configuración se la realiza en el archivo `extensions_custom.conf` que se muestra a continuación en la *Figura 3*:

Figura 3

Configuración Archivo proyecto.php.

Archivo `extensions_custom.conf`:

```

1 [from-internal-custom]
2 exten => 1234,1,Playback(demo-congrats) ; extensions can dial 1234
3 exten => 1234,2,Hangup()
4 exten => h,1,Hangup()
5 include => proyecto
6 ;Configuración del número de extensión y llamada al archivo proyecto.php
7 [proyecto]
8 exten => 1800,1,AGI(proyecto.php)
9 exten => 1800,2,Festival(${correo})

```

2.2.9 Código fuente

A continuación, en la *Figura 4* se muestra el código fuente realizado en el lenguaje de programación PHP, el archivo es `proyecto.php` y está ubicado en la ruta `/var/lib/asterisk/agi-bin`.

Figura 4

Código Fuente

```
#!/usr/bin/php -q
<?php
set_time_limit(30) ;
error_reporting(E_ALL) ;
require ('phpagi.php') ;
ob_implicit_flush(true) ;
error_reporting(E_ALL) ;

//Crear conexion para MySQL
$conn = mysql_connect('localhost','root','utafisei')
or die(mysql_error());
//Selección de la Base de Datos
mysql_select_db('utamatico',$conn) or die(mysql_error());
//Declaración del AGI
$agi = new AGI();
$agi->answer();
//Audio de Bienvenida
$agi->exec(Playback,"Saludo");
//Audio pidiendo ingreso de la Cédula
$result = $agi->get_data("Cedula",7000,10);
$nummarcado = $result['result'];
do{
//Consulta SQL para saber obtener la Cédula y correo del
//Estudiante
$sql="SELECT * FROM vt_correo WHERE CEDULA='$nummarcado'";
//Verificamos si la Cédula ingresado se encontro en la
//Base de Datos
if($r1['CEDULA']==$nummarcado)
{
//Tomamos la opción digitada por el Estudiante
$opcion_menu = $agi->get_data("Menu",7000,1);
$opcion_menu = $opcion_menu['result'];
//Verificamos que opción es y la procesamos
switch ($opcion_menu) {
//Opción que permite consultar el número de créditos aprobados
//por del Estudiante
default:
echo "opcion por defecto";
}
//Opción que permite consultar si la Matricula del Estudiante esta
//legalizada
case '4':
try{
$sql1="SELECT OBSERVACION FROM vt_matriculas
WHERE CEDULA='$nummarcado'";
$res1=mysql_query($sql1,$conn) or die('ERROR SQL');
$r2=mysql_fetch_array($res1);
$observacion = $r2['OBSERVACION'];
}
break;
//Salir del sistema
case '0':
$agi->exec(Playback, "Despedida");
$agi->hangup();
break;
//opcion por defecto
default:
echo "Si no hay opción se despide";
$agi->exec(Playback, "Despedida");
$agi->hangup();
//break;
}
}
//Si no existe la cedula digitada en la BD se reproduce una grabacion
//Grabacion de que no esta registrado el estudiante con esa cedula
else if($nummarcado < 10)
{
//Audio Cédula no mal digitada
$agi->exec(Playback,"CedulaMal");
}else{
//Audio Cédula no Resitrada
$agi->exec(Playback,"CedulaNoRegistrada");
}
```

```

        $agi->hangup();
        //break;
    }
}
//Si no existe la cedula digitada en la BD se reproduce una grabacion
//Grabacion de que no esta registrado el estudiante con esa cedula
else if($nummarcado < 10)
{
    //Audio Cédula no mal digitada
    $agi->exec(Playback, "CedulaMal");
} else {
    //Audio Cédula no Resitrada
    $agi->exec(Playback, "CedulaNoRegistrada");
    //Audio pidiendo ingreso de la Cédula nuevamente si la cedula no estuvo
    registrada
    $result = $agi->get_data("Cedula",7000,10);
    $nummarcado = $result['result'];
}
}
}while($nummarcado!='0');
//Audio de Despedida
$agi->exec(Playback, "Despedida");

//Termina la Llamada
$agi->hangup();

//Cerramos la conexion con la Base de Datos MySQL
mysql_close($conn);
?>

```

2.2.10 Funciones sobre la base de datos

- mysql_connect ('direccionBD', 'usuario', 'clave'): función que permite realizar una conexión a la base de datos.
- mysql_select_db('utamatico',\$conn): función que selecciona la base de datos con la que se va a trabajar:
- \$res=mysql_query(\$sql,\$conn): función que ejecuta una petición.
- \$r1=mysql_fetch_array(\$res): función que devuelve un arreglo de claves de cada una de las columnas de la base de datos la petición ejecutada, para poder utilizar cada uno de los campos de la consulta según el requerimiento.

2.2.11 Funciones del plan de marcado

- error_reporting(E_ALL): crea un log con todos los errores ocurridos durante la ejecución del código.
- \$agi = new AGI(): crea una nueva instancia de la clase agi.
- require ('phpagi.php'): permite que las funciones en la librería phpagi sean usadas en el código principal.
- \$agi->answer(): contesta la llamada.
- \$agi->exec(Playback,"ArchivodeAudio"): reproduce una grabación.

- `$agi->get_data("ArchivodeAudio", tiempoEspera,MaxDigitos)`: captura la extensión marcada luego de reproducirse un archivo de audio dentro de un tiempo de espera, el tercer parámetro indica la cantidad máxima de dígitos que se pueden ingresar.
- `$agi->say_number($Numero)`: reproduce en audio el número que se le ha enviado.
- `agi->hangup()`: termina la llamada.

2.2.12 Descripción de archivos de audio

Los archivos de audio fueron grabados con un *software* para realizar grabaciones de audio, estos archivos para poder utilizarlos en la central telefónica deben estar en formato .GSM, por lo que todos los archivos de audio utilizados tienen ese formato para que se los pueda utilizar de la mejor manera. Los archivos de audio deben ser almacenados en la ruta `/var/lib/asterisk/sounds`, a continuación, se muestran los archivos de audio grabados (Vaca, 2021, pág. 53):

- Saludo
- Cédula
- Cedulaario
- Menu
- SuCorreoEs
- SuFechaDeMatricula
- Historial
- UstedTiene
- CreditosTotales
- CreditosAprobados
- CreditosPendientes
- SuMatriculaEsta
- CedulaNoRegistrada
- ConsultarNuevamente
- NoExistenDatos
- Despedida

Otros archivos de audio que se emplean en este proyecto vienen pregrabados en Asterisk, y los utiliza la librería `"phpagi.php"` junto con la función `"text-to-sound"` para reproducir texto a audio.

Resultados

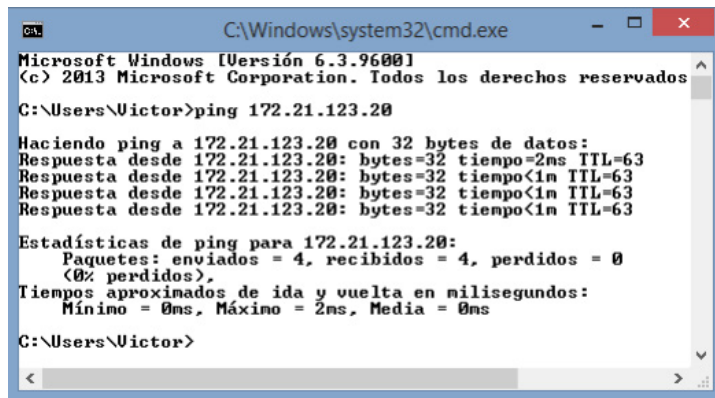
Las pruebas de funcionalidad fueron realizadas por medio del aplicativo Softphone Zoiper, para lo cual se debe iniciar el servidor Elastix para verificar en la consola CLI cuando el proceso del Softphone se registre. La aplicación “Festival” es la encargada de transformar el texto creado y almacenado de la base de datos en audio.

Para verificar el funcionamiento de la central telefónica VozIP se han realizado varias pruebas, las mismas que se describen a continuación:

3.1 Prueba de comunicación con el servidor Elastix 4

Figura 5

Conexión con el Servidor Elastix



```
C:\Windows\system32\cmd.exe
Microsoft Windows [Versión 6.3.9600]
(c) 2013 Microsoft Corporation. Todos los derechos reservados
C:\Users\Victor>ping 172.21.123.20

Haciendo ping a 172.21.123.20 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 172.21.123.20: bytes=32 tiempo=2ms TTL=63
Respuesta desde 172.21.123.20: bytes=32 tiempo<1m TTL=63
Respuesta desde 172.21.123.20: bytes=32 tiempo<1m TTL=63
Respuesta desde 172.21.123.20: bytes=32 tiempo<1m TTL=63

Estadísticas de ping para 172.21.123.20:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
              (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 0ms, Máximo = 2ms, Media = 0ms

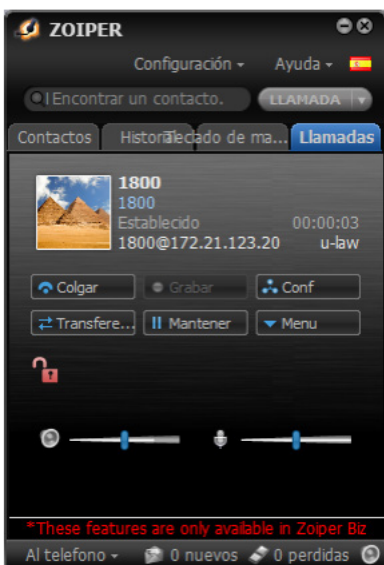
C:\Users\Victor>
```

Como se muestra en la *Figura 5*, realizando un *ping* a la dirección IP “172.21.123.20”, se puede verificar que sí hay comunicación y el servidor está en funcionamiento.

En la siguiente *Figura 6* se observa la prueba de una llamada a la central telefónica Elastix.

Figura 6

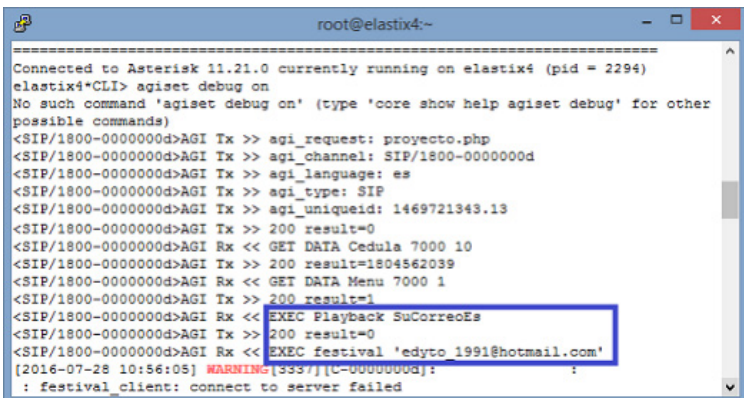
Llamada a la Extensión “1800”



Mientras que en la *Figura 7* se puede ver la prueba consulta de correo electrónico del usuario.

Figura 7

Consulta de Correo Electrónico



Se puede observar la llamada realizada: el número de cédula marcado es “1804562039”, la grabación “SuCorreoEs” que es parte de la consulta y el correo electrónico del usuario edyto_1991@hotmail.com, que es transformado de texto a voz por Festival.

En la *Figura 8* se puede observar la llamada realizada: el número de cédula marcado es “1804562039”, la grabación “SuFechaDeMatricula” que es parte de la

consulta y la fecha de matrícula del usuario “2015-10-10 08:00:00”, que es transformado de texto a voz por Festival.

Figura 8

Consultar Fecha de Matrícula

```

root@elastix4:~
<SIP/1800-0000000d>AGI Rx << EXEC festival 'edyto_1991@hotmail.com'
[2016-07-28 10:56:05] WARNING[3337][C-0000000d]:
: festival_client: connect to server failed
<SIP/1800-0000000d>AGI Tx >> 200 result=-1
<SIP/1800-0000000d>AGI Rx << VERBOSE "edyto_1991@hotmail.com" 1
<SIP/1800-0000000d>AGI Tx >> 200 result=1
<SIP/1800-0000000d>AGI Rx << GET DATA Menu 7000 1
<SIP/1800-0000000d>AGI Tx >> 200 result=2
<SIP/1800-0000000d>AGI Rx << EXEC Playback SuFechaDeMatricula
<SIP/1800-0000000d>AGI Tx >> 200 result=0
<SIP/1800-0000000d>AGI Rx << EXEC festival '2015-10-10 08:00:00'
[2016-07-28 10:56:10] WARNING[3337][C-0000000d]:
: festival_client: connect to server failed
<SIP/1800-0000000d>AGI Tx >> 200 result=-1
<SIP/1800-0000000d>AGI Rx << VERBOSE "fechaOK: 2015-10-10 08:00:00" 1
    
```

En la siguiente opción se pueden realizar tres consultas adicionales, las mismas que se muestran a continuación:

Figura 9

Consultar Número de Créditos Aprobados

```

root@elastix4:~
<SIP/1800-0000000d>AGI Rx << GET DATA Menu 7000 1
<SIP/1800-0000000d>AGI Tx >> 200 result=3
<SIP/1800-0000000d>AGI Rx << GET DATA Historial 7000 1
<SIP/1800-0000000d>AGI Tx >> 200 result=1
<SIP/1800-0000000d>AGI Rx << EXEC Playback Creditos
<SIP/1800-0000000d>AGI Tx >> 200 result=0
<SIP/1800-0000000d>AGI Rx << EXEC festival '200'
[2016-07-28 10:56:17] WARNING[3337][C-0000000d]:
: festival_client: connect to server failed
<SIP/1800-0000000d>AGI Tx >> 200 result=-1
<SIP/1800-0000000d>AGI Rx << EXEC Playback CreditosAprobados
<SIP/1800-0000000d>AGI Tx >> 200 result=0
<SIP/1800-0000000d>AGI Rx << VERBOSE "creditosaprobadosOK: 200" 1
<SIP/1800-0000000d>AGI Tx >> 200 result=1
<SIP/1800-0000000d>AGI Rx << EXEC Playback SuMatriculaEsta
    
```

En la Figura 9 se puede observar la llamada realizada: el número de cédula marcado es “1804562039”, la grabación “CreditosAprobados” que es parte de la consulta y el número de créditos aprobados por el usuario “200”, que es transformado de texto a voz por Festival.

En la Figura 10 se puede observar la llamada realizada: el número de cédula marcado es “1804562039”, la grabación “CreditosTotales” que es parte de la consulta y el número total de créditos del usuario “247”, que es transformado de texto a voz por Festival.

Figura 10

Consultar Número total de Créditos


```

root@elastix4:~
<SIP/1800-0000000d>AGI Tx >> 200 result=1
<SIP/1800-0000000d>AGI Rx << GET DATA Menu 7000 1
<SIP/1800-0000000d>AGI Tx >> 200 result=3
<SIP/1800-0000000d>AGI Rx << GET DATA Historial 7000 1
<SIP/1800-0000000d>AGI Tx >> 200 result=2
<SIP/1800-0000000d>AGI Rx << EXEC Playback Creditos
<SIP/1800-0000000d>AGI Tx >> 200 result=0
<SIP/1800-0000000d>AGI Rx << EXEC festival '247'
[2016-07-28 10:56:29] WARNING:[3337][C-0000000d]:
: festival_client: connect to server failed
<SIP/1800-0000000d>AGI Tx >> 200 result=-1
<SIP/1800-0000000d>AGI Rx << EXEC Playback CreditosTotales
<SIP/1800-0000000d>AGI Tx >> 200 result=0
<SIP/1800-0000000d>AGI Rx << VERBOSE "creditosmallaOK: 247" 1
<SIP/1800-0000000d>AGI Tx >> 200 result=1
    
```

En la *Figura 11* se puede observar la llamada realizada: el número de cédula marcado es “1804562039”, la grabación “SuFechaDeMatricula” que es parte de la consulta y la fecha de matrícula del usuario “2015-10-10 08:00:00”, que es transformado de texto a voz por Festival.

En la siguiente opción se puede realizar tres consultas adicionales, las mismas que se muestran a continuación: Prueba: consulta de número de créditos aprobados.

Figura 11

Consultar Fecha de Matrícula

```

root@elastix4:~
<SIP/1800-0000000d>AGI Rx << EXEC festival 'edyto_1991@hotmail.com'
[2016-07-28 10:56:05] WARNING:[3337][C-0000000d]:
: festival_client: connect to server failed
<SIP/1800-0000000d>AGI Tx >> 200 result=-1
<SIP/1800-0000000d>AGI Rx << VERBOSE "edyto_1991@hotmail.com" 1
<SIP/1800-0000000d>AGI Tx >> 200 result=1
<SIP/1800-0000000d>AGI Rx << GET DATA Menu 7000 1
<SIP/1800-0000000d>AGI Tx >> 200 result=2
<SIP/1800-0000000d>AGI Rx << EXEC Playback SuFechaDeMatricula
<SIP/1800-0000000d>AGI Tx >> 200 result=0
<SIP/1800-0000000d>AGI Rx << EXEC festival '2015-10-10 08:00:00'
[2016-07-28 10:56:10] WARNING:[3337][C-0000000d]:
: festival_client: connect to server failed
<SIP/1800-0000000d>AGI Tx >> 200 result=-1
<SIP/1800-0000000d>AGI Rx << VERBOSE "fechaOK: 2015-10-10 08:00:00" 1
    
```

3.2 Discusión de resultados

Los resultados obtenidos mediante el desarrollo de esta investigación han permitido entender el correcto funcionamiento del servidor Elastix y juntamente con la herramienta Zoiper que permite realizar consultas de información.

El funcionamiento del servidor y las configuraciones realizadas son de vital importancia para obtener un funcionamiento óptimo del Softphone, estas consultas se realizan apuntando al servidor Elastix que es la central telefónica por tanto se pueden visualizar dichas pruebas y su funcionamiento correcto en la herramienta CLI del servidor en donde se puede visualizar que por cada consulta realizada se ejecuta un *script* mismo que fue realizado utilizando el lenguaje de programación PHP.

Conclusiones

Realizando un análisis de los sistemas utilizados por la DITIC, se determinó la información que cumpla los requerimientos necesarios para la realización de las consultas telefónicas.

Con el presente proyecto se puede evidenciar como las tecnologías IVR se están destacando en el mercado, debido a la facilidad de consulta y optimización que brinda el intercambio de información, reduciendo costos de operación y mantenimiento, además se ha logrado que exista una facilidad de uso y una respuesta inmediata para el usuario.

El protocolo SIP es el más usado en el mercado, está estandarizado por la IETF y es ampliamente implementado por todos los fabricantes de equipos y *software*. Utilizando herramientas de *software* se pueden implementar métodos y protocolos de seguridad, que sirvan para brindar seguridad y protección de los datos en el sistema de consulta, además se pueden construir sistemas confiables y de buen rendimiento; la utilización de Elastix brinda un buen desempeño y fácil manejo de la central telefónica.

Con la ayuda de la librería AGI-PHP desarrollada bajo PHP se pudo establecer una mejor interacción entre el script desarrollado bajo AGI y una comunicación satisfactoria con la base de datos MySQL, todo en el servidor Elastix.

Referencias

- Biggs, P. (2007). *The status of voice over internet protocol (VoIP) worldwide*, 2006. ITU
- Boada, B., y Tituaña, A. (2012). *Desarrollo de una aplicación de business intelligence (BI) para la empresa Empa-plast* [Tesis de Grado, Escuela Politécnica del Ejército]. <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/5819>
- Calderón, C. (2015). *Implementación de protocolos de seguridad para la red VoIP del hospital Isidro Ayora de Loja* [Tesis de Grado, Universidad Nacional de Loja] <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/11708>.
- Cisco Asterisk Telefonía IP. (25 de enero de 2015). *Implementación de un IVR (interactive voice response) utilizando MySQL Y PHPAGI*. <http://ciscoasterisktelefonaiip.blogspot.com/2015/01/implementacion-de-un-ivr-interactive.html>
- Contero, B. (2012). *Estudio y diseño de una red de datos y voIP en la empresa RINTECO CIA. LTDA. usando open source y construcción de IVRs de Asterisk para mejoramiento en calidad de atención al cliente* [Tesis de Grado, Escuela Politécnica Nacional] <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/4972>.
- Gómez, E., e Iza, G. (2010). *Implementación de un IVR (Interactive Voice Response) utilizando un VoiceXML Browser* [Tesis de Grado, Escuela Superior Politécnica del Litoral] <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/11606>
- Gómez, A. (2011). *Telefonía IP basada en Software Libre para mejorar las comunicaciones de voz en Maint Cía. Ltda.* [Tesis de Grado, Universidad Técnica de Ambato]. <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/443>
- Naranjo, C., y Coronel, J. (2018). *Análisis, diseño y configuración de un sistema IVR (interactive voice response) basado en centrales telefónicas telesynergy para redes de servicio al cliente en el sector bancario del Ecuador* [Tesis de Grado, Escuela Politécnica Nacional] <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/1106>
- Pineda, S., Aguirre, Á., y Astudillo, G. (2011). *Diseño e Implementación de un Sistema Telefónico Interactivo que Permita Realizar Consultas de Calificaciones para la Academia CISCO – ESPOL. Artículos de Tesis de Grado – FIEC* <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/17046>
- Ramírez, E., y Noboa, F. (2011). *Implementación de un IVR para Atención Telefónica a Estudiantes en la Carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales de la*
- Sanmartín, J. (2014). *Implementación de un centro de llamadas de atención al cliente en SOLINFO TECH Soluciones Informáticas IT* [Tesis de Grado, Universidad Técnica de Ambato] <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/8508>
- Universidad de Guayaquil [Tesis de Grado, Universidad de Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/re-dug/19819>

Toscano, A. (2012). *Análisis, diseño y desarrollo de un sistema IVR (Interactive Voice Response) para el módulo de ventas: estado de petición de una nueva solicitud de servicio para la Corporación Nacional de Telecomunicaciones E.P.* [Tesis de Grado, Escuela Politécnica del Ejército]. <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/5185>.

Vaca, A. (2021). *RobotCall mediante Asterisk para notificación del proceso de prácticas preprofesionales en la facultad de Ingenierías de la Universidad Ecotec* [Tesis de Grado, Universidad Ecotec] <https://repositorio.ecotec.edu.ec/handle/123456789/266>

Copyright (2023) © Victor Alfonso Cusco Vinueza



Este texto está protegido bajo una licencia internacional [Creative Commons](#) 4.0.

Usted es libre para Compartir—copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato — y Adaptar el documento — remezclar, transformar y crear a partir del material—para cualquier propósito, incluso para fines comerciales, siempre que cumpla las condiciones de Atribución. Usted debe dar crédito a la obra original de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios.

Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace de la obra.

[Resumen de licencia](#) – [Texto completo de la licencia](#)



Inteligencia colectiva en la generación, implementación y desarrollo del cogobierno en las universidades del Ecuador

Collective intelligence in the generation, implementation and development of the co-government in the universities of Ecuador

Fecha de recepción: 2022-09-12 • Fecha de aceptación: 2023-01-03 • Fecha de publicación: 2023-02-10

Fabián Lizardo Caicedo Goyes

Universidad Técnica Luis Vargas Torres, Ecuador

fabiancaicedogoyes@hotmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-5572-6309>

RESUMEN

El presente artículo académico tiene como finalidad exponer un marco teórico tipo propuesta para la construcción y generación de un modelo de gobernanza colaborativa para las universidades en el Ecuador a través del desarrollo de un software, que permita automatizar el proceso de cogobierno balanceando las asimetrías de poder entre quienes conforman el grupo de actores relevantes dentro de las universidades. Con ello mejora la calidad (eficiencia y eficacia) en el proceso de planificación a través de la aplicación de inteligencia colectiva y optimizar la gestión institucional para alcanzar mejoras sustanciales en el cumplimiento de lo planificado, teniendo en cuenta el seguimiento y evaluación continua.

PALABRAS CLAVE: método de evaluación, gobernanza colaborativa, dirección a través de objetivos, método de planificación

ABSTRACT

The purpose of this academic article is to present a proposed theoretical framework for the construction and generation of a collaborative governance model for universities in Ecuador through the development of software that allows automating the co-governance process, balancing power asymmetries. among those who make up the group of relevant actors within the universities, thereby improving the quality (efficiency and effectiveness) in the planning process through the application of collective intelligence and optimizing institutional management to achieve substantial improvements in compliance with what is planned, taking into account continuous monitoring and evaluation.

KEYWORDS: evaluation approach, collaborative governance, management by objectives, planning approach

Introducción

La Ley Orgánica de Educación Superior y la Constitución de la República del Ecuador concede la debida potestad y derecho a las universidades de implementar un mecanismo de cogobierno que garantice una autonomía responsable, cogobierno efectivo, igualdad de oportunidades, calidad, pertinencia, integralidad, autodeterminación para la producción del pensamiento y conocimiento, así como también la gestión administrativa, investigativa y vinculante (Asamblea Nacional República del Ecuador, 2008). En función a ello, se pretende aplicar un modelo de gobernanza colectiva conformada de dos partes; la primera, basada en el método Delphi (proceso donde convergen una serie de personas considerados expertos, con el fin de obtener un consenso frente a una temática o problemática en común) para la generación de los elementos de la planificación institucional; la segunda, conformada por la gestión por resultado como mecanismo de gestión del cumplimiento de los elementos de la planificación institucional antes generado.

Para concluir la pretensión de este artículo, es necesario determinar el alcance de los elementos de planificación institucional, los cuales son: misión, visión, políticas, objetivos, estrategias, presupuesto, finanzas, programas, proyectos, procesos. Teniendo en cuenta la gestión por resultado, seguimiento y evaluación.

1.1 Cogobierno

Se conoce como cogobierno a la forma de gobernanza participativa en igualdad de oportunidades, con imparcialidad y con objetivos comunes, que permita más democracia de gestión y colaboración, orientados al consenso y deliberación; buscando diseñar o implementar políticas públicas y establecer leyes y reglas para la provisión de bienes públicos (Ansell & Gash, 2008).

En el proceso colaborativo, resaltan los siguientes elementos fundamentales:

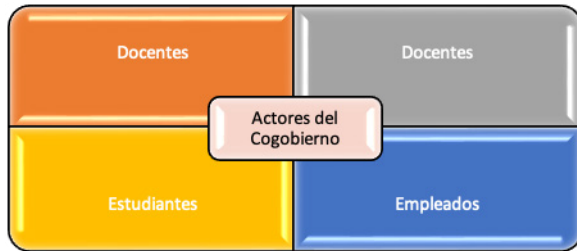
- Construcción de confianza.
- Compromiso por parte de los actores involucrados.
- Entendimiento compartido: definición de problemas conjuntos, misión, y valores.
- Resultados intermedios: victorias tempranas, plan estratégico e investigación conjunta.

1.1.1 Actores del cogobierno

El cogobierno incorpora mecanismos de planificación, gestión, control o seguimiento y evaluación permanente, por lo tanto y para nuestro objetivo resulta primordial implementar dichos instrumentos en nuestro modelo dentro de las universidades del Ecuador (Echeverría, 2011) (ver *Figura 1*).

Figura 1

Actores del Cogobierno

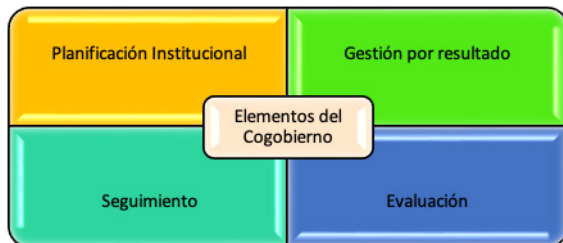


1.1.2 Elementos del cogobierno

El cogobierno incorpora mecanismos de planificación, gestión, control o seguimiento y evaluación permanente (ver *Figura 2*), lo cual genera un buen desempeño y mejoras sustanciales (Universidad de Chile, 2014).

Figura 2

Elementos del Cogobierno



1.2 Inteligencia colectiva

La inteligencia colectiva es una forma de inteligencia la cual surge de la suma de inteligencias de miembros o individuos de un grupo o comunidad y que tienen el potencial de ser articulada. Permite pasar de un modelo cartesiano de pensamiento basado en la idea singular del cogito (yo pienso), para un colectivo o plural *cogitamus* (nosotros pensamos) (Lévy, 2004)

1.2.1 Método Delphi

La palabra Delphi proviene del oráculo griego de Delfos, donde una pitonisa entraba en trance para comunicarse con el dios Apolo y un número de sacerdotes interpretaba sus palabras para, a través de ella, predecir el futuro (Bericat y Echavarren, 2020).

El método Delphi es una técnica de comunicación estructurada, desarrollada como un método sistemático e interactivo de predicción, que se basa en un grupo de expertos. Es una técnica

prospectiva utilizada para obtener información esencialmente cualitativa, pero relativamente precisa, acerca del comportamiento a futuro (Adler y Ziglio, 1996).

Sus características fundamentales son (ver *Figura 3*):

- Anonimato de los expertos.
- Retroalimentación de sus respuestas.
- Recogida estadística de sus predicciones.

Figura 3

Características del Cogobierno



Su objetivo es la consecución de consenso basado en la discusión entre expertos mediante un proceso interactivo, cuyo funcionamiento radica en la generación de un cuestionario que debe contestar cada experto (ver *Figura 4*). Una vez analizados los resultados globales se vuelve a realizar otro cuestionario que deberán contestar los mismos expertos, tras darles a conocer los resultados obtenidos en la consulta anterior. El proceso puede repetirse varias veces hasta alcanzar cierto nivel de consenso. Finalmente, el responsable del estudio elaborará sus conclusiones a partir de la explotación estadística de los datos obtenidos (Adler y Ziglio, 1996).

Figura 4

Actores Principales del Cogobierno Universitario



Sus tres fases fundamentales están conformadas por:

- Envío de cuestionario a un grupo de expertos.
- Preparación de resumen de la primera fase.
- Preparación de resumen de la segunda fase.

Se puede decir que el método Delphi es un modelo de inteligencia colectiva en la que los resultados de la aplicación dentro de las universidades en el Ecuador, dan como resultado un cuestionario consensuado, pulido y aprobado por el conjunto de expertos.

1.3 Gestión por resultado

Es el modelo recomendado internacionalmente no solo como herramienta de gestión, sino también para el cambio organizacional. La gestión por resultado puede definirse como una forma de enfocar el trabajo, donde se persigue el mejoramiento continuo de las actividades de una organización mediante la identificación, selección, descripción, documentación y mejora continua de los procesos. Toda actividad o secuencia de actividades que se llevan a cabo en las diferentes unidades constituye un proceso y, como tal, hay que gestionarlo (Hechavarría, 2020).

Gestionar por procesos es administrar los recursos de la institución considerándola como una unidad en la que cada parte tiene su participación en el resultado final.

Bajo este concepto ya no existen divisiones entre una dirección o departamento o sección, sino que las áreas están interconectadas; se considera a la institución como un todo.

Los principios que orientan la gestión de procesos se sustentan en los siguientes conceptos:

- La misión de una organización es crear valor para sus clientes; la existencia de cada puesto de trabajo debe ser una consecuencia de ello: existe para ese fin.
- Los procesos siempre han de estar orientados a la satisfacción de los clientes.
- El valor agregado es creado por los empleados a través de su participación en los procesos; los empleados son el mayor activo de una organización.
- La mejora del proceso determinará el mayor valor suministrado o entregado por este.
- La eficiencia de una empresa será igual a la eficiencia de sus procesos.

1.3.1 Planificación institucional

Es el proceso sistemático, continuo y participativo establecido por la institución, con fundamento en su autonomía administrativa y de gobierno, con el propósito de cumplir con los objetivos propuestos (Quirós, 2019).

Los elementos a ser tomados en cuenta tanto para la automatización del cogobierno, como para la gestión por resultado son:

a. Planificación

La planificación es el proceso de toma de decisiones para alcanzar un futuro deseado a través de objetivos, los cuales son el elemento coyuntural dentro de ella (Arboleda, 2020). Se pueden considerar diferentes tipos de planificación como forma de estructuración institucional, de las cuales se puede argumentar lo siguiente.

b. Presupuesto

Consiste en un resumen o plan de los recursos previstos (a menudo, pero no siempre, de los impuestos) y los gastos de un gobierno. Hay tres tipos de presupuesto gubernamental: el presupuesto operativo o actual, el presupuesto de capital o de inversión y el presupuesto de caja o de flujo de caja (Encyclopedic Dictionary of Public Administration, 2012).

c. Gestión financiera

Es la práctica estratégica de establecer, controlar y supervisar todos los recursos financieros para lograr sus objetivos comerciales. Incluye muchas áreas de funciones financieras que giran en torno a la rentabilidad, los gastos, el flujo de efectivo y el crédito para los administradores de finanzas en los equipos de contabilidad, clientes y proveedores (Microsoft Dynamics 365, s.f.).

Dentro de la planificación institucional, la parte financiera es coyuntural, ya que a través de ella podemos controlar los procesos de toma de decisiones, control de logros, objetivos y metas propuestas. Ayudan también a apalancar al cumplimiento de los objetivos estratégicos institucionales generales.

d. Proyectos

Es una planificación que consiste en un conjunto de objetivos que se encuentran interrelacionados y coordinados. Considerado también como un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único. En resumen, un proyecto es alcanzar resultados o metas específicas dentro de los límites que imponen un presupuesto, calidades establecidas previamente, y un lapso de tiempo previamente definido (Project Management Institute Inc., 2013).

e. Programas

El término programa hace referencia a un plan o proyecto organizado de las distintas actividades que se irán a realizar. La expresión proviene del latín “programma”, que a su vez tiene su origen en un vocablo griego (Pérez, 2008).

f. Procesos

Es un conjunto de actividades y recursos interrelacionados que transforman elementos de entrada en elementos de salida o resultados. En la gestión por resultado, existe una jerarquía de procesos, la cual se encuentra conformada por macroprocesos, procesos y subprocesos, siendo un macroproceso una colección de procesos de nivel medio. A menudo son las actividades principales de las funciones organizacionales dentro de la empresa y pueden ser una colección de microprocesos que también pueden recibir insumos de otros macroprocesos.

1.3.2 Seguimiento

El seguimiento consiste en el análisis y recopilación sistemática de información a medida que avanza un proyecto. Su objetivo es mejorar la eficacia y efectividad de un proyecto y organización. Se basa en metas establecidas y actividades planificadas durante las distintas fases del trabajo de planificación. Ayuda a que se siga una línea de trabajo y, además, permite a la administración conocer cuando algo no está funcionando. Si se lleva a cabo adecuadamente, es una herramienta de incalculable valor para una buena administración y proporciona la base para la evaluación. Permite determinar si los recursos disponibles son suficientes y están bien administrados, si la capacidad de trabajo es suficiente y adecuada, y si se está haciendo lo que se había planificado (ver también la herramienta sobre Planificación de acción) (Alianza Mundial para la Participación Ciudadana, 2001).

1.3.3 Evaluación

Esta consiste en la comparación de los impactos reales del proyecto con los planes estratégicos acordados. Está enfocada hacia lo que se había establecido hacer, lo que se ha conseguido y cómo se lo ha conseguido. Puede ser formativa: tiene lugar durante la vida de un proyecto u organización con la intención de mejorar la estrategia o el modo de funcionar del proyecto y organización. También puede ser conclusiva: obteniendo aprendizaje a partir de un proyecto completado o una organización que ya no está en funcionamiento. Una vez alguien describió esto como la diferencia entre un reconocimiento médico y una autopsia (Universidad Militar Nueva Granada, 2022)

Metodología

Se trata de una investigación cualitativa de tipo documental, con enfoque exploratorio descriptivo, en los campos de la planificación y ciencias de la computación. Con el fin de realizar un análisis descriptivo, se hizo una revisión de bibliografía de diferentes pensadores en torno al tema de cogobierno, gobernanza en la gestión pública, privada y universitaria. Al ser de tipo descriptiva se realiza una exposición de la gobernanza, gestión por resultado y sus conceptos utilizados en nuestra realidad y de las contribuciones. La metodología aplicada para este estudio utilizó fuentes primarias y secundarias.

En el plano local se hizo una revisión descriptiva de la Constitución de la República de Ecuador (Asamblea Nacional República del Ecuador, 2008) para el análisis de la gobernanza, entendida como el cogobierno en las IES y de la Ley Orgánica de Educación Superior (Presidencia de la Republica, 2010) en donde aparece el cogobierno como figura de la gobernanza institucional. Finalmente, se incorporó una breve reseña de la conformación interna del cogobierno en una muestra de estatutos de nueve universidades privadas de Quito; en esta sección el análisis se basó solo en los aspectos normativos, con corte a agosto del 2022.

Resultados

La gobernanza en las instituciones de educación superior se ha convertido en un proceso complejo producto de los múltiples y rápidos cambios ocurridos dentro de la sociedad con respuestas variadas e improvisadas, demostrando así la falta de una estructura que permita la participación de todos los actores que conforman el Gobierno.

En ocasiones, esa búsqueda se convierte en un proceso interminable y defectuoso, generando resultados catastróficos para la institución, perdiendo así el ideal que es el de cumplir con la misión y visión institucional.

Esto ha implicado generar diversos retos, como el claro aumento de la autonomía institucional, junto con un aumento del control social externo y la rendición de cuentas, así como también la introducción de nuevas fórmulas de gestión que sean capaces de aumentar la competencia colaborativa entre las distintas partes conformantes del cogobierno.

A partir del presente artículo se ha logrado estipular:

- Una base metodológica que sustenta la aplicación del modelo de gobernanza basada en el cogobierno participativo, que permita involucrar a los autores que lo conforman, con el objetivo de que puedan de manera autónoma dirigir, controlar, evaluar y participar de manera activa y coordinada en la construcción de una gobernanza equilibrada.
- La formulación de los actores del cogobierno, los cuales son determinados por parte de los cuerpos colegiados.
- Las partes estructurales que conforman el cogobierno, los cuales son: planificación y gestión.
- Un modelo de generación de la planificación, que será a través de la aplicación del método Delphi o de inteligencia colectiva de manera automatizada a través del desarrollo de un software web.
- Estipulación de los productos resultantes de la aplicación de la planificación.
- Un modelo de automatización del método de gestión por resultado.

Conclusiones

Se concluye que la generación de un modelo de gobernanza institucional por medio del método Delphi para las universidades del Ecuador, logra generar democracia y participación de parte de los actores con el único fin de que exista colaboración continua, en la construcción de la planificación institucional e integración en el cumplimiento de lo planificado por parte de los actores que conforman el cogobierno, respetando así los roles, funciones, criterios y decisiones.

Un caso exitoso de aplicación de Delphi, como método automatizado y eficaz para la toma de decisiones consensuadas es en el Programa de Prospectiva del Observatorio de Prospectiva Tecnológica Industrial OPTI de España, el cual ratificó la identificación de tendencias tecnológicas y tecnologías críticas asociadas, así como el establecimiento de escenarios de futuro (Astigarraga, s.f.)

El desarrollo de una aplicación web con conexión a una base de datos, donde se pueda gestionar la construcción de los cuestionarios en función a las necesidades, así como también la aplicación de los respectivos niveles de seguridad y acceso.

La automatización del proceso de cogobierno, ha permitido balancear las asimetrías de poder entre los estudiantes, egresados, docentes, trabajadores y autoridades universitarias, ya que estos actores han sido los artífices directos de la construcción de la planificación institucional apegados a lo dictaminado en la ley y constitución. También, integrados en el proceso de cumplimiento de las planificaciones con responsabilidades directas de quienes conforman el grupo de actores relevantes dentro de las universidades, mejorando la calidad (eficiencia y eficacia) en el proceso de planificación a través de la aplicación de inteligencia colectiva y optimizando la gestión institucional para alcanzar mejoras sustanciales en el cumplimiento de los planes estratégicos, operativos, presupuestarios programas, proyectos y procesos.

Referencias

- Adler, M. & Ziglio, E. (1996). The Delphi Method and Its Application to Social Policy and Public Health. En J. Kingsley, *Gazing Into the Oracle* (pp. 56-85).
- Allianza Mundial para la Participación Ciudadana. (2001). *Seguimiento y evaluación*. <https://www.civicus.org/view/media/Seguimiento%20y%20evaluacion.pdf>
- Ansell, C., & Gash, A. (2008). Collaborative governance in theory and practice. *Journal of public administration research and theory*, 18(4), 543-571.
- Arboleda, G. (2020). *Planeación y desarrollo*. Alfaomega colombiana.
- Asamblea Nacional República del Ecuador. (2008). *Constitución de la República de Ecuador*
- Astigarraga, E. (s.f.). *El método Delphi*. Universidad de Deusto. http://prospectiva.eu/zaharra/Metodo_delphi.pdf
- Bericat, E., y Echavarren, J. (2020). *Escenarios previsibles*. Centro de Estudios Andaluces.
- Constitución de la República del Ecuador. (20 de octubre de 2008). *Constitución del Ecuador*. https://asamblea-nacional.gob.ec/sites/default/files/documents/old/constitucion_de_bolsillo.pdf
- Echeverría, J. (2011). *De la gobernabilidad a la gobernanza: centralización o múltiples niveles de gobierno*. CARE-Ecuador.
- Encyclopedic Dictionary of Public Administration. (s.f.). <http://www.dictionnaire.enap.ca/Dictionnaire/en/home.aspx>
- Hechavarría, E. (2020). *Diseño de los procesos clave en el Hotel Sol Rio de Luna y Mares* [Tesis de Grado, Universidad de Holguín] <https://repositorio.uho.edu.cu/bitstream/handle/uho/8374/Ernesto%20Hechavarr%C3%ADa%20Reyes.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Lévy, P. (2004). Inteligencia colectiva. Por una antropología del ciberespacio. Organización Panamericana de la Salud. *Qualitative Research in Education*, 4 (3), 323.
- Microsoft Dynamics 365. (s.f.). *¿Qué es la gestión financiera?* <https://dynamics.microsoft.com/es-es/finance/what-is-financial-management/>
- Pérez, J. (2008). *Definición de programa. Qué es, significado y concepto*. <https://definicion.de/programa/>
- Presidencia de la Republica. (2010). *Ley Orgánica de Educación Superior*

Project Managment Institute Inc. (2013). Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK). En PMBOOK, *Guía del PMBOOK*.

Quirós, E. (2019). *Propuesta de una estrategia para el acompañamiento de parte de la Oficina de Planificación Institucional del ITCRen la implementación de la metodología para la gestión de proyectos estratégicos* [Tesis de Maestría, Tecnológico de Costa Rica] <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/10740>

Universidad de Chile. (2014). Estudio Técnico N°22. *Análisis Comparado de Tipos de Gobernanza y Rankings Internacionales*. Santiago de Chile. http://www.dii.uchile.cl/~daespino/EStatutos_ANTecedentes/Comparacion_Tipos_Gobernanza_Consejo_de_Evaluacion_2014.pdf

Universidad Militar Nueva Granada. (2022). *Evaluación*. UMNG http://virtual.umng.edu.co/distancia/ecosistema/ovas/ingenieria_civil/gerencia_y_contratacion_de_obras/unidad_1/medios/documentacion/p11h11.php

Copyright (2023) © Fabián Lizardo Caicedo Goyes



Este texto está protegido bajo una licencia internacional [Creative Commons](#) 4.0.

Usted es libre para Compartir—copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato — y Adaptar el documento — remezclar, transformar y crear a partir del material—para cualquier propósito, incluso para fines comerciales, siempre que cumpla las condiciones de Atribución. Usted debe dar crédito a la obra original de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios.

Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace de la obra.

[Resumen de licencia](#) – [Texto completo de la licencia](#)



Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento: análisis de aceptación de implementación basado en el Modelo TAM

Learning and Knowledge Technologies: implementation acceptance analysis based on the TAM Model

Fecha de recepción: 2022-10-07 • Fecha de aceptación: 2023-01-03 • Fecha de publicación: 2023-02-10

Ana Gabriel Pimbo-Tibán¹

Universidad Técnica de Ambato, Ecuador

apimbo0329@uta.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0001-6964-9244>

Holguer Rolando Manotoa-Labre²

Universidad Técnica de Ambato, Ecuador

hmanotoa6847@uta.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-7910-6179>

Patricio Medina-Chicaiza³

Universidad Técnica de Ambato

Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ambato, Ecuador

ricardopmedina@uta.edu.ec / pmedina@pucesa.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-2736-8214>

Héctor Daniel Morocho-Lara⁴

Universidad Técnica de Ambato, Ecuador

hd.morocho@uta.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-3107-6238>

RESUMEN

Las Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento (TAC), son un componente indispensable para la educación, facilitan el proceso de enseñanza y permite la adquisición dinámica, interactiva e innovadora de conocimientos. En este sentido el presente artículo tiene el objetivo de analizar el grado de aceptación de la implementación tecnológica de herramientas TAC en la temática de números enteros, basado en el Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM). La metodología tuvo un enfoque cuantitativo, de nivel exploratorio, descriptivo y correlacional; participaron 30 estudiantes del octavo año de Educación General Básica (EGB), paralelo “A”, de la Unidad Educativa “La Salle”. Los instrumentos utilizados fueron la encuesta, pretest de diagnóstico y el postest; sus resultados demuestran que un 32,1 % de los docentes utilizan programas Microsoft Office para el desarrollo de las clases, en comparación con el 2,6% que utilizan presentaciones interactivas; se evidencia resistencia en implementarlas. En cuanto a la utilidad percibida, están de acuerdo que el uso de las TAC aumentaría su desempeño académico, de la misma manera la facilidad de uso percibida está libre de esfuerzo mental y físico. Se concluye que la implementación tecnológica facilita la construcción del conocimiento sobre los números enteros.

PALABRAS CLAVE: tecnología, docentes, estudiantes, matemáticas, aprendizaje, conocimiento y ciencia abierta

ABSTRACT

Learning and Knowledge Technologies (TAC) are an essential component for education, facilitates the teaching process and allows the dynamic, interactive and innovative acquisition of knowledge. In this sense, this article aims to analyze the degree of acceptance of the technological implementation of TAC tools in the whole number theme, based on the Technological Acceptance Model (TAM). The methodology had a quantitative, exploratory, descriptive and correlational approach; 30 students of the eighth year of Basic General Education (EGB) participated, parallel “A”, of the Educational Unit “La Salle”. The instruments used were the survey, diagnostic pretest and posttest; Their results show that 32.1% of teachers use Microsoft Office programs for the development of classes, compared to 2.6% who use interactive presentations, there is some lack of knowledge in the management or application and resistance to implement them; Regarding the perceived usefulness, they agree that the use of TACs would increase their academic performance, in the same way the perceived ease of use is free of mental and physical effort. It is concluded that the technological implementation facilitates the construction of knowledge about integers.

KEYWORDS: technology, teachers, students, mathematics, learning, knowledge and technological acceptance

Introducción

Las Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento (TAC) son el producto del uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), trascienden del uso instrumental de la tecnología a usos formativos, pedagógicos y didácticos (Valarezo y Santos, 2019). Poseen una infinidad de herramientas, que permite al educando tener un bagaje de posibilidades interactivas, dinámicas y prácticas para trabajar desde una actitud reflexiva, crítica y emancipadora (Santana et al., 2021).

En cuanto al aprendizaje de la matemática, Piaget (1974) citado en Arias et al. (2017) lo define como un proceso en el cual el sujeto construye su propia definición sobre los objetos que percibe, al interactuar con el mundo que lo rodea y a la luz de los conocimientos previos que le ayudan a darles significado. El aprendizaje de esta área está direccionada a formar estudiantes que tengan la capacidad de utilizar definiciones teoremas o demostraciones, desde un pensamiento reflexivo, crítico y lógico que les permita resolver problemas de la vida real y lo puedan comunicar por medio del lenguaje simbólico matemático o de manera gráfica (Ministerio de Educación, 2016).

Para Rojas y Farías (2015) mencionan que el aprendizaje de la matemática se centra en el uso de la memoria mecánica; en un conocimiento arbitrario, encaminado por estándares de velocidad, exactitud y dirigido por un sistema rígido de símbolos ajenos a la vida real. Ello provoca que, a medida que los estudiantes avanzan los niveles educativos, estos cambien la visión que tienen sobre la matemática, metamorfoseando de la confianza al miedo y del entusiasmo a la aprehensión. Por ello, Grisales (2018) afirma que, la matemática es uno de los campos del saber que más se ha tardado en la incorporación de estrategias innovadoras y utilización de herramientas digitales para el apoyo en el proceso de aprendizaje. Enfatiza en la implementación de la tecnología como herramienta para la “experimentación matemática”, en el que, mediante la integración de simuladores o herramientas interactivas, los estudiantes visualicen y exploren los distintos objetos matemáticos, establecer relaciones, familiarizarse de manera dinámica y entender todos sus componentes, de tal manera que sean tangibles y manipulables, en lugar de impredecibles y abstractos. Asimismo, para que posibilite al alumnado vivir experiencias más emocionantes y divertidas. La aceptación generada a la implementación tecnológica es medida a través del modelo TAM propuesto por Davis (1989), utilizado comúnmente en el ámbito del proceso educativo digital, que posibilita interpretar la satisfacción a partir tanto de la utilidad como de la facilidad de uso percibidas; además, si estas facilitaron las tareas y optimizaron los procesos (Yong Varela, 2004, citado en Puello et al., 2020).

En la institución educativa objeto de la investigación, se evidencia que los docentes están descontextualizados ante las nuevas tendencias educativas, el cambio tecnológico y el manejo de estrategias pedagógicas virtuales; también que presentan temor para implementar materiales, actividades o métodos innovadores, Esto sumerge a los educandos en procesos monótonos y nada atractivos. En tiempos de confinamiento, a pesar de encontrarse en un entorno virtual y poder utilizar múltiples herramientas digitales, limitan el proceso de enseñanza-aprendizaje a la utilización de específicas plataformas de videoconferencia y el uso de herramientas Office (Word, PowerPoint y Excel) para la presentación de contenidos, los cuáles tienden a ser raramente



sorprendentes. También que la técnica de evaluación se realiza mediante el uso de herramientas que presentan una serie rígida y larga de preguntas, tan aburridas que no captan el interés de los educandos; pues por la utilización permanente de estas herramientas los estudiantes pierden la iniciativa como resultado de la falta de innovación pedagógica. Ante ello, resulta esencial implementar alternativas innovadoras para el desarrollo del proceso de enseñanza aprendizaje es esencial.

En función a los elementos considerados en los párrafos anteriores, la investigación tiene como objetivo analizar el grado de aceptación de la implementación tecnológica de herramientas TAC en la temática números enteros, basado en el Modelo TAM; en los estudiantes del octavo año de Educación General Básica.

1.1 Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento

González (2021) manifiesta que las TAC tratan de alinear la tecnología en los procesos de enseñanza-aprendizaje adaptable y dinámico, en el que implica transformar la función instrumental de la TIC hacia el uso funcional de la tecnología para convertir la información en conocimiento. Emplear herramientas digitales al servicio del aprendizaje y la adquisición del conocimiento (Mujica, 2018).

Las herramientas digitales (ver *Tabla 1*) en educación se definen como el conjunto de plataformas u aplicaciones que pueden ayudar tanto a los docentes como estudiantes en su quehacer educativo (Borja y Carcausto, 2020). Para Cattán (2019) la existencia de tres tipos de herramientas digitales que contribuyen en el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje son:

Tabla 1

Tipos de Herramientas Digitales

Tecnologías	Contribución
Transmisivas	Centradas en el docente, quien asume el rol y es el sujeto activo, motiva y transmite la información; el estudiante asume el rol de sujeto pasivo.
Interactivas	El educando es el protagonista del proceso, mantiene el control del contenido y del manejo de las herramientas digitales.
Colaborativas	Enmarcadas en la relación bidireccional entre docente - estudiante y entre estudiantes, fomenta el trabajo en equipo y facilite la interacción u intervención de manera dinámica. Requiere de la participación activa de toda la comunidad del aprendizaje.

Nota. Adaptado a partir de Pimbo (2022)

García (2020) afirma que las TAC permiten acceder a un bagaje de herramientas digitales para el diseño de materiales didácticos, pues posibilitan el acceso universal de información sobre múltiples temáticas, el desarrollo de competencias, capacidades y la adquisición del conocimiento. Velasco (2017) expone algunas herramientas TAC que el docente puede utilizar para lograr entornos adecuados con relación a las experiencias que viven los estudiantes en respuesta a su realidad actual, las cuales son detalladas a continuación:

Tabla 2

Aplicaciones y Herramientas Digitales para el Diseño de Materiales Didácticos

Descripción	Herramientas
<p>Editores de video:</p> <p>Crear y editar videos de forma ágil y sencilla. Organizar lo aprendido, forjar un guion para ser expresado de manera creativa y editarlo.</p>	Prezi Video, Quik, Stupeflix, Lightworks, Inmovie, Adobe Premiere, entre otros.
<p>Videos interactivos:</p> <p>Faculta la transformación de la información estática y monótona a videos de lecciones interactivas, motivadoras y atractivas que captarán el interés y atención de los educandos.</p>	Powtoon Knowio, Flipgrid, Vizia, EDpuzzle, entre otros.
<p>Imagen e Infografías:</p> <p>Ayuda la creación de imágenes combinadas entre textos e ilustraciones; resumiendo temas curriculares de manera concisa y directa para que los discentes puedan entenderlo fácilmente.</p>	Google Drawing, Genially, Typorama, Vista-Create, Infogram Fotojet, Piktochart, entre otros.
<p>Plataformas de gestión del aula:</p> <p>Facilitan al educador la gestión del aula día a día. Pudiendo establecer nóminas, evaluaciones, rúbricas y un sinnúmero de recursos.</p>	Khanacademy, IDoceo, Moodle, Google Classroom, entre otros.
<p>Plataformas de videoconferencia:</p> <p>Genera la oportunidad de realizar reuniones virtuales o clases en línea.</p>	Zoom, Microsoft Teams, Google Meet, entre otros.
<p>Plataformas de Gamificación:</p> <p>Traslada la mecánica del juego al proceso educativo y posibilite dar vida a los objetos matemáticos.</p>	Nearpod, Kahoot, Educaplay, Educandy, Brainscape, Classcraft, entre otros.
<p>Evaluación:</p> <p>Permite consolidar o practicar lo aprendido, realizar una autoevaluación o resolver dudas.</p>	Google Forms, Thatquiz, WebQuest, Celebrity, Quizlet, Quizizz, Liveworksheets, Topworksheets, entre otros.
<p>Herramientas para la creación de contenidos:</p> <p>Pueden realizar todo tipo de presentaciones interactivas, de forma online; con efectos y animaciones de forma sencilla y con resultados atractivos.</p>	Prezi, Emaze, Canva, PowToon, Genially, entre otros.
<p>Mapas conceptuales o mentales:</p> <p>Facilita la gestión de la información, la desarrolla y construye conceptos específicos de los contenidos curriculares.</p>	Creatly, Mindomo, Smartdraw, MindMeister, Lucidchart, Cmap Tools, Xmind, Coggle, Timeline, entre otros.

Nota. Adaptado a partir de Pimbo (2022)

Se percibe en la *Tabla 2* que existen múltiples posibilidades en materia de herramientas digitales, que disponen de características diferentes y que podrían llegar a ser funcionales en diversos contextos de enseñanza. Por ende, es responsabilidad del lector validar la información presentada y elegir aquellas que cubran sus necesidades y cumplan en mayor medida los objetivos. En este estudio, se seleccionó aquellas que respondieron a la realidad del contexto, que requería la participación activa de los estudiantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje, a partir de herramientas gamificadas. Se entiende como gamificación, la aplicación de estrategias, modelos o mecánicas propios del juego; parte de los elementos que lo hacen atractivos para direccionarlos

a actividades educativas, con el fin de conseguir la vinculación de los usuarios y obtener mejores resultados (Valencia et al., 2021).

Para la creación de recursos pedagógicos a partir de estas herramientas, Belloch (2012) afirma que deben tener los siguientes principios básicos: buena visibilidad del contenido, esquematización, complementariedad de los medios, evitar sobrecarga cognitiva, resaltar elementos fundamentales y buscar participación e interacción entre los participantes.

1.2 Competencias del educador y educando virtual

Velasco (2017) manifiesta que, al introducir la tecnología a la práctica docente, su rol se ve afectado; las estrategias implementadas en el ámbito convencional dejan de tener eficacia; la transformación de un escenario tradicional a un entorno digital, da lugar al replanteamiento de sus tareas. El docente deserta su función de un profesional transmisor de conocimiento a un profesional facilitador, mediador, orientador y guía que acompaña o monitorea al educando para ayudar a los estudiantes a aprender de forma autónoma, así como promover su desarrollo cognitivo (Sapién-Aguilar et al., 2017).

El Ministerio de Educación (2013) citado en Álvarez et al. (2019) definen como competencia al “conjunto de conocimientos, habilidades, actitudes, comprensiones y disposiciones cognitivas, socioafectivas y psicomotoras apropiadamente relacionadas entre sí para facilitar el desempeño flexible, eficaz y con sentido de una actividad en contextos relativamente nuevos y retadores” (p.3). De este modo, Garzón (2021) reconoce las competencias que se integran en la comunidad educativa dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje mediados por las TAC. Estas son: competencia tecnológica (capacidad para seleccionar y utilizar de manera responsable, pertinente y eficiente de la variedad de herramientas digitales), competencia comunicativa (expresarse, relacionarse y establecer contacto en entornos virtuales a través de distintos medios); competencia pedagógica (dominar metodologías, estrategias y recursos que enriquezcan el arte de enseñar); competencia de gestión (utilizar la tecnología para procesos de organización, planeación, administración y evaluación de manera efectiva); y competencia investigativa (facilitar el intercambio de información científica y el acceso a contenidos culturales y lingüísticamente diversos).

El rol del educando también se modifica, ya que la construcción del conocimiento mediado por la tecnología requiere de mayor motivación, así como del cambio de actitudes que contribuyan al aprendizaje; ya no es un mero reproductor de contenidos memorísticos, sino un usuario activo, inteligente y crítico, autogestor de su propio conocimiento (Velasco, 2017). Posee la capacidad de aprender a aprender dentro de entornos digitales desde una actitud emancipadora (Global Campus Nebrija, 2016). Rizo (2020) y Metaute et al. (2015) definen los distintos roles que cumple el estudiante en este contexto; se describen los siguientes con sus orientaciones: fortalecimiento de la autodisciplina (capacidad para distribuir su tiempo, dedicación permanente a las tareas propuestas, perseverancia y control de su propia fuerza de voluntad para cumplir con sus metas o lo requerido para la gestión del aprendizaje); mejoramiento del autoaprendizaje (aprender de manera autónoma y responsable, en el que adquiera habilidades, conocimiento y fomenten sus propios valores como resultado de su autoformación); fortalecimiento del análisis crítico y reflexivo

(analizan, razonan y argumentan hechos o acciones que faciliten la generación de conocimientos o su desarrollo integral); trabajo colaborativo (compartir entre sus pares diferentes puntos de vista, posiciones críticas o el intercambio de conocimientos, mediante el respeto de las diferencias y siendo tolerantes).

1.3 Grado de aceptación basado en el Modelo (TAM)

El Modelo TAM fue propuesto por Davis (1989) y permite determinar si los usuarios aceptan o rechazan el uso o manejo de una determinada herramienta digital; si estas reúnen o presentan la información esencial en su entorno, si mejoran el proceso educativo y a su vez potencia su capacidad de aprendizaje (Terán-Guerrero, 2019 y Liao et al., 2018). Suministra una base para evaluar la percepción de la facilidad percibida y la percepción de la utilidad percibida (Ramírez-Correa et al., 2016).

La utilidad percibida se la reconoce como la fuente de inspiración extrínseca, definiéndose como el grado en que el estudiante cree que el uso de un sistema en particular (un nuevo paquete de *software*, dispositivo técnico o una nueva herramienta digital) aumenta su desempeño. En cuanto a la facilidad de uso percibida, está influenciada por la autoeficacia y la instrumentalidad, enmarcándose como el grado en que el estudiante cree que el uso de un sistema en particular está libre de esfuerzo físico y mental (Bravo et al., 2019; Puello et al., 2020).

1.4 Aprendizaje de números enteros

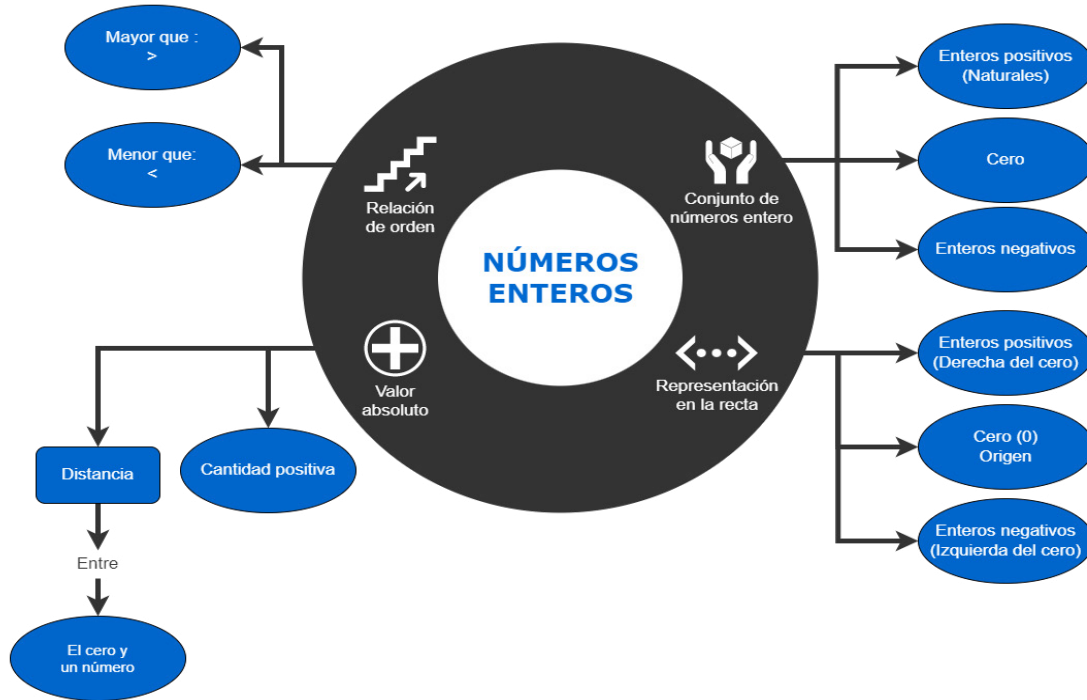
El aprendizaje de los números se refleja explícitamente por medio de distintas etapas, en el que se divide la enseñanza obligatoria en el sistema educativo. En preparatoria, básica elemental y media, el estudio del campo numérico se basa en la concepción del número como cantidad, representación de lo concreto y manipulativo, con soporte lógico en el mundo físico y natural. Mientras que en básica superior, el aprendizaje de los números enteros provoca una ruptura con lo físico y concreto de los números naturales; inicia el aprendizaje de la matemática formal, que en muchas ocasiones no tendrá fundamento real y concreto para soportar sus respuestas, argumentos o conclusiones, tendrán que hacerlo dentro de las mismas reglas matemática (Herrera y Zapatera, 2019).

El contenido de los números enteros, inicia con el aprendizaje del conjunto de números enteros, seguido de los números enteros en la recta numérica, valor absoluto de un número entero y orden de los números enteros (Ministerio de Educación, 2017). Dentro de este contexto, los números enteros se desglosan en algunos de sus elementos y se secuencia con el fin de desarrollar las destrezas con criterio de desempeño y el objetivo de área descritos en el currículo de EGB. La secuenciación se la describe en la siguiente *Figura 1*.



Figura 1

Contenidos a Desarrollar en los Números Enteros



Nota. Ministerio de Educación (2017)

Metodología

El trabajo investigativo fue realizado en la Unidad Educativa Juan León Mera “La Salle”, ubicada en Ecuador, provincia de Tungurahua, ciudad Ambato. Tuvo un enfoque cuantitativo, con base en la medición numérica y estadística para obtener resultados de los datos recolectados. Posterior a ello, obtener porcentajes, frecuencias, comprobar relaciones entre las variables plantadas y probar hipótesis (Pita y Pértega, 2002; García, 2010).

La muestra, parte representativa de la población, estuvo conformada por treinta estudiantes del octavo año de EGB, paralelo “A”. Fueron seleccionados mediante la aplicación el método de muestreo no probabilístico intencional, a través de criterios específicos e interés del investigador, tales como: conectividad, apertura de la institución y dotación de herramientas tecnológicas (Hernández y Carpio, 2019). La técnica empleada fue la encuesta y el instrumento el cuestionario; contruidos mediante un formulario de Google Forms.

Se utilizó una metodología experimental, en la que se manipularon directamente las condiciones que los sujetos vivenciaron, se aplicó un pretest para analizar el uso de las TAC y el que hacer

educativo, para posteriormente elaborar y ejecutar herramientas de autor a partir de clases demostrativas y finalmente aplicar el postest mediante el Modelo TAM para medir la satisfacción de uso de las herramientas ejecutadas. Tuvo un alcance exploratorio, descriptivo y correlacional, identificado el problema especificar las características fundamentales y las dimensiones de las variables; planificar, diseñar e implementar herramientas digitales para potenciar el aprendizaje de los números enteros (McMillan y Schumacher, 2005; Tam et al., 2008; Bernal, 2010).

El estudio se realizó en cuatro etapas, que permiten cumplir el objetivo establecido para la investigación, las cuales se las describe a continuación:

Primera etapa: desarrollo del fundamento teórico de la investigación y conformación del pretest. Este fue estructurado por veintidós preguntas: de las cuales once fueron cerradas, politómicas, formuladas con base en una escala de Likert; diez preguntas de opción múltiple: seis de respuesta única y cuatro de múltiples respuestas; finalmente una pregunta abierta; para luego ser sometidas a validación de expertos. Los expertos fueron seleccionados sobre la base de la nómina determinada en la Facultad de Ciencias Humanas y de la Educación de la Universidad Técnica de Ambato. Se seleccionaron tres docentes; esto condicionado a la propia experiencia al recibir con ellos módulos relacionados a procesos de investigación. En este instrumento se analizó el conocimiento de las TAC, estrategias didácticas y métodos de enseñanza basados en las TAC, herramientas digitales en uso o desuso y las necesidades con las que cuenta el proceso educativo.

Segunda etapa: aplicación del pretest a los estudiantes, con la finalidad de “Identificar el uso de las Tecnologías del aprendizaje y el conocimiento para el Aprendizaje de números enteros” (Pimbo, 2022, p.4). En él se detectó que el proceso educativo se condiciona al uso de la plataforma de videoconferencia Microsoft Teams, con la que se ha trabajado desde inicios de la enseñanza virtual, para lo cual poseen experticia en su manejo; se dejó de lado el uso de la plataforma Zoom, que también posee múltiples herramientas y beneficios. De la misma manera que el uso de presentaciones interactivas (Prezi, Emaze, Nearpod, Canva, PowToon o Genially) no son utilizadas con frecuencia en contraste con los programas Office; las evaluaciones son realizadas mediante cuestionarios de Google Forms, los que son predecibles y nada sorprendentes. Información que sirvió de base para la siguiente etapa.

Tercera etapa: se realizó la planificación de cuatro sesiones por medio de una ficha pedagógica; cada sesión se basó en el ciclo de aprendizaje experiencial diseñado por David Kolb, modelo que propone cuatro fases: observación, reflexión, conceptualización y evaluación. También se seleccionaron las herramientas a utilizar; estas fueron Prezi, Prezi Video, Nearpod y Quizizz. Posterior a ello, se organizó la información a presentar en el programa de código abierto Exelearning y se vinculó a ella el contenido de cada una de las plataformas digitales nombradas anteriormente.

Cuarta etapa: se instalaron las herramientas en el contexto real, todos los procesos se pusieron a disposición de los aprendices. Se realizaron clases demostrativas una sesión virtual y cuatro sesiones presenciales; fue ejecutada en el aula del octavo “A”. Finalmente, se aplicó el postest cuyos resultados fueron procesados en el programa estadístico SPSS.

Resultados

Mediante la aplicación del método no probabilístico intencional se seleccionó cuidadosamente a los sujetos para conformar la muestra, a través de criterios específicos (conectividad, número de estudiantes en educación virtual y apertura de la institución) e interés del investigador. La muestra estuvo configurada por 30 estudiantes pertenecientes al octavo año de EGB, paralelo "A", de la Unidad Educativa Juan León Mera "LA SALLE". De los 30 estudiantes 16 son de género femenino lo que corresponde al 53,3% y 14 del género masculino, lo que representa el 46,7 %. Con el fin de obtener información para evaluar la aceptación de las herramientas digitales implementadas, se aplicó la técnica de la encuesta en dos ocasiones: el pretest, para identificar información en cuanto a la postura que tienen los estudiantes sobre el uso y conocimiento de las TAC, identificar las herramientas digitales más utilizadas y también determinar la secuencia didáctica y el desarrollo de las clases de matemáticas. El postest, para determinar la aceptación tecnológica (Modelo TAM) sobre la implementación de herramientas digitales para la innovación educativa, si estas facilitaron las tareas y optimizaron los procesos; a través de ello contrastar que las TAC aportan en el Aprendizaje de números enteros (Pimbo, 2022).

A continuación, en la *Tabla 3* se presenta un instrumento de evaluación TAM, a partir del cual se recopiló información necesaria para evaluar la aceptación de las herramientas digitales implementadas.

Tabla 3

Afirmaciones para Evaluar la Aceptación Tecnológica

Alternativas	Valor asignado
Totalmente en desacuerdo	1
En desacuerdo	2
Indeciso	3
De acuerdo	4
Totalmente de acuerdo	5

Nota. Adaptado a partir de Pimbo (2022)

Las respuestas establecidas para las preguntas están basadas en la escala de Likert; asignándoles un valor a las mismas, así como se plantea en la *Tabla 4*:

Tabla 4

Escala para Evaluar la Aceptación de la Tecnología

Instrumento	
Factor: utilidad percibida (UP)	
ID	Afirmación
UP1	El uso de herramientas web 3.0 me permite realizar mi trabajo más rápidamente.
UP2	El uso de herramientas tecnológicas en clases virtuales mejora la calidad de mi trabajo.
UP3	Las herramientas tecnológicas mejoran mi iniciativa en clase.
UP4	Las herramientas tecnológicas hacen que realice mi trabajo con más facilidad.
UP5	En general, yo encuentro que estas herramientas son útiles en mi trabajo en clases virtuales.
UP6	Las herramientas tecnológicas me ayudan a trabajar en equipo de forma más frecuente.
UP7	El uso de herramientas web 3.0 y de gamificación me permiten sostener una comunicación más amigable con mi entorno (compañeros y docentes).
UP8	Me he sentido satisfecho/a al momento de realizar actividades con herramientas web 3.0 o de gamificación
Factor: facilidad de uso percibida (FUP)	
FUP1	Aprender a utilizar las herramientas de gamificación y tecnológicas es fácil para mí.
FUP2	Encuentro que es fácil hacer lo que yo quiero con el uso de la tecnología.
FUP3	Mi interacción con la computadora es clara y entendible.
FUP4	En general, encuentro que la computadora es fácil de usar.
FUP5	En general, encuentro que las herramientas de la web 3.0 y las de gamificación son fáciles de usar.
FUP6	Me gustaría utilizar con mayor frecuencia este tipo de herramientas dentro de la clase virtual
FUP7	Me gustaría utilizar con mayor frecuencia este tipo de herramientas fuera de clase virtual.

Nota. Adaptado a partir de Pimbo (2022)

El proceso fue desarrollado sobre la base del método ciclo de aprendizaje que permitió articular los elementos del currículo con las actividades y organizarlas en cuatro momentos para cumplir con éxito el proceso de enseñanza-aprendizaje. La planificación fue diseñada en concordancia con la establecida por el Ministerio de Educación y en correspondencia al contenido del libro del estudiante.

Las actividades incorporadas se basaron en clases demostrativas; siendo una virtual y cuatro presenciales, como se detalla a continuación: la sesión virtual fue desarrollada con la utilización de la plataforma Zoom, de herramientas tecnológicas (teléfono celular, laptop o computador de escritorio), así como también de la conexión de internet; los códigos y enlaces fueron compartidos por la mensajería de la misma plataforma o por WhatsApp, en ella se desarrolló a breves rasgos la temática de los números enteros, en el que se pusieron en práctica también las herramientas y se evidenció la aplicación de los recursos de autor en la educación virtual. Posteriormente se aplicó en la educación presencial, dividiéndola en cuatro sesiones enmarcándolas en cuatro subtemas específicos con base en la ficha pedagógica realizada en la tercera etapa; en ella se proyectó el material y se las desarrolló a través de la participación activa de los estudiantes ya sea directamente en la pizarra o desde sus pupitres.

De acuerdo a ficha pedagógica elaborada, la aplicación se realizó sobre la base del siguiente esquema:

Tabla 5

Planificación para el Proceso de Enseñanza-Aprendizaje

Aprendizaje de números enteros			
Objetivo de aprendizaje:			
Los estudiantes comprenderán que la ciencia, la tecnología y la sociedad se relacionan entre sí para brindar oportunidades equitativas y responder a los requerimientos de la actualidad, compartiendo la información con ética y responsabilidad social.			
Destrezas con Criterio de Desempeño:			
M.4.1.1. Reconocer los elementos del conjunto de números enteros, ejemplificando situaciones reales en las que se utilizan los números enteros negativos.			
M.4.1.2. Establecer relaciones de orden en un conjunto de números enteros utilizando la recta numérica y la simbología matemática ($>$ y $<$).			
INGRESO A EXELERNING: https://8xk2siphvgfdsanwb0k7a.on.driv.tw/Nmeros_enteros/sesiones.html			
PRESENTACIÓN DOCENTE: Encontrará un video de bienvenida y presentación.			
EL AULA INTERACTIVA: Hallará la descripción de las principales plataformas con las que se va a desarrollar la temática.			
COMO USAR EL MATERIAL: Observará un mapa de navegación y el desglose de los 4 subtemas a desarrollar.			
SESIONES:			
N°	Subtema	Método	Herramientas
1	Conjunto de los números enteros: números positivos, el cero y números negativos.	Ciclo de aprendizaje: Observación	Herramienta de Videoconferencia: Zoom
2	Representación de los números enteros en la recta numérica.	Experiencia Conceptualización Aplicación	Herramienta de código abierto Exelearning Herramienta de creación de contenidos: Prezi
3	Valor absoluto		Herramienta digital: Prezi Video
4	Relación de orden de los números enteros		Herramienta de gamificación: Nearpod Herramienta digital de evaluación Quizizz Herramientas tecnológicas (cámara, computador y micrófono)

Nota. Adaptado a partir de Pimbo (2022)

Inicialmente se aplicó el pretest de 22 preguntas; se señala que el 43% utiliza todos los días las herramientas digitales para aprender, esta frecuencia estuvo determinada por encontrarse el proceso educativo bajo la modalidad virtual. En la siguiente *Tabla 6* se evidencian las otras alternativas con el porcentaje de frecuencia.

Tabla 6

Uso de Herramientas Digitales para Aprender

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Nunca	0	0,0
Casi Nunca	0	0,0
Ocasionalmente	8	26,7
Casi todos los días	9	30,0
Todos los días	13	43,3
Total	30	100,0

Nota. Cuestionario pretest aplicado a estudiantes del octavo año de EGB paralelo "A"

De la misma forma, el 43,3% manifiesta que los docentes utilizan todos los días herramientas 3.0 para desarrollar el proceso pedagógico como resultado a la exigencia actual (ver *Tabla 7*).

Tabla 7

Uso de Herramientas 3.0 para Enseñar

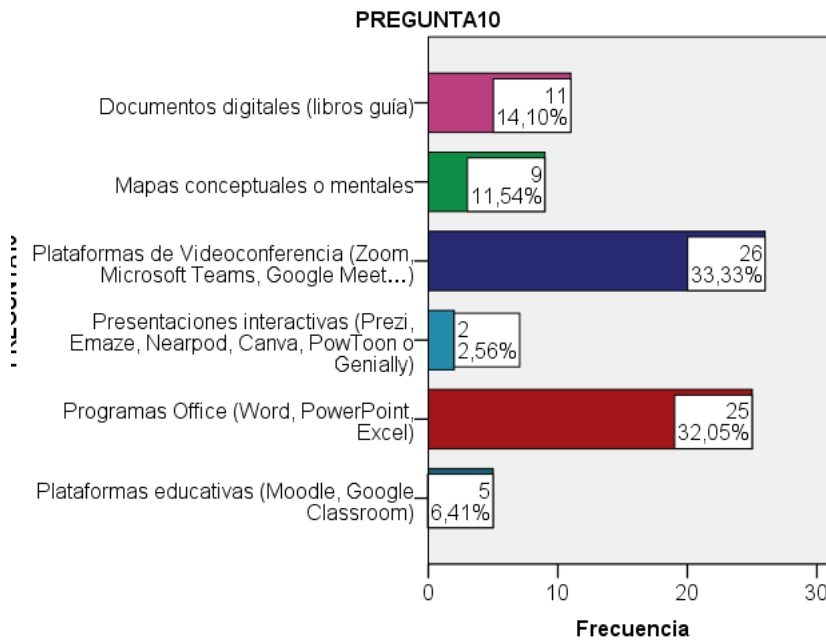
Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Nunca	0	0,0
Casi Nunca	0	0,0
Ocasionalmente	8	26,7
Casi todos los días	9	30,0
Todos los días	13	43,3
Total	30	100,0

Nota. Cuestionario pretest aplicado a estudiantes del octavo año de EGB paralelo "A"

A su vez, como se observa en la *Figura 2*, el 32,1% enfatiza que las herramientas que el docente utiliza para desarrollar sus clases son específicamente los programas Office (Word, PowerPoint, Excel), en contraste del 2,6% que afirma que se utilizan las presentaciones interactivas (Prezi, Emaze, Nearpod, Canva, PowToon o Genially); se evidencia que aún existe cierto desconocimiento de los docentes por cómo manejarlas o aplicarlas, así como cierta resistencia por implementarlas.

Figura 2

Herramientas Digitales para el Desarrollo de la Clase



Nota. Cuestionario pretest aplicado a estudiantes del octavo año de EGB paralelo “A”

En correspondencia a que, si las TAC facilitan el aprendizaje de la matemática, como se puede ver en la *Tabla 8*, el 83,3% afirma que están totalmente de acuerdo, pues les permite ser un ente activo en la construcción de sus conocimientos, extrapolar sus conocimientos previos con lo aprendido y aplicarlos en nuevas situaciones; allí el docente será un mediador entre el entorno de aprendizaje diseñado, el contexto real y el contenido.

Tabla 8

Las TAC Facilitan el Aprendizaje de la Matemática

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Totalmente en desacuerdo	0	0,0
En desacuerdo	0	0,0
Indeciso	1	3,3
De acuerdo	4	13,3
Totalmente de acuerdo	25	83,3
Total	30	100,0

Nota. Cuestionario pretest aplicado a estudiantes del octavo año de EGB paralelo “A”

Por ello, el 83,3 % aclara que los docentes deberían generar sus propios recursos basados en las TAC para poner en marcha los diversos contenidos (ver *Tabla 9*), de esta manera diseñarlas

adaptadas a los requerimientos del contexto, en respuesta a las necesidades e intereses de los protagonistas, que abarquen información requerida, secuencia de actividades claras y concisas, mediados por recursos llamativos, innovadores y motivadores.

Tabla 9

Generar Recursos Basados en Herramientas TAC

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Totalmente en desacuerdo	1	3,3
En desacuerdo	0	0,0
Indeciso	0	0,0
De acuerdo	4	13,3
Totalmente de acuerdo	25	83,3
Total	30	100,0

Nota. Cuestionario pretest aplicado a estudiantes del octavo año de EGB paralelo “A”

Posterior a la implementación pedagógica, los resultados del postest se presentan en las siguientes *Tabla 10* y *Tabla 11*, en el que se detalla los 15 ítems del Modelo de Aceptación Tecnológica; enfatizadas en la utilidad percibida y la facilidad de uso percibida.

Tabla 10

Utilidad Percibida

Alternativas	Frecuencia					Porcentaje					TOTAL	
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	30	100%
Ítems												
FUP1	0	1	2	9	17	0,0	3,3	6,7	30,0	56,7		
FUP2	0	2	3	8	17	0,0	6,7	10,0	26,7	56,7		
FUP3	1	1	2	10	16	3,3	3,3	6,7	33,0	53,3		
FUP4	1	2	3	7	17	3,3	6,7	10,0	23,3	56,7		
FUP5	1	2	0	12	15	3,3	6,7	0,0	40,0	50,0		
FUP6	1	7	1	5	16	3,3	23,3	3,3	16,7	53,3		
FUP7	2	3	4	6	15	6,7	10,0	13,3	20,0	50,0		
FUP8	1	2	2	4	21	3,3	6,7	6,7	13,3	70,0		

Nota. Modelo TAM aplicado a estudiantes del octavo año de EGB paralelo “A”

Según los datos procesados, el 56,7% considera que las herramientas web 3.0 les ayuda a realizar rápidamente su trabajo académico, puesto que gracias al Internet pueden acceder con mayor facilidad a un bagaje de recursos, de información y herramientas digitales sobre diversas temáticas y múltiples contenidos. En concordancia a ello, el 56,7% enfatiza que gracias a esto

mejoran la calidad de trabajo que realizan en las clases virtuales, puesto que solventan sus dudas e inquietudes, editan contenido, aprenden cosas nuevas o desarrollan diversas actividades que apoyen su proceso de aprendizaje; de esta manera, el 53,3% determina que mejoran su iniciativa en clase y el 56,7% que facilita su trabajo debido a que las TAC alinean de manera efectiva el proceso de enseñanza-aprendizaje con la tecnología, al forjar ambientes cómodos, lúdicos, participativos e interesantes y poner a disposición de los estudiantes diversos recursos digitales con interfaces gráficas de fácil acceso y adaptadas a cualquier objeto matemático, de tal manera, facilita su trabajo educativo y capta su atención en interés.

El 50% están totalmente de acuerdo en que estas herramientas son útiles en su trabajo en clases virtuales, pues durante la educación virtual intempestiva fueron primordiales en la continuación de las acciones educativas, en el que se transformó el ambiente de aprendizaje tradicional, del uso de libros, pizarra y marcadores a un ambiente virtual constructivista en el que los estudiantes pudieron navegar en la red con facilidad, gestionar su propio aprendizaje, consolidar diversos contenidos y participar activamente ya sea de forma virtual o a través de redes colaborativas, puesto que el 53,3% afirma que potencia el aprendizaje colaborativo dado que algunas de ellas permiten formar equipos de trabajo, en el que puedan compartir ideas, exponer sus puntos de vista, intercambiar conocimientos e información. De esta manera, el 50% recalca que permiten sostener una comunicación más amigable, estimular las habilidades comunicativas e enriquecer las experiencias del otro y fortalecer sus propios aprendizajes. El 70% está totalmente de acuerdo en que el uso de herramientas web 3.0 y de gamificación no solo forjan entornos virtuales de aprendizaje en el que se compartan únicamente contenidos e información, sino también promueven la interacción bidireccional y generan secuencias didácticas en las que los educandos se sienten satisfechos, logran divertirse y a su vez aprender.

Tabla 11

Facilidad de Uso Percibida

Alternativas Ítems	Frecuencia					Porcentaje					TOTAL	
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	30	100%
FUP1	0	4	2	13	11	0,0	13,3	6,7	43,3	36,7		
FUP2	1	1	2	15	11	3,3	3,3	6,7	50,0	36,7		
FUP3	0	2	1	9	18	0,0	6,7	3,3	30,0	60,0		
FUP4	1	0	1	7	21	3,3	0,0	3,3	23,3	70,0		
FUP5	1	2	2	10	15	3,3	6,7	6,7	33,3	50,0		
FUP6	1	2	3	7	17	3,3	6,7	10,0	23,3	56,7		
FUP7	5	1	0	4	20	16,7	3,3	0,0	13,3	66,7		

Nota. Modelo TAM aplicado a estudiantes del octavo año de EGB paralelo “A”

De acuerdo a los datos procesados el 43,3% sostiene que herramientas de gamificación y tecnológicas se le facilitan su manejo, puesto que la mayoría de los sitios web o digitales son diseñados adaptados a los requerimientos del usuario (edad, interés o necesidades); por lo que

el 50% contrasta que se les facilita la accesibilidad, navegación y el uso que le puedan dar para el desarrollo de diversas actividades, apoyo en tareas, refuerzos de contenidos o aprender cosas nuevas; por ello, los docentes deben seleccionar de manera responsable las herramientas digitales a utilizar que se adapten al objeto matemático y al objetivo que se pretende lograr. En cuanto al uso de la computadora, el 60% manifiesta que es clara y entendible, pues las conocen, manejan y utilizan de forma cotidiana y con gran facilidad; en un 70% consideran que es fácil de usar, son capaces de conectarse, navegar y trabajar en línea a través de diversos recursos informáticos, como se puede evidenciar actualmente los estudiantes representan a la generación de los “nativos digitales”, nacieron y crecieron en un ambiente del lenguaje digital rodeados del internet, ordenadores, redes sociales y videojuegos. Por lo que su experticia en el uso de la tecnología en la mayoría de casos supera a la de los docentes, por lo que, es indispensable que se capaciten continuamente y se adapten a la revolución digital.

Con referencia a las herramientas web 3.0 y las de gamificación el 50% afirma que son fáciles de usar, gracias a que estas plataformas ofrecen interfaces gráficas, interactivas e instrumentales que permiten forjar el aprendizaje de manera gamificada y lúdica; esto genera en un 56% de los estudiantes apertura para utilizarlas con mayor frecuencia dentro de las clases virtuales ya que promueven el interés, orientan el aprendizaje, generan clases atractivas y potencian su participación lo cual se vio evidenciado en la clase llevada a cabo a través del uso de las herramientas digitales; Prezi, Prezi Video, Nearpod y Quizizz, Asimismo, se percibió que se sienten entusiasmados cuando la construcción del aprendizaje es desarrollada de manera dinámica, interactiva y sobre todo cuando se procura su participación activa. El 66,7% enfatiza que estas herramientas deben traspasar la virtualidad y trasladarse a la presencialidad, donde se dinamicen procesos tradicionales por medio de interfaces gráficas y multimediales, en el que los educandos se sientan cómodos al utilizarlas.

Conclusiones

Las tecnologías del aprendizaje y del conocimiento abarcan una infinidad de herramientas digitales, con una gama de alternativas didácticas lo que favorece una enseñanza activa, colaborativa, constructivista, participativa, que permite a los educandos interactuar con el contenido de manera divertida y dinámica; direcciona al estudiante a ser el verdadero agente en la construcción de sus propios conocimientos, para que logren alcanzar el aprendizaje significativo. Por lo tanto, el éxito de la implementación dentro del proceso de enseñanza no debe estar encaminado a enseñar a usar los dispositivos tecnológicos vigentes sino a la construcción de modelos de enseñanza que forjen el uso de la tecnología con fines pedagógicos, disciplinares y didácticos para propiciar escenarios que favorezcan el interés, motivación y la gestión por aprender.

Con los datos obtenidos se resalta que, el proceso de enseñanza-aprendizaje de la matemática revela procesos descontextualizados, memorísticos, mecánicos, poco reflexivos y faltos de innovación pedagógica; que limitan la participación activa de los estudiantes. En cuanto a la utilidad percibida, la mayor parte de los estudiantes están de acuerdo en que el uso de estos



recursos digitales aumentaría su desempeño académico; de la misma manera que sobre la facilidad de uso percibida están libre de esfuerzo mental y físico.

La generación de recursos de autor, permite forjar un ambiente virtual adaptado a las características de los protagonistas del proceso educativo, a sus necesidades e intereses; de la misma forma al objeto de estudio, de esta manera fomentar su participación, interés y atención. Actualmente, el ámbito tecnológico avanza a pasos agigantados, por lo que es esencial enlazarlos al ámbito educativo y fomentar una educación expandida en donde los educadores enseñen, pero de otra manera y cada vez en entornos virtuales; en el que el salón de clase deje de ser el espacio exclusivo para la adquisición y distribución del conocimiento. Involucrar el proceso educativo en opciones tecnológicas y evitar así el gran retroceso que signifique el reintegro de la educación presencial (pospandemia).

Referencias

- Álvarez, W., Becerra, S., y Rodríguez, A. (2019). Competencias comunicativas para la vida a través del uso de la multimedia. *Revista Espacios*, 40(20). <http://www.revistaespacios.com/a19v40n20/a19v40n20p17.pdf>
- Arias, P., Merino, M., y Peralvo, C. (2017). Análisis de la Teoría Psicogenética de Jean Piaget: Un aporte a la discusión. *Dominio de las Ciencias*, 3(3), 833-845. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6326679>
- Belloch, C. (2012). *Entornos virtuales de formación*. Universidad de Valencia. <https://www.uv.es/bellochc/pedagogia/EVA3.pdf>
- Bernal, C. (2010). *Metodología de la investigación* (3ª ed.). Pearson Educación.
- Borja, G., y Carcausto, W. (2020). Herramientas digitales en la educación universitaria latinoamericana: una revisión bibliográfica. *Revista Educación las Américas*, 10(2). <https://doi.org/10.35811/rea.v10i2.123>
- Bravo, L., Burgos, F., Hidalgo, J., Vargas, Y., y Vásquez, M. (2019). Modelo de aceptación de tecnología TAM en NextCloud. Caso de estudio Escuela Computación e Informática. *Espacios*, 40(21). <https://www.revistaespacios.com/a19v40n21/a19v40n21p04.pdf>
- Cattán, M. (2019). *Las nuevas tecnologías de la información y la comunicación como herramienta pedagógica en la era digital* [Tesis de Maestría, Universidad Andina Simón Bolívar]. <https://repositorio.uasb.edu.ec/handle/10644/6986>
- Davis, F. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319-340.
- García, M. (2020). La docencia desde el hogar. Una alternativa necesaria en tiempos del Covid 19. *Polo del conocimiento*, 5(4), 304-324. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7398376>
- García, R. (2010). Utilidad de la integración y convergencia de los métodos cualitativos y cuantitativos en las investigaciones en salud. *Revista Cubana de Salud Pública*, 36(1). <https://doi.org/10.1590/S0864-34662010000100004>
- Garzón, C. (2021). Las competencias docentes en el siglo XXI de cara a la virtualidad de la educación con ocasión del COVID-19. *Revista Red Iberoamericana de Pedagogía*, 10(5). <https://doi.org/10.36260/rbr.v10i5.1295>
- Global Campus Nebrija. (2016). *Metodología de enseñanza y para el aprendizaje*. <https://www.nebrija.com/nebrija-global-campus/pdf/metodologia-ensenanza-aprendizaje.pdf>

- Grisales, A. (2018). Uso de recursos TIC en la enseñanza de las matemáticas: retos y perspectivas. *Entramado*, 14(2), 198-214. <https://doi.org/10.18041/1900-3803/entramado.2.4751>
- González, J. (2021). De las TIC a las TAC; una transición en el aprendizaje transversal en educación superior. *Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*. <https://doi.org/10.46377/dilemas.v9i.2929>
- Hernández, C., y Carpio, N. (2019). Introducción a los tipos de muestreo. *ALERTA*, 2(1), 2-5. <https://doi.org/10.5377/alerta.v2i1.7535>
- Herrera, J., y Zapatera, A. (2019). El número como cantidad física y concreta, un obstáculo en el aprendizaje de los números enteros. *Revistas de la Universidad de Granada*, 13(14), 197-220. <https://doi.org/10.30827/pna.v13i4.8226>
- Liao, S., Jon-Chao, H., Yi-Chen P., Ming-Hui, W., & Yun-Wu, W. (2018). Applying Technology Acceptance Model (TAM) to explore Users' Behavioral Intention to Adopt a Performance Assessment System for E-book Production. *EURASIA*, 14(10). <https://doi.org/10.29333/ejmste/93575>
- McMillan, J., y Schumacher, S. (2005). *Investigación educativa*. Pearson Educación S.A.
- Metaute, P., Mora, B., y Rugeles, P. (2015). El rol del estudiante en los ambientes educativos mediados por las TIC. *Revista Lasallista de Investigación*, 132-138. <https://doi.org/10.22507/rli.v12n2a14>
- Ministerio de Educación. (2016). *Currículo de EGB Y BGU MATEMÁTICA*. Quito. https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/03/MATE_COMPLETO.pdf
- Ministerio de Educación. (2017). *Matemática 8 Texto del estudiante*. SMEcuadaciones.
- Mujica, R. (05 de marzo de 2018). Las TIC y las TAC en el aula. *Docentes 2.0*. <https://blog.docentes20.com/2018/03/las-tic-y-tac-en-el-aula-de-clases-docentes-2-0/>
- Pita, S. y Pértega, S. (2002). Investigación cuantitativa y cualitativa. *Cuadernos de atención primaria*, 9(2), 76-78.
- Pimbo, A. (2022). *Tecnologías del aprendizaje y el conocimiento en el Aprendizaje de números enteros en el octavo año de Educación General Básica* [Tesis de Maestría, Universidad Técnica de Ambato] <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/35367>
- Puello, P., Del Campo, V., y Scholborgh, F. (2020). Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM) en el Laboratorio de Física III basado en Internet de las Cosas en el Programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Cartagena, Colombia. *Revista Espacios*, 41(37), 159-171. <https://www.revistaespacios.com/a20v41n37/a20v41n37p13.pdf>

- Ramírez-Correa, P., Alfaro-Pérez, J., y Durand-Alegre, P. (2016). Aceptación y uso de los sitios web de transparencia gubernamental: un estudio empírico en Chile. *Revista Espacios*, 37(1). <https://www.revistaespacios.com/a16v37n01/16370103.html>
- Rizo, M. (2020). Rol del docente y estudiante en la educación virtual. *Revista Multi – Ensayos*, 6(12). <https://doi.org/10.5377/multiensayos.v6i12.10117>
- Rojas, F., y Farías, D. (2015). Del estadio de las operaciones concretas al de las formales en la enseñanza de la matemática. *Investigación y Postgrado*, 30(2). http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-00872015000200004
- Santana, G., Castro, R., Gutiérrez, J., Briones, Y., y Mawyin, F. (2021). Criterios sobre las tecnologías del aprendizaje y conocimiento (tac) en tiempos de pandemia covid-19. *South Florida Journal of Development*, 2(2), 1809-1821. <https://doi.org/10.46932/sfjdv2n2-053>
- Sapién-Aguilar, A., Castillo-Cuevas, M., Piñón-Howlet, L., Araiza-Zapta, P., & Salcido-Ornelas, D. (2017). Teaching Competences in Higher Education Virtual Learning Environments. *International Review of Management and Business Research*, 6(4). <https://irmbrjournal.com/papers/1513070818.pdf>
- Tam, J., Vera, G., y Oliveros, R. (2008). Tipos, métodos y estrategias de investigación científica. *Pensamiento y acción*, (5), 145-154. http://www.imarpe.pe/imarpe/archivos/articulos/imarpe/oceanografia/adj_modelapa-5-145-tam-2008-investig.pdf
- Terán-Guerrero, F. (2019). Aceptación de los estudiantes universitarios en el uso de los sistemas e-learning Moodle desde la perspectiva del modelo TAM. *Ciencia Unemi*, 12(29), 63-76. <https://doi.org/10.29076/issn.2528-7737vol12iss29.2019pp63-76p>
- Valarezo, J., y Santos, O. (2019). Las tecnologías del aprendizaje y el conocimiento en la formación docente. *Conrado*, 15(68), 180-186.
- Valencia, L., Arias, C., Guzmán, A., y Montilla, H. (2021). *Herramientas y metodologías para gamificación educativa y organizacional* (Vol. 1). Corporación Universitaria de Austrias.
- Velasco, M. (2017). Las TAC y los recursos para generar aprendizaje. *Infancia, Educación y Aprendizaje*, 3(2), 771-777. <https://doi.org/10.22370/ieya.2017.3.2.796>

Copyright (2023) © Ana Gabriel Pimbo-Tibán, Holguer Rolando Manotoa-Labre, Patricio Medina-Chicaiza, Héctor Daniel Morocho-Lara



Este texto está protegido bajo una licencia internacional [Creative Commons](#) 4.0.

Usted es libre para Compartir—copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato — y Adaptar el documento — remezclar, transformar y crear a partir del material—para cualquier propósito, incluso para fines comerciales, siempre que cumpla las condiciones de Atribución. Usted debe dar crédito a la obra original de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios.

Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace de la obra.

[Resumen de licencia](#) – [Texto completo de la licencia](#)



NORMAS DE PUBLICACIÓN REVISTA ODIGOS

La **REVISTA ODIGOS** es una publicación científica de la Universidad Tecnológica Israel, cuya difusión es trianual: febrero, junio y octubre.

El propósito es publicar, en español e inglés, trabajos de investigación científica y desarrollo tecnológico vinculados a las Ciencias de la Ingeniería y Exactas (ciencia y tecnología, computación, física, matemática, telecomunicaciones, electrónica).

Está dirigida a docentes, investigadores y profesionales que estén interesados en la actualización y el seguimiento de los procesos de investigación científico-tecnológica en esta área del conocimiento. Es de acceso abierto y gratuito, e incluye artículos originales de investigación, ensayos y reseñas.

Es importante acotar que las evaluaciones se hacen con pares a doble ciego para garantizar la objetividad y la calidad de las publicaciones.

1. ALCANCE Y POLÍTICA

Las aportaciones tienen que ser originales y no haber sido publicados previamente o estar en proceso de revisión de otro medio.

Estas pueden ser mediante:

- **Artículos:** trabajos de naturaleza teórica y empírica con una extensión de entre 12 y 16 páginas, incluyendo título, resúmenes, descriptores, tablas y referencias.

La estructura a seguir es la siguiente: título, autor (es), institución, correo electrónico de cada autor, código Orcid (<https://orcid.org/>), resumen, palabras clave, abstract (no se aceptarán traducciones provenientes de traductores automáticos), keywords, introducción, metodología, resultados, conclusiones y referencias bibliográficas.

- **Ensayos:** son revisiones exhaustivas del estado de la cuestión de un tema de investigación reciente y actual justificado mediante la búsqueda sistemática de autores que traten sobre esa problemática. Para esta sección se aceptan trabajos con un máximo de entre 12 y 16 páginas, incluyendo título, resúmenes, descriptores, tablas y referencias.

La estructura a seguir es la siguiente: título, autor (es), institución, correo electrónico de cada autor, código Orcid (<https://orcid.org/>), resumen, palabras clave, abstract (no se

aceptarán traducciones provenientes de traductores automáticos), keywords, introducción, desarrollo, debate/discusión/conclusiones y referencias bibliográficas.

- **Reseñas:** consiste en la valoración crítica de un autor, un libro u obra artística en la que se realice una evaluación o crítica constructiva. Tiene una extensión de máximo 12 páginas incluyendo título, resúmenes, descriptores, tablas y referencias.

La estructura a seguir es la siguiente: título, autor (es), correo electrónico de cada autor, código Orcid (<https://orcid.org/>), resumen, palabras clave, abstract (no se aceptarán traducciones provenientes de traductores automáticos debido a su baja calidad), keywords, introducción, desarrollo, debate/discusión/conclusiones y referencias bibliográficas.

2. PROCESO EDITORIAL

Se informa a los autores que los trabajos que se publicaran deben respetar el formato de la plantilla establecida y ser enviados exclusivamente por el OJS (Open Journal System): <https://revista.uisrael.edu.ec/index.php/ro>, por esa vía se manejará el proceso de estimación/desestimación y de aceptación/rechazo, así como en caso de aceptación, el proceso de revisión.

En el período máximo de 30 días, a partir de la recepción de cada trabajo, los autores recibirán una notificación. En caso de que el manuscrito presente deficiencias formales o no se incluya en el focus temático de la publicación, el Editor principal o Director Científico desestimarán formal o temáticamente el trabajo sin opción de reclamo por parte del autor. Por el contrario, si presenta carencias formales superficiales, se devolverá al autor para su corrección antes del inicio del proceso de evaluación. Para ello se establecen las siguientes categorías: **aceptado, aceptado con cambios menores, aceptado con cambios mayores, rechazado.**

Se solicita a los autores que una vez recibida la resolución por parte del Editor de la Revista o del Director Científico envíen el documento corregido en no más de 30 días para una segunda revisión, salvo a aquellos autores a quienes se ha notificado su documento como rechazado.

Los manuscritos serán evaluados científicamente, de forma anónima por pares expertos en la temática, con el fin de garantizar la objetividad e independencia de la Revista.

Los criterios de valoración para la aceptación/rechazo de los trabajos por parte del Consejo Editor son los siguientes:

- Actualidad y novedad.
- Relevancia y significación: avance del conocimiento científico.
- Originalidad.
- Fiabilidad y validez científica: calidad metodológica contrastada.
- Organización (coherencia lógica y presentación formal).
- Coautorías y grado de internacionalización de la propuesta y del equipo.



- Presentación: buena redacción.

3. PRESENTACIÓN Y ESTRUCTURA DE ORIGINALES

Los trabajos se presentarán en tipo de letra Times New Roman 12, interlineado simple, con alineación a la izquierda y sin tabuladores ni retornos de carros entre párrafos. Solo se separan con un retorno los grandes bloques (autor, título, resúmenes, descriptores, créditos y epígrafes). Los trabajos se presentan en Word para PC. Las normas de citas y bibliografía se basan en APA 7ma edición.

A continuación, se detalla en profundidad como debe desarrollarse el texto académico:

- Nombre y apellidos completos de cada uno de los autores por orden de prelación, el número deberá estar justificado por el tema, su complejidad y su extensión, siendo 4 el máximo. Junto a los nombres ha de seguir la institución, correo electrónico de cada autor y código ORCID.
- Resumen en español con un máximo de 200 palabras, donde se describirá de forma concisa el motivo y el objetivo de la investigación, la metodología empleada, los resultados más destacados y principales conclusiones, con la siguiente estructura: justificación del tema, objetivos, metodología del estudio, resultados y conclusiones. Ha de estar escrito de manera impersonal en tercera persona: “El presente trabajo se analizó...”.
- Abstract en inglés con un máximo de 200 palabras. Para su elaboración, al igual que para el título y los keywords, no se admite el empleo de traductores automáticos. Los revisores analizan también este factor al valorar el trabajo
- De 4-6 palabras clave en español/ 4-6 keywords en inglés.
- Introducción: debe incluir los fundamentos y el propósito del estudio, utilizando citas bibliográficas, así como la revisión de la literatura más significativa proveniente de fuentes válidas y de calidad académica.
- Metodología: Será presentado con la precisión que sea conveniente para que el lector comprenda y confirme el desarrollo de la investigación. Se describirá el enfoque metodológico adoptado, la población y muestra, así como las técnicas seleccionadas.
- Resultados: se realizará una exposición de la información recabada durante el proceso de investigación. En caso de ser necesario los resultados se expondrán en figuras o/y tablas (**Ver plantilla de estilo**).
- Conclusiones: resumirá los hallazgos, relacionando las propias observaciones con otros estudios de interés, señalando aportaciones y limitaciones sin reiterar datos ya comentados en otros apartados.
- Referencias bibliográficas: Las citas bibliográficas deben reseñarse en forma de referencias al texto. No debe incluirse bibliografía no citada en el texto. El número de referencias bibliográficas deben ser como mínimo 12 y máximo 20, cantidad necesaria para contextualizar el marco teórico, la metodología usada y los resultados de investigación. Se

presentarán alfabéticamente por el apellido primero del autor (agregando el segundo solo en caso de que el primero sea de uso muy común, y unido con guion). Debe usarse la norma APA 7ma edición.

- Apoyo financiero (opcional): El Council Science Editors recomienda a los autor/es especificar la fuente de financiación de la investigación. Se considerarán prioritarios los trabajos con aval de proyectos competitivos nacionales e internacionales. En todo caso, para la valoración científica del manuscrito, este debe ir anonimizado con XXXX solo para su evaluación inicial, a fin de no identificar autores y equipos de investigación, que deben ser explicitados posteriormente en el manuscrito final.

4. DERECHOS DE AUTOR

Los autores que participen de los procesos de evaluación y publicación de sus ediciones conservan sus derechos de autor, cediendo a la revista el derecho a la primera publicación, tal como establecen las condiciones de reconocimiento en la licencia [Creative Commons Reconocimiento 4.0 Internacional](#) (CC BY), donde los autores autorizan el libre acceso a sus obras, permitiendo que los lectores copien, distribuyan y transmitan por diversos medios, garantizando una amplia difusión del conocimiento científico publicado.

5. LISTA DE COMPROBACIÓN PARA ENVÍOS

Los investigadores deberán llenar en el OJS la lista de comprobación para envíos. En caso de que no cumpla uno de los requisitos, el autor no podrá subir el archivo. Por ello es necesario que se revisen los siguientes parámetros antes de enviar el documento.

- El envío no ha sido publicado previamente ni se ha sometido a consideración por ninguna otra revista (o se ha proporcionado una explicación al respecto en los comentarios al editor/a).
- El archivo de envío está en formato Microsoft Word.
- Siempre que sea posible, se proporcionan direcciones URL para las referencias.
- El texto alineado a la izquierda con tiene interlineado sencillo; letra Times New Roman, 12 puntos de tamaño de fuente.
- El texto se adhiere a los requisitos estilísticos y bibliográficos resumidos en las [Directrices para autores](#).
- Si se envía a una sección evaluada por pares de la revista, deben seguirse las instrucciones en asegurar una evaluación anónima.

6. PRÁCTICAS DESHONESTAS: PLAGIO Y FRAUDE CIENTÍFICO

En el caso de que haya algún tipo de infracción contra los derechos de la propiedad intelectual, las acciones y procedimientos que se deriven de esa situación serán responsabilidad de los autores/as. En tal sentido, cabe mencionar las siguientes infracciones graves:



- **Plagio:** consiste en copiar ideas u obras de otros y presentarlas como propias, como por ejemplo el adoptar palabras o ideas de otros autores sin el debido reconocimiento, no emplear las comillas en una cita literal, dar información errónea sobre la verdadera fuente de la cita, el parafraseo de una fuente sin mencionarla, el parafraseo abusivo, incluso si se menciona la fuente.
- **Fraude científico:** consiste en la elaboración, falsificación u omisión de información, datos, así como la publicación duplicada de una misma obra y los conflictos de autoría. **CITACIÓN Y REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS** el sistema de citación y referencias bibliográficas se ajustarán a las American Psychological Association (Normas APA, 7^a. edición).
- Se respetará de forma tácita el orden de los autores que figure en el documento original enviado.





UISRAEL - 2023

Francisco Pizarro E4-142 y Marieta de Veintimilla
Teléfono: (593) 2 255-5741
rodigos@uisrael.edu.ec
Quito - Ecuador