

N° 17, Julio 2023

REVISTA | Ingeniería e
Investigación



 **Contáctanos**
+591 70513827



Tecnopreco



NUESTRAS CERTIFICACIONES



NB - 997

**GARANTIZA LA CALIDAD
DE LA VIGUETA EN
SU PRODUCCIÓN Y
RESISTENCIA.**

LA PAZ

Oficina Central
Calle Casimiro Corrales
N° 1237 Edif. Casso
Z. Miraflores

Sucursal Zona Sur
Av. Muñoz Reyes
N°1210 Edif. Michelle
Z. Cota Cota. C. 25

EL ALTO

Sucursal Río Seco
Av. Juan Pablo II
N° 67 (Ex tranca)
Z. Río Seco.

Sucursal Cruce Viacha
Av. Ladislao Cabrera
N° 1080 (Cruce Viacha)
Z. Villa Bolívar B.

Vigueta Pretensada **SISMORRESISTENTE**

BUNKER

Gracias a la incorporación de los grecques se tiene como resultado una losa conformada por diafragmas rígidos, los cuales ante un evento sísmico, limitan los daños a la estructura y brindan mayor seguridad a los ocupantes.

Producidas con maquinaria de última generación. ✓

Sección geométrica óptima para mayor rigidez de la losa. ✓

Permite disminuir las deformaciones de la losa. ✓

Única en el mercado con longitudes máximas de hasta 8,50 m. ✓

Calidad certificada, cumpliendo la Norma Boliviana NB-997. ✓

Larga vida útil. ✓

Asesoramiento técnico constante, gratuito y con personal calificado. ✓

El extremo superior de la sección asegura una mejor adherencia mecánica entre la vigueta y la capa de compresión. ✓

Refuerzo tipo "Grecques" para una perfecta adherencia entre hormigones. ✓

Losa sismorresistente. ✓

Diseño desarrollado bajo normas europeas. ✓

PRESENCIA NACIONAL:

**ORURO, TARIJA, COCHABAMBA,
POTOSÍ, UYUNI, COPACABANA,
LLALLAGUA y TUPIZA**

MÁS RESISTENCIA MÁS EFICIENTES

TE OFRECEMOS LAS **BOMBAS DE AGUA**
IDEALES PARA **TUS PROYECTOS.**

CONTAMOS CON ASISTENCIA TÉCNICA,
SERVICIO DE REPARACIÓN Y
MANTENIMIENTO ESPECIALIZADO EN
BOMBAS DE AGUA.



GRUPO
SAN RAFAEL



www.sanrafael.com.bo

[Grupo San Rafael](#)

[@grupo.san.rafael](#)

[@sanrafaelbolivia](#)

COCHABAMBA

CENTRAL
Calle 25 de Mayo n° 580
entre c/Ladislao Cabrera y Calama

SUCURSAL 11
Avenida Blanco Galindo
km 4,5 acera sud

76920125

SANTA CRUZ

SUCURSAL 2
Florida No 599 y Av. Cañoto

SUCURSAL 3
Avenida Banzer casi tercer anillo

3350422
3425688
78321153

ORURO

SUCURSAL 4
Calle Montesinos
Esq. Velasco Galvarro

77420147



KRAKEN

Servicios Generales S.R.L.

ELECTRICIDAD

Provisión de equipamiento eléctrico para alta, media y baja tensión con representación en Bolivia de importantes marcas de renombre internacional.

Construcción de líneas de media y baja tensión.

Realizamos instalaciones eléctricas industriales, sistemas de puesta a tierra, mantenimiento y reparación de equipamiento eléctrico en general (generadores, UPS, transformadores, etc). Especialistas en trabajos eléctricos en áreas clasificadas explosivas.

OTROS SERVICIOS

Alquiler de generadores, UPS, Grúas y Carro canasta.

OIL & GAS

Amplia experiencia en diseño y construcción de plantas de engarrafado respaldados por nuestra representada exclusiva en Bolivia Makeen Energy (Kosan Crisplant).

Especialistas en instalaciones y mantenimiento de plantas y equipos asociados al engarrafado y distribución de GLP.

Provisión de equipos y accesorios para GLP: Balanzas de llenado, válvulas, vaporizadores de fuego directo, medidores de nivel porcentual, bombas, compresores, reguladores, flexibles y otros materiales para áreas clasificadas.

OBRAS CIVILES

Diseño, fiscalización, supervisión y ejecución de obras de mediana y gran envergadura.

Diseño arquitectónico, estructural y cálculo de edificaciones. Remodelaciones y reparaciones de edificaciones.

Mantenimientos de infraestructura civil. Gestión, administración y control de obras. Construcción de obras civiles para áreas clasificadas explosivas.



SanLiFuErMao
FERRETERÍA DE LÍNEA

La Paz: Calle Macario Pinilla Nº 2614, esquina Av. 6 de Agosto, Edificio Torre Vitruvio, Piso 7, Oficina 704 - Zona Sopocachi.
Telf: (591-2)-2431393, (591-2)-2432905.

Santa Cruz: Av. Cristo Redentor (Av. Banzer), entre Sexto y Séptimo Anillo, Torre Atlantis, PB, Oficina 9.
Telf: (591-3)-3421042.



CONSEJO EDITORIAL

Ing. Gisela Chumacero Tellez
Ing. Eduardo Velasquez Suarez
Lic. Taide Guardia Flores

EDICIÓN GENERAL

Lic. Taide Guardia Flores

ASESOR COMERCIAL

Sr. Rubén J. Casas Condori

DIAGRAMACIÓN

Marka Diseño e Impresión

IMPRESIÓN

UNICAB – Industria Gráfica

El contenido de los artículos publicados en esta revista, son de exclusiva responsabilidad de los autores.

PROPIEDAD LITERARIA E INTELECTUAL

Sociedad de Ingenieros de Bolivia

Depósito Legal: 4-3-10-14

Oficina Nacional: Av. 16 de julio N° 1440
Edif. Herrmann piso 8 of. 804
Tel.: Fax. (591) (2) 2331833
(2) 2331832 - (2) 2370348
sibnacional@sib.org.bo
La Paz- Bolivia

www.sib.org.bo

PRESENTACIÓN

Para el Directorio Nacional es un honor realizar la publicación de un número más de la revista Ingeniería e Investigación, puesto que se consolida como una herramienta de difusión para todos los ingenieros registrados.

Esta revista contiene artículos técnicos, inéditos, de alto nivel científico e incluye colaboraciones de distinto carácter vinculadas con el mundo de la ingeniería, es por ello que felicitamos a los colegas que dedicaron el tiempo a la investigación y la voluntad de difundir su conocimiento a través de este medio, así mismo invitamos a otros ingenieros a que le dediquen un tiempo para poder ser parte de este medio de difusión del ejercicio de la Ingeniería.

En esta edición se presentan artículos como la esencia de la programación de computadoras, alimentos orgánicos a base de quinua, recuperación mejorada para pozos productores de petróleo, Detección de Niveles de Estrés mediante el Modelo Neuro-difuso ANFIS, efecto de fibras de polipropileno en la resistencia al corte de una arena limosa, Auditoría informática en Documentos Microsoft Office maliciosos del tipo macro VBA Ofuscado (Visual Basic para Aplicaciones), geoquímica ambiental del arsénico, entre otros.

Es importante resaltar que en este número se pueden encontrar dos artículos de jóvenes profesionales en Ingeniería de Sistemas e Ingeniería Mecatrónica, que destacaron con sus investigaciones en el 2do. Congreso de Ingeniería de Sistemas, Telecomunicaciones Redes e Informática.

Ing. Jorge Alberto Vaca Raslan
**Presidente de la Sociedad de
Ingenieros de Bolivia**

Contenido



5. FERIA DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA - FIT 2023
SIB
7. ESTIMACIÓN DEL PLAZO DE EJECUCIÓN DE OBRAS
TIPO EDIFICACIÓN A PARTIR DEL COSTO
Ing. Juan Carlos Ticona Condori
10. LA ESENCIA DE LA PROGRAMACIÓN DE
COMPUTADORAS
Ing. Miguel Francisco Bohorquez Brañez
13. ALIMENTO ORGÁNICO A BASE DE QUINUA: FACTORES QUE INFLUYEN EN LA
INTENCIÓN DE COMPRA ENTRE LOS JÓVENES CONSUMIDORES INTERNACIONALES
EN EL REINO UNIDO
Ing. Oscar Eduardo Sánchez Pinto
18. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA ENFATIZADO EN LA OBTENCIÓN DE LA TENSIÓN
ADMISIBLE
Ing. Erick Chacalluca Ticona
22. RECUPERACIÓN MEJORADA PARA NUESTROS POZOS PRODUCTORES DE PETRÓLEO
Ing. Alvaro Isaias Martínez Murillo
26. DETECCIÓN DE NIVELES DE ESTRÉS MEDIANTE EL MODELO NEURO-DIFUSO ANFIS
Ing. Aaron Nestor Mamani Villca
30. EFECTO DE FIBRAS DE POLIPROPILENO EN LA RESISTENCIA AL CORTE DE UNA
ARENA LIMOSA
Ing. Rilder Yerko Daza Diaz
33. AUDITORÍA INFORMÁTICA EN DOCUMENTOS MICROSOFT OFFICE MALICIOSOS DEL
TIPO MACRO VBA OFUSCADO (VISUAL BASIC PARA APLICACIONES)
Ing. Humberto Aguilar Lobo
37. GEOQUÍMICA AMBIENTAL DEL ARSÉNICO, CASO DE ESTUDIO DE LA SUBCUENCA
DEL LAGO URU-URU
Ing. Joaquin Ramos Pinto
40. OPTIMIZACIÓN DE MAQUINARIA PESADA EMPLEADA EN LA CONSTRUCCIÓN DE
CAPA SUB BASE
Ing. Eddy Bautista Machaca
44. ESTRUCTURA Y DINÁMICA TEMPORAL DE MÉTRICAS DEL PAISAJE EN EL ÁREA
NATURAL DE MANEJO INTEGRADO MADIDI ENTRE 2000 AL 2022
Ing. Neftalí Chapi Siñani
48. DESARROLLO DE UN MODELO DE INTEGRACIÓN DE METODOLOGÍAS DE MEJORA
CONTINUA APLICADO A PyMEs
Ing. María Cristina Cortez Escóbar
52. SISTEMA DE MONITOREO PARA LA DETECCIÓN DE DESLIZAMIENTOS EN ZONAS DE
RIESGO, MEDIANTE RED DE SENSORES INALÁMBRICOS CON TOPOLOGÍA MALLA E
INTERNET DE LAS COSAS
Ing. Adriana Ticonipa Gutierrez
58. SEGURGAS Innovación en la detección de escapes de gas en hogares
Ing. Cristián Ricardo Tusco Zegarra – Ing. Adriana Ticonipa Gutierréz
Ing.- Nelsón Lucio Cuareti Condori – MSc. Ing. Carlos Lorenzo Nina Choque

Feria de ingeniería y tecnología

FIT 2023

Del 26 al 28 de abril del presente año se realizó la Feria de Ingeniería y Tecnología en la ciudad de la Paz, en conmemoración de los 100 años de vida institucional de la Sociedad de Ingenieros de Bolivia.

La institución que aglutina a los ingenieros del país fue la encargada de organizar la 1ra versión de la Feria de Ingeniería y Tecnología – FIT 2023, una feria dedicada a la ingeniería en todo el territorio nacional, además de ser el escenario para conocer las innovaciones en productos y soluciones dentro del rubro de la ingeniería, de forma que apoye al Desarrollo Sostenible del país, enfrentando los actuales retos en los diferentes sectores.



FIT 2023 centro sus ejes en los proyectos, servicios e innovaciones con el objetivo de consolidar una plataforma para la difusión de productos y servicios especializados del rubro de la ingeniería y tecnología, con la visión de promover el desarrollo de las empresas privadas y del estado, buscando la implementación de innovaciones tecnológicas en nuestro país para el beneficio de la sociedad en su conjunto.

Dentro del evento participaron más de 30 empresas de diferentes rubros de la ingeniería, además del apoyo de empresas e instituciones importantes como ser: SYNTEX ASPHALT, La Autoridad de Electricidad – AETN, la Cámara Nacional de Industrias – CNI, IBMETRO, IBNORCA, la Alcaldía de La Paz, la Asociación Boliviana de Ingenieros Sanitarios, SOBOCE, El Colegio

Nacional de Ingenieros Civiles y SYNERGY.

El evento contó con un promedio de 300 personas participantes por cada uno de los días de la feria, así mismo, se realizaron más de 15 cursos de capacitación técnica (con una participación aproximada de 50 personas por curso) y 10 disertaciones a cargo de las empresas participantes, mostrando la innovación y productos que ofrecían cada una de ellas en el evento.

De igual manera, durante los días de la feria se dio lugar al acto de “Bolivia Capital de Agua”, evento en el cual se reconoció a nuestro país como referente respecto al recurso tan importante como es el agua.

Otro espacio importante dentro del evento, fue el networking Coffe, un espacio en el que las empresas participantes pudieron interactuar entre ellas y presentar sus productos y servicios, el espacio ideal para realizar negocios y captación de clientes.

Al finalizar el evento se realizo un coctel de clausura, donde se premiaron diferentes empresas en las categorías de:

- Mejor stand en Ingeniería – Syntex Asphalt
- Mejor stand en Tecnología – Plastiforte

- Mejor stand en Innovación – Fogsphere

Entre algunos de los atractivos de la feria, se pudo apreciar sistemas de generación de energía, innovación en productos para la construcción, sistemas de monitoreo de seguridad industrial con inteligencia artificial, entre otros. Finalmente, la feria logro cumplir sus objetivos de ser una plataforma para la difusión de productos y servicios especializados del rubro de la ingeniería y tecnología, y presentar los proyectos, servicios e innovaciones para nuestro país.



Estimación del plazo de ejecución de obras tipo edificación a partir del costo

Ing. Juan Carlos Ticona Condori – R.N.I. 32071

RESUMEN

En este trabajo se realizó un modelo matemático para estimar el plazo de ejecución de obras tipo edificación a partir del costo, para lo cual se generó una base de datos a partir de los datos de diferentes proyectos tipo edificación que se almacenan en la página web del Sistema de Contrataciones Estatales (SICOES), se trabajó con datos de obras construidas por el Gobierno Autónomo Municipal de La Paz ya que sus precios unitarios referenciales son de carácter público. El resultado obtenido evidencia que a través de una ecuación potencial es posible estimar el plazo de ejecución en función al costo.

Palabras clave: Relación costo y plazo de ejecución, estimación del plazo de ejecución.

INTRODUCCIÓN

Todo proyecto tiene una triple restricción, el Alcance, tiempo y el Costo. El alcance es la extensión del trabajo a realizar, el tiempo es el periodo que se tarda en la ejecución del proyecto, y el costo es la inversión monetaria que se hace en el proyecto. El plazo es una de las variables más importantes a controlar dentro del proyecto, ya que las desviaciones en el plazo suelen tener consecuencias en los costos y en la propia coordinación del proyecto.

El desarrollo de los métodos clásicos para determinar el plazo de ejecución se realizó para sectores altamente industrializados, pero sin una base histórica en la que apoyarse para realizar estimaciones de plazos. Por el contrario, la industria de la construcción mantiene un carácter artesanal en el que la estimación de la duración de los ítems resulta complicada, pero si existe gran experiencia histórica en los plazos de ejecución del conjunto o totalidad de las obras.

En proyectos estatales la entidad contratante determina el alcance, costo y plazo referencial de la obra en la etapa de la elaboración del proyecto, las empresas interesadas

en ejecutar dicho proyecto participan a través de la presentación de una propuesta técnica y económica, y en función a los parámetros de calificación gana quien cumpla con todos los requerimientos. Es así que las empresas requieren saber si el plazo referencial es técnicamente viable o no, ya que muchos proyectos podrían tener plazos extremadamente cortos y técnicamente no serían viables su ejecución.

El incumplimiento de los plazos de ejecución en las obras, es un aspecto que debería preocuparnos, ya que pocas veces se puede encontrar una obra que termine en la fecha prevista, o aun mejor, antes de tiempo. Esto hace que debemos poner especial interés en el control del costo y plazo de la obra, para ello, el costo usualmente se controla por comparación paramétrica con obras similares, relacionando el costo por metro cuadrado de construcción o métodos similares. En cambio, para estimar el plazo de ejecución no existe una forma sencilla en la actualidad, la única manera es a través de la experiencia o realizando una programación de obra que normalmente demanda tiempo realizarla y el que lo realiza debe tener bastante experiencia en obra.

Actualmente no existe una forma rápida y sencilla que permita estimar el plazo de ejecución de una obra, por lo que en este trabajo se pretende determinar una fórmula matemática para estimar el plazo de ejecución de una obra a partir de datos históricos.

La experiencia pone en evidencia que la ejecución de las obras dura lo que han durado obras anteriores parecidas en situaciones parecidas.

DESARROLLO

La representación de nuestra realidad, de forma simplificada y de diferentes maneras que nos ayuden a comprender su comportamiento, se realiza a través de un modelo. Un modelo matemático es la representación simplificada de la realidad, mediante el uso de funciones que describen su comportamiento, o de ecuaciones que representan sus relaciones.

Para el presente caso el proceso de construcción del modelo matemático se realizará en 3 etapas como se describe a continuación:

1.1. Identificación de los parámetros relevantes

La base de datos no es útil sin un modelo de explotación que permita un análisis predictivo. Uno de estos modelos figura en “Predicting construction duration of building projects”, de Joe Martin, Theresa Burrows e Ian Pegg, propuesto en el XXIII Congreso FIG, en octubre de 2006. Estos autores encontraron que existe relación entre la duración y el costo.

En este caso las variables que se consideran relevantes para el presente modelo son duración y costo, donde la variable independiente es el costo, y el plazo de ejecución es la variable dependiente.

1.2. Creación de la base de datos

En Bolivia se tiene la página web del Sistema de Contrataciones del Estado SICOES, donde se suben información y documentación de proyectos por ejecutar y ya ejecutados. Esta página es de libre acceso, y para generar la base de datos se extrajeron las actas de

recepción de entrega definitivas de obras tipo edificación de proyectos con montos desde 120,000.0 hasta 8,000,000.0 Bs de proyectos de los últimos 5 años. Para los datos se tomaron en cuenta el costo y plazo finales con los que se concluyeron las obras, es decir, incluyendo las variaciones al costo y plazo. Del mismo modo esos costos son para proyectos dentro de la ciudad y en condiciones que se consideran normales.

Con fines de simplicidad se recurrió a proyectos del Gobierno Autónomo Municipal de La Paz GAML, porque sus precios unitarios referenciales son de carácter público y los mismos son de gran ayuda para identificar los porcentajes de las incidencias.

Beneficios sociales	71.18%	
Herramientas	5.00%	
Gastos generales	11.00%	
Utilidad	7.00%	
Impuestos	IVA	14.94%
	IT	3.09%

Tabla 1: Porcentajes de Incidencias de los APU del GAML (Fuente: Elaboración Propia)

Bs.	Días	Bs.	Días	Bs.	Días	Bs.	Días	Bs.	Días	Bs.	Días
122,037.81	52	140,511.06	53	183,515.52	65	255,977.81	80	423,158.00	92	3,442,828.13	260
123,052.76	58	146,773.46	60	195,669.41	52	256,717.73	72	479,190.70	102	4,124,273.31	390
132,862.63	50	155,306.84	60	203,225.25	61	326,422.72	83	797,143.28	130	4,164,300.57	340
138,118.38	50	155,306.84	60	230,574.92	75	328,903.68	63	880,834.40	149	4,616,138.83	400
139,649.41	64	160,892.39	60	239,871.89	75	329,262.01	64	2,701,213.24	230	6,634,290.58	480
139,649.41	64	173,423.78	58	251,112.37	60	364,026.15	65	2,753,073.38	225	7,914,091.16	420
140,511.05	53	178,422.91	60	255,977.81	80	375,221.39	79	2,984,591.34	291	20,000,000.00	650

Tabla 2: Base de datos costo – duración (Fuente: Elaboración Propia)

1.3. Desarrollo del modelo estadístico

El problema planteado requiere para su resolución, la formulación de modelos que las representen. En este caso se empleará Microsoft Excel para determinar las funciones matemáticas y su representación gráfica.

A partir de la creación de la serie de datos costo - duración, se generarán varias curvas con el fin de observar la curva que mejor se ajusta a través de la comparación de los coeficientes de determinación R^2 de cada curva.

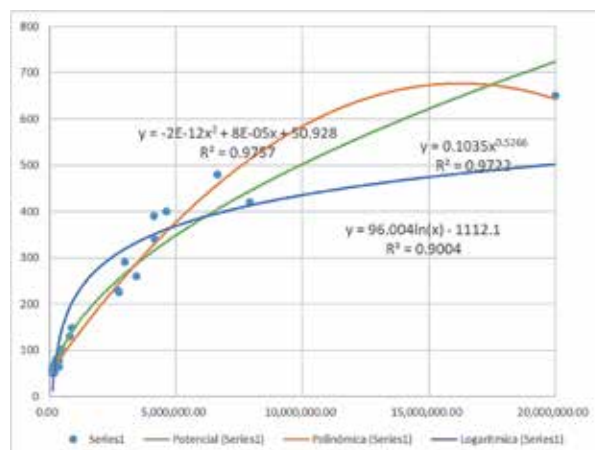


Figura 1: Modelos matemáticos que reflejan la relación costo-duración (Fuente: Elaboración Propia)

Para estimar los plazos que están por encima del valor máximo de los costos que figuran en la serie de datos, se adicionó un dato para extrapolar la curva resultante.

Si el presupuesto considera beneficios sociales de 55%, multiplicar la variable Costo por 0.942, si solo se considera los costos directos multiplicar la variable costo por 1.811 y posteriormente emplear la fórmula planteada.

RESULTADOS

Comparando los coeficientes de determinación de cada una de las funciones, se observa que la función polinómica de grado 2 es la que mejor se ajusta para la serie de datos presentada, pero si quisiéramos ampliar los datos ya no resulta correcta porque el vértice de la parábola está muy cerca y la curva empieza a decrecer, en cambio la función que mejor tendencia tiene es la potencial, por lo que este último se considera como el modelo que mejor se ajusta para estimar el plazo de ejecución de obras tipo edificación, la ecuación potencial se muestra a continuación:

$$\text{Plazo}(\text{días}) = 0.1035 \times [\text{Costo}(\text{Bs})]^{0.5266} \quad (1)$$

Donde:

Plazo: Plazo de ejecución de la obra en días

Costo: Costo total del proyecto en Bolivianos

CONCLUSIÓN

El modelo matemático encontrado relaciona las variables plazo y costo y es aplicable a obras tipo edificación, el mismo permite determinar de manera aproximada el plazo de ejecución de obras a partir del costo total de la obra de manera rápida y sencilla. El modelo que mejor tendencia y ajuste tiene, es la ecuación potencial.

Se debe tener en cuenta que la ecuación potencial determinada es útil sobre todo para proyectos con costos desde los 100 mil hasta los 8 millones de bolivianos, pudiéndose hacer extrapolaciones con valores no muy elevados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Martin, Joe, Burrows, Theresa y PEGG, Ian. "Predicting Construction Duration of Building Projects", XXIII Congreso FIG, Octubre de 2006.

En cumplimiento de la Ley N°1449 del Ejercicio Profesional de la Ingeniería

- ➔ El Estado reconoce a la Sociedad de Ingenieros de Bolivia como la institución que asocia y representa a los ingenieros, controlando y defendiendo el ejercicio de la profesión.
- ➔ La Sociedad de Ingenieros de Bolivia otorga un registro nacional a todo profesional en Ingeniería, garantizando que ejerza su trabajo de manera lícita.
- ➔ Toda institución pública o privada, o persona que contrate a profesionales ingenieros deben exigir el registro nacional emitido por la Sociedad de Ingenieros de Bolivia.
- ➔ La Sociedad de Ingenieros de Bolivia tiene la atribución de certificar la condición de los profesionales inscritos en el Registro Nacional de Ingenieros
- ➔ Todo profesional de la ingeniería inscrito en el Registro Nacional de Ingenieros tiene derecho al ejercicio de la profesión de forma dependiente o independiente.



La esencia de la programación de computadoras

Ing. Miguel Francisco Bohorquez Brañez – R.N.I. 16494

Es Ingeniero de Sistemas de la Universidad Técnica de Oruro con Diplomados en Educación Superior, Enseñanza en Idioma Quechua y Gerencia de Instituciones Educativas. Actualmente es Rector del Instituto Técnico “Jesús María” 2 de la ciudad de Oruro.

RESUMEN

En el proceso de la formación profesional es importante contar con herramientas necesarias que nos permitan encarar las tareas a ejecutar. En el campo de la computación, una labor, quizá la más importante, es la programación de computadoras, misma que implica contar con habilidades que permitan obtener productos (aplicaciones Software) eficaces y eficientes. La herramienta más importante para tener destreza en el arte de programar es sin duda alguna las matemáticas, su aprendizaje y constante práctica aportan sustancialmente en el desarrollo y agilidad mental que se requiere para resolver cualquier tipo de problemas.

INTRODUCCIÓN

A lo largo de nuestra existencia la humanidad se ha enfrentado a un sinfín de dificultades, desde las más triviales hasta las más complejas y esenciales, aquellas que han transformado su propia existencia y que le han permitido subsistir en este mundo. Dar solución a las dificultades, es decir resolver problemas que se nos presentan continuamente nos han llevado a crear y desarrollar técnicas, métodos, herramientas que han derivado en el nacimiento de una gran variedad de metodologías que según su área o especialidad se emplean formalmente para dar solución a muchos problemas. Desde que nacemos nos enfrentamos a muchos retos, desde desarrollar la habilidad para caminar hasta desarrollar la capacidad, en la mayoría de los casos de forma intuitiva, de alcanzar y manipular todo tipo de objetos. En todos los procesos en los que se ve involucrada nuestra capacidad de razonamiento, desarrollamos técnicas y habilidades que, sin darnos cuenta, ejecutamos una y otra vez hasta lograr la perfección.

DESARROLLO

La programación de computadoras



La programación de computadoras es un proceso que implica la aplicación de procedimientos lógicos, metódicos, sistémicos y secuenciales para obtener un programa que dé solución a un problema específico. El proceso de diseño y creación de un programa para computadora implica: analizar minuciosamente un problema específico, identificar y determinar los componentes (variables) que intervienen en el problema y su interacción, posteriormente se inicia la construcción del algoritmo que determina la secuencia, orden sistemático e inicio y fin de una alternativa de solución; esta alternativa de solución, es puesta a prueba con lo que se llama “prueba de escritorio” y consiste en simular la ejecución del algoritmo, utilizando valores de entrada ficticios, para observar su comportamiento y así identificar errores o fallas en el proceso lógico, secuencial, de cálculos, de relaciones, etc. así, de esta manera se puede corregir o modificar el algoritmo para encontrar (si fuera necesario) una nueva alternativa de solución. En el proceso de la resolución de problemas (diseño del algoritmo) es posible distinguir varias etapas básicas, a saber: comprensión del problema, elaboración de un plan, desarrollo del plan y evaluación del proceso. Aunque estas etapas sugieren un orden implícito, no quiere decir que las etapas se van realizando secuencialmente. Con frecuencia logramos comprender cabalmente un problema una vez terminadas las cuatro etapas; comenzamos con una primera idea acerca de lo

que tenemos y lo que se pide y, conforme avanzamos en su resolución, nuestra comprensión del problema va modificándose. Para mejorar nuestras habilidades de resolver problemas, además de ejercitarnos haciéndolo, puede ser útil reflexionar acerca de cómo lo hacemos. Para llevar adelante todo este proceso se requiere de un alto nivel de abstracción y razonamiento lógico, capacidad de análisis-síntesis y sobre todo perseverancia.

La importancia de las matemáticas

Las matemáticas es la ciencia que nos brinda una serie de beneficios muy útiles para el desarrollo de nuestra mente, pues permite que nuestra capacidad de razonamiento evolucione, ayuda a cultivar el pensamiento analítico, acelera nuestra agilidad mental, genera en nosotros pensamientos pragmáticos y es aplicada en la cotidianidad de nuestras vidas. A pesar de que las matemáticas son esenciales en nuestro cotidiano vivir, a muchas personas y sobre todo a la mayoría de los estudiantes, las matemáticas les resultan aburridas, abstractas, carentes de creatividad, complejas y muy difíciles de entender; sin embargo, en la formación primaria y secundaria, es una materia considerada troncal en la formación de nuestros hijos y, como tal, debe concedérsele un esfuerzo de comprensión, que generalmente implica la práctica constante. Las matemáticas nos permiten desarrollar pensamiento analítico, es decir la capacidad de analizar situaciones problemáticas. Podríamos definirlo como: pensamiento dirigido a descomponer los argumentos en las premisas o expresiones que lo componen, observar las relaciones que existen entre estos y su conclusión, a fin de juzgar la veracidad o fiabilidad de los mismos. Esto es lo que hacemos al resolver un problema matemático: recopilar datos, desglosarlos, observar las relaciones que mantienen o resolver sistemáticamente sus partes de una manera racional. Si somos capaces de entender las matemáticas y llegar a soluciones lógicas, podremos preparar nuestras mentes cuando tengamos que enfrentar problemas reales, buscaremos la mejor lógica, veremos las posibles soluciones y relacionaremos los datos que tenemos para llegar a una conclusión satisfactoria. A partir del desarrollo del pensamiento analítico, se incrementa y mejora la capacidad de investigar y conocer la verdad sobre una variedad de situaciones, desde las más simples hasta las más complejas.

La búsqueda de la verdad de las cosas del mundo que nos rodea tiene su fundamento en evidencias y no en emociones, esa manera de pensar que nos permite estar atentos a los errores, tanto a los de nosotros mismos como a los de los demás, al engaño y a la manipulación. Esto es posible porque las matemáticas nos permiten razonar de manera clara y lógica, teniendo en cuenta datos reales y verificables. Es así que, las matemáticas fomentan la

capacidad de pensar y razonar. Para encontrar soluciones a cualquier tipo de problemas, hay que pensar racional y coherentemente, esto nos conduce a poder identificar diferentes alternativas de solución para un problema específico, así podemos inferir que cada persona puede desarrollar un modo particular para resolver problemas y esto estará en función al contexto en que cada quién se desenvuelve, poniendo a prueba su capacidad de razonamiento y análisis practicando con cada problema que intenten solucionar.

Una dificultad evidente en muchas personas es que a veces es difícil explicar cómo funcionan las cosas, las matemáticas aportan en el desarrollo de esa capacidad. Con las matemáticas expresamos pensamientos e ideas con claridad, coherencia, precisión y muchas veces con exactitud, lo que resulta fundamental y muy positivo para que los demás nos comprendan y sepan que somos personas de pensamiento claro y lógico. Nuestra forma de ordenar ideas y expresarlas correctamente constituye gran parte de nuestra imagen.

Las matemáticas están presentes en cada cosa que nos rodea, en nuestra vida misma, se aplican y están relacionadas con otras ciencias, así como a nuevas tecnologías. De hecho, muchos de los fenómenos de la vida cotidiana son regidos por ciencias exactas. La enseñanza de las matemáticas permite a los estudiantes alcanzar sus propias convicciones, ya que les enseña que para resolver un problema se debe llegar a la verdad, que no puede existir duda respecto a lo que es objetivo y lógico.

Las matemáticas propician agilidad mental. Generalmente, al enfrentamos a problemas complejos, activamos las capacidades de análisis de nuestro cerebro y profundizamos nuestro pensamiento y enfrentarnos con frecuencia a diferentes tipos de problemas, nos resulta cada vez menos difícil encontrar solución a los mismos. Nuestra vida se compone determinantemente por situaciones de elección, enfoque, razonamiento y problemas vitales para los que hay que encontrar soluciones. En ese sentido, las matemáticas abren la mente y llevan a ejercitarnos en cómo resolver las cosas, lo cual consiste en investigar, analizar y finalmente llegar a una síntesis o una conclusión válida.

Apesar de que el cerebro no es un músculo, coloquialmente se hace esta afirmación, en el sentido de que ejercitarlo mejora nuestras capacidades mentales, haciendo una analogía con el ejercicio físico. Así como un buen deportista ejercita su cuerpo para tener resistencia, fuerza, agilidad, etc. las matemáticas, a través de su práctica constante, desarrollan la inteligencia de las personas, sobre todo de los niños, por la gran variedad de problemas

que contienen. Una buena práctica, para mejorar nuestras capacidades analíticas, es ir aumentando gradualmente la dificultad de los problemas matemáticos y a medida que se los va resolviendo, se piensa en diferentes soluciones y se los valora desde múltiples perspectivas.

Indudablemente las matemáticas son el cimiento del desarrollo de las nuevas tecnologías que transforman la forma en que trabajamos y vivimos; para poder entender cómo han surgido y cómo han ido evolucionando, se necesita entender y saber cómo funcionan las matemáticas, lo que nos ha de permitir y facilitar el uso de estas nuevas tecnologías no sólo en el presente sino también en el futuro y también adaptarnos a ellas. Mas allá de que las matemáticas se aplican a las ciencias exactas se aplica en todos los ámbitos de nuestro cotidiano vivir y aunque no todos tienen la intención o la vocación para ser ingenieros, técnicos o matemáticos, las matemáticas son fundamentales para desarrollar nuestra mente para tener la capacidad de pensar y analizar críticamente cualquier situación para tomar decisiones acertadas frente a incontables situaciones problemáticas de nuestras vidas incluso las que están relacionadas con aspectos enteramente emocionales o sentimentales.

El desarrollo y evolución de las tecnologías que hoy mueven al mundo entero, ha ido de la mano del desarrollo de los dispositivos tales como las computadoras, microcontroladores, teléfonos celulares, televisores, dispositivos de comunicación, etc. mismos que para su funcionamiento necesitan de estructuras lógicas basadas en algoritmos implementados en algún lenguaje de programación. Estas estructuras lógicas han sido pensadas y diseñadas para facilitar a los usuarios el uso y aprovechamiento de los dispositivos tecnológicos ya mencionados. Tomemos en cuenta que la mayoría (por no decir todos) de los dispositivos tecnológicos que utilizamos hoy en día, son en alguna medida pequeñas o sofisticadas computadoras, en ese sentido, la evolución de las computadoras son el cimiento del avance tecnológico actual y, si miramos al inicio mismo del nacimiento de las computadoras encontraremos al ABACO, una herramienta ideada específicamente para llevar a cabo cálculos matemáticos, de ahí la certeza de que las matemáticas son la esencia de la evolución de las tecnologías actuales.



CONCLUSIÓN

“La industria del software se ha impuesto sobre todas las demás, desde las ciencias más avanzadas a la tarea más cotidiana. Año a año, miles de puestos de trabajo en programación quedan vacantes, lo que convierte al programador en uno de los recursos humanos más valorados en toda la industria. Pero este no es el único factor por el que el aprendizaje de la programación es importante, existen muchos más. Aprender a programar estimula la perseverancia, la dedicación, el esfuerzo y la tenacidad; esto construye confianza y persistencia en niños, jóvenes y adultos que les permiten enfrentar nuevos desafíos y problemas en todos los órdenes de la vida.”[1]

La programación de computadoras es una de las tareas más importantes en el campo del desarrollo de las nuevas tecnologías, pero más allá de escribir código de programas en una computadora, está el proceso previo del análisis, diseño, pruebas, depuración y optimización que sin ellos ningún programa de computadora tendría sentido, y para cumplir adecuadamente y con altos niveles de eficiencia todo el proceso previo, es irremediable e indiscutible afirmar que las matemáticas son esenciales y fundamentales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Agencia de Noticias San Luis (ANSL), *¿Por qué es importante aprender a programar?*, <http://agenciasanluis.com/notas/2018/05/14/por-que-es-importante-aprender-a-programar>, San Luis, Argentina (14/05/2018).
- Importancia de las matemáticas, <https://onaliat.mx/blog/index.php/que-son-las-matematicas/#:~:text=Las%20matem%C3%A1ticas%20te%20ayudan%20a,como%20el%20c%C3%A1lculo%20de%20estructuras>, Onaliat, 2023.
- La importancia de las matemáticas en la vida, <https://www.smartick.es/blog/padres-y-profesores/educacion/importancia-de-las-matematicas/>, Smartick, 2023.

Alimento orgánico a base de quinua: Factores que influyen en la intención de compra entre los jóvenes consumidores internacionales en el Reino Unido

Ing. Oscar Eduardo Sánchez Pinto – R.N.I. 33317

Es ingeniero industrial de la Universidad Mayor de San Simón. Con maestría en ingeniería industrial de la Universidad de Concepción, Chile. Con maestría en administración de negocios de la universidad de Warwick, Reino Unido.

RESUMEN

La madurez de los mercados de alimentos orgánicos en el Reino Unido representa una gran oportunidad para las compañías productoras de alimentos a base de quinua orgánica. Sin embargo, las empresas exportadoras en Bolivia necesitan de conocimiento preciso de mercado, como por ejemplo, los verdaderos motivos detrás de los niveles de consumo para poder establecer estrategias de marketing y penetración de mercados.

A pesar de que existe literatura referente al estudio de la intención de compra de alimento orgánico, aún no ha sido utilizada en alimentos hechos a base de quinua orgánica.

Por lo tanto, la novedad y el objetivo de este trabajo es establecer aquellos factores que puedan influir la intención de compra entre los jóvenes consumidores internacionales en el Reino Unido mediante la regresión lineal multivariable aplicada en la teoría del comportamiento planificado (TPB, por sus siglas en inglés).

Palabras clave: intención de compra, factores de compra, regresión lineal multivariable, quinua orgánica, teoría del comportamiento planificado.

INTRODUCCIÓN

La intención de compra representa un buen predictor para la adquisición de un bien o servicio. Existen estudios referentes a la intención de compra, tanto de aquellos que consideran los factores positivos o facilitadores, como los enfocados en los factores negativos que influyen como limitante del consumo de productos, también conocidos como barreras (D'angelo y Cusano, 2020).

Con respecto al tamaño de mercado para los productos hechos a base de quinua, las proyecciones del crecimiento apuntan a duplicarse, de los \$ 72 billones en el 2020 hasta los \$ 149 billones en el 2026 (Statista, 2020).

Esta buena perspectiva del crecimiento de mercado de la quinua da una mayor seguridad a los productores-exportadores en Bolivia para incrementar capacidades productivas y mejorar la inversión en investigación de mercados, marketing y estrategias de ingreso al Reino Unido.

Esto se logra a partir de los hallazgos de factores críticos obtenidos de la literatura conocidos como facilitadores o barreras que influyen la intención de compra de los alimentos orgánicos a base de quinua.

MARCO TEÓRICO

Una de las teorías más utilizadas para predecir la intención de compra es la del comportamiento planificado propuesto por Ajzen (1991) y tiene tres componentes que pueden influir en la decisión de compra del consumidor: las actitudes, normas subjetivas y el control percibido del comportamiento (figura 1).

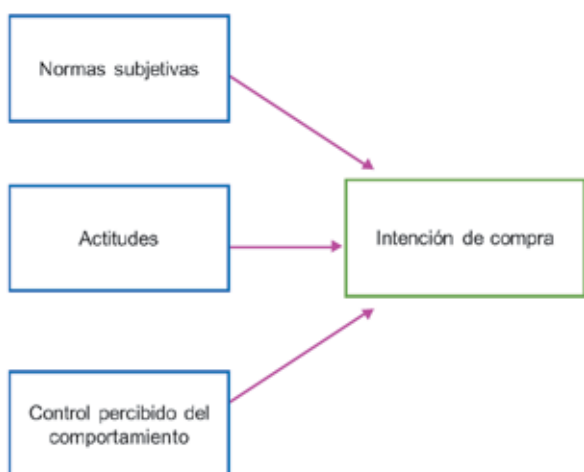


Figura 1: Componentes de la teoría del comportamiento percibido, Ajzen (1991)

De los tres componentes del TPB, el control percibido del comportamiento considera la mayoría de las barreras para el consumo de alimento orgánico, estas son: percepción de costo y la baja disponibilidad de producto. Shin et al. (2018) establecieron que el control percibido del comportamiento es el componente que explica de mejor manera la relación entre la intención de compra si se compara con las actitudes y normas subjetivas.

La literatura disponible con referencia a los factores que influyen la intención de compra se divide en dos, los facilitadores y las barreras. Los factores considerados como barreras son los que necesitan mayor enfoque por la menor literatura disponible (Kushwah et al., 2019). La mayoría de las barreras se originan de este componente.

Barreras para el consumo

Kushwah et al. (2019) realizan un estudio compilatorio de los estudios de intención de compra y de carácter cuantitativo, para lo cual propone un mayor enfoque en las barreras para el caso del consumo de alimento orgánico, estas son:

- Confianza en la certificación

Está relacionado al nivel de riesgo e incertidumbre cada vez que el consumidor considera un nuevo producto o servicio Vitterso y Tangeland (2015).

Mencionar que no todos los estudios lo consideran como un factor crítico que afecte a la intención de compra, por ejemplo, estudios como los de Sondhi (2014) y Botonaki et al. (2006) encontraron que para el productor una etiqueta en el producto es una protección frente a un ambiente de desconfianza, pero los consumidores no están del todo informados acerca de lo que los certificados significan en los alimentos que consumen. Torrez et al. (2018)

descubrieron que muchos consumidores son escépticos acerca de los alimentos etiquetados como “orgánico” ya se piensa que en realidad no lo son.

Basado en la revisión bibliográfica acerca de los estudios de confianza en la certificación, se formula la siguiente hipótesis:

H1: la confianza en la certificación como un factor que afecta negativamente la intención de compra de alimento a base de quinua orgánica.

- Percepción del costo como factor que afecta la intención de compra

Ante este factor los productores tienen dos opciones, reducir los precios o centrarse en atraer más consumidores quienes estarán dispuestos a pagar un precio premium por el alimento orgánico (Kushwah et al., 2019).

Wier y Calverley (2002) confirmaron que la elasticidad de los precios en productos orgánicos es más alta que la de los alimentos convencionales, y probaron que la elasticidad es importante para incrementar la demanda de los productos orgánicos. Torrez et al. (2018) se enfoca en el aceite de oliva orgánico y las barreras del mercado español. Establecieron que el costo es una barrera crítica el cual afecta a la disposición de compra del consumidor. Basado en los estudios se formula la siguiente hipótesis:

H2: La percepción de costo como un factor que afecta negativamente la intención de compra de alimento a base de quinua orgánica.

- Disponibilidad del producto como factor que afecta la intención de compra

Es una barrera que afecta la decisión del consumidor debido a la insuficiente disponibilidad del alimento orgánico en el mercado. Pham et al. (2018) investigaron aquellos factores que podrían mejorar o impedir las intenciones de compra de los consumidores para comprar productos amigables con el medio ambiente y la barrera más importante hallada fue la inadecuada disponibilidad en el mercado vietnamita.

Esta barrera es la causante de la ineficiente distribución el cual repercute en el bajo consumo de alimento orgánico. Incluso en países como Canadá y Suecia resultó ser una barrera para el mayor consumo entre la población (Hamzaoui y Zahaf, 2008).

H3: Disponibilidad del producto como un factor que afecta negativamente la intención de compra de alimento a base de quinua orgánica.

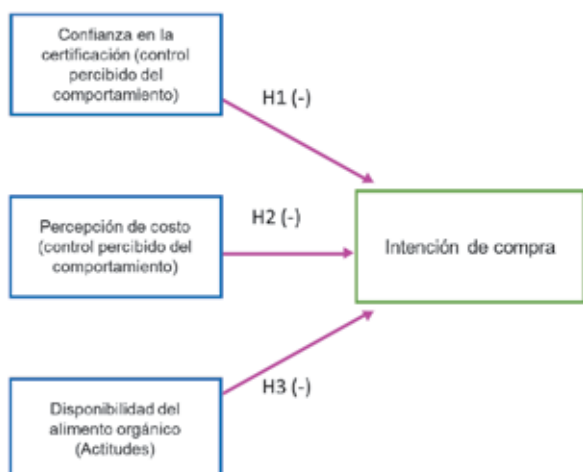


Figura 2: Modelo propuesto e hipótesis basadas en la teoría del comportamiento planificado

METODOLOGÍA Y COLECCIÓN DE DATOS

El estudio se basó en una encuesta online distribuida a los estudiantes de la universidad de Warwick, Reino Unido, bajo un enfoque de muestreo por conveniencia, por tal motivo los estudiantes de esta universidad fueron la población objetivo ya que reúnen las características de la población objeto de estudio.

El cuestionario fue elaborado en Qualtrics y distribuido dentro del sistema de información de la universidad junto con un formulario de consentimiento. El cuestionario llegó a 357 estudiantes, dentro los cuales 95 respondieron con

una tasa de respuesta del 26% de un total de 357. De los 95 cuestionarios respondidos, 7 estuvieron incompletos y 21 personas que no tienen conocimiento de la quinua y no consumen quinua fueron retiradas, por lo que el procesamiento de datos provino de 67 cuestionarios.

- Variables y escala de medición

En la segunda parte del cuestionario se realizaron preguntas acerca de los tres factores o barreras para el consumo de alimento orgánico obtenidos de otros estudios cuantitativos.

Para la disponibilidad tenemos como referencia a Torrez et al. (2018) y Kumar (2012). Percepción de costo a Tanner y Kast (2003). Confianza en la certificación a Torrez et al., (2018) y Voon et al., (2011).

Intención de compra, adaptado de Pham et al. (2018). Las escalas para la medición de cada una de las preguntas están basadas en la de Likert de 5 puntos, desde 1 “muy en desacuerdo” hasta 5 “muy de acuerdo”.

- Regresión lineal multivariable

La regresión lineal multivariable fue utilizada para determinar estadísticamente cuáles son los factores que previenen la intención de compra de productos orgánicos hechos a base de quinua. La prueba estadística fue realizada en SPSS ver 17.0.

Model Summary									
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	,471 ^a	0,222	0,185	0,85325	0,222	6,000	3	63	0,001

a. Predictores: (Constante), Disponibilidad, Percepción de costo, Confianza en certificación
 b. Variable dependiente : Intención de compra

Tabla 1: Resumen del modelo de regresión lineal multivariable

La proporción de la varianza explicada es de 22.2 % medida por el coeficiente R square descrito en la tabla 1.

Su significado tiene que ver con la capacidad del modelo para explicar el 22,2% de la varianza en la predicción de la intención de compra.

- Análisis de varianza (ANOVA)

El análisis de varianza indica si el modelo es un predictor significativo o no de la variable dependiente (intención de compra). Basado en el nivel de significancia p-value de la tabla 2, el cual es menor a 0,05 ($p < 0,001$) el modelo de regresión predice significativamente la intención de compra del alimento orgánico a base de quinua.

ANOVA ^a						
Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	
1	Regression	13,105	3	4,368	6,000	,001 ^b
	Residual	45,866	63	0,728		
	Total	58,972	66			
a. Variable dependiente: Intención de compra						
b. Predictores: (Constante), Disponibilidad, Percepción de costo, confianza en la certificación						

Tabla 2: Análisis de varianza del modelo predictivo

- Coeficientes de la regresión

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1,812	0,632		2,867	0,006
	Trust in labels	-0,023	0,122	-0,021	-0,190	0,850
	Cost perception	-0,042	0,124	-0,038	-0,336	0,738
	Availability	0,424	0,102	0,468	4,169	0,000
a. Variable dependiente: Intención de compra						

Tabla 3: Coeficientes del modelo predictivo

Los coeficientes de las variables independientes se relacionan a la contribución de cada una en la predicción de la intención de compra. La columna Sig. contiene los p-value, y para ser considerados estadísticamente significativos deben ser valores menores a 0,001, esta es la forma como cada variable es evaluada. De acuerdo a los valores estadísticos p-value, disponibilidad del alimento orgánico es un predictor significativo de la intención de compra debido a su valor menor a 0,001.

Por otro lado, las barreras de percepción de costo y confianza en la certificación tienen valores de 0,738 y 0,850 respectivamente, los cuales están por encima de 0,001. La columna de coeficientes Beta de la tabla 3 es utilizada para la construcción del modelo predictivo:

$$Y = B_0 + B_1 X_1 + B_2 X_2 + B_3 X_3$$

Donde B_0 representa la constante del modelo, B_1 el coeficiente para costo, B_2 confianza en la certificación y B_3 para la disponibilidad.

El signo del coeficiente Beta para la única variable significativa "disponibilidad" es positiva, lo que significa que la correlación es positiva entre la variable independiente y dependiente. La disponibilidad es percibida como un facilitador para la intención de compra.

Intención de compra = 1,812 - 0,042 percepción de costo - 0,023 confianza en la certificación + 0,424 disponibilidad de alimento orgánico a base de quinua.

CONCLUSIÓN

Basado en los coeficientes Beta y el nivel de significancia de las variables independientes, la hipótesis 1 fue rechazada, es decir que la confianza en la certificación no fue estadísticamente significativa. De igual manera, la hipótesis 2 fue rechazada. Finalmente, la hipótesis 3 fue rechazada, sin embargo, fue estadísticamente significativa, es decir que el valor de Beta fue positivo, lo que se traduce en un facilitador para la intención de compra, contrario a una barrera como en la mayoría de los estudios encontrados de la literatura.

- Aplicación práctica de los resultados

Los resultados del estudio pueden ser aprovechados por los gerentes de las compañías que exportan productos de quinua. La elaboración de estrategias pertinentes es apoyada por los resultados del modelo predictivo y se analizan en función de las tres hipótesis formuladas: Percepción de costo: En el estudio se encontró la no significancia estadística sobre la intención de compra,

es decir, no influye en ella, este resultado es contrario a los hallazgos de Pham et al. (2018) y Ham et al. (2016). Por lo tanto, las estrategias de costo no deberían ser una prioridad para el estudio de caso. Confianza en la certificación: Este factor tampoco se constituye como barrera ni como facilitador. Los consumidores indicaron en su mayoría que no prestan mucha atención a las etiquetas de certificación del producto cuando compran alimento orgánico. Disponibilidad de alimento orgánico: La inversión que podría haber sido destinada a mejorar aspectos como marketing para promover la certificación orgánica o las estrategias de costo, puede ser mejor canalizada en un mayor número de centros de distribución para mejorar la disponibilidad del producto, ya que, según los resultados del modelo, los consumidores valoran más si el producto es fácil de encontrar. Por lo tanto, canales de comercialización digital pueden ser una manera de apoyar la mejor disponibilidad como estrategia adicional para mejorar la distribución eficiente en supermercados y centros especializados de alimentos orgánicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ajzen, I. (1991). The Theory of Planned Behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50(2): 179–211. [https://doi.org/10.1016/0749-5978\(91\)90020-t](https://doi.org/10.1016/0749-5978(91)90020-t).
- Botonaki, A., Polymeros, K., Tsakiridou, E. and Mattas, K. (2006). The role of food quality certification on consumers' food choices, *British Food Journal*, 108 (2): 77-90. <https://doi.org/10.1108/00070700610644906>.
- D'Angelo, S. and Cusano, P. (2020). Gluten-free diets in athletes. *Journal of Physical Education and Sport*. 20. 2330-2336. <https://doi.org/10.7752/jpes.2020.s4314>.
- Ham, M., Pap, A., and Bilandzic, K. (2016). Perceived barriers for buying organic food products. *Economic and Social Development: Book of Proceedings*, 162. https://www.researchgate.net/publication/361860108_DETERMINANTS_OF_ORGANIC_FOOD_PURCHASE_BEHAVIOR_A_MEDIATION_ANALYSIS. (accessed 10 August 2022).
- Hamzaoui, L. and Zahaf, M. (2008). Decision making process of community organic food consumers: an exploratory study, *Journal of Consumer Marketing*, 25 (2): 95-104. <https://doi.org/10.1108/07363760810858837>.
- Kumar, B. (2012). Theory of Planned Behaviour Approach to Understand the Purchasing Behaviour for Environmentally Sustainable Products. [online] IIMA Working Papers. Available at: <https://ideas.repec.org/p/iim/iimawp/11469.html> (Accessed 20 November 2019).
- Kushwah, S., Dhir, A., Sagar, M. and Gupta, B. (2019). Determinants of organic food consumption. A systematic literature review on motives and barriers. *Appetite*, p.104402. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2019.104402>.
- Pham, T.H., Nguyen, T.N., Phan, T.T.H. and Nguyen, N.T. (2018). Evaluating the purchase behaviour of organic food by young consumers in an emerging market economy. *Journal of Strategic Marketing*, 27(6): 540–556. <https://doi.org/10.1080/0965254x.2018.1447984>.
- Shin, Y.H., Im, J., Jung, S.E. and Severt, K. (2018). The theory of planned behavior and the norm activation model approach to consumer behavior regarding organic menus. *International Journal of Hospitality Management*, 69: 21–29. <https://doi.org/10.1016/j.ijhm.2017.10.011>.
- Sondhi, N. (2014). Assessing the organic potential of urban Indian consumers, *British Food Journal*, 116 (12): 1864-1878. <https://doi.org/10.1108/BFJ-04-2013-0098>.
- Statista. (2020). Quinoa market value worldwide 2026. [online] Available at: <https://www.statista.com/statistics/1128506/global-quinoa-market-value-by-country/#:~:text=In%202020%2C%20the%20value%20of> (Accessed 05 August 2022).
- Torrez, F.J., Vega-Zamora, M. and Parras-Rosa, M. (2018). Sustainable Consumption: Proposal of a Multistage Model to Analyse Consumer Behaviour for Organic Foods. *Business Strategy and the Environment*, 27(4): 588–602. <https://doi.org/10.1002/bse.2022>.
- Vittersø, G. and Tangeland, T. (2015). The role of consumers in transitions towards sustainable food consumption. The case of organic food in Norway. *Journal of Cleaner Production*, 92: 91–99. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.12.055>.
- Voon, J. P., Ngui, K. S., Agrawal, A. (2011). Determinants of Willingness to Purchase Organic Food: An Exploratory Study Using Structural Equation Modeling, *International Food and Agribusiness Management Review*, 14 (2): 103-120, Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=1875186>.
- Wier, M. and Calverley, C. (2002). Market potential for organic foods in Europe, *British Food Journal*, 104 (1): 45-62. <https://doi.org/10.1108/00070700210418749>.

CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA ENFATIZADO EN LA OBTENCIÓN DE LA TENSIÓN ADMISIBLE

Ing. Erick ChacallucaTicona- R.N.I. 49963

Es Ingeniero en Civil de la Universidad Mayor de San Andrés, Diplomado en Ingeniería Estructural, Diplomado en Análisis No Lineal Estructural, Diplomado en Análisis Estructural, Diplomado en Estructuras de Hormigón y Cimentación y Diplomado en Ingeniería Sísmica, egresado Maestría en Ingeniería Estructural.

RESUMEN

El Proyecto de Investigación, permitió realizar la caracterización geotécnica de la Urbanización Jardines del Norte 10 de Octubre de la Ciudad de El Alto, se realizaron in situ y laboratorio del IEM-UMSA, los ensayos de Contenido de Humedad, Granulometría, Peso Específico, Densidad por el Método de Trozos Inalterados, Densidad por el Método Cono de Arena, SPT, Compactación, CBR y Corte Directo, bajo las normas ASTM y AASHTO.

Debido a que el ensayo SPT usado comúnmente y menos normado en suelos granulares para nuestro medio, de este se obtiene la tensión admisible, se realizó el presente proyecto de investigación.

Palabras clave: Calicata, caracterización, geotecnia, ingeniería geotécnica, pozo, somera y sondeo.

Keywords: Pit, characterization, geotechnics, geotechnical engineering, well, shallow and survey.

INTRODUCCIÓN

Se establece el objeto del presente proyecto es la caracterización geotécnica con la determinación de las propiedades físico mecánicas del suelo, de la Urbanización Jardines del Norte 10 de Octubre del Distrito 7 de la Ciudad de El Alto.

DESARROLLO

1.1 Número de las Calicatas

La Urbanización Jardines del Norte 10 de Octubre tiene una superficie 9.3 ha aproximadamente. Según las recomendaciones de la Normativa de la Honorable Alcaldía Municipal de La Paz (H.A.M.) [1], el número de calicatas de prospección geotécnica excavados fueron veinte (20).

1.2 Profundidad de las Calicatas

1.2.1 Normativa H.A.M.

La (H.A.M.), del año 2000, indica que se debe de investigar hasta la profundidad que lleguen los bulbos de presión de los cimientos.

Debido al análisis elástico que se hace de los suelos, las características isotrópicas, isobaras y homogéneas de los bulbos de presión esta profundidad sería con tendencia hacia el infinito.

1.2.2 NTE E.050 Suelos y Cimentaciones del Perú

Según (Reglamento Nacional de Construcciones, 1997) [2]. Se indica que la profundidad p mínima debe ser de 3 m. (Reglamento Nacional de Construcciones, 1997).

Siendo este un proyecto demostrativo, se toma las consideraciones: 1. Mantener la integridad de las personas que ejecuten los ensayos, 2. Con la finalidad de mantener la integridad de las personas que ejecuten los ensayos, 3. Por la estabilidad de la calicata y por motivos económicos para contratar el equipo de perforación.

Se tomó la profundidad mínima de 2 m.

1.3 Ensayo SPT (ASTM D-1586 – AASHTO: T-20)

Cuando el terreno atravesado es grava, la cuchara normal no puede hincarse, pues su zapata se dobla.

Con frecuencia se sustituye por una puntaza conica de la misma sección (no normalizada).

El ensayo SPT no proporciona entonces muestra.

El golpeo así obtenido debe corregirse dividiendo por un factor que se considera del orden de 1.3, (Jimenez, 1975) [3], pero esta es para un estudio de puntaza de abertura de 60°, en el caso del proyecto se usó una puntaza ciega de 11.16° de abertura.

Según un ensayo realizado en el IEM se obtuvo que la suma de los tres primeros valores daba aproximadamente lo mismo que el uso de la cuchara.

Debido a las características granulares del suelo de la urbanización se hizo uso de una puntaza conica de punta cerrada del Instituto de Ensayo de Materiales, no contemplado en la norma ASTM D-1586.

“En la ciudad de La Paz el ensayo SPT en suelos granulares es ejecutado en calicatas y con una puntaza cónica no normalizada.” Ireland, Moretto & Vargas (1970) [4]

1.3.1 Corrección por eficiencia

La pérdida de energía será mínima, solamente por rozamiento, siendo esta según la Tabla 6 de (Skempton, 1986) [5], siendo lo más similar al lanzamiento tipo japonés, por lo tanto se usa una energía del 80%, por lo tanto se asume $C_E = 1.33$, pero como este no es un dato conocido también se muestra el caso en que $C_E = 1$.

1.3.2 Corrección por longitud de la barra

$$C_R = 0.75$$

1.3.3 Corrección por el tipo de muestreador

Debido a uso de la puntaza ciega no normalizada, se hizo un estudio en el IEM de comparación entra la cuchara normalizada y la puntaza ciega, se obtuvo valores similares, por lo tanto se asume $n_3 = 1$, en el caso del uso de la puntaza ciega por relaciones empíricas se suma los tres primeros valores de N para 15, 30 y 45 cm, pero también se analiza el caso normalizado de sumar los dos valores de N para 30 y 45 cm.

1.3.4 Corrección por diámetro de perforación

El ensayo se debería de hacer en sondeos de diámetros normalizados y no en calicatas, debido a la pérdida de confinamiento, se obtuvo el diámetro equivalente mediante la igualación de áreas y según un nomograma se obtuvo el valor de esta corrección n_4 , pero como este no es un dato conocido también se muestra el caso en que $n_4 = 1$.

1.4 TENSION ADMISIBLE

1.4.1 Método del Abaco de Hough

$$P = \%Gravas*5.83 + \%Arena*4.85 + \%Arcilla*2.8 \quad (1)$$

1.4.1.1 Uso de Factor de Seguridad en el abaco de Hough

I. Apuntes Ing. Maximo Ballester

En los apuntes del Ing. Máximo Ballester, el menciona que para el abaco de Hough [6] se debe de aplicar un factor de seguridad entre 2 y 3, siendo 2 para suelos granualres y 3 para suelos finos.

II. Crepo Carlos, 2007

En el libro (Crespo, 2007) [7], menciona al abaco de Hough, donde para caso que el suelo se llegue a saturar, se debe aplicar un factor de seguridad del 50%, o dividido entre 2. Debido a la incertidumbre por las que el suelo pueda saturarse.

III. Ejecución del Ensayo

Debido a que el ensayo se lo realiza manualmente, esto puedo producir muchos errores. Como ser: No mantener la verticalidad del equipo, la edad del equipo, solamente se alcanza una profundidad de somera, siendo esta la superficie de la que deberia ser ejecutado el ensayo SPT, de los bulbos de presión.

Debido a que el abaco de Hough tiene limitaciones, como no tomar en cuenta la geometría de la cimentacion, angulo de ficción, peso especifico a diferencia de la ecuación de Terzaghi.

La tensión admisible del abaco de Hough es recomendada por algunos como predimensionamiento.

RESULTADOS

1.5 Escenarios SPT

Suma de N para 15, 30 y 45 cm												Suma de N para 15, 30 y 45 cm													
A sumiendo correcciones												Correcciones no conocidas igual a uno													
e°												e°													
N°	N	Hough	Hough/ F.S.	N60	(N) ₆₀	Meyerhof, 1965	Peck, Hanson Thornbur	Schmertmann, 1975	Hatanaka & Uchida, 1996	Fernando Schmaid, 2009	Hough	Hough/ F.S.	CTE	Terzaghi	N60	(N) ₆₀	Meyerhof, 1965	Peck, Hanson Thornbur	Schmertmann, 1975	Hatanaka & Uchida, 1996	Fernando Schmaid, 2009	Hough	Hough/ F.S.	CTE	Terzaghi
1	35	4.29	2.14	61	76	63.55	46.78	48.38	58.99	54.21	5.30	2.65	7.53	28.06	26	32	41.33	36.15	45.72	45.30	42.20	3.68	1.84	5.73	4.40
2	34	4.23	2.11	55	70	60.66	45.45	48.16	57.42	52.83	5.09	2.55	7.37	20.64	25	31	40.79	35.88	45.44	44.90	41.85	3.60	1.80	5.57	4.16
3	34	4.23	2.11	64	76	63.55	46.78	48.16	58.99	54.21	5.41	2.71	7.37	29.08	25	29	39.73	35.35	45.44	44.08	41.13	3.60	1.80	5.57	4.07
4	32	4.10	2.05	56	68	59.69	45.00	47.49	56.88	52.36	5.13	2.56	6.87	20.25	24	29	39.73	35.35	44.85	44.08	41.13	3.52	1.76	5.24	4.26
5	32	4.10	2.05	57	71	61.15	45.68	47.49	57.68	53.07	5.16	2.58	6.87	23.55	24	30	40.26	35.61	44.85	44.49	41.49	3.52	1.76	5.24	4.33
6	36	4.34	2.17	63	76	63.55	46.78	48.58	58.99	54.21	5.38	2.69	7.69	31.51	27	32	41.33	36.15	46.00	45.30	42.20	3.75	1.87	5.89	4.94
7	33	4.16	2.08	59	71	61.15	45.68	47.72	57.68	53.07	5.23	2.62	7.04	24.30	24	29	39.73	35.35	45.15	44.08	41.13	3.52	1.76	5.40	4.29
8	39	4.50	2.25	73	82	66.41	48.07	49.37	60.50	55.54	5.48	2.74	8.35	44.66	29	32	41.33	36.15	46.77	45.30	42.20	3.89	1.95	6.38	5.63
9	38	4.45	2.23	68	84	67.35	48.49	49.18	60.99	55.97	5.52	2.76	8.18	40.46	28	34	42.59	36.68	46.52	46.08	42.88	3.82	1.91	6.22	5.14
10	36	4.34	2.17	62	75	63.08	46.56	48.58	58.73	53.99	5.34	2.67	7.69	29.27	27	32	41.33	36.15	46.00	45.30	42.20	3.75	1.87	5.89	4.79
11	36	4.34	2.17	60	74	62.59	46.34	48.58	58.47	53.76	5.27	2.63	7.69	27.81	27	33	41.86	36.41	46.00	45.69	42.54	3.75	1.87	5.89	4.92
12	37	4.40	2.20	70	82	66.41	48.07	48.99	60.50	55.54	5.54	2.77	8.02	37.15	27	31	40.79	35.88	46.26	44.90	41.85	3.75	1.87	6.06	4.52
13	31	4.03	2.02	56	68	59.69	45.00	47.26	56.88	52.36	5.13	2.56	6.71	19.67	23	28	39.19	35.08	44.54	43.66	40.77	3.44	1.72	5.07	3.97
14	30	3.96	1.98	48	61	56.24	43.39	46.77	54.93	50.65	4.87	2.43	6.38	10.06	22	28	39.19	35.08	44.22	43.66	40.77	3.36	1.68	4.91	3.73
15	32	4.10	2.05	55	68	59.69	45.00	47.49	56.88	52.36	5.09	2.55	6.87	19.19	24	30	40.26	35.61	44.85	44.49	41.49	3.52	1.76	5.24	4.20
16	32	4.10	2.05	57	71	61.15	45.68	47.49	57.68	53.07	5.16	2.58	6.87	20.71	24	29	39.73	35.35	44.85	44.08	41.13	3.52	1.76	5.24	3.66
17	37	4.40	2.20	69	78	64.51	47.21	48.99	59.50	54.66	5.54	2.77	8.02	37.88	27	30	40.26	35.61	46.26	44.49	41.49	3.75	1.87	6.06	5.10
18	36	4.34	2.17	64	80	65.46	47.64	48.58	60.00	55.10	5.41	2.71	7.69	32.70	27	33	41.86	36.41	46.00	45.69	42.54	3.75	1.87	5.89	4.57
19	34	4.23	2.11	62	74	62.59	46.34	48.16	58.47	53.76	5.34	2.67	7.37	28.83	25	30	40.26	35.61	45.44	44.49	41.49	3.60	1.80	5.57	4.57
20	36	4.34	2.17	58	71	61.15	45.68	48.58	57.68	53.07	5.20	2.60	7.69	21.87	27	33	41.86	36.41	46.00	45.69	42.54	3.75	1.87	5.89	4.48
Suma de N para 30 y 45 cm												Suma de N para 30 y 45 cm													
Asumiendo correcciones												Correcciones no conocidas igual a uno													
e°												e°													
N°	N	Hough	Hough/ F.S.	N60	(N) ₆₀	Meyerhof, 1965	Peck, Hanson Thornbur	Schmertmann, 1975	Hatanaka & Uchida, 1996	Fernando Schmaid, 2009	Hough	Hough/ F.S.	CTE	Terzaghi	N60	(N) ₆₀	Meyerhof, 1965	Peck, Hanson Thornbur	Schmertmann, 1975	Hatanaka & Uchida, 1996	Fernando Schmaid, 2009	Hough	Hough/ F.S.	CTE	Terzaghi
1	29	3.89	1.95	51	32	57.72	44.09	46.52	55.78	51.39	4.96	2.48	6.22	15.92	21	32	38.11	34.53	43.89	42.80	40.01	3.28	1.64	4.75	3.38
2	29	3.89	1.95	47	31	55.74	43.16	46.52	54.64	50.40	4.83	2.42	6.22	13.62	21	31	38.11	34.53	43.89	42.80	40.01	3.28	1.64	4.75	3.31
3	28	3.82	1.91	52	29	56.73	43.62	46.26	55.21	50.90	4.99	2.50	6.06	15.46	21	29	37.58	34.26	43.55	42.36	39.62	3.28	1.64	4.58	3.39
4	26	3.68	1.84	45	29	52.73	41.73	45.44	52.86	48.84	4.76	2.38	5.57	11.68	19	29	36.49	33.71	42.83	41.45	38.82	3.12	1.56	4.26	3.32
5	27	3.75	1.87	48	30	55.74	43.16	45.72	54.64	50.40	4.87	2.43	5.73	14.72	20	30	37.58	34.26	43.20	42.36	39.62	3.20	1.60	4.42	3.47
6	30	3.96	1.98	52	32	56.73	43.62	46.77	55.21	50.90	4.99	2.50	6.38	16.75	22	32	38.11	34.53	44.22	42.80	40.01	3.36	1.68	4.91	3.80
7	27	3.75	1.87	48	29	54.74	42.68	45.72	54.06	49.89	4.87	2.43	5.73	14.06	20	29	37.03	33.99	43.20	41.91	39.22	3.20	1.60	4.42	3.46
8	32	4.10	2.05	60	32	59.20	44.78	47.49	56.61	52.12	5.27	2.63	6.87	22.32	24	32	38.65	34.81	44.85	43.24	40.39	3.52	1.76	5.24	4.46
9	32	4.10	2.05	57	34	60.66	45.45	47.49	57.42	52.83	5.16	2.58	6.87	20.62	24	34	39.73	35.35	44.85	44.08	41.13	3.52	1.76	5.24	4.03
10	29	3.89	1.95	50	32	55.74	43.16	46.52	54.64	50.40	4.93	2.47	6.22	15.11	21	32	37.58	34.26	43.89	42.36	39.62	3.28	1.64	4.75	3.56
11	29	3.89	1.95	49	33	55.74	43.16	46.52	54.64	50.40	4.90	2.45	6.22	15.01	21	33	38.11	34.53	43.89	42.80	40.01	3.28	1.64	4.75	3.65
12	30	3.96	1.98	56	31	58.22	44.32	46.77	56.06	51.64	5.13	2.56	6.38	17.50	22	31	37.58	34.26	44.22	42.36	39.62	3.36	1.68	4.91	3.49
13	25	3.60	1.80	45	28	53.24	41.97	45.15	53.17	49.10	4.76	2.38	5.40	11.90	18	28	35.95	33.44	42.45	40.98	38.41	3.03	1.51	4.09	3.11
14	24	3.52	1.76	38	28	49.68	40.26	44.54	50.98	47.19	4.45	2.23	5.07	7.49	18	28	33.95	33.44	42.05	40.98	38.41	3.03	1.51	3.99	2.93
15	26	3.68	1.84	44	30	53.24	41.97	45.44	53.17	49.10	4.72	2.36	5.57	11.61	19	30	36.49	33.71	42.83	41.45	38.82	3.12	1.56	4.26	3.15
16	26	3.68	1.84	46	29	54.24	42.45	45.44	53.76	49.63	4.80	2.40	5.57	11.50	19	29	36.49	33.71	42.83	41.45	38.82	3.12	1.56	4.26	2.85
17	30	3.96	1.98	56	30	57.23	43.86	46.77	55.50	51.15	5.13	2.56	6.38	19.24	22	30	37.03	33.99	44.22	41.91	39.22	3.36	1.68	4.91	3.95
18	28	3.82	1.91	50	33	56.73	43.62	46.26	55.21	50.90	4.93	2.47	6.06	14.95	21	33	38.11	34.53	43.55	42.80	40.01	3.28	1.64	4.58	3.39
19	27	3.75	1.87	49	30	55.24	42.92	45.72	54.35	50.14	4.90	2.45	5.73	14.98	20	30	37.03	33.99	43.20	41.91	39.22	3.20	1.60	4.42	3.55
20	29	3.89	1.95	46	33	53.74	42.21	46.52	53.47	49.37	4.80	2.40	6.22	11.63	21	33	38.11	34.53	43.89	42.80	40.01	3.28	1.64	4.75	3.32

Tabla 10 Escenario de SPT, Fuente: Elaboración Propia

Entre la ecuación de la CTE [8], que es donde se analiza la tensión admisible por asentamiento y en la ecuación de Terzaghi donde se analiza por capacidad portante última, según (Das, Principios de Ingeniería de Cimentaciones, 2001) [9] se recomienda tomara la menor de estas dos. Debido al tipo de suelo granular, según la (Ministerio de Vivienda de España, 2006), en suelos granulares la tensión admisible está limitada por condiciones de asentamiento más que por capacidad portante última.

Se enfatiza que se usa N llevados al abaco Hough y en los escenarios de correcciones se usa N60.

Estos valores, son solamente demostrativos ya que no tiene la certidumbre de los valores de corrección usados.

Siendo conservadores, por experiencia, se recomienda usar los valores del escenario de suma para N de campo 15, 30 y 45 cm, con el ábaco de Hough, aplicando un factor de seguridad.

CONCLUSIÓN

Se realizaron los ensayos respectivos.

Realizar una normativa para el estudio geotécnico del suelo boliviano.

Realizar la verificación de la capacidad portante del suelo de fundación.

Para la construcción de edificaciones de mayor importancia se recomienda realizar el estudio geotécnico en función a la envergadura de la infraestructura, para garantizar la seguridad de la estructura.

Según la norma de la H.A.M. se debe redefinir el concepto de profundidad para la prospección geotécnica.

Realizar un estudio para la transmisión de energía para el ensayo SPT usado en el IEM.

Realizar un estudio para el ensayo SPT realizados en calicatas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 H.A.M. (2007). *Honorable Alcaldía Municipal de La Paz*. La Paz. Obtenido de <http://abigbolivia.com/informacion.html>
- 2 Reglamento Nacional de Construcciones. (1997). *Norma Técnica E.050 Suelos y Cimentaciones del Perú*. Lima.
- 3 Jimenez, J. (1975). *Geotecnia y Cimientos*. Madrid: Editorial Rueda.
- 4 Schanid, F. (2009). *Ensaio de Campo*
- 5 Skempton, A. W. (1986). Standard penetration test procedures and the effects in sands of overburden pressure, relative density, particle size, ageing and overconsolidation. En A. W. Skempton, *Geotechnique* (págs. 425-447).
- 6 Hough, B. (1957). *Basic Soil Engineering*. New York: The Ronald Press Company.
- 7 Crespo, C. (2007). *Mecánica de Suelos y Cimentaciones*. Mexico D.F.: Editorial Limusa, S.A.
- 8 Ministerio de Vivienda de España. (2006). *CTE Código Técnico de la Edificación*. España: Ministerio de Vivienda de España.
- 9 Das, B. M. (2001). *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica*. Mexico: Thomson Learning.
- 10 Administradora Boliviana de Carreteras. (2011). *Manual de Especificaciones Técnicas Generales de Construcción*.

SOCIEDAD DE INGENIEROS DE BOLIVIA DEPARTAMENTAL CHUQUISACA




✓ Servicios y beneficios brindados a nuestros miembros:



Cursos avanzados con docentes nacionales e internacionales certificados con 200 horas académicas



Talleres de capacitación organizado con los Colegios de Especialidad



Visado de Proyectos:
- Estructurales
- Petroleros
- Eléctricos
- Hidrosanitarios



Descuentos en servicios de empresas a través de convenios de cooperación interinstitucional.

¡Somos una institución comprometida con nuestros miembros y el departamento!

Recuperación mejorada para nuestros pozos productores de petróleo

Ing. Alvaro Isaias Martinez Murillo – R.N.I. 51770

Es Ingeniero en Gas y Petróleo

RESUMEN

El actual gobierno el 2022 a través de YPFB dijo que ejecutara el plan de exploración y contribuir a la reactivación del Upstream con resultados medibles para el 2024, a pesar de este esfuerzo Argentina pretenden contar con las importaciones de gas hasta 2026, Argentina prevé abastecer su mercado interno e incrementar sus exportaciones a Chile y a Estados Unidos. Hasta ese año, se prevé que produzca 165 millones de metros cúbicos por día (MMm³/d) e importe menos de 7 MMm³/d, siendo Bolivia su principal proveedor. Pero para 2027, se calcula una producción de 170 MMm³/d y dejar de importar de Bolivia con un plan denominado “plan de promoción de la Producción de Gas Argentino 2020-2023” prevé sustituir importaciones de gas generando un ahorro por \$us 5.629 millones y un ahorro fiscal de \$us 1.172 millones hasta 2023.

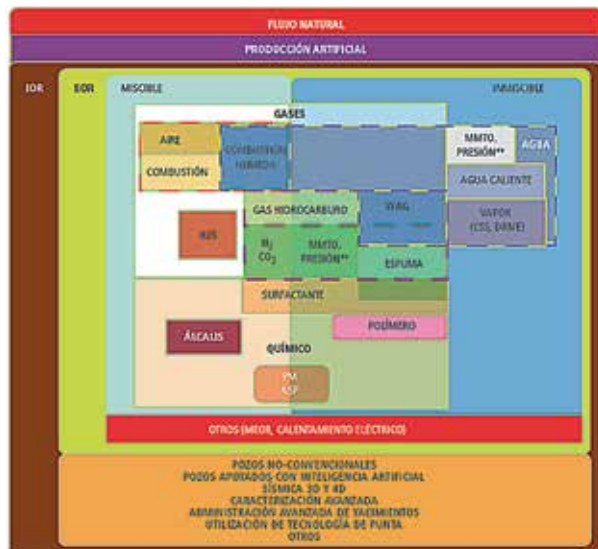
INTRODUCCIÓN

En cuestión a los líquidos existen más de 40 pozos de petróleo crudo maduros con una media del 25% de factor de recuperación con un trabajo convencional técnico, YPFB como principal articulador operativo tiene que adaptar campos maduros para que el operador pueda recuperar petróleo en condiciones no convencionales en una primera etapa a muy corto plazo en estos pozos ya existentes y en una segunda etapa a mediano plazo un recovery en los nuevo mega campos con perforaciones no mayores a 2000 metros pero con la implementación de nuevas tecnologías para una menor inversión y mayor productividad ya que en los megacampos de gas de los que hacemos alarde en ninguno se está produciendo petróleo a pesar de contar con volúmenes actualmente nada despreciables con la implementación de pozos direccionales o pozos paralelos de menor profundidad a formaciones que contengan petróleo con una ventaja en el tiempo ya q se excluirá

trámites ambientales, licitaciones, licencias etc. ya que estos capos cuentan con dichos permisos acelerando el proceso de perforación, completación y producción, en los campos maduros para una mayor estimulación en base a una fracturación hidráulica con bombas que cuenta YPFB o se encuentran en Bolivia sin necesidad de licitaciones o importaciones que pueden tardar meses, una tercera a mediano plazo etapa voltear la mirada a zonas no tradicionales para nuevas exploraciones en el área petrolera y gasífera para aumentar la renta petrolera antes del 2025.

DESARROLLO

Recuperación avanzada (IOR): La recuperación avanzada se refiere a cualquier técnica de recuperación utilizada para incrementar la recuperación de petróleo con pozos de más de 40 años de producción como se dan en la mayoría de los pozos petroleros del país por cualquier medio posible. Dichas técnicas pueden incluir a la recuperación secundaria y los métodos de EOR; sin embargo, también abarcan un amplio rango de actividades de ingeniería petrolera, como estrategias operacionales relacionadas con incrementar la eficiencia de barrido con pozos de relleno; pozos horizontales; polímeros para el control de la movilidad; así como prácticas de caracterización y administración avanzada de yacimientos.



Planeación y administración

Proceso de selección: Una de las primeras etapas en la planeación de un proyecto de IOR-EOR consiste en la aplicación adecuada de un proceso de selección de métodos de recuperación que permita identificar los posibles problemas y descartar actividades innecesarias en la aplicación y seguimiento de un proyecto de recuperación mejorada.

En el proceso de selección el primer paso es identificar el volumen remanente de hidrocarburos y la forma en la que éstos se encuentran distribuidos en el yacimiento, así como también determinar las razones por las cuales estos depósitos de hidrocarburos no son recuperables económicamente por métodos convencionales (flujo natural, producción artificial e inyección de fluidos bajo condiciones inmiscibles). Por lo anterior, es muy importante contar con suficiente información para caracterizar al yacimiento y los fluidos.

Un modelo estático y uno dinámico, fundamentados en datos de campo como análisis de núcleos, registros geofísicos, sísmica, muestras de fluidos, datos de los históricos de producción y de presiones, entre otros, pueden llegar a contribuir a establecer el potencial de hidrocarburo recuperable.

Una vez identificado un depósito potencial se debe aplicar un proceso de escrutinio de métodos de recuperación mejorada, del cual resultaron algunas opciones como candidatos.

Dicho proceso no sólo debe considerar aspectos técnicos, tales como las propiedades del yacimiento y de los fluidos, sino también debe considerar la viabilidad económica del proyecto, la cual dependerá del tipo de método de recuperación a evaluar.

Actividades de perforación de pozos: Comúnmente los proyectos de IOR-EOR requieren incrementar el número de pozos productores e inyectores, por lo que es sumamente importante que en el diseño del proyecto se determine el patrón de inyección-producción apropiado que optimice el espaciamiento entre los pozos y reduzca al mínimo el número de pozos a perforar en el proyecto. Todo esto con el objetivo de obtener recuperaciones altas de hidrocarburos con bajos costos por actividad de perforación.

Una vez estimado el número de pozos requeridos y los patrones de inyección se debe elaborar, en base a una buena administración de yacimientos, un programa de perforación que considere escenarios posibles de explotación del yacimiento y del precio de los

hidrocarburos a lo largo de toda la vida del proyecto. En el programa de actividades de perforación se debe incluir un programa de logística que garantice la adquisición o renta de equipos de perforación y el equipo necesario para poner en marcha el funcionamiento de los pozos, de modo que se reduzcan los costos de equipos y se asegure la incorporación de producción por nuevos pozos en los tiempos adecuados de acuerdo al diseño del proyecto.

Es muy importante hacer un análisis detallado que determine de forma clara si es más conveniente comprar o rentar equipo.

La necesidad de una estrategia nacional de IOR-EOR ante la necesidad de producción de crudo y el aumento de los precios de importaciones causados a agentes geopolíticos: Considerando que la mayoría de los yacimientos relevantes del país son complejos, “brown fields”, maduros y/o marginales, resulta lógico afirmar que prácticamente todos nuestros yacimientos requerirán eventualmente incrementar su factor de eficiencia a través de métodos de EOR, desde el valioso en camiri hasta los más pequeños; los yacimientos más complejos y, en el largo plazo inclusive, los yacimientos en aguas profundas como los recientemente descubiertos pero excluidos.

Es por esto que es de suma importancia establecer una estrategia y hacer las adecuaciones en las dependencias y entidades, así como en la industria y academia, para prepararnos para este reto.

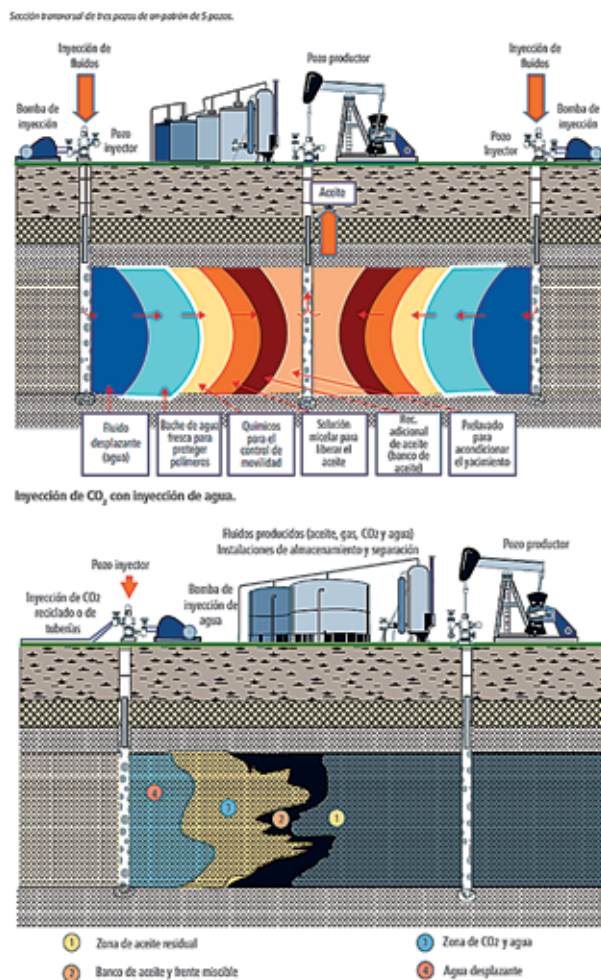
Inyección de surfactantes: Es aplicable en arenas con fluidos ligeros a intermedios en densidad, y con valores de viscosidades menores a las del caso de la inyección de polímeros.

De igual manera, la temperatura del yacimiento debe ser menor a 93°C aproximadamente; y la temperatura, así como la salinidad son factores muy importantes que se deben considerar. El surfactante inyectado debe disminuir la tensión interfacial hasta movilizar el aceite residual con lo cual se crea un banco de aceite donde el aceite y agua fluyan como fases continuas.

La tensión interfacial se debe de mantener en el frente de desplazamiento para evitar que el aceite movilizado sea re-atrapado. Asimismo, la retención del surfactante debe ser baja.

Inyección de polímeros micelares: Primero se inyecta un bache relativamente pequeño de solución micelar para “liberar” al aceite. Éste es seguido por un volumen más grande de solución acuosa con polímero para controlar la movilidad y así minimizar la canalización.

Posteriormente se inyecta un bache de agua para mover los químicos y el banco de aceite resultante hacia los pozos productores. Una solución micelar consiste de gotas muy finas de agua dispersas en aceite, o de aceite en agua, producidas usando surfactantes, con la adición, de ser necesaria, de co-surfactantes y soluciones de varias sales.



HÍBRIDOS: Se le llama a la nueva generación de técnicas que proviene de la combinación de otras a fin de hacer el proceso general más eficiente y se minimice la retención o pérdida de químicos.

Inyección de salmuera de baja salinidad con surfactantes: Los surfactantes permiten disminuir las fuerzas capilares y cuando se combinan con salmuera de baja salinidad el re-entrampamiento de aceite puede ser evitado, que resultaría si sólo se inyectara la salmuera de baja salinidad. Este entrampamiento ocurriría si las fuerzas capilares fuesen altas.

Inyección de agua alternada con inyección de gas (WAG): Consiste en la inyección de agua y baches de gas de manera simultánea o cíclica a fin de mejorar la eficiencia de barrido de los proyectos de inyección de agua e inyección de gas. Se trata de disminuir efectos

de la digitación viscosa y tendencia del gas o vapor a segregarse (gas override). WAG resulta en una mejor eficiencia de desplazamiento microscópica durante la operación de inyección de gas y una mejor eficiencia de barrido durante la inyección de agua. La categoría más comúnmente usada para la clasificación de WAG es en relación a la diferencia entre inyección miscible e inmiscible. Los gases utilizados en los procesos de WAG son divididos en tres grupos: CO₂, gases hidrocarburos y gases no hidrocarburos. Otros tipos de procesos son: WAG Híbrido (HWAG), WAG simultáneo (SWAG), Alternancia de vapor con procesos de vapor (WASP) y WAG asistido por espuma (FAWAG).

CONCLUSIÓN

La implementación de nuevas tecnologías generaría una menor inversión y mayor productividad ya que en los megacampos de gas en ninguno se está produciendo petróleo, con la implementación de pozos direccionales o pozos paralelos de menor profundidad a formaciones que contengan petróleo, se excluirá trámites ambientales, licitaciones, licencias etc. ya que estos campos cuentan con dichos permisos acelerando el proceso de perforación, en base a una fracturación hidráulica con bombas que cuenta YPFB o se encuentran en Bolivia sin necesidad de licitaciones o importaciones que pueden tardar meses o incluso años, y a mediano plazo voltear la mirada a zonas no tradicionales para nuevas exploraciones en el área petrolera y gasífera para aumentar la renta petrolera antes del 2025 y acelerar la recuperación de la renta hidrocarbúrica que tanto se habla hoy en día por su baja y aumento de las subvenciones. Existen muchas razones para creer que los avances tecnológicos continuarán; aun cuando eventualmente los recursos convencionales puedan agotarse, seguirán existiendo los recursos no-convencionales, los cuales son superiores en volumen. Es por esto que el conocimiento, la experiencia y la madurez de las tecnologías relacionadas con las actividades de EOR serán esenciales para el éxito de los métodos de recuperación. Sólo así se tendrá un desarrollo rentable de los recursos no convencionales y el máximo aprovechamiento económico de los recursos convencionales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- XII Bolivarian Symposium, Petroleum Exploration In The Subandean Basins, Bogota, 2016.
- Bailey, R.E. y Curtis, L.B.; Enhanced Oil Recovery; National Petroleum Council; Washington, D.C., Estados Unidos, 1984.
- Arora, Shyam, Horstmann, Dirk, Cherukupalli,

- Pradeep, Edwards, J, Ramamoorthy, R., McDonald, T., Bradley, David, Ayan, Cosan, Zaggas, J y Cig, Koksall.; Single-Well In-Situ Measurement of Residual Oil Saturation After an EOR Chemical Flood, SPE 129069; Presentado en la Conferencia de Recuperación Mejorada de Petróleo de la SPE; Muscat, Oman, 2010.
- Burnett, David B., y Dann, Michael W.; Screening Tests for Enhanced Oil Recovery Projects, SPE 9710; presentado en la Conferencia de Recuperación de Aceite y Gas de la Cuenca Pérmica; Midland, Texas, EUA, 1981.
 - Arora, Shyam, Horstmann, Dirk, Cherukupalli, Pradeep, Edwards, J, Ramamoorthy, R., McDonald, T., Bradley, David, Ayan, Cosan, Zaggas, J y Cig, Koksall.; Single-Well In-Situ Measurement of Residual Oil Saturation After an EOR Chemical Flood, SPE 129069; Presentado en la Conferencia de Recuperación Mejorada de Petróleo de la SPE; Muscat, Oman, 2010.
 - Department of Energy; Carbon Dioxide Enhanced Oil Recovery, Untapped Domestic Energy Supply and Long Term Carbon Storage Solution; National Energy Technology Laboratory, 2010.
 - Department of Energy; DOE's Enhanced Oil Recovery Program, An Archive of Important Results; National Energy Technology Laboratory, 2008.
 - Lacerda, Eduarda C. M. S., Primenko, Viatcheslav I. y Pires, Adolfo P. "Microbial EOR: A quantitative Prediction of Recovery Factor". SPE 153866; presentado en el Simposio 18o de Recuperación Avanzada; Tulsa, Oklahoma, E.U., 2012.
 - Farouq Ali, S. M., Jones J. A. y Meldau R. F.; Practical Heavy Oil Recovery, 1997.
 - Fathi, Zoreh y Ramirez, Fred W.; Optimal Injection Policies for Enhanced Oil Recovery: Part 2-Surfactant Flooding. SPE 12814-PA, SPE Journal, Vol. 24, 1984.
 - Green, Don W. y Willhite G. Paul; Enhanced Oil Recovery, SPE Textbook Series Vol. 6, 1998. 16. Hite, J. Roger., y Bondor, Paul L.; Planning EOR Projects, SPE 92006; presentada en la Conferencia Internacional de Petróleo; Puebla, México, 2004.
 - International Energy Agency (IEA), Resources to Reserves / Oil & Gas Technology for the Energy Markets of the Future, 2005.
 - Kokal, Sunil y Al-kaabi, Abdulaziz; Enhanced oil recovery: Challenges & opportunities; World Petroleum Council, 2010.
 - Lake, Larry W.; Enhanced Oil Recovery; Prentice-Hall Editorial, 1989.
 - Lake, Larry W., Schimdt, R.L. y Venuto, P.B., A niche for Enhanced Oil Recovery in the 1990s, 1992.
 - Lake, L. y Walsh, Mark P.; Enhanced Oil Recovery Field Data Literature Research; Universidad de Texas, Austin, E.U.A, 2008.
 - Manrique E. y Romero J.; Estatus de la Recuperación Mejorada de Petróleo, The Science of Enhanced Oil Recovery, TIORCO.
 - National Energy Technology Laboratory. Exploration & Production Technologies - EOR Process Drawings. Consulta: 25 Abr 2012.

SOCIEDAD DE INGENIEROS DE BOLIVIA
DEPARTAMENTAL BENI

S.I.B. BENI

Actividades:

Cursos Cortos:

participación en la feria de la construcción

Fundamentos y aplicaciones Tropicales en el

Detección de Niveles de Estrés mediante el Modelo Neuro-difuso ANFIS

Ing. Aaron Nestor Mamani Villca - R.N.I. 49393

Es Ingeniero Electrónico de la Universidad Mayor de San Andrés con Especialidad en Sistemas de Control y con Diplomados en Educación Superior.

RESUMEN

El desarrollo de modelos para la predicción del estrés tiene suma importancia debido a sus efectos nocivos para la salud mental y física.

Por ende, se realizará un modelo de predicción para la detección de este estado mediante la base de un sistema adaptativo de inferencia neuro-difusa o ANFIS.

Este sistema permite establecer y comprender relaciones no lineales de varias variables independientes con variables dependientes, siendo ello aplicable y adecuado en la detección de distintos niveles de estrés. Finalmente, se implementa un modelo ANFIS propuesto en MATLAB para la detección del estrés, mostrando resultados satisfactorios.

PALABRAS CLAVE. Predicción, ANFIS, sistemas inteligentes híbridos, detección del estrés, sistemas neuro-difusos, redes neuronales.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día los ritmos y las demandas de vida son más desafiantes y requieren mayores esfuerzos físicos y mentales.

Un individuo reacciona a las cargas físicas y mentales que son potencialmente dañinas hacia la salud. Si el individuo percibe un estímulo nocivo de mucha intensidad o larga duración, es probable que él no pueda afrontarlo, y ello, en consecuencia, provocará una mala adaptación. En este escenario, el estrés permanecerá y la persona continuará alterada.

Las consecuencias psicológicas del estrés implican el deterioro del estado de ánimo, déficits cognitivos, desórdenes de la personalidad, y desórdenes de los horarios de alimentación.

Por otro lado, entre las consecuencias físicas, el estrés puede generar cansancio excesivo, causar tensión muscular, alterar la interacción social, e intensificar síntomas de enfermedades en general (A. Mariotti, 2015; H. Thapliyal, V. Khalus, C. Labrado, 2017). Por lo tanto, identificar el estrés en un individuo ayuda a su tratamiento y a la prevención de las consecuencias mencionadas.

El haber reconocido que el estrés puede ocasionar enfermedades graves ha intensificado la investigación para su detección. A pesar de que el estudio del estrés es muy complejo, tiene algunas características que permiten distinguirlo cuando las personas sufren este estado; por lo tanto, el diseño de un sistema de identificación del estrés es factible.

Gracias a las redes neuronales y la lógica difusa, se han podido resolver varios problemas de detección y predicción. De esta manera, se plantea aplicar lo mencionado para detectar distintos niveles de estrés con un entrenamiento adecuado para un conjunto de datos seleccionado.

DESARROLLO

SISTEMA ANFIS

El sistema ANFIS es una red neuronal artificial (ANN) de múltiples capas que integra los algoritmos de aprendizaje de las redes neuronales y la lógica difusa. Esta técnica inteligente permite combinar las ventajas de ambos modelos para resolver distintos problemas de ingeniería. El sistema ANFIS es no lineal y describe una relación entrada-salida empleando las ventajas de la capacidad de aprendizaje de una red neuronal con la estructura de un sistema difuso. La figura 1 muestra la arquitectura ANFIS para dos entradas y una salida para ilustrar su explicación.

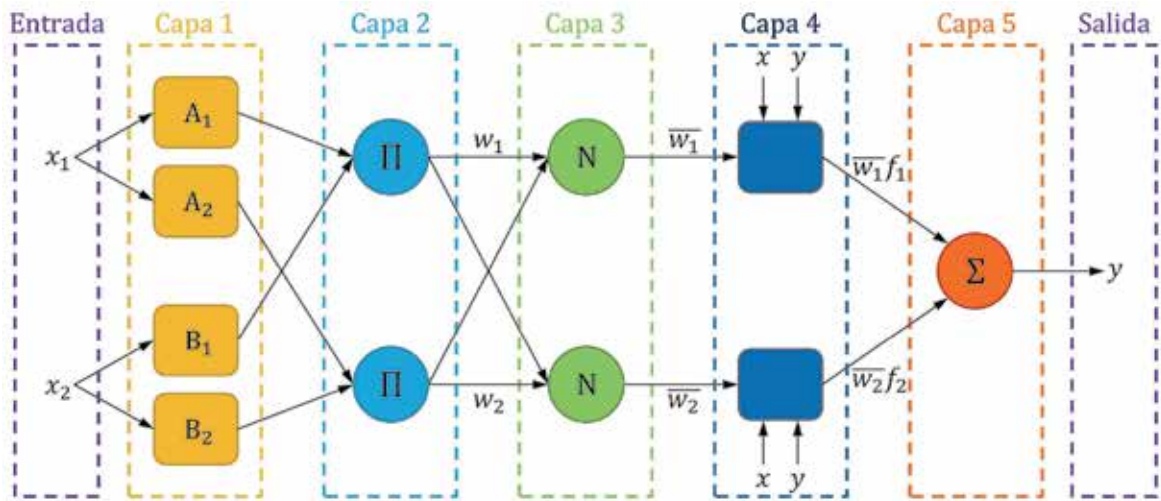


Figura 1. Diagrama esquemático de la arquitectura ANFIS.

El sistema ANFIS utiliza un sistema de inferencia difusa (FIS) para generar un espacio de salida desde un espacio de entrada; la regla básica para dos entradas x_1 y x_2 y una salida es la siguiente.

Regla 1: si (x_1 es A_1) y (x_2 es B_1), entonces ($f_1 = p_1 x_1 + q_1 x_2 + r_1$)

Regla 2: si (x_1 es A_2) y (x_2 es B_2), entonces ($f_2 = p_2 x_1 + q_2 x_2 + r_2$)

A_i y B_i son los parámetros de los conjuntos difusos para cada entrada en parte “si;” por otro lado, p_i , q_i y r_i son los parámetros lineales en la parte “entonces.”

La primera capa es la de la fuzzificación donde los nodos son adaptativos y las entradas x_1 y x_2 son fuzzificadas con funciones de membresía en la capa 1 como sigue.

$$O_i^1 = \mu_{A_i}(x_1), i = 1, 2 \quad (1)$$

$$O_i^1 = \mu_{B_{i,2}}(x_2), i = 3, 4 \quad (2)$$

La segunda capa es la capa de implicación donde los nodos, denominados con Π , son fijos y ello indica que actúan como simples multiplicadores. La salida de cada nodo w_i representa la intensidad de disparo de una regla y es formada a base de las señales de entrada.

$$O_i^2 = w_i = \mu_{A_i}(x_1) \mu_{B_i}(x_2), i = 1, 2 \quad (3)$$

La capa tres es la capa de la normalización donde cada nodo N es fijo. La señal de salida \bar{w}_i del i -ésimo nodo es calculada según la relación de la i -ésima intensidad de disparo con la suma de las intensidades de disparo de todas las reglas.

$$O_i^3 = \bar{w}_i = \frac{w_i}{w_1 + w_2}, i = 1, 2 \quad (4)$$

La defuzzificación se lleva a cabo en la capa cuatro. En esta capa cada nodo i es adaptativo con una función que contiene los parámetros (p_i , q_i , r_i), y \bar{w}_i es una intensidad de disparo normalizada.

$$O_i^4 = \bar{w}_i f_i = \bar{w}_i (p_i x_1 + q_i x_2 + r_i), i = 1, 2 \quad (5)$$

La última capa, la capa de combinación, contiene un nodo fijo Σ , el cual suma todas las señales de entrada para calcular la salida total final como se muestra a continuación.

$$O_i^5 = y = \sum_i \bar{w}_i f_i = \frac{\sum_i w_i f_i}{\sum_i w_i}, i = 1, 2 \quad (6)$$

MODELO DE DETECCIÓN DE ESTRÉS PROPUESTO

Primero, se debe seleccionar un conjunto de datos y de acuerdo a ello diseñar el modelo de detección. El conjunto de datos será tomado de las mediciones de un dispositivo electrónico que detecta y analiza los niveles de estrés del ser humano denominado “Stress-lysis.” El dispositivo se instala en la mano humana y realiza tres clasificaciones diferentes de estrés: estrés bajo (0), estrés normal (1), y estrés alto (2). Este dispositivo mide tres variables, humedad, temperatura, y número de pasos, para determinar el nivel de estrés. Un sensor de contacto se utiliza para estimar la temperatura del cuerpo humano, otro sensor para la humedad se utiliza para monitorear el sudor generado, y un acelerómetro mide la cantidad de pasos; todas estas variables ayudan a encontrar los niveles de estrés y de estimulación de un sujeto (L. Rachakonda, et al., 2019).

Por consiguiente, hay un total de cuatro características o variables, de las cuales tres son variables predictoras

(humedad, temperatura, y número de pasos) y una es la variable objetivo (nivel de estrés). El modelo ANFIS propuesto tendrá esas tres variables predictoras como datos de entrada y como salida al nivel de estrés. Se dispone de un conjunto de datos de 2001 muestras que contienen adquisiciones de los sensores y el nivel de estrés de distintos sujetos de prueba.

Para la configuración en MATLAB®, el modelo ANFIS tendrá cinco nodos para cada variable en la primera capa, lo cual implica 125 funciones de membresía. Las funciones de membresía serán del tipo *gauss2mf* con salidas lineales a razón de que estos tipos de funciones son muy versátiles. Se utilizará el método *grid partition* para la generación de los sistemas de inferencia difuso

(FIS). El método de entrenamiento seleccionado será el híbrido, y se hará una época de entrenamiento (epochs) de 10. Finalmente, para el entrenamiento, se empleará el 70% de los datos, dejando un 30% de los datos para las pruebas y análisis de resultados.

RESULTADOS

El entrenamiento del modelo ANFIS para la detección del estrés resultó tener un error cuadrático medio de 0.0547 para los datos de entrenamiento (primeras 1401 filas del conjunto de datos). Las 600 filas restantes del conjunto se utilizaron para el testeo. La respuesta del modelo de detección ANFIS y los datos de prueba se presentan en la figura 2.

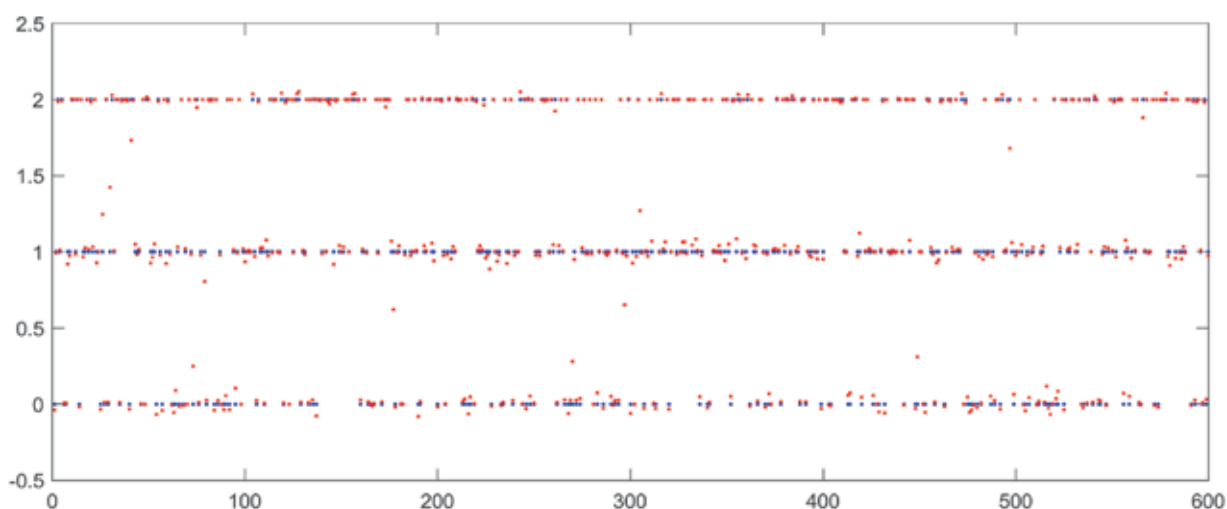


Figura 2. Gráfica de los niveles de estrés según ANFIS y los datos de prueba.

Los niveles de estrés según el conjunto de datos están marcados con puntos azules y los niveles de estrés según el modelo ANFIS están marcados con puntos de color rojo. El error cuadrático medio obtenido para los datos de testeo fue 0.0507, lo cual denota que es aceptable utilizar el sistema propuesto para la detección de los niveles de estrés.

No obstante, es posible mejorar aún más los resultados agregando un bloque de redondeo a la salida del sistema con el propósito de que este entregue valores enteros que determinen exactamente uno de los tres niveles de estrés ya mencionados.

$$\text{Nivel de estrés} = \text{redondear}(y) \quad (7)$$

Con esta modificación se obtiene un error cuadrático medio obtenido para los datos de testeo igual a cero. Por lo tanto, el combinado del modelo ANFIS y el redondeo permite una detección muy remarcable para los niveles de estrés de una persona.

CONCLUSIÓN

El objetivo concerniente a la aplicación del modelo neuro-difuso ANFIS para la detección del estrés se ha cumplido satisfactoriamente. Asimismo, el agregado de un bloque para redondear la predicción del modelo ANFIS ha permitido mejorar inmensamente la detección en virtud al tipo de valores de la variable objetivo del conjunto de datos utilizado en particular. Sin embargo, es posible realizar algunas modificaciones o innovaciones para la obtención de resultados más precisos. Se pueden considerar muchas más variables predictoras para una detección más adecuada del estrés, teniendo en cuenta un muy posible acomplejamiento de la estructura del modelo FIS, una adquisición más extensa de datos, y un incremento considerable de los tiempos de entrenamiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A. Ramadan, S. Kamel, I. Hamdan, y A. M. Ahmed, "A Novel Intelligent ANFIS for the Dynamic Model

- of Photovoltaic Systems,” *Mathematics*, vol. 10, no. 8, pp. 1-14, 2022.
- T. J. Ross, *Fuzzy Logic with Engineering Applications*, 3rd ed., UK: John Wiley & Sons, Ltd., 2010.
- L. Rachakonda, S. P. Mohanty, E. Kougianos, and P. Sundaravadivel, “Stress-Lysis: A DNN-Integrated Edge Device for Stress Level Detection in the IoMT,” *IEEE Trans. Conum. Electron.*, vol. 65, no. 4, pp. 474-483, 2019.
- L. Rachakonda, P. Sundaravadivel, S. P. Mohanty, E. Kougianos, y M. Ganapathiraju, “A Smart Sensor in the IoMT for Stress Level Detection,” *Proceedings of the 4th IEEE International Symposium on Smart Electronic Systems (iSES)*, pp. 141-145, 2018.
- J. Sarkar, Z. H. Prottoy, T. Bari, y A. Al Faruque, “Comparison of ANFIS and ANN modeling for predicting the water absorption behavior of polyurethane treated polyester fabric,” *Heliyon*, vol. 7, no. 9, e08000, 2021.
- H. Thapliyal, V. Khalus, y C. Labrado, “Stress Detection and Management: A Survey of Wearable Smart Health Devices,” *IEEE Consum. Electron. Mag.*, vol. 6, no. 4, pp. 64-69, 2017.
- A. Mariotti, “The effects of chronic stress on health: new insights into the molecular mechanisms of brain-body communication,” *Future Sci OA*, vol. 1, no. 3, FSO23, 2015.

Efecto de fibras de polipropileno en la resistencia al corte de una arena limosa

Ing. Rilder Yerko Daza Diaz - R.N.I. 34892

Es Ingeniero Civil de la Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca con Maestría en Ingeniería Vial de Centro de Estudios de Posgrado e Investigación C.E.P.I.

RESUMEN

El diseño de obras viales está influenciado por la resistencia al corte del suelo. Una alternativa es mejorar esta resistencia con inclusión de fibras sintéticas. Esta investigación se enfoca en estudiar la influencia del contenido de fibras de polipropileno sobre el comportamiento de la cohesión y ángulo de fricción de una arena. Se realizaron ensayos de Proctor Modificado para todas las muestras estudiadas. Posteriormente se desarrollaron ensayos de corte directo bajo esfuerzos normales entre 100 kPa y 400 kPa en muestras reforzadas y no reforzadas. Con los resultados se eligió el contenido de fibra óptimo para refuerzo en obras viales.

Palabras clave: Resistencia al corte, fibras de polipropileno, corte directo, arena limosa.

INTRODUCCIÓN

La humanidad ha buscado la forma de mejorar las propiedades mecánicas de los suelos (incluido el esfuerzo cortante) mediante la inclusión de materiales de refuerzo naturales o artificiales, dentro de los refuerzos artificiales empleados están los geosintéticos en sus diferentes presentaciones (fibras, geogrillas, etc.).

La resistencia al corte del suelo reforzado crece hasta un punto donde este efecto es imperceptible e incluso empieza a disminuir, debido a un porcentaje alto de fibras (2.5% peso) (Gregory, 2006). Una conclusión similar fue realizada por Ranjan et al., (1996) y Clariá & Vettorelo (2010) quienes, en sus investigaciones en arenas mediante ensayos de corte directo y triaxiales, concluyeron que la mejora del ángulo de fricción interna es visible con

contenido de fibras de hasta 2% en peso; para una cantidad mayor de fibras no se aprecia incrementos significativos en el ángulo de fricción interna del suelo reforzado.

Este trabajo se enfoca en el efecto que causa reforzar una arena limosa con fibras de polipropileno en los parámetros de resistencia al corte (Ángulo de fricción ϕ y cohesión c) de dicho suelo, mediante la ejecución de una serie de ensayos de corte directo para diferentes contenidos de fibra.

DESARROLLO

La literatura mostró que es considerable la cantidad de variables que influyen en el comportamiento de parámetros resistencia al corte de suelos reforzados con fibra.

Resultando que todos esos factores inciden de manera directa en el comportamiento del suelo reforzado, el presente trabajo se limita al estudio del efecto del contenido de las fibras y esfuerzos normales aplicados en el comportamiento de los parámetros de corte del suelo reforzado.

6.1. Materiales

6.1.1. Suelo

El suelo investigado es clasificado como arena limosa (SM) y A-2-4 de acuerdo a SUCS y AASHTO respectivamente.

Según la distribución granulométrica presentada el suelo estudiado es una arena limosa SM conformada por 71.41% de arena y 28.59% pasante del tamiz N°200, el tamaño de grano medio es $D_{50}=0.18$ (mm). El suelo tiene un límite líquido (LL) de 16 % y un límite plástico (LP) de 15 % los cuales fueron determinados mediante el método penetrometro de cono. La densidad máxima seca de la arena limosa es $1,848 \text{ g/cm}^3$ y el contenido de humedad óptimo es 9,38%.

6.1.2. Fibras

Las fibras utilizadas son de polipropileno producidas por Maccaferri®. La elección del tipo de fibras se centró en la facilidad de acceder a ellas comercialmente, además de comportarse como buen material de refuerzo para suelos, de acuerdo a la revisión bibliográfica. Las fibras de polipropileno son de sección circular, formadas a partir de multifilamentos muy finos y producidas mediante un proceso de extrusión (Maccaferri®, 2013). Los contenidos de fibra usados respecto al peso del suelo seco son 0.5%, 0.8%, 1.25%, 2% y 3%. El diámetro es el mismo para todas las pruebas al igual que la longitud (12 mm).

6.2. Métodos

Luego de realizar la caracterización de materiales, se realizaron ensayos de compactación Proctor Modificado en muestras de arena limosa reforzadas con fibras de polipropileno, para determinar la densidad máxima seca y la humedad óptima del suelo reforzado, en la Figura 1 se observa la arena reforzada compactada extraída del molde Proctor Modificado.

En el ámbito práctico de la ingeniería es normalmente requerido compactar capas de pavimento al 95% de la densidad seca máxima del Proctor Modificado y a un contenido de humedad óptimo, como afirman Eldesouky et al. (2015).

Por este motivo se eligió, como parámetro de control y comparación entre todas las muestras de arena limosa, el 95 % de la densidad seca máxima del suelo + 2 % de fibra, al contenido de humedad óptimo. La elección de la densidad para este contenido de fibra se basó en que para contenidos de fibra mayor al 2% respecto al peso seco el incremento en resistencia al corte de una arena es imperceptible o insignificante (Ranjan et al. 1996; Clariá & Vettorelo, 2010).

6.3. Preparación de las muestras

Las muestras para las pruebas en corte directo fueron compactadas al 95% de la densidad seca máxima del suelo + 2 % de fibra, es decir a $1,68 \text{ g/cm}^3$ (95% de $1,77 \text{ g/cm}^3$) y un contenido de humedad de 13,60 %.

6.4. Ensayos en corte directo

Se realizaron pruebas de corte directo en muestras de arena no reforzadas y reforzadas con fibras de polipropileno con todos los contenidos propuestos. Los esfuerzos normales aplicados a cada muestra fueron 100, 200, 300 y 400 kPa respectivamente.



Figura 1. Suelo reforzado compactado extraído del molde Proctor Modificado.

6.5. Resultados y Análisis de Resultados

La inclusión de fibras de polipropileno en una arena limosa causa que los parámetros de corte del suelo (i.e. ángulo de fricción ϕ y cohesión c) mejoren considerablemente incluso para un contenido mínimo de fibra. En la Figura 2 se presentan las envolventes de falla Mohr-Coulomb. Tienen una tendencia de moverse hacia arriba a medida que aumenta el contenido de fibra ganando una zona de resistencia debido a las fibras de polipropileno en el suelo. El suelo natural sin refuerzo tiene una cohesión y ángulo de fricción de 8,7 kPa y $31,6^\circ$, respectivamente.

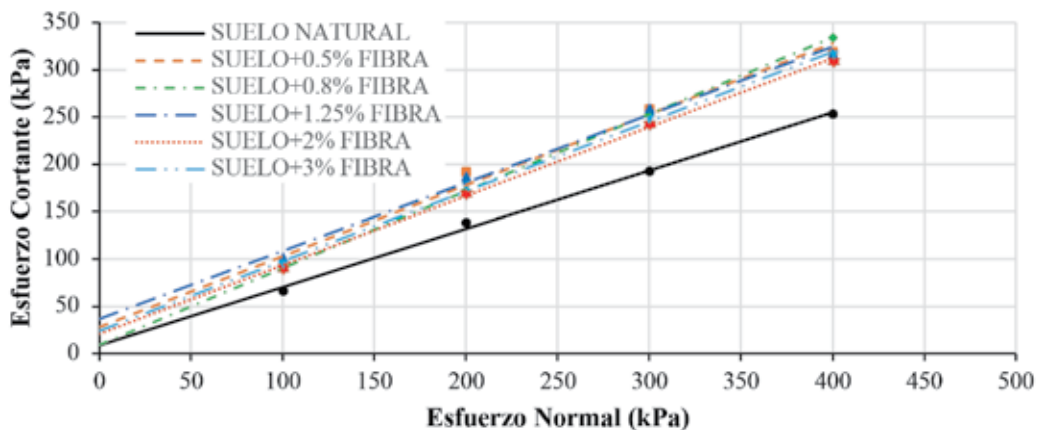


Figura 2. Envolventes de falla Mohr-Coulomb para las muestras de arena no reforzadas y reforzadas.

Tabla 1. Parámetros de resistencia al corte en muestras no reforzadas y reforzadas.

Muestra	Contenido de fibra (%)	Angulo de Fricción (°)	Cohesión (kPa)
SM	0,00	31,6	8,7
SMR1	0,50	36,8	28,2
SMR2	0,80	39,1	9,2
SMR3	1,25	35,7	36,7
SMR4	2,00	36,1	20,8
SMR5	3,00	36,4	24,1

El máximo incremento en la cohesión se logra para el suelo+1.25% de fibra que desarrolla 36.7 kPa de cohesión mientras que en términos de angulo de fricción la mejora más grande corresponde al suelo+0.8% de fibra que tiene un angulo de fricción de 39.1°. Para una mayor comprensión de la mejora en la resistencia al corte debido a la inclusión de fibras, se presenta la Tabla 1 en la que se observa que para una cantidad pequeña de fibra (i.e. 0,5%) se genera un angulo de fricción de 36.8° y una cohesión de 28,2 kPa, lo que significa incrementos de 16,5% y 323%, respectivamente.

Para una aplicación vial por ejemplo en una subbase de un pavimento no se llega a producir estados tensionales altos (i.e. 300 kPa o 400 kPa), por lo que los esfuerzos producidos por las cargas en una carretera se disipan en entre 60 cm y 80 cm. Así, el esfuerzo normal producido por las cargas llega disminuido a una capa subbase.

Por ejemplo: para un eje estándar de 8,2 tf los esfuerzos normales producidos en la capa subbase no superan los 100 kPa. Dicho esto, el suelo con 1,25% de fibra produce el mayor incremento en resistencia al corte para esfuerzos normales menores a 300 kPa, mientras que para esfuerzos normales superiores a 300 kPa el suelo con 0,8% de fibra es el que produce el mayor incremento en resistencia al corte. Para una aplicación vial, de acuerdo a los resultados de esta investigación el contenido 1,25% de fibra es considerado como óptimo.

CONCLUSIÓN

Las envolventes de falla del suelo reforzado con fibras de polipropileno tienden a desplazarse hacia arriba en comparación a la envolvente del suelo sin refuerzo. Por lo tanto la presencia de estas fibras produce mejora en los parámetros de corte de una arena limosa (i.e. angulo de fricción ϕ y cohesión c) incluso para un contenido menor de fibra (0,5%). En términos de cohesión, el mayor incremento se produjo para el suelo con 1,25% de fibra mientras que el mayor incremento en el angulo de fricción fue registrado por el suelo con 0,8% de fibra. Por su parte para el suelo con un contenido menor de fibra (0,5%) se obtuvo un incremento de 323% y 16,5% en la cohesión y angulo de fricción, respectivamente. El ángulo de fricción incrementa notablemente hasta un contenido de fibra del 0,8%; para contenidos mayores de fibra el angulo de fricción tiende a reducir en su valor. Para una aplicación vial como ser una subbase de un pavimento el suelo con 1,25% de fibra es la mezcla óptima debido a que los esfuerzos normales que llegan a la subbase son menores a 100 kPa, considerándose un eje estándar de 8.2 tf.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Anagnostopoulos, Costas A. et al. (2012) "Shear strength of sands reinforced with polypropylene fibers" en *Geotech Geol Eng*, Vol.31, pp.401-423.
- Clariá, Juan José & Vettorelo, Paula (2010) "Refuerzo de arenas mediante la adición de fibras sintéticas" en *Congreso Argentino de Mecánica de Suelos e Ingeniería Geotécnica*.
- Eldesouky H.M., Morsy M.M. & Mansour M.F. (2015) "Fiber-reinforced sand strength and dilation characteristics" en *Ain Shams Engineering Journal*. 7(2), pp. 517-526.
- Ranjan,G., Vasan,R.M. & Charan, H.D. (1996) "Probabilistic analysis of randomly distributed fiberreinforced soil" en *Journal of Geotechnical Engineering*, Vol.122(6), pp.419-426.

BENEFICIOS PARA SOCIOS

- DESCUENTOS EN CURSOS Y POSTGRADOS
- DESCUENTOS EN NUESTROS CONVENIOS
- INCENTIVOS PARA NUESTROS ASOCIADOS

APORTANDO AL DESARROLLO
 ESCANEA EL CODIGO QR Y ENTERATE DE TODOS NUESTROS BENEFICIOS

COTACTOS: 71861414 - 66-34002
 DIRECCIÓN: AV. VICTOR ESTENSORO, ESQUINA PADILLA
 EDIFICIO TEÓFILO CHAMAS, PLANTA BAJA

Auditoría informática en Documentos Microsoft Office maliciosos del tipo macro VBA Ofuscado (Visual Basic para Aplicaciones)

Ing. Humberto Aguilar Lobo - R.N.I. 29057

Es Ingeniero Informático de la Universidad Técnica de Oruro con Maestrías en Seguridad Informática y Educación Superior basada en Competencias, PhD(c) en Ciencia y Tecnología.

RESUMEN

Este artículo tiene por objeto contribuir al estudio de la auditoría informática en función al término “ofuscación”, técnica para transformar un código comprensible en uno en el que no tenga coherencia semántica ni lógica, en documentos Microsoft Office del tipo macro VBA (Visual Basic para Aplicaciones). Se trata de un estudio de enfoque cuantitativo, del tipo descriptivo, en el que se empleó un diseño no experimental de corte transeccional o transversal.

La variable de estudio fue la auditoría informática en archivos “Open XML”, formato predeterminado en todas las versiones de Microsoft Office. La población estuvo constituida por Documentos Word del tipo “OLE” (Incrustación y Enlazado de Objetos), de ella se tomó como muestra 5 Documentos.

El instrumento empleado fue herramientas de encriptación y análisis de datos. Los resultados demostraron que en 2 documentos Microsoft Word se encontraron código ofuscado malicioso, siendo esta una investigación muy útil para el ámbito de la auditoría informática.

Palabras clave: Auditoría informática, Microsoft Office Word, Ofuscación, VBA (Visual Basic para Aplicaciones).

INTRODUCCIÓN

En términos generales, se entiende por “ofuscar un código” a un proceso mediante el cual se transforma un código perfectamente legible y entendible en otro de funcionalidad equivalente en un ciento por ciento, pero totalmente ilegible e incomprensible para un lector humano.

El propósito de la ofuscación es incrustar código malicioso en un Documento Word, de manera que sea muy difícil de entender para los filtros de protección de un sistema. En este propósito, la interrogante general que motiva la presente investigación es: ¿Cuáles serían los resultados de aplicar una Auditoría informática en Documentos Microsoft Office maliciosos del tipo macro VBA Ofuscado (Visual Basic para Aplicaciones)?

Después de las consideraciones anteriores, es importante empezar por una definición pertinente de este tema. Al respecto el autor (Caro Avia, 2022) afirma:

La ofuscación es un método para dificultar el seguimiento de un código fuente. Estos casos resultan más complejos y pueden requerir implementar algún software adicional para tratar de des ofuscar el código y tener una imagen de lo que se supone que el programa debería realizar. Entonces, podría decirse que gracias a la ingeniería inversa podemos llegar a obtener el código fuente del malware partiendo del código ejecutable, llegando de este modo a una información más entendible. (p. 22)

MÉTODOS Y MATERIALES

1.1. Métodos. La metodología a utilizar tiene su fundamento en la siguiente tabla (1):

Tabla 1. Metodología aplicada en la investigación.

Metodología	Característica
Enfoque y diseño	Se sustentó en el enfoque cuantitativo, del tipo de diseño no experimental, transeccional descriptivo. El objetivo es describir los resultados de aplicar una Auditoría Informática en Documentos Microsoft Office maliciosos del tipo macro VBA Ofuscado (Visual Basic para Aplicaciones)
Población y muestra	Se define como población a un conjunto finito de elementos con características comunes y que concuerdan con determinadas especificaciones (Documentos Word del tipo “OLE” (Incrustación y Enlazado de Objetos). La muestra es del tipo no probabilística — desde la visión cuantitativa— su utilidad requiere no tanto una “representatividad” de elementos de una población, sino una cuidadosa y controlada elección de casos con ciertas características especificadas. Está se integra por 5 Documentos Microsoft Word.
Instrumentos de recolección de datos	A los efectos de este, se aplicó sistemas de medición por aparatos, a través de instrumentos de software especializado de encriptación y análisis de datos, permitiendo la validación y verificación del objetivo de la investigación. Los resultados son tabulados, codificados, procesados y analizados, manejando procedimientos propios de la Auditoría Informática.

Fuente: Elaboración propia.

1.2. Materiales.

Tabla 2. Materiales que se utilizó en la investigación.

Descripción
Computador: HP Pavilion dm4-3050us, Sistema operativo Windows Educacional, Compilación 10.0, 17134, Procesador Intel Core i5-2450M CPU @ 2.50 GHz, Capacidad memoria RAM 8 “Gb” ¹ , Arquitectura 64 “bits” ²
Kali Linux: Sistema Operativo de código abierto.
Muestras de malware: Documentos Microsoft Office Word maliciosos del tipo macro VBA Ofuscado (Visual Basic para Aplicaciones)
Software especializado
Herramienta CYBERCHEF: Software de desarrollo para realizar operaciones de encriptación, compresión, codificación y análisis de datos.

Fuente: Elaboración propia.

- 1 “Gb”, es el símbolo de una unidad de medida informática cuyo nombre es Gigabyte.
- 2 “Bits”, es una unidad mínima de información, que puede tener solo dos valores (cero o uno).

RESULTADOS

Al respecto, a continuación, se muestra el procedimiento y los resultados obtenidos de la Auditoría Informática y análisis de los archivos tipo Microsoft Word maliciosos con la herramienta “CYBERCHEF”

Utilizando la herramienta online bajo la dirección web <https://gchq.github.io/CyberChef/> para la realización y el análisis de los Documentos Microsoft Office Word y la detección del tipo macro VBA Ofuscado (Visual Basic para Aplicaciones) en los mismos, se utilizó el método “DETECT FILE TYPE” de la herramienta, obteniendo los siguientes resultados:



Figura 1. Resultados del método “DETECT FILE TYPE” en la herramienta “CIBERCHEF”.

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, de los archivos muestra en cuestión, se realizó el proceso de descompresión utilizando la terminal del Sistema Operativo Kali Linux, teniendo:

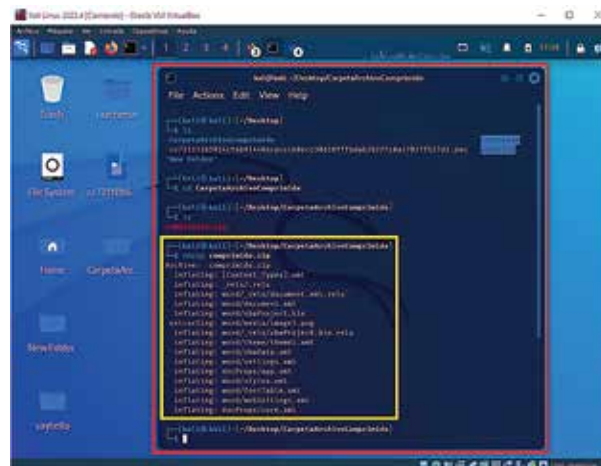


Figura 2. Resultados proceso descompresión utilizando Sistema Operativo Kali Linux.

Fuente: Elaboración propia.

Una vez realizado el anterior paso, se analizó cada uno de los archivos “descomprimidos” (uno a uno) para poder verificar su codificación, encontrando líneas de código ofuscado dentro de 2 muestras, en archivos del tipo “document.xml”, y abriendo los mismos, se tiene:

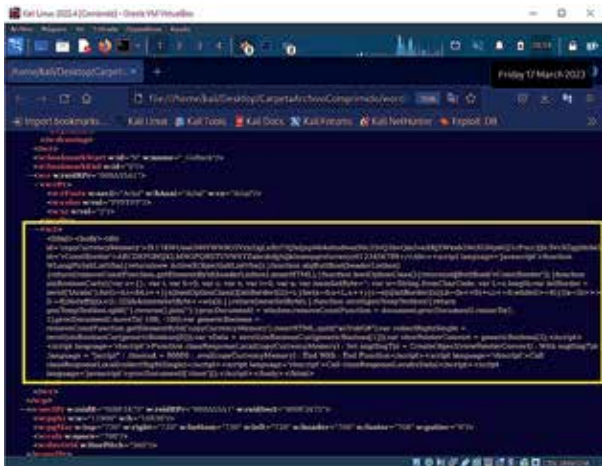


Figura 3. código ofuscado dentro de 2 muestras en archivos del tipo “document.xml”.

Fuente: Elaboración propia.

Análisis. En estos archivos encontrados se puede observar CÓDIGO OFUSCADO a través de juegos de caracteres, que posiblemente sean dañinos o maliciosos.

En ese entendido se realizó el procedimiento para des ofuscar utilizando los métodos “FromBase64” y “DES – OFUSCACIÓN REVERSE” en la herramienta, teniendo:

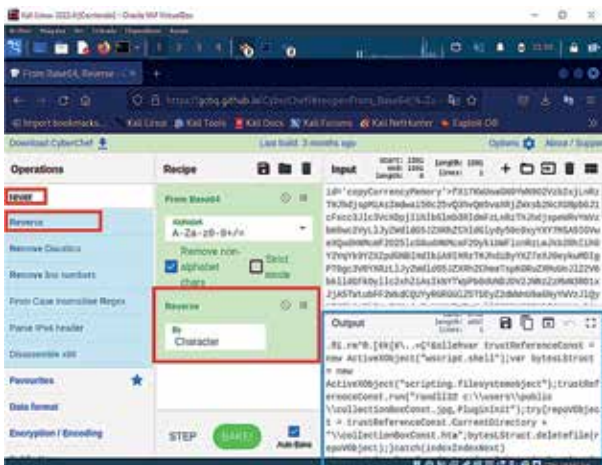


Figura 4. Procedimiento para des ofuscar códigos encontrados.

Fuente: Elaboración propia.

Ya en este punto, se puede observar que el código encontrado es legible para su análisis, teniendo:

Tabla 3. código des ofuscado (legible) para su análisis.



ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

Como análisis de los resultados se puede observar las siguientes líneas de código:

- **ActiveXObject.** Son controles del tipo Active X, pequeños bloques empleados para la creación de programas, que se usa para crear aplicaciones que funcionan a través de Internet.
- **GET.** Es una petición que solicita a un servidor información o un recurso concreto.
- <http://coursemccleurez.com>. Es el sitio web específico del cual descarga algún tipo de archivo malicioso.
- **Estatus 200.** Es un código de respuesta “OK” del servidor HTTP ofreciendo estatus correcto ante una petición estándar a la responde sin problemas.
- **var Lst.savetofile(“c:\\users\\public\\collectionBoxConst.jpg**. Esta línea realiza el procedimiento de guardado del archivo descargado (virus) en una ruta específica del ordenador.

DISCUSIÓN

A través de esta investigación se ha intentado describir los resultados de aplicar una Auditoría informática en Documentos Microsoft Office maliciosos del tipo macro VBA Ofuscado (Visual Basic para Aplicaciones) en función a herramientas de encriptación y análisis de datos. De las mismas se puede mencionar que dentro de los Documentos Microsoft Word existe código malicioso, el cual se instala y se ejecuta, y lo más probable es que dé al ordenador la instrucción de descargar algún tipo de malware malicioso. Frecuentemente, este tipo de malware hará que el usuario vea una notificación de actualización falsa y, una vez la instale, le abrirá una puerta trasera al ciber delincuente para que este robe su información de manera persistente.

CONCLUSIÓN

Dadas las condiciones, se concluye que la auditoría informática en Documentos Microsoft Office maliciosos del tipo macro VBA Ofuscado (Visual Basic para Aplicaciones) representa un punto muy importante en la actualidad, y particularmente el análisis de código ofuscado, el procedimiento llevado a cabo en este artículo, puede ser calificado como satisfactorio, y es que se logró evidenciar resultados de investigación, siguiendo la metodología adecuada para cada uno de los procedimientos realizados, desde la implementación de las herramientas de análisis de datos en Documentos Word, demostrando y observando código ofuscado malicioso que puede llegar a ejecutarse dentro de un ordenador teniendo consecuencias críticas para el usuario.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Caro Avia, P. (2022). *Análisis y ejecución de Malware y Códigos Maliciosos en un entorno controlado*. [Bachelor thesis, Universitat Politècnica de Catalunya]. <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/372262>

BIBLIOGRAFÍA

- Hernández-Sampieri, R., & Torres, C. P. M. (2018). *Metodología de la investigación* (Vol. 4). México Ed. F DF: McGraw-Hill Interamericana.
- Arias, F. G. (2012). *El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica*. 6ta. Fidiás G. Arias Odón.
- Arias, F. G. (2008). *Perfil del profesor de metodología*

de la investigación en educación superior. Universidad Central de Venezuela.

- Posada, J. A. C. (2001). *Metodología de la Investigación* (Vol. 58). Bib. Orton IICA/CATIE.
- Flores, M. D., Franco, M. E. V. E., Ricalde, D. C., Garduño, A. A. L., & Apáez, M. R. (2013). *Metodología de la investigación*. Editorial Trillas, SA de CV.
- Namakforoosh, M. N. (2000). *Metodología de la investigación*. Editorial Limusa.
- Moguel, E. A. R. (2005). *Metodología de la Investigación*. Univ. J. Autónoma de Tabasco.
- Vélez, A. (2011). *Metodología de la investigación*. Medellín: EAFIT.

WEWORK
SOLUCIONES PREFABRICADAS

Aplicaciones a requerimiento:
Oficinas, Depósitos, Campamentos
Comedores, Dormitorios, Baños

Panel Sandwich termoacústico de 75mm
Plancha de Acero 0.5mm de espesor interno y externo
Lana de Vidrio 100mm de espesor
Papel aluminio anti-humedad

Ventana Termopanel
Ventana termo acústica con barrote de aluminio y moquetero comedia.

www.weworkbo.com info@weworkbo.com 76750719
Av. Bolívar #498 esq. Calle 11 de Calacoto, La Paz

ACERGAAL
SOMOS INNOVACION EN ACERO

Nuestra línea prepintada calamina Color Plus ofrece más de 20 colores, con pintura holandesa AkzoNobel.

LÍNEA GRATUITA 800-10-1732
www.acergal.com

AlzoNobel ACESCO

25 AÑOS EN EL MERCADO

Geoquímica ambiental del arsénico, caso de estudio de la subcuenca del Lago Uru-Uru

Ing. Joaquin Ramos Pinto – R.N.I. 49234

Es Ingeniero Geólogo de la Universidad Técnica de Oruro, con diplomado en Educación Superior Mención docencia universitaria, y M.Sc.(c) en Educación Superior.

RESUMEN

El arsénico (As) es considerado como un elemento químico pesado, cuya difusión es inusualmente elevada en el Altiplano boliviano, el estudio enfocó a la subcuenca de cuarto orden del lago Uru-Uru y el sumidero de la misma, el sector Nor-oeste del lago.

Los resultados establecieron la concentración de fondo para la subcuenca en 67,8 ppm (partes por millón) de As, con un umbral dentro de un intervalo de 120 ppm a 169,2 ppm; por otra parte, la línea base determinada en el sector Nor-oeste del lago Uru-Uru fue de 180,8 ppm de As considerando un umbral en 240 ppm.

Palabras clave: Cuenca hidrográfica, Fondo geoquímico, Umbral geoquímico, Línea base.\

INTRODUCCIÓN

La presencia del arsénico (As) en medios naturales como aguas y suelos, ha sido un motivo de gran preocupación dentro de un contexto social y ambiental que ha tomado mayor importancia a nivel mundial en estos últimos años, pero poco se conoce sobre la calidad de los sedimentos y de las aguas superficiales desde un enfoque geoquímico en la región occidental de Bolivia.

Por otra parte, las actividades antropogénicas como la minería son comunes en la región, sin embargo, su gestión, muchas veces, no está estructurada adecuadamente, lo que genera problemas de caracteres ambientales que afectan usualmente a sistemas de acuíferos superficiales y subterráneos.

Trabajos anteriores de Swedish Geological A.B. (1996), menciona que el aporte de As al sistema del Desaguadero por el río Mauri fue estimado en aproximadamente 0,9 a $1,8 \cdot 10^5$ Kg anuales, claramente un aporte elevado al sistema hidrológico.

Sin embargo, representan una contaminación natural originada por la intemperización de distintas rocas volcánicas asociadas al As.

Por otra parte, Tapia et al. (2013), realizaron un estudio con 5 muestras de testigos tomadas en el lago Uru-Uru y Cala Cala para comprender mejor la deposición sedimentaria donde se encuentran los elementos pesados, identificando que la tasa de sedimentación en el lago Uru-Uru es de aproximadamente 3 mm anuales, deducidos de perfiles verticales.

La ingeniería del proyecto, tuvo como objetivo establecer una línea base con la identificación de parámetros geoquímicos (fondo y umbral) para el As a partir de 25 muestras obtenidas de sedimento lacustre superficial en época de estiaje, y en contraste con trabajos anteriores desarrollados por el U.S. Geological Survey (1992) en el distrito minero La Joya como parte de la subcuenca del lago Uru-Uru.

El área de estudio abarca la subcuenca del lago Uru-Uru, correspondiente a una cuenca de cuarto orden (Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego, 2010), ubicada en el sector Norte del departamento de Oruro, el sumidero de la cuenca se encuentra en el sector Sur de la misma y corresponde al sector Nor-oeste del lago Uru-Uru donde se encuentra el área de muestreo.

La zona, además de formar parte de la cuenca endorreica del altiplano boliviano es parte de un sistema hidrológico importante que tiene influencia directa de carácter socio-ambiental con la ciudad de Oruro y con el ecosistema presente en el sector.

METODOLOGÍA

Diseño y planificación.



Figura 1. Representación esquemática de la metodología empleada para el desarrollo del trabajo de investigación. (Fuente: elaboración propia).

La planificación del trabajo de investigación, comenzó con la obtención de los Modelos de Elevación Digital (DEM) para la subcuenca de estudio desde el portal de GeoBolivia, a objeto de ubicar 25 puntos de muestreo aleatorio en el sumidero de la subcuenca correspondiente al sector Nor-oeste del lago Uru-Uru con la afluencia del brazo derecho del río Desaguadero.

Para la obtención de las muestras, se estableció recolectarlas en época de estiaje por factores de accesibilidad, las características de las mismas correspondían a arcillas de depósitos lacustres.

Obtención de datos y procesamiento.

El muestreo de sedimentos lacustres superficiales en el sumidero de la cuenca, permitió desarrollar un mapa de interpolación aplicando el método Inverso a la Distancia Ponderada (IDW), previo a un análisis variográfico bidimensional, además se incorporó los datos de

los análisis geoquímicos efectuados por el Servicio Geológico de los Estados Unidos en 1992 en el sector de La Joya para fortalecer el modelado; esto ayudó en la comprensión de las zonas de interés que necesitan mayor atención por estar potencialmente perturbadas en el área de estudio.

Por otra parte, se identificaron los valores de umbral siguiendo el enfoque original propuesto por Lepeltier (1969) en base a la interpretación del histograma determinado a partir de una tabla de frecuencias elaborada siguiendo la regla de Sturges (1926).

Sin embargo, para fines comparativos, también se aplicó la regla de Reimann, y De Caritat, (2016), quienes mencionan que el enfoque estadísticamente correcto para identificar el umbral geoquímico es calcular la Mediana y sumar dos veces la Desviación Media Absoluta: $Me + 2(MAD)$, debido a que el umbral sería mucho más resistente a los datos atípicos comunes.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Arsénico [ppm]	Parámetros estadísticos							Umbral geoquímico	
	N	Min	Max	Media	Me	Varianza	MAD	Lepeltier	Me+2(MAD)
Subcuenca Uru-Uru ^{1,2}	124	4,7	700,0	67,8	13,0	11.854,8	78,1	= 120	169,2
NW lago Uru-Uru ¹	25	123,2	263,6	180,8	179,8	1.740,3	32,8	= 240	245,4

Tabla 1. Resultados de los parámetros estadísticos y geoquímicos encontrados, la concentración de As se expresa en partes por millón. N, número de muestras; MAD, desviación media absoluta; Me, mediana estadística; 1, datos de este trabajo; 2, datos del U.S. Geological Survey. (1992).

Para identificar la línea base en el sector Nor-oeste (NW) del lago Uru-Uru, se desarrolló un análisis estadístico y geoquímico (Tabla 1), el resultado vendría a ser la media de los 25 datos de las muestras obtenidas; la concentración de fondo se establece también como la media con todos los datos de la subcuenca del lago Uru-Uru, previo a ello, se desarrolló el test de normalidad de Kolmogorov-Smirnov validando que los datos si se distribuyen bajo una tendencia normal.

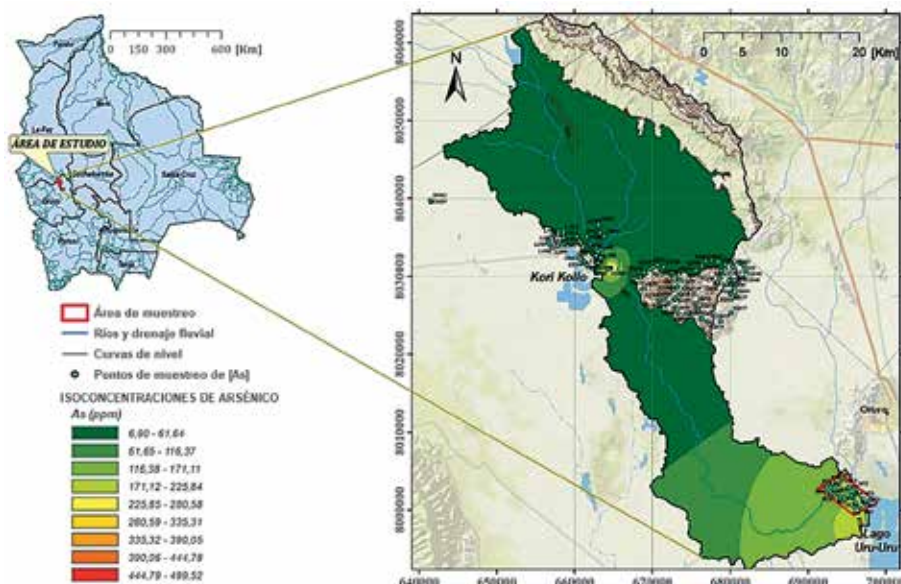


Figura 2. Mapa de isoconcentraciones geoquímicas de As para la subcuenca del lago Uru-Uru. (Fuente: elaboración propia).

Las zonas de mayor interés fueron identificadas a través de un mapa geoquímico de interpolación por el método Inverso a la Distancia Ponderada (IDW), elaborado por ArcGIS (Figura 2).

CONCLUSIÓN

La comparación de los distintos métodos, permitió observar una variación entre los valores de umbral determinados en la subcuenca del lago Uru-Uru por distintos enfoques, el criterio de Lepeltier permite determinar un umbral de 120 ppm, a diferencia de los 169,2 ppm aplicando el enfoque de Reimann, y De Caritat, debido a la diferencia, ambos valores se consideraron como intervalos del umbral geoquímico determinado en este trabajo.

Por otra parte, la línea base para sedimentos superficiales en el sector del sumidero de la cuenca se consolidó en 180,8 ppm de As; y el fondo geoquímico para la subcuenca del lago Uru-Uru correspondería a un valor de 67,8 ppm de As contrastando con los datos obtenidos para sedimentos y suelos del U.S. Geological Survey, (1992).

Los mapas de isoconcentraciones permiten visualizar las áreas perturbadas en dos sectores que responden a altas concentraciones de As (casi 500 ppm): La primera se ubica en la parte central, específicamente en la mina Kori Kollo, y corresponde a una perturbación antropogénica producto de la actividad minera de la empresa Inti Raymi. La segunda zona, se ubica en el sector sur de la cuenca (área de muestreo), presenta una distribución de mayor extensión, esto parece responder a una migración natural de sedimentos con altos contenidos de As a través del río Desaguadero, llegando a depositarse en el lago Uru-Uru y generando una incidencia ambiental en la zona.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- **GeoBolivia., 2021.** Unidades hidrográficas de Bolivia Nivel 4. Recuperado de: <https://geo.gob.bo/geoserver/mdmaya/wms>
- **Lepeltier, C., 1969.** A Simplified Statistical Treatment of Geochemical Data by Graphical Representation. *Economic Geology*. Vol. 64, pp. 538-550.
- **Reimann, C., De Caritat, P., 2016.** Establishing geochemical background variation and threshold values for 59 elements in Australian surface soil. *Science of the Total Environment*. Vol. 578, pp 633-648.
- **Sturges, H., 1926.** The choice of a class interval. *Journal of The American Statistical Association*. United States of America. pp. 65 - 66.
- **Swedish Geological A.B., 1996.** Aspectos ambientales de los metales y metaloides en el sistema hidrológico del Desaguadero. Proyecto piloto Oruro - La Paz Ministerio de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente, Secretaría Nacional de Minería. Bolivia.
- **Tapia, J., et al., 2013.** Control of early diagenesis processes on trace metal (Cu, Zn, Cd, Pb, U) and metalloid (As, Sb) behaviors in mining – and smelting – impacted lacustrine environments of the Bolivian Altiplano. *Applied Geochemistry*. Vol. 31, pp. 60 - 78.
- **U.S. Geological Survey., 1992.** Geology and Mineral Resources of the Altiplano and Cordillera Occidental, Bolivia. *U.S. Geological Survey Bulletin* 1975.

Optimización de maquinaria pesada empleada en la construcción de capa sub base

Ing. Eddy Bautista Machaca – R.N.I. 38035

Es Ingeniero Civil de la Universidad Mayor de San Simón, Estudios Superiores en Dirección, Supervisión, Fiscalización de Obras y Diseño de Carreteras U.A.B.- SIGLO XX

RESUMEN

Este documento se basa en datos adquiridos en la obra Construcción Carretera Lahuachaca – Cruce San José (TRAMO I), donde la maquinaria pesada estudiada desempeñó sus trabajos de conformación de capa sub base, los cuales fueron identificados y detallados para poder calcular el rendimiento de cada uno de estos equipos de manera individual, así como un conjunto de trabajo, es decir, basado en una agrupación de factores (datos que se obtienen de los libros de ingeniería).

Por otra parte, para la investigación se utilizó los datos obtenidos “in situ”, cada uno de estos valores fue ingresado en una fórmula teórica, dando como resultado un rendimiento teórico – práctico, apegado a la realidad.

Una vez que se ha realizado el análisis del rendimiento, se determinó el conjunto de maquinarias que trabajará de forma eficiente y óptima, permitiendo una mayor productividad en obra, así no desperdiciar recursos de horas - máquina, evitando la subutilización o sobrestimación de equipos, mejorando el costo unitario de la actividad y por ende procurando mayor ingreso económico a la empresa constructora encargada de la ejecución del proyecto.

Palabras Claves — maquinaria, sub base, óptima, productividad, rendimiento.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, muchos proyectos de construcción no tienen determinada la productividad de los equipos pesados.

Lo que trae como consecuencia una subutilización o sobrestimación de equipos en obra, además de un sobrecosto en el presupuesto final por una mala consideración de la cantidad de maquinaria por frente utilizado.

El objetivo principal fue la elección del equipo a utilizar en plataforma y realizar un cálculo de productividad horaria para optimizar su uso en la obra.

La justificación del tema se basa en la utilidad a obtener para las empresas constructoras que operan maquinaria pesada.

Al tener un cálculo de productividad que colaborará en establecer un conjunto o grupo recomendable de equipos pesados por rubro o actividad, cabe mencionar que cada proyecto tiene un análisis puntual debido a que las condiciones cambian al igual que el personal.

DESARROLLO

A. Sub base

La granulometría se define como la distribución de los diferentes tamaños de las partículas de un suelo, que se verifican con un ensayo granulométrico donde se utiliza un juego de tamices, cuyos tamaños de abertura de los tejidos deben pertenecer a una serie normalizada en nuestro caso particular se utilizó la FAJA B según ensayos de laboratorio.

TABLA I. TIPO DE GRADACION DEL MATERIAL SUB BASE CBR $\geq 60\%$.

Fuente: [Especificaciones Técnicas del Proyecto].

TAMICES	TIPO DE GRADACION					
	FAJA (A)	FAJA (B)	FAJA (C)	FAJA (D)	FAJA (E)	FAJA (F)
2 1/2"		100				
2"	100	97 – 100	100			
1 1/2"	97 – 100		97 – 100	100		
1"		65 – 79 (6)		97 – 100	100	100
3/4"			67 – 81 (6)		97 – 100	97 - 100
1/2"		45 – 59 (7)				
3/8"				56 -70 (7)	67 -79 (6)	
No. 4	40 – 60 (8)	28 – 42 (6)	33 – 47 (6)	39 – 53 (6)	47 – 59 (7)	41 – 71 (7)
No. 40		9 – 17 (4)	10 – 19 (4)	12 – 21 (4)	12 – 21 (4)	12 – 28 (5)
No. 200	0 – 8 (4)	4 – 8 (3)	4 – 8 (3)	4 – 8 (3)	4 – 8 (3)	5 – 16 (4)

La granulometría designada Tipo A recomendada para empleo en sub-base, mientras que el Tipo F como agregado para capa de tratamiento superficial.

B. Productividad y optimización de los equipos

La presente investigación se basó en el método teórico - práctico a través de la observación diaria de las maquinarias en los trabajos de conformación de sub base a continuación se muestra los equipos utilizados donde la motoniveladora es el equipo dominante.

TABLA II. EQUIPO UTILIZADO

Fuente: Propia del autor.

No.	Equipo	Potencia (HP)	Capacidad (M3) – (LT)
1	PALA CARGADORA FRONTAL	265	
2	MOTONIVELADORA GD555-5	185	
3	RODILLO LISO		
4	VOLQUETAS		12
5	CAMION CISTERNA		20000



Figura 1. Ilustración de la motoniveladora Komatsu GD 555-5, vista posterior.

Fuente: Catálogo Komatsu, (2017).



Figura 2. Ilustración de la motoniveladora Komatsu GD 555-5, vista lateral.

Fuente: Catálogo Komatsu, (2017).

TABLA III. PARÁMETROS PARA CALCULAR EL RENDIMIENTO DE LA MAQUINARIA PARA CONFORMACION DE SUB BASE, INCLUIDO PRODUCCION Y TRANSPORTE.

Fuente: Alvarado, J., (2018) y propia del autor.

PARAMETROS PARA CALCULO DE PRODUCTIVIDAD							
REF.	Variables	Unid	Formulas				
			1	2	3	4	5
	Altura	m.s.n.m.	3792				
C.C	Capacidad del cucharon		4,00				
E	Eficiencia General		0,55				0,7125
a	Altura de Hoja, cuchilla	m					
L	Longitud de hoja, cuchilla	m		3,66			
Le	Ancho efectiva cuchilla, rodillo	m		1,37	2,13		
Lo,AE	Ancho de traslape moto, rodillo	m		0,40	1,7		
T	Tiempo de Ciclo		3,41				
F.H.	Factor de altura		0,28	0,2792		0,2792	0,2792
d	Distancia			220,00			6500,00
e	Espesor de capa moto, rodillo			0,29	15,2		
	Grados de trabajo de cuchilla			68,00			
N	Numero de pasadas			9,00	6		
T	Tiempo de ciclo	min		4,86		28,2467	
	t1= Tiempo total de cargue	min					93,02
	t2= Tiempo total de descarga	min					44,44
	ta= Tiempo de Acarreo	min					9,75
	tr= Tiempo de retorno	min					8,48
	tf= Tiempo de fijo de maniobras para carguio	min					1,3
	J= Rendimiento de cargue de la bomba	Lt/min					215
	Jv= Caudal de vaciado 400 a 600	Lt/min					450
E	Factor de rendimiento			0,55		0,7125	
p	Factor de pendiente						1
r	Resistencia a la rodadura						0,95
	Ancho del tambor (m)			2,13			
VT	Velocidad de trabajo	Km/h			6		
	Vc=Velocidad del camion cargado	m/min	1,00				666,75
	Vr=Velocidad del camion vacio	m/min	2,00				766,50
Q	Capacidad de la volqueta, cisterna	m3				12	20
J	Jornal laboral en minutos					480	

TABLA IV. EQUIPO ÓPTIMO PARA LA REALIZACIÓN DE LA CAPA SUB BASE

Fuente: Propia del autor.

RENDIMIENTO HORARIO (m3/h)				36,92
No.	Producción (m3/h)	Productivo	Improductivo	Equipo optimo
1	30,40	0,82	0,18	1
2	36,92	1	0	1
3	28,23	0,76	0,24	1
4	14,2	0,38	0,62	3
5	29,96	0,81	0,19	1

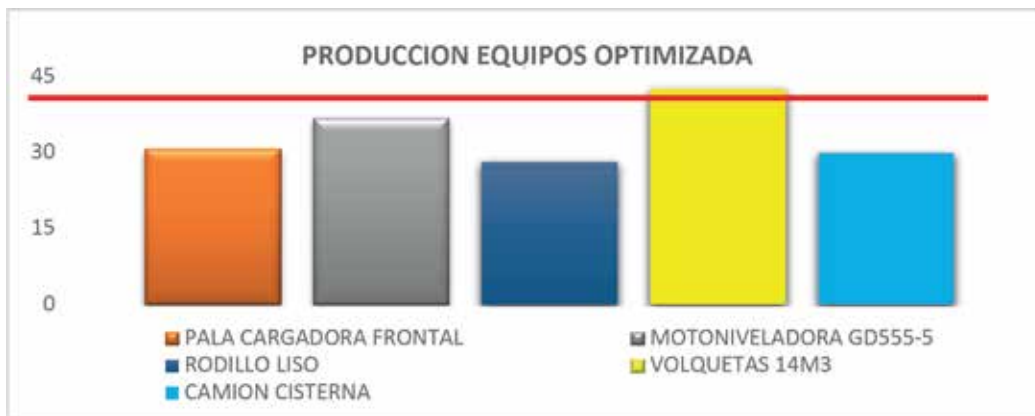


Figura 3. Producción horaria optimizada (método teórico - práctico) para conformación de Sub Base.

Fuente: Propia del autor.

CONCLUSIÓN

Cabe mencionar que se tenía trabajando en obra de 1 Pala de 3 m³, 1 motoniveladora, 2 rodillos, 4 volquetas de 12 m³ y 1 camión cisterna al momento del estudio.

En cuanto al análisis del conjunto de equipos trabajando en el rubro de conformación de sub base incluido transporte con zaranda ubicada en el río a 3km del tramo principal se realizó las mediciones correspondientes a dichos equipos, mediante las fórmulas y factores según Tabla III, obteniendo como resultado que se requiere una pala de mayor capacidad para abastecer la demanda de producción del frente de trabajo, ya que según el análisis realizado con una pala 4m³ Tabla II y Tabla VI cumple con lo requerido, como se puede apreciar en la Figura 3 y la variación se recompensa con la distancia que las volquetas deben llevar el material llegando a un total de 7 km desde el río a plataforma. Por lo tanto, se logró balancear los mismos, teniendo así 1 pala 4m³, 1 motoniveladora, 1 rodillo, 3 volquetas 12m³ y 1 camión cisterna como equipo mínimo requerido que en conjunto producen 295,36 m³ al día.

Se recomienda a la vez de aclarar que el análisis en este artículo abarco solo un frente de trabajo con las condiciones, características del material y rendimiento del personal en obra según Tabla III, con todo esto

para optimizar tiempos en obra y teniendo el análisis correspondiente, se ingresó otro frente de trabajo es decir se reactivaron los trabajos a una cantidad final de 1 pala, **1 excavadora**, 2 motoniveladoras 2 rodillo liso, **1 rodillo pata de cabra**, **7 volquetas** y 2 aguateros de 2000Lt. los incrementos realizados fueron tres equipos en total: 1 en el río y 2 plataforma esto mejoro producción considerablemente llegando a 590, 72 m³/día en condiciones trabajo ideales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 Tiktin, J. (1997). Procedimiento Generales de Construcción Movimiento de tierras, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid, España.
- 2 Merino, W., (1992). Costos de Construcción Pesada Carreteras y Puentes, Quito, Ecuador.
- 3 Alvarado, J., (2018). Cálculo de productividad y costo horario de la maquinaria pesada en los trabajos de movimiento de tierras.
- 4 Caterpillar, (2017). Manual de Rendimiento Caterpillar, Peoria, Illinois, EE.UU.
- 5 Maquinaria y Equipo de Construcción (UMSS) Ing. Jaime Ayllon [Book] – Texto Guía

SOCIEDAD DE INGENIEROS DE BOLIVIA
DEPARTAMENTAL ORURO

BENEFICIOS

- ▶ Cursos de Capacitación en beneficio de ingenieros afiliados.
- ▶ Convenios institucionales.
- ▶ Cursos de capacitación organizados por los colegios de especialidad.
- ▶ Visado de planos estructurales, sanitarios y estudio de suelos.
- ▶ Campañas de vacunación brindadas por el consultorio médico
- ▶ Atención médica a familiares en primer grado de nuestros asociados.
- ▶ Asesoría legal a nuestros afiliados

Estructura y dinámica temporal de métricas del paisaje en el área natural de manejo integrado Madidi entre 2000 al 2022

Ing. Neftalí Chapi Siñani – R.N.I. 44474

Es Ingeniero Agrónomo de la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA) con una Maestría en ecología y Conservación del Instituto de Ecología, diplomado en Sistemas de Información Geográfica, y actual cursante de doctorado en Ciencias Agrarias de la UMSA.

RESUMEN

El ANMI Madidi incluyen un mosaico de paisajes con características heterogéneas con presencia de espacios naturales y antrópicos, en una superficie de 624,250 hectáreas. En este sentido, el objetivo del presente artículo fue el de evaluar la estructura y dinámica del paisaje en una temporalidad entre 2000 al 2022, a través de 7 métricas del paisaje, para lo cual se utilizaron imágenes satelitales LandSat. Resultado del análisis en 22 años se obtuvo una pérdida de 10,137 hectáreas de bosques yungueños densos, con procesos de fragmentación concentrados principalmente en áreas cercanas a cultivos, con un incremento de 1,436 parches entre 2000 y 2022.

Palabras clave: ANMI Madidi, métricas del paisaje, LandSat, Random Forest, LecoS, Fragstat.

INTRODUCCIÓN

La estructura del paisaje, así como sus propiedades de composición (elementos que forman parte del paisaje) y configuración (disposición espacial), varían en diferentes momentos temporales (dinámica) tanto a nivel de fragmentos (parches), clases o de todo su conjunto. Las modificaciones del paisaje evaluados a través de procesos de fragmentación dan lugar a una diversidad de mosaicos que resulta de una combinación de diferentes clases de cobertura como: bosques, cultivos, áreas antrópicas,

matorrales, entre otras. La fragmentación del paisaje hace referencia al proceso por el cual las coberturas del suelo se segregan espacialmente, variando las relaciones de continuidad dentro de cada cobertura y entre las diferentes coberturas existentes. Este fenómeno tiene lugar fundamentalmente como consecuencia de procesos antrópicos (expansión agrícola), aunque también puede deberse a desastres naturales y puede darse en entornos naturales, rurales, urbanos o mixtos, afectando al medio ambiente y al paisaje (Wei & Zhang, 2012). Por otra parte, la expansión de la frontera agrícola (cultivos) provoca una pérdida de áreas que antes eran cubiertas por bosques (Sánchez, 2001; Cabezas Mesias, 2020), y al ser un promotor de la fragmentación, el bosque se fractura y se divide en varios parches progresivamente más pequeños y aislados, los cuales no son siempre del mismo tamaño, y su permanencia en el tiempo es variable (Kelley, 2005).

El estado del paisaje puede ser evaluado a través de diferentes métricas, que corresponden a índices de conectividad y fragmentación, ambos estructurales del paisaje; estas métricas también permiten cuantificar el cambio de una determinada clase de cobertura a otra. Existe una extensa cantidad de métricas para cuantificar los patrones espaciales y configuración del paisaje, y aunque programas como Landscape Ecology Statistics (LecoS)¹ y Fragstats (McGarigal et al., 2012; Jung, 2013) las calculan de manera rápida, la comprensión de dichas métricas es indispensable para su correcta utilización y análisis (Badii & Landeros, 2006).

El Área Natural de Manejo Integrado (ANMI) Madidi presenta diferentes ecorregiones y provincias biogeográficas, que incluyen diferentes paisajes con características heterogéneas, que comprenden espacios naturales y antrópicos (áreas agrícolas), espacios que resultan de las complejas interacciones entre factores

¹ Extensión dentro el programa QGIS.

físicos y biológicos que se ponen en manifiesto al evaluar determinadas métricas del paisaje; esta área protegida se encuentra ubicado en la región Noroeste del Departamento de La Paz y colinda al norte y sur con el Parque Nacional Madidi, al este con el Área Natural de Manejo Integrado Nacional Apolobamba, y al oeste con la Reserva de la Biosfera y Territorio Indígena Pilón Lajas, y que de acuerdo con el D.S. N° 24123 presenta una superficie de 624,250 hectáreas (SERNAP, 2006).

En este contexto, el presente estudio realizó un análisis multitemporal entre el 2000 al 2022 dentro el ANMI Madidi, para evaluar la estructura y dinámica del paisaje a través de la cuantificación de diferentes métricas, permitiendo identificar procesos de cambio de cobertura y fragmentación que tuvieron lugar en la región durante los últimos 22 años.

DESARROLLO

1.1. Análisis de imágenes multitemporales

Para la determinación del cambio de las métricas de paisaje inicialmente se realizó una clasificación de imágenes satelitales Landsat 5, 7, 8 y 9 de path/row 002/070 y 001/070, presentes dentro la plataforma Google Earth Engine (GEE) en base a la colección de imágenes con corrección TOA Chander et al. (2009). De las escenas seleccionadas se realizó mosaicos para los años 2000 al 2022, seleccionándose solo aquella correspondiente a la temporada seca: julio/agosto (debido a la menor presencia de nubosidad); en base a los mosaicos se realizó una clasificación supervisada, a través del algoritmo de clasificación Random Forest (con 25 árboles de decisión).

La asignación de clases de cobertura para las diferentes imágenes se basó en la distribución de áreas de entrenamiento, como ser: 1) Cuerpos de Agua (incluye ríos y lagunas), 2) Área Agrícolas, 3) Matorrales, 4) Dispersa de Arbustos (Sabanas), 5) Vegetación Escasa, 6) Bosque Yungueño Ralo y 7) Bosque Yungueño Denso. En base a las imágenes clasificadas se utilizaron los programas LecoS y Fragstats para determinar las diferentes métricas del paisaje.

1.2. Cálculo de métricas del paisaje

Se evaluaron 6 métricas del paisaje a nivel de clase, como ser: 1) Número de parches (NP), 4) Densidad de parches (PD), Densidad de borde (ED), 5) Tamaño promedio de parche (AREA-MN) y 6) Índice promedio de contigüidad de parche (CONTIG_MN, y 1 métrica a nivel de paisaje (para todas los parches y clases a la vez), representado por el Índice de diversidad de Shannon's (SHDI),

haciendo un total de 7 métricas siguiendo la metodología de McGarigal et al. (2012) y Jung (2013).

CONCLUSIONES

Resultado de la dinámica de cobertura entre el 2000 al 2022, dentro el ANMI Madidi, el cambio de cobertura se concentra principalmente en la clase Bosque Yungueño Denso, con una pérdida de 10,137 hectáreas (de 547,653 a 537,516), seguida de la clase Dispersa de Arbustos (Sabanas), con una pérdida de 5,713 hectáreas (de 43,545.8 a 37,833) a partir del año 2010, contrariamente la clase Bosque Yungueño Ralo mantuvo casi una tendencia casi neutra respecto al cambio. Por otra parte, la clase Áreas Agrícolas tuvo un incremento de 3,691 hectáreas (de 266 a 3,917), al igual que la clase Matorrales, aunque esta última tuvo un aumento significativo en 11,159 hectáreas (de 7,044 a 18,202) (Figura 1). La tendencia del incremento de Áreas Agrícolas es un proceso correlacionado con la deforestación (FAO, 2003), sin embargo, dentro el ANMI Madidi el cambio de estas áreas corresponden a áreas ocupadas anteriormente (en 2000) por: Bosque Yungueño Denso (2,850.2 ha), Bosque Yungueño Ralo (595.7 ha), Matorrales (141.7 ha) y Dispersa de Arbustos (110.5 ha) principalmente, y que actualmente (2022) estas áreas están siendo ocupadas por cultivos (3,917.3 ha) (Figura 1).

Respecto al aumento de Matorrales esto puede deberse a procesos de regeneración y sucesión natural, debido a que muchas áreas que anteriormente eran bosques se perdieron por incendios concentrados en áreas cercanas a los centros poblados (CEDIB, 2021); siendo otro promotor del incremento de matorrales, el relacionado a la minería ilegal que opera en cercanías al río Tuichi (DEBER, 2022; DIARIO, 2022) al tumbarse árboles para esta actividad.

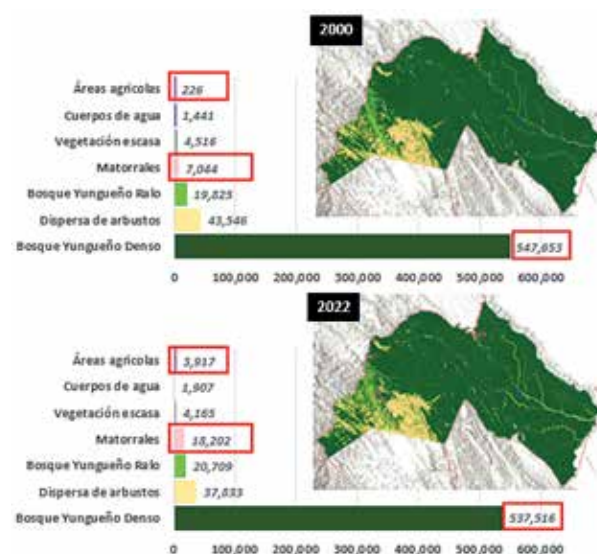


Figura 1. Dinámica multitemporal de cobertura entre: 2000 – 2022.

Por otra parte, el ritmo de deforestación del Bosque Yungueño Denso se encuentra por debajo del promedio anual de deforestación a nivel nacional; de acuerdo con los datos obtenidos (2000 – 2022), cada año se pierde 460.7 hectáreas y en los últimos 22 años se han detectado 10,137 hectáreas pérdida dentro el ANMI Madidi (Figura 1), en términos generales la tasa de deforestación de acuerdo a la fórmula Puyravaud (2003), del Bosque Yungueño Denso dentro el ANMI Madidi entre 2000 y 2022 fue de 0.085%, baja en comparación a la tasa de deforestación nacional (de 350.000 hectáreas/año).

1.3. Métricas del paisaje

El ANMI Madidi presenta un paisaje dominado principalmente por la cobertura de Bosque Yungueño

denso, el cual de acuerdo a los índices evaluados manifiesta proceso de fragmentación.

Expresados a través del aumento de número de parches (NP) de 4,556 en 2000 a 5,992 en 2022, una disminución del tamaño promedio de parche (AREA-MN) pasando de 116.2 a 86.64 hectáreas (disminución en 25.4%); por otra parte, al considerar el índice de cohesión (COHESION), este no presenta un cambio en su valor por lo que muestra que en términos de agregación de parches estos no están tan disgregados como se esperaría, dado los otros valores de las métricas, probablemente por el carácter ANMI del Madidi que regula normativamente actividades antrópicas dentro el área (SERNAP, 2006) (Tabla 1).

Tabla 1.

Métricas a nivel de clases de cobertura entre: 2000 - 2022.

CLASE	NP		PD		ED		AREA-MN		CONT-MN		COHESION	
	2000	2000	2000	2000	2000	2022	2000	2022	2000	2022	2000	2022
Cuerpos de agua	787	998	0.13	0.17	0.77	1.01	1.77	1.84	0.17	0.20	91.34	90.06
Áreas agrícolas	150	2,555	0.02	0.42	0.13	2.48	1.46	1.48	0.32	0.28	85.19	89.17
Matorrales	15,535	27,453	2.57	4.55	7.91	17.16	0.44	0.64	0.15	0.19	75.20	82.25
Dispersa de arbustos	3,505	3,633	0.58	0.60	8.91	8.79	12.01	10.06	0.21	0.21	99.70	99.55
Vegetación escasa	2,345	3,256	0.39	0.54	2.85	2.94	1.86	1.24	0.27	0.23	92.14	86.89
Bosque Yungueño Ralo	23,991	23,805	3.98	3.95	15.87	16.76	0.80	0.84	0.18	0.19	95.51	94.80
Bosque Yungueño Denso	4,556	5,992	0.76	0.99	18.82	24.69	116.20	86.64	0.23	0.21	99.97	99.97

En relación con el índice de diversidad de Shannon (SHDI) a nivel del paisaje (que integra a todas las clases de cobertura no solo bosque), entre 2000 y 2022, presento un incremento de 16.4%, variando de 0.513 a 0.598, respectivamente, reflejando, por tanto, una heterogeneidad del paisaje dentro el ANMI Madidi (Bustamante & Grez, 1995; McGarigal et al., 2012).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Badii, M. H., & Landeros, J. (2006). *Cuantificación de la fragmentación del paisaje y su relación con Sustentabilidad*. Daena: International Journal of Good Conscience. 2(1) : 26-38. Obtenido de [http://www.spentamexico.org/v2-n1/2\(1\)%2026-38.pdf](http://www.spentamexico.org/v2-n1/2(1)%2026-38.pdf)
- Bustamante, R., & Grez, A. (1995). *Consecuencias ecológicas de la fragmentación de los bosques nativos*. Ciencia y ambiente 11(2), 58-63.
- CEDIB. (26 de Julio de 2021). Obtenido de <https://www.cedib.org/noticias/deforestacion-supero-las-2-millones-de-hectareas-en-la-amazonia-de-bolivia-colombia-ecuador-y-peru-la-region-03-08-21/>
- Chander, G., Markham, B. L., & Helder, D. L. (2009). *Summary of Current Radiometric Calibration Coefficients for Landsat MSS, TM, ETM+, and EO-1 ALI Sensors*. Remote Sensing of Environment, 113, 893-903. [doi:https://doi.org/10.1016/j.rse.2009.01.007](https://doi.org/10.1016/j.rse.2009.01.007)
- DEBER, E. (18 de Febrero de 2022). *Madidi: Seis de nueve empresas mineras que sacan oro en el río Tuichi son ilegales*. Obtenido de https://eldeber.com.bo/edicion-impresamadidi-seis-de-nueve-empresas-mineras-que-sacan-oro-en-el-rio-tuichi-son-ilegales_267894
- DIARIO, E. (28 de Agosto de 2022). *Suman denuncias por aumento de actividad minera ilegal*

en el Madidi. Obtenido de <https://www.eldiario.net/portal/2022/08/29/suman-denuncias-por-aumento-de-actividad-minera-ilegal-en-el-madidi/>

- FAO. (2003). *Los factores de la deforestación y de la degradación de los bosques*. Obtenido de <https://www.fao.org/3/xii/ms12a-s.htm>
- Jung, M. (2013). *LecoS - A QGIS plugin for automated landscape ecology analysis*. PeerJ PrePrints. Obtenido de <https://peerj.com/preprints/116.pdf>
- Kelley, H. (2005). *Habitat fragmentation: the theories which provide the framework for the study*. Ecology of Fragmented Landscapes, 1-12.

- McGarigal, K., Cushman, S. A., & Ene, E. (2012). *FRAGSTATS v4: Spatial Pattern Analysis - Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst*. Obtenido de <http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>
- SERNAP. (2006). *Plan de Manejo - Parque Nacional y Area Natural de Manejo Integrado Madidi*. La Paz.
- Wei, Y., & Zhang, Z. (2012). *Assessing the fragmentation of construction land in urban areas: An index method and case study in Shunde, China*. Land Use Policy, 29(2), 417-428. [doi:https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2011.08.006](https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2011.08.006)



- 
1. TRANSFORMACIÓN DIGITAL IOT Y REDES 5G
 2. ROBÓTICA APLICADA A LA INGENIERÍA
 3. PRESENTACIÓN DEL MODELO DE NEGOCIO CANVAS
 4. CENTRO DE RESPUESTAS A INCIDENTES DE SEGURIDAD
 5. INDUSTRIA 4.0 CASOS DE USOS EN DIFERENTES VERTICALES (VIRTUAL)
 6. INNOVACIONES TECNOLÓGICAS PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE LA AMAZONÍA
 7. SOLUCIÓN PARA REGISTRO INMOBILIARIO Y CIUDAD INTELIGENTE
 8. IMPACTO AMBIENTAL DE LOS CENTROS DE DATOS
 9. OPTIMIZACIÓN TECNOLÓGICA PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE
 10. SOLUCIONES TECNOLÓGICAS PARA LA AGRICULTURA Y PECUARIA
 11. HACKING ÉTICO Y SEGURIDAD EN LA RED
 12. STARTUP COBIJA: CAPACITACIÓN DE PRODUCTO MÍNIMO VIABLE (PMV)
- * CONCURSO DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN *




2do Congreso Panamericano
de Ingeniería de sistemas, telecomunicaciones, redes e informática
Cobija-Pando
29,30 de Junio y 01 de Julio

Logos of participating organizations: S.I.B., 100 años, UPADI, GEN, Link NARANJA, XANES, and cobija.

Desarrollo de un modelo de integración de metodologías de mejora continua aplicado a PyMEs

¹Ing. María Cristina Cortez Escóbar – R.N.I. 30931, ²Dr. Ing. Luz de los Ángeles Dávalos Zelada - R.N.I. 19892

¹Es Ingeniero Industrial de la Universidad Técnica de Oruro con Maestría en Ingeniería Industrial. Diplomados en Seguridad Industrial y Prevención de Riesgos Laborales, Gestión Ambiental, Educación Superior, formación basada en Competencias, Ciencias de la Educación Superior.

²Es Ingeniero Industrial de la Universidad Técnica de Oruro con Doctorado en Ingeniería Industrial en la Universidad Politécnica de Cataluña, Técnico en Control de Calidad en ICFIDE Barcelona España, Diplomado en Investigación Científica, con estudios de Mercadotecnia, Maestría en Educación Superior.

RESUMEN

El trabajo de investigación contempla la estructuración de un modelo de integración de metodologías de mejora continua para pequeñas y medianas empresas manufactureras de la ciudad de Oruro. Para éste propósito se realiza una revisión bibliográfica del contexto situacional de las PyMEs y la temática de mejora continua, se desarrolla una reunión de Focus Group para formular lineamientos de una encuesta dirigida a PyMEs que fue aplicada en según el alcance de investigativo, en base al estudio realizado se estructura el modelo y una metodología de implementación, finalmente se aplica y valida el modelo en una PyME estableciendo indicadores.

Palabras Clave: Small and medium enterprises - Continuous improvement - Productivity - Methodology - Competitiveness. Pequeñas y medianas empresas - Mejora continua - Productividad - Metodología - Competitividad.

INTRODUCCIÓN

La alta importancia de la presencia actual de las pequeñas y medianas empresas (PyMEs) en los ejes de la economía nacional, además de su situación dentro del entorno

global cada vez mas complejo conlleva a la necesidad de su estudio para determinar acciones que aporten a su fortalecimiento y crecimiento a partir de la creación e implementación de mejores estrategias competitivas. La presencia de las PyMEs manufactureras en el departamento de Oruro representa tan solo un 6,06% del total nacional, dato que sin duda refleja el aun escaso desarrollo de este sector empresarial, el cual por diversas causas internas y externas se ha visto en pocas posibilidades de crecimiento. A este actual escenario se ha adicionado la pandemia del COVID – 19 que tiene como consecuencias afectaciones altamente negativas para todo tipo de organizaciones. Es así que al ser las PyMEs una fuente crítica de empleo y del bienestar económico, es esencial que trabajemos en apoyo a estas en el camino de la recuperación, para esto es necesario invertir tanto en la resistencia como en la productividad.

La mejora continua puede definirse como pequeños cambios incrementales en los procesos productivos o prácticas de trabajo que logren mejorar o incrementar los indicadores de rendimiento, contando con todos los componentes de la organización. La necesidad de dar respuesta a los requerimientos de los clientes y a la competencia conllevan a la continua introducción de pequeños cambios hacia la búsqueda de la ventaja competitiva basada en la esencia de la calidad y la gestión estratégica y operativa, es así que las ventajas que implican el proceso de mejora continua inciden a la mejora de la productividad y generación de ventajas competitivas. Es también importante mencionar que la forma en la que se encaminan las prácticas de mejora continua parten muchas veces de la recopilación de datos del seguimiento y la medición de los procesos con o sin repetición mismos que dan a conocer la información de qué procesos no alcanzan los resultados planificados o donde existen oportunidades de mejora.

Por su parte, la implantación de la mejora continua tiene ciertos componentes coadyuvantes para el logro de su eficacia, denominados así como facilitadores, como ser las acciones, políticas, estructuras, procedimientos o recursos que propone una organización y que permiten la

implantación y evolución de la mejora. Contrariamente pese a la búsqueda sostenida de la mejora continua por parte de las organizaciones, se lograron evidenciar aspectos o barreras perjudiciales que son presentados como obstáculos para el cambio y en ocasiones dificultan la aplicación de las prácticas de mejora continua teniendo como efecto el abandono de los avances de mejora por distintas causas.

La literatura, hace referencia de diversas formas la denominación de los métodos de mejora continua, por citar algunas se mencionan conceptos de técnicas, herramientas, medios, metodologías, sistemáticas entre otros. Es importante establecer que las mencionadas herramientas o técnicas de mejora continua presentan un papel importante en establecer métodos para la ejecución de la resolución de problemas. El conocimiento de herramientas coadyuvará en la resolución de estas problemáticas de manera tanto lógica como creativa obteniendo así mejores resultados en la compañía y realizando de manera más eficiente el trabajo reconociendo el valor añadido que el personal representa en la organización. Asimismo como un medio de mejora continua, las normas se encuentran presentes en todos los aspectos relacionado con el mundo de la empresa, a administración y los intercambios comerciales. Desde la especificación que haga un comprador potencial haga del producto o servicio que desea adquirir, probablemente hará uso de una normativa, igualmente dicho producto

o servicio para su fabricación o prestación será llevado a cabo por una empresa en la que sus actividades estén normalizadas. La familia ISO 9000 abarca aspectos de gestión de calidad, proporcionando lineamientos de orientación y de herramientas dirigidas en la mejora continua del cumplimiento de requisitos del cliente y calidad.

DESARROLLO

El presente trabajo permitió desarrollar una investigación referida a diversos componentes, inicialmente se realizó un diagnóstico del sector PyME conformado por una revisión bibliográfica que sentó los pilares primordiales para el desarrollo del presente estudio, de este modo se contribuyó y se dio valor a la investigación preliminar y solución de la problemática, dicho diagnóstico implicó también el desarrollo de un Focus Group a través de la participación de profesionales idóneos con las competencias alineadas al alcance del estudio, de esta forma se permitió proponer y validar las bases técnicas para la formulación de la encuesta a PyMEs misma que fue ejecutada de acuerdo al los alcances previamente definidos. Seguidamente, en base a dicho estudio preliminar, se desarrolló el modelo de integración de metodologías de mejora continua para pequeñas y medianas empresas PyMEs de la ciudad de Oruro esquematizado en la Figura N°1.

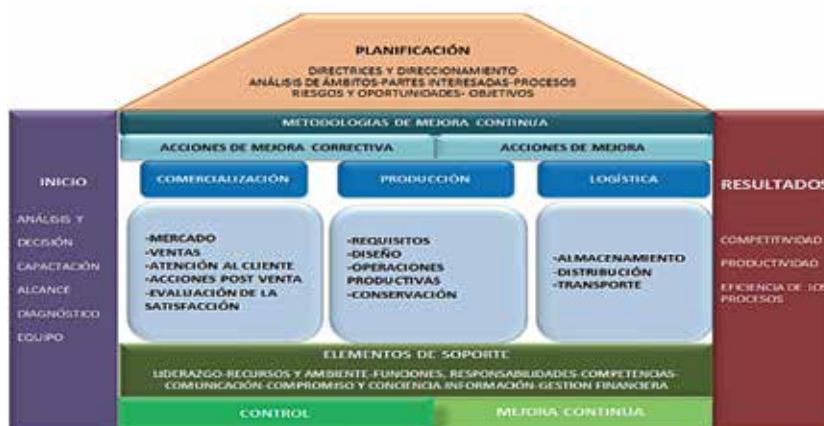


Figura N°1. Representación gráfica del modelo de integración de metodologías mejora continua para PyMEs.

El modelo conglomerar componentes estratégicos cuya aplicación traduce beneficios directos e indirectos para dicho tipo de organizaciones en diversos ámbitos tales como:

- Alcanzar mejoras de en la productividad garantizando la competitividad de las PyMEs.
- Lograr la sostenibilidad en el tiempo más allá del crecimiento, ante entornos desafiantes que arriesguen la sobrevivencia de la organización; aplicar de una

base técnica comprensible establecida bajo una sistemática regida en etapas evolutivas de mejora continua asociadas de directrices orientativas y una metodología de implementación del modelo, dejando de lado el funcionamiento organizacional empírico muchas veces ineficaz y perjudicial para la organización.

- Consolidar diversas metodologías conformadas por elementos idóneamente aplicables a PyMEs conformadas por técnicas, herramientas, normativas,

entre otras que conforman una plataforma integral de mejoramiento el conjunto de los procesos de la organización.

-Mejora de la gestión organizacional y de procesos, mejora de la satisfacción del cliente, la reducción de costos, eliminación de desperdicio, reducción de defecto o fallas, mejora de la calidad, aplicación más efectiva de recursos, solución efectivo de problemas, generación de una cultura de prevención, mayor eficacia en la toma de decisiones, mejora del clima laboral, mejora de la gestión documental, entre otros.

En base al modelo realizado, se propuso una metodología de implementación para el modelo diseñado que ha permitido sistematizar las acciones inmersas en todas las etapas del modelo bajo los criterios o requisitos establecidos, garantizando la eficacia y la eficiencia durante su implementación. Finalmente con el propósito de validar el modelo a través de la medición de su rendimiento se implementó el modelo a una PyME manufacturera seleccionada partiendo de un diagnóstico y siguiendo la metodología desarrollada cuyo impacto fue medido a través del establecimiento y cálculo de indicadores en distintas etapas como se ve en la Figura N°2.



Figura N°2. Resultados indicadores del modelo

CONCLUSIÓN

- Se diseñó el modelo de integración de metodologías de mejora continua para PyMEs, conformado por las metodologías consideradas más idóneas en conforme estableciendo sus componentes y la descripción de criterios o requisitos enmarcados en aspectos tales como: ciclo de mejora continua PHVA, Lean Manufacturing, Kaizen, ISO 9001:2015, ISO 9002:2016, UNE 66178:2004, NB 12009:2008, NB 12014:2009 y otras técnicas y herramientas de apoyo al cumplimiento de los criterios para su conformidad; se procedió a la elaboración de una metodología para implementación del modelo de integración de metodologías de mejor continua propuesto a través del ciclo de mejora continua PHVA; Se llevó a cabo la validación del modelo a través de la implementación del mismo a una pequeña empresa aplicando indicadores

para la verificación de la eficacia, obteniendo como resultados: porcentaje de retrasos en la fabricación 0%; tasa de satisfacción del cliente 82%; porcentaje de documentación formalizada 65%; porcentaje de acciones de mejora correctiva cerradas establecidos 60%.

- Si bien el estudio refiere a un entorno específico, tomando en cuenta las similitudes del conocimiento y comportamiento de las PyMEs en otros contextos, análogamente el modelo podría considerarse aplicable a dichas empresas con resultados similares; Es fundamental fomentar la difusión y socialización de los conceptos y beneficios de la mejora continua a las PyMEs de la región, a través alianzas interinstitucionales; es importante fortalecer los vínculos entre instituciones académicas con las PyMEs manufactureras entorno a la temática de la mejora continua alineada a la investigación permanente y otras acciones de aporte técnico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Dávalos, L. y Montan, D. (2017). *Gestión de la Calidad* (1° ed.). Latinas Editores Ltda.
- Dávalos, L. y Montan, D. (2020). *Gestión Organizacional por Procesos* (1° ed.). Andina Editores.
- García, A. y Gisbert, V. (2015). Estudio de la implantación de la mejora continua en PYMES. *3C Tecnología*, 4 (4), 191-192. <http://dx.doi.org/10.17993/3ctecno.2015.v4n4e16.189-198>
- Jaca, C., Suarez, M., Viles, E., Mateo, R. y Santos, J. (2011). Encuesta de sostenibilidad de sistemas de mejora continua: Comparativa de dos comunidades industriales de España y México. *Intangible Capital*, 7(1), 143-169. doi:10.3926/ic.2011.v7n1.p143-169
- López, L. (2021, 21 de abril). *Pequeñas empresas, grandes impactos: Apoyando a las PYMES productivas como motor de la recuperación en ALC*. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. <https://www.latinamerica.undp.org/content/rblac/es/home/presscenter/director-s-graph-for-thought/small-businesses--big-impacts--supporting-productive-smes-as-an-.html>
- Marin, J. Bautista, Y. y García, J. (2014). Etapas en la evolución de la mejora continua: Estudio multicaso. *Intangible Capital*, 10(3), 584-618. <http://dx.doi.org/10.3926/ic.425>

- Marin, J., Pardo, M., y Bonavia, T. (2008). Análisis de programas de mejora continua. Un estudio longitudinal en una empresa industrial. *SCIELO Brasil*, 15(3), 433-447. <https://doi.org/10.1590/S0104-530X2008000300002>
- Ordóñez, J. (2017). *Desarrollo de una propuesta de implementación del modelo de mejora continua (MMC) para PYMES, en la compañía SOUTHCORP S.A.* [Tesis de maestría, Pontificia Universidad

Católica del Ecuador]. 2018-01-02T16:24:45Z. <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/14144>

- Sistema Integrado de Información Productiva y Ministerio de Desarrollo Productivo y Economía Plural. (2015). *Oruro: Número de Unidades Económicas-Oruro Número de Unidades Económicas por Actividad: Industria Manufacturera.* <https://siip.produccion.gob.bo/repSIIP2/mapadetalle.php?cod=411&seccion=C&sw=2>

SOCIEDAD DE INGENIEROS DE BOLIVIA DEPARTAMENTAL DEL BENI XXVI JUEGOS DEPORTIVOS NACIONALES BENI 2023



Sistema de monitoreo para la detección de deslizamientos en zonas de riesgo mediante red de sensores inalámbricos con topología malla e internet de las cosas

Ing. Adriana Ticonipa Gutierrez – R.N.I. 52935

Es Ingeniero de Sistemas de la Escuela Militar de Ingeniería con diplomado en Educación Superior, Análisis de Riesgo de Desastres por Inundaciones y Deslizamientos, y Adaptación al Cambio Climático.

RESUMEN

El presente artículo está basado en los deslizamientos y su relación con los objetivos de desarrollo sostenible, donde se propone el diseño y desarrollo de un sistema de monitoreo para la detección de deslizamientos en zonas de riesgo mediante una red de sensores inalámbricos basado en topología malla e IoT, como método alternativo al uso de testigos del monitoreo geodinámico, que permita la recolección remota en tiempo real de datos de variables de monitoreo como movimientos relativos de tierra y cambios de inclinación del terreno, y la integración de múltiples sensores de variables de monitoreo de deslizamientos.

Para llevar un registro de datos precisos y en línea para evaluar el grado de avance y la magnitud de un posible deslizamiento, analizar la información recolectada y de esta forma generar alertas automáticas para tomar acciones preventivas de manera oportuna y comprender mejor el comportamiento de los deslizamientos con el fin de evitar pérdidas económicas y humanas.

Palabras clave: Red de Sensores Inalámbricos, WSN, Internet de las Cosas, IoT, Deslizamientos, Triangulación Delaunay, Sistema de Monitoreo, Topología Malla, Objetivos de desarrollo sostenible.

INTRODUCCIÓN

La ciudad de La Paz es una ciudad maravilla sin embargo por sus características geológicas, hidrológicas y topográficas, esta está propensa a desastres naturales, a lo largo de la historia paceña se suscitaron más de 70 deslizamientos, así también la crisis climática ha agravado los episodios meteorológicos como las precipitaciones intensas y actividad sísmica sumando la actividad humana, como la deforestación, construcciones ilegales y el crecimiento urbano incontrolado, siendo causantes de los deslizamientos, una amenaza en la sostenibilidad urbana, seguridad de la personas, en la biodiversidad y la salud de los ecosistemas terrestres.

Debido a estos acontecimientos se tiene la USAT-GAMLP que se encarga del monitoreo hidrometeorológico y geodinámico. Una de las técnicas para identificar la magnitud de movimiento superficial es el uso de testigos del monitoreo geodinámico para supervisar el comportamiento de deslizamientos cuando se presentan fisuras provocadas por movimientos de tierra, sin embargo la toma de datos del monitoreo manual de testigos es imprecisa por que no se determina la hora exacta de movimiento ya que se puede dar en la noche y el ser humano por naturaleza necesita dormir, por lo tanto no existe continuidad en la medición así también se pone en riesgo la integridad del empleado técnico al correr riesgo al ir evaluar el grado de avance del movimiento, ya que el comportamiento del deslizamiento es impredecible, puede ocurrir en cualquier momento, lo que impide monitorear en tiempo real, además este sistema carece de alertas automáticas por lo que puedan no ser atendidas en plazos adecuados consiguente no se pueda tomar acciones preventivas, así también los deslizamientos son desencadenado por múltiples factores combinados,

actualmente aún se implementa monitoreos manuales y no se tiene la información centralizada, integrada y almacenada para su posterior análisis y evaluación de causas y consecuencias de posibles deslizamientos. Por lo tanto en base al análisis de la situación actual se propone la implementación de un sistema de monitoreo continuo basado en IoT y una red de sensores inalámbricos, como método alternativo al uso de testigos, que permita la recolección de datos de múltiples sensores en tiempo real para su posterior análisis y generación de alertas automáticas para tomar acciones preventivas de manera oportuna y comprender mejor el comportamiento de los deslizamientos con el fin de evitar pérdidas económicas, humanas y contribuir al logro del objetivo de desarrollo sostenible 11 y 13.

DESARROLLO

Para el desarrollo del sistema se realizó el análisis de zonas de riesgo, se analizó las causas y factores que generan los deslizamientos, se realizó una investigación documental y experimental referente a los deslizamientos, tomando como referencia el proyecto de Grado realizado, para identificar las variables de monitoreo y se identificó el área de estudio y el procedimiento actual, mediante la metodología TopDown se implementó el algoritmo de triangulación, con el que se obtuvo la posición óptima de los nodos para la lograr mejor cobertura, el diseño físico y lógico de la red de sensores inalámbricos, por último de acuerdo a la metodología Scrum se determinó los requerimientos, el diseño y desarrollo de la página web del sistema y pruebas del sistema.

A. Análisis de la situación actual.

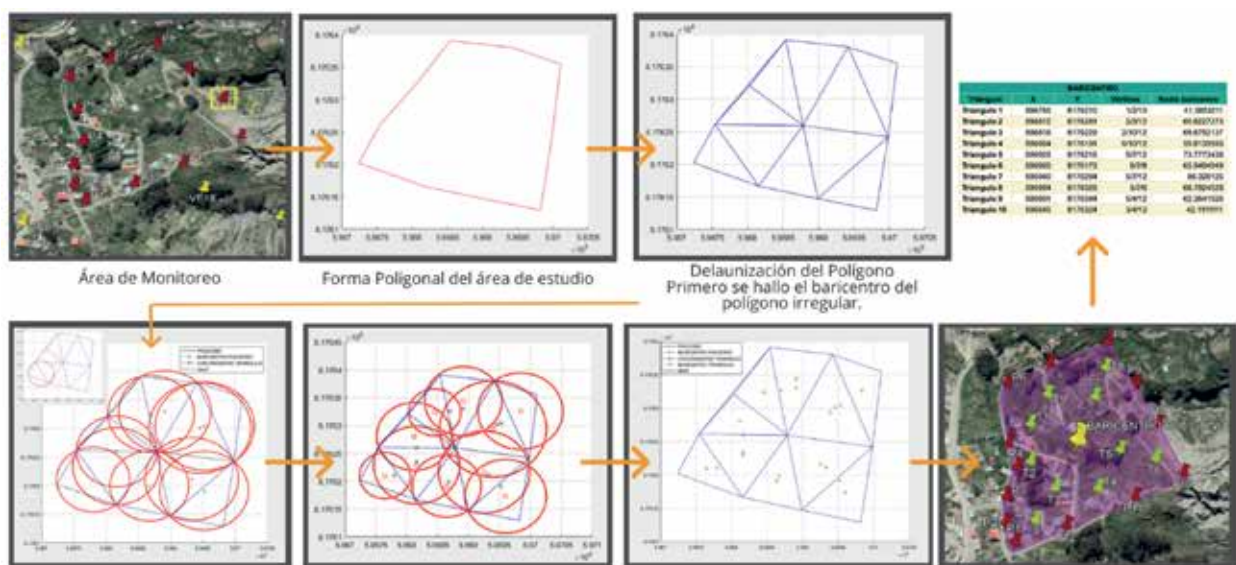
Se realizó el análisis del sistema actual de monitoreo de testigos, donde se identificó el procedimiento actual y variables de monitoreo que afectan el comportamiento del deslizamiento, como movimiento de terreno, características geológicas y condiciones climáticas. Para este trabajo se tomó en cuenta el movimiento de tierra e inclinación del terreno, sin embargo el sistema está adecuado para agregar nuevos sensores.

Como área de estudio se determinó la zona Valle de las Flores del macro distrito San Antonio, La Paz, el cual registró 8 deslizamientos antiguos siendo una zona de alto riesgo en el mapa de riesgos y una zona urbana no poblada.

B. Determinación de las posiciones óptimas de los nodos.

Para hallar la posición óptima de los puntos de monitoreo llamados nodos se aplicó el criterio de triangulación de Delaunay, para esto primero se obtuvo la forma polinómica y baricentro del área a monitorear, luego se procedió a dividir en triángulos el área a monitorear mediante Delaunay, una vez que se triangulizó el área, se halló el baricentro de los triángulos para posicionar los nodos, para la modelación se usó Matlab, considerando que el área de estudio es una zona urbana no poblada, este algoritmo no considera obstáculos para su diseño.

Figura 1: Procedimiento Obtención de Posición de Nodos mediante Triangulación de Delaunay



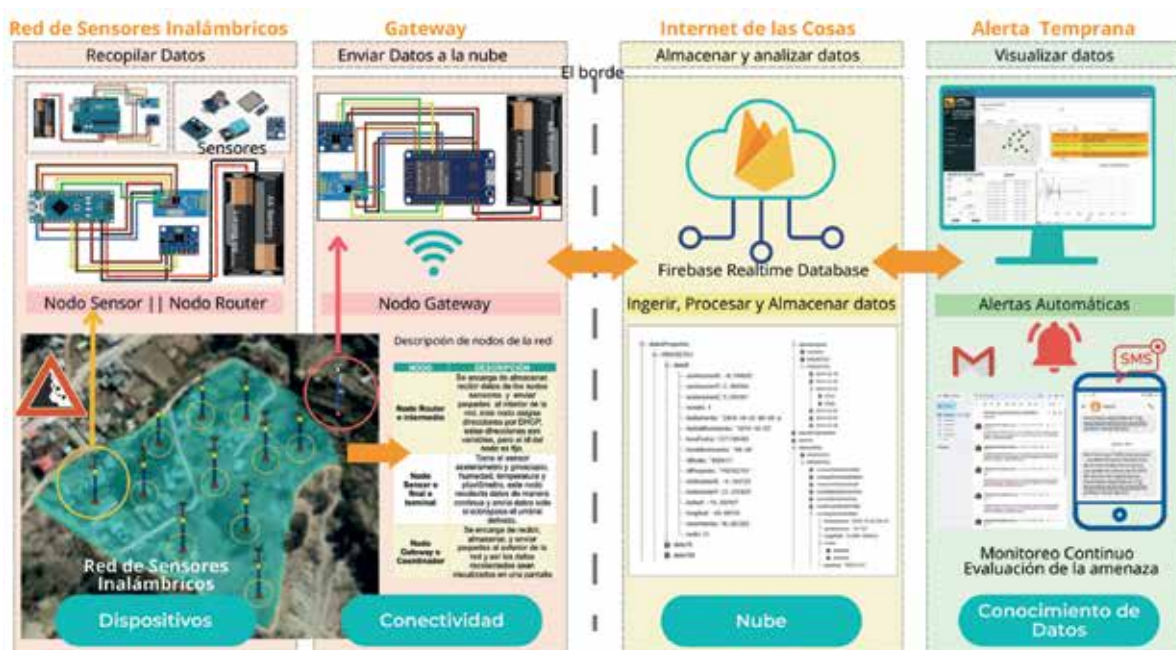
Fuente: Elaboración propia

C. Diseño de la red de sensores inalámbricos

En base a la situación actual se identificaron los requerimientos de contar con una red de sensores inalámbricos, red compuesta por múltiples nodos de sensores llamados nodo router, sensor y gateway, que se comunican de forma inalámbrica entre sí para recopilar y transmitir datos del monitoreo de deslizamiento, cada nodo en esta red tiene su funcionalidad y está equipado con uno o varios sensores, capacidad de procesamiento, capacidad de comunicación y una fuente de energía, el cual representa un subsistema del sistema de monitoreo, donde se procesa esta información y es enviada mediante el nodo gateway a la nube, para que pueda ser analizada y almacenada en la nube mediante IoT y por último visualizar la información en tiempo real y recibir alertas de movimientos de tierra, este proceso debe optimizar el uso de los recursos, al determinar la ubicación de nodos, la cantidad de nodos y la cobertura total del área de monitoreo.

Siendo indispensable contar con una red con autoorganización, movilidad, conservación de energía y frecuencia libre. A continuación se detalla el sistema de monitoreo propuesto:

Figura 2: Sistema de Monitoreo de Deslizamientos



Fuente: Elaboración propia

D. Diseño Lógico de la red de sensores inalámbricos

Para el diseño lógico de la red se consideró el escenario de la Zona Valle de las Flores, donde se analizó distintos estándares de Red, siendo el estándar 802.15.4 el que se adecua a los requerimientos, así también se hizo el análisis de tecnología Wifi, Bluetooth y Zigbee para el propósito de implementar la red de sensores inalámbricos, siendo Zigbee la que se adecua a este sistema por su bajo consumo de energía de 1-10 mW por transmisión de datos, su rango de hasta 75 metros, soporte de topología malla, estrella y árbol y la cantidad de hasta 65535 nodos, demostrando su escalabilidad y autoorganización de la red, entre otra ventajas.

Sin embargo, por motivos de costo elevado de estos módulos se decidió usar los módulos NFR24L01. Respecto a la topología se decidió implementar la topología malla por su escalabilidad, topología dinámica, la tolerancia en fallos y por que la potencia recibida es mucho más mayor que la de estrella respecto a la sensibilidad.

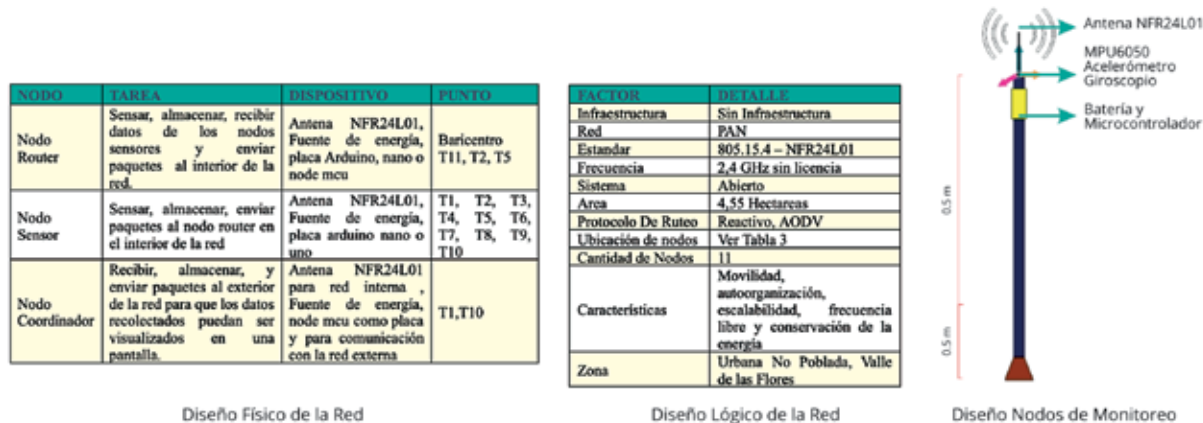
E. Diseño Físico de la red de sensores inalámbricos

De acuerdo al diseño lógico se estableció que la red será una topología malla, donde se identificó tres tipos de dispositivos electrónicos que son los nodos router, coordinador y sensor. Por lo tanto para el diseño físico de la red

primero se identificó los componentes requeridos para el sistema de monitoreo para determinar posibles movimientos de tierra e inclinación del terreno, considerando que el diseño del sistema considera varias variables de monitoreo en este trabajo nos enfocaremos en movimientos superficiales.

A continuación se detalla el escenario, el diseño lógico y físico de cada nodo de la red de sensores inalámbricos con topología Malla.

Figura 3: Diseño físico y lógico de la red de sensores inalámbricos



Fuente: Elaboración propia

F. Recolección de la Información

Para la toma de datos se consideró movimientos de tierra mediante ángulos de inclinación en el eje y-z y la aceleración total, se implementó el sensor MPU6050, primero se hizo la calibración del dispositivo, luego se procedió al muestreo de datos para poder hallar el intervalo de error de la captura de datos de aceleración total, con esto se obtuvo el umbral de movimiento, que si el nodo sensor lee lecturas fuera del umbral hallado, indica que hubo movimiento consecuente envía los datos al nodo gateway para que pueda ser enviado a la nube y ser analizada la información.

Así también se halló el ángulo de inclinación de la antena respecto al eje x-y, se usó las siguientes fórmulas:

$$a_t = \sqrt{(a_x^2) + (a_y^2) + (a_z^2)}$$

$$\text{Angulo Y} = \left(\frac{x}{\sqrt{y^2+z^2}} \right)$$

$$\text{Angulo X} = \left(\frac{y}{\sqrt{x^2+z^2}} \right)$$

También se definió el criterio de alerta, por la cantidad de nodos en movimiento al mismo tiempo y la cantidad de nodos respecto al total de nodos implementados en la zona de monitoreo. Para el desarrollo del sistema de monitoreo se implementó la metodología SCRUM.

G. Experimentos y Resultados

Para la simulación se tomó el escenario de la zona de Valle de las Flores. Para el proceso de experimentación se

realizó la comunicación inalámbrica con topología malla, se realizó pruebas de comunicación inalámbrica de envío y recepción de datos y reconocimiento automático de nodos en la red, por último se verificó como el nodo Gateway envía los datos a la nube, Firebase.

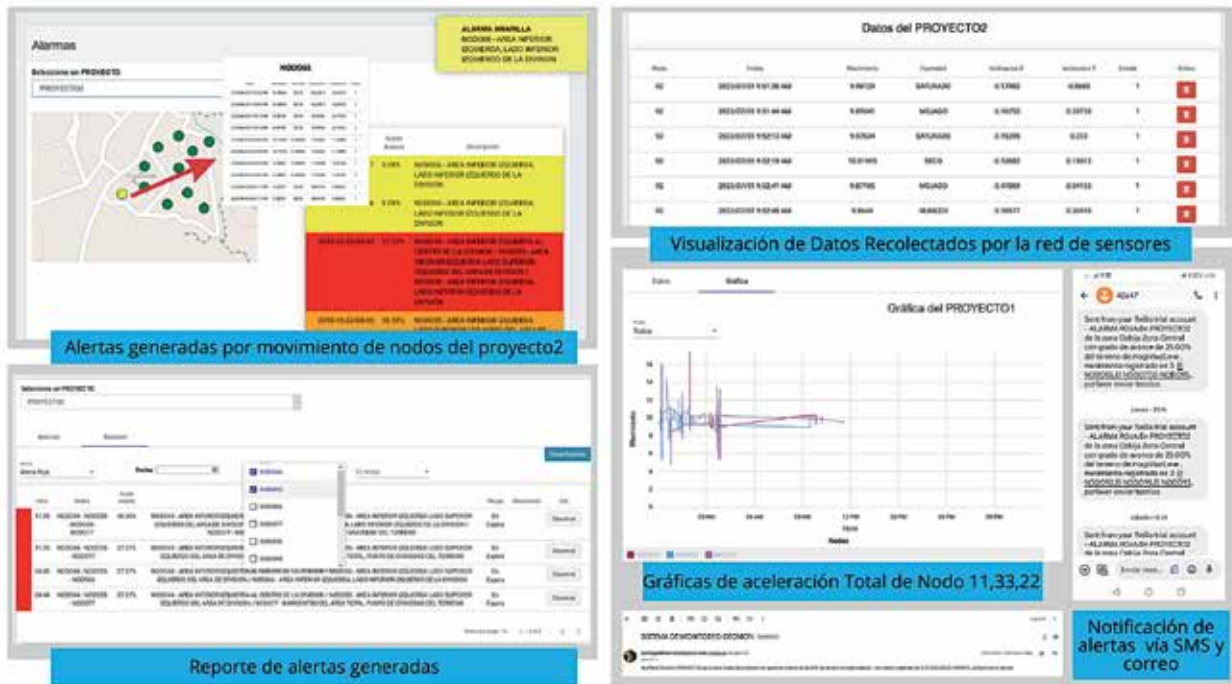
Una vez almacenada la información recolectada se realizó el análisis de información en el que se detecta cuántos nodos se mueven al mismo tiempo y se determina el grado de avance del deslizamiento por lo que se considera cuántos nodos se mueven del total de nodos.

Para así poder generar alertas automáticas de acuerdo al grado de avance y magnitud de movimiento, enviando alertas automáticas mediante correo electrónico y mensaje sms.

Se obtuvo los datos en tiempo real del proyecto 2 en fecha 1 de julio del 2023 mediante movimientos provocados, generando alertas automáticas de acuerdo a la cantidad de nodos en movimiento, alerta amarilla si se mueve 1 nodo, alerta naranja 2 nodos y alerta roja si se mueve 3 nodos en la misma área, en este caso el movimiento fue nodo 92, 93 y 77, y se generó notificación sms y correo de alerta de movimiento cuando se movieron los tres nodos al mismo tiempo, indicado el grado de avance y magnitud de movimiento.

Así también se realizó monitoreos en fecha pasada 22 de octubre, donde se evidenció movimiento en el lapso de la madrugada de 00am a 3 am. Así también se muestran gráficas y reportes de movimiento de los nodos en tiempo real.

Figura 4: Diseño físico y lógico de la red de sensores inalámbricos



Fuente: Elaboración propia

H. Resultados

A continuación se realiza una comparación del sistema Propuesto y el sistema actual de testigos

Tabla 1. Comparación Sistema Actual Vs Sistema Propuesto

FACTOR	SISTEMA ACTUAL	SISTEMA PROPUESTO
Área de estudio	De 1 manzano o 1 hectárea	4,55 Hectáreas
Cantidad de testigos	De acuerdo al técnico encargado	11
Posición de testigos	Donde se presenta quiebres o criterio del técnico	Coordenadas del baricentro
Variable monitoreo	Distancia de las grietas de manera ortogonal y posición del testigo	Movimiento de terreno, vibraciones, inclinación del terreno, características geológicas del terreno como humedad y presión del suelo, condiciones climáticas como la precipitación, temperatura y humedad.
Frecuencia inspección	De acuerdo a la gravedad, se realizan inspecciones diarias, semanales hasta por horas	24/7
Tecnología aplicada	Uso de testigo de estuco y vidrio	Red de sensores inalámbricos en una área WPAN, sin infraestructura, con topología malla y comunicación RF de 2,4 Ghz.

Fuente: Elaboración Propia

CONCLUSIONES

El sistema de monitoreo basado en WSN e IoT implementado permitió la detección temprana de deslizamientos, supervisión constante y remota logrando una mayor eficiencia en la gestión de recursos y precisión en la toma de decisiones mediante la obtención de datos de movimiento de tierra y ángulos de inclinación, así

también proporcionó información valiosa, datos a largo plazo, que permite comprender mejor la dinámica del deslizamiento y facilita la evaluación del riesgo y la toma de decisiones informadas.

El sistema se caracteriza por el uso de frecuencia libre y bajo consumo de energía, sin embargo estos dos puntos aún deben ser mejorados, ya que el sistema presentó interferencias y la batería duró 48 horas consecutivas se

debió realizar cambio de batería, esto promueve al uso de paneles solares.

Es importante considerar que este sistema es escalable, ya que el monitoreo de deslizamientos está compuesto por distintos sistemas de monitoreo y distintas variables de monitoreo, cada uno aporta información valiosa al sistema, además que se tomó como variables de monitoreo el movimiento de tierra y ángulos de inclinación, sin embargo existen otros factores que pueden ser involucrados en el análisis de los deslizamientos como historial de deslizamientos, condiciones climáticas, geológicas y meteorológicas, siendo importante la información capturada ya que servirá para su posterior análisis e implementación de ciencia de datos y otras tecnologías.

Mediante este sistema se busca centralizar la información, brindar información en tiempo real y a largo plazo para alertar de manera temprana, así también es importante la información almacenado en la nube, ya que esta información servirá para el análisis de datos, para identificar patrones y tendencia de los deslizamientos, relaciones entre variables de monitoreo e información de deslizamientos, definir umbrales de alerta y poder predecir y brindar información para la toma de decisiones.

Este sistema contribuye con el monitoreo de deslizamientos y alerta temprana, sin embargo se debe tomar en cuenta otro tipo de sistemas de monitoreo como análisis de imágenes satelitales, sistema de información geográfica, inteligencia artificial e implementación de modelo matemáticos, entre otros e integrar diversos sistemas para tener una comprensión más amplia de este tema.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- J. Suarez, Deslizamientos. Análisis Geotécnico Volumen 1, 2009.
- C. S. Bonilla, «Sistema De Comunicación Mediante Wsn Para Detección Y Alerta Temprana De Deslizamientos De Tierra,» Universidad Técnica De Ambato, Ambato, 2017.
- A. Vargas, «Diseño del sistema de comunicación de una red inalámbrica de sensores para el estudio de la salud estructural en puentes,» Tecnológico de Costa Rica, vol. 1, nº 2, p. 82, 2016.
- F. Galvez, Topografía II Triangulación, Universida Privada del Norte, 2009.
- E. de Orteyza, Geometria Analitica y Trigonometria, Mexico: Pearson Educación de México, 2001.
- R. Fernandez y V. Pernía, Redes Inalámbricas de sensores: teoría y aplicación práctica, España: Universidad de la Rioja, 2009, p. 95.
- Liu, H., Zhang, Y., y Yang, G. (2014). Design and implementation of wireless sensor network based on Arduino and NRF24L01. Procedia Computer Science, 31, 266-274.
- A. Ticonipa Proyecto de Grado “Sistema de Monitoreo para la detección de deslizamientos en zonas de riesgo mediante algoritmos de triangulación y red de sensores inalámbricos con topología Malla”, Bolivia, Escuela Militar de Ingeniería, 2019.

SEGURGAS. Innovación en la detección de escapes de gas en hogares

1. Ing. Christian Ricardo Tusco Zegarra – R.N.I. 49941 / 2. Ing. Adriana Ticonipa Gutierrez, – R.N.I. 52935
3. Ing. Nelson Lucio Cuareti Condori – R.N.I. 96894 / 4. MSc.Ing. Carlos Lorenzo Nina Choque – R.N.I. 96809

1) Es Ingeniero Mecatrónico, de la Universidad Católica Boliviana San Pablo, con diplomado en Ing. Clínica, Energías renovables y alternativas. Educación superior basados en competencias y tecnología educativa.

2) Es Ingeniero de Sistemas de la Escuela Militar de Ingeniería con diplomado en Educación Superior, Análisis de Riesgo de Desastres por Inundaciones y Deslizamientos, y Adaptación al Cambio Climático.

3) Es Ing. Petróleo y Gas Natural de la Universidad Juan Misael Saracho de Tarija y Lic. en Electrónica y telecomunicaciones de la Universidad Mayor de San Andrés con Maestría en Mantenimiento e Instrumentación en plantas de gas y especialidad en Plantas Petroleras (egresado).

4) Es especialista en telecomunicaciones y telemática, trabaja en el Instituto de investigaciones físicas de la UMSA. Es administrador del Observatorio de Física cósmica de Chacaltaya.

RESUMEN

SEGURGAS, la startup ganadora, ofrece una solución integral para la detección temprana de escapes de gas en hogares. Mediante un dispositivo y una aplicación móvil, brinda alertas instantáneas a los usuarios, permitiéndoles tomar medidas de seguridad inmediatas. Además, cuenta con un actuador ventilador que mejora la ventilación como medida de contingencia. Su segmento de clientes incluye propietarios de viviendas y apartamentos, así como inquilinos y arrendatarios que buscan una mayor seguridad en su hogar. SEGURGAS se destaca por su enfoque en las relaciones con los clientes, canales de distribución efectivos y alianzas estratégicas para asegurar la compatibilidad del dispositivo y ofrecer servicios complementarios.

PALABRAS CLAVE: Seguridad en el hogar. Escape de gas. Detección temprana. Startup. Aplicación móvil.

Keywords: Home security. Gas leak. Early detection. Startup. Mobile application.

INTRODUCCIÓN

La seguridad en el hogar es una prioridad para todos los propietarios y arrendatarios. En este contexto, SEGURGAS se posiciona como una startup innovadora que ha desarrollado un dispositivo y una aplicación móvil revolucionarios para la detección temprana de escapes de gas en hogares. Este artículo explora la propuesta de valor de SEGURGAS, su segmento de clientes, las relaciones con los clientes, los canales de distribución, las fuentes de ingresos, los recursos clave, las actividades clave, las alianzas estratégicas y la estructura de costos. Además, se destacará la importancia de SEGURGAS para garantizar la seguridad y tranquilidad en los hogares.

DESARROLLO

• Propuesta de Valor:

Diseño y desarrollo de un dispositivo y una aplicación móvil para la detección temprana de escapes de gas en hogares.

Alertas instantáneas enviadas a los usuarios para tomar medidas de seguridad.

Accionamiento automático de un actuador ventilador para mejorar la ventilación en caso de emergencia.

• Segmento de Clientes:

Propietarios de viviendas y apartamentos que utilizan gas domiciliario.

Inquilinos y arrendatarios que deseen una mayor seguridad en su hogar.

• Relaciones con los Clientes:

Proporcionar soporte técnico a través de la aplicación y otros canales de comunicación.

Recopilar comentarios y sugerencias de los usuarios para mejorar continuamente el dispositivo y la experiencia del usuario.

• Canales de Distribución:

Tiendas en línea para la venta del dispositivo.

Descarga de la aplicación a través de las tiendas de aplicaciones (Android e iOS).

• Fuentes de Ingresos:

Venta del dispositivo y el kit de sensores.

Modelo de suscripción para características adicionales y servicios premium en la aplicación.

Acuerdos de colaboración con compañías de servicios de gas o empresas de seguridad domiciliaria.

• Recursos Clave:

Equipo de desarrollo de hardware y software.

Expertos en seguridad y tecnología de detección de gases.

Infraestructura de servidores para respaldar la aplicación y el envío de alertas.

• Actividades Clave:

Diseño y desarrollo del dispositivo de detección de escapes de gas.

Programación y desarrollo de la aplicación móvil para recibir alertas y controlar el actuador ventilador.

Pruebas exhaustivas del dispositivo y la aplicación para garantizar su precisión y funcionalidad.

• Alianzas Clave:

Colaboración con fabricantes de equipos de gas para asegurar la compatibilidad y la adopción del dispositivo en el mercado.

Asociaciones con empresas de servicios de gas para promover la adopción del producto y ofrecer servicios complementarios.

CONCLUSIONES

SEGURGAS, como startup líder en el campo de la detección de escapes de gas en hogares, ofrece una solución integral que brinda tranquilidad y seguridad a los propietarios y arrendatarios.

Su enfoque en la detección temprana, alertas instantáneas y medidas de contingencia demuestra su compromiso con la seguridad del hogar.

Con alianzas estratégicas y un modelo de negocio sólido, SEGURGAS se posiciona para lograr un impacto significativo en el mercado de seguridad domiciliaria.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- García, M., López, A., & Rodríguez, P. (2019). Desarrollo de sensores para la detección temprana de fugas de gas en hogares. *Revista de Ingeniería Electrónica*, 24(1), 45-56. DOI: 10.15658/rev.ine.24.1.34567
- Johnson, R., & Williams, S. (2018). Sensor-based gas leakage detection system for home safety. *International Journal of Sensor Networks and Data Communications*, 6(2), 78-89. DOI: 10.4172/2090-4886.1000189
- Thompson, E., Davis, L., & Martinez, R. (2020). Advances in gas detection technology: A review of current trends and future prospects. *Sensors*, 20(15), 4289. DOI: 10.3390/s20154289
- López, C., Rodríguez, J., & Martínez, L. (2017). Smart gas detection system for home security using wireless sensor networks. *International Journal of Distributed Sensor Networks*, 13(5), 1550147717708812. DOI: 10.1177/1550147717708812
- Brown, T., Smith, R., & Johnson, K. (2016). Gas detection devices: A comprehensive guide for implementation and maintenance. *Journal of Occupational Health and Safety*, 32(3), 123-137.

Calamina Línea Color Plus+

NEGRO JET SHINGLE



30 MICRAS DE
PINTURA



GARANTIZAMOS
10 AÑOS
DE PINTURA



ACABADOS
ALTAMENTE
DECORATIVOS



MAYOR
RESISTENCIA
ESTRUCTURAL



ACERGA

Conoce más sobre este producto

[Acergal.com](https://www.acergal.com)

Sucursal El Alto: Av. Litoral Z. Rosas Pampa Industrial #145
Sucursal El Alto: C. Nery Z. 16 de Julio #2629
Sucursal El Alto: Av. 6 de Marzo (Altura Surtidor Ventilla) #212
Sucursal La Paz: Av. Ballivián C. 11 Z. Calacoto #498
Sucursal Santa Cruz: Av. Doble Vía la Guardia Entre 4° y 5° Anillo Z. Jenecheró #4115
Sucursal Tarija: Av. Julio Dello Echazú Casí Av. Circunvalación (Lado EMTAOAS y DRR BR)

 Línea Gratuita
800 10 1732

SUSCRIPCIONES DE SOFTWARE PARA INGENIERÍA (PERPETUAS, ANUALES O MENSUALES).

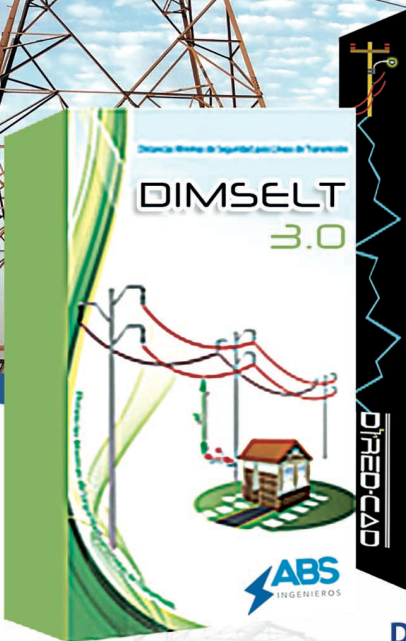
COMO RESPONSABILIDAD SOCIAL EMPRESARIAL, PRECIOS ESPECIALES PARA INSTITUCIONES EDUCATIVAS Y ESTUDIANTES.

CURSOS DE CAPACITACIÓN PRESENCIALES O VIRTUALES (NIVEL BASICO O AVANZADO).

ASESORAMIENTO DE TESIS Y PROYECTOS DE GRADO.

ASISTENCIA TECNICA PERMANENTE.

ORGANIZACIÓN DE SEMINARIOS Y
EVENTOS INTERNACIONALES.



DIMSELT 3.0

Software que permite evaluar y analizar el cumplimiento de las Distancias Mínimas de Seguridad entre conductores eléctricos de Líneas de Transmisión y edificaciones cercanas.

SELCON S.R.L. realiza trabajos de Ingeniería en obras en Alta, Media y Baja Tensión; en los rubros de Diseño, Construcción, Supervisión, Montaje, Mantenimiento, Certificaciones, Peritajes y Consultorías en General, tanto en instalaciones domiciliarias, comerciales, industriales, energías alternativas y especiales.

Realizamos también Diseño, Ejecución y Supervisión de Obras Civiles y Montajes Especiales.

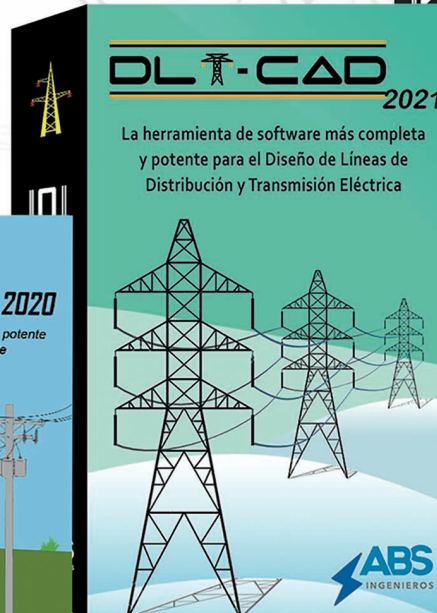
Cuenta con un equipo multidisciplinario de profesionales ingenieros, técnicos electricistas, arquitectos y otros profesionales a su servicio.

(591) 71558837 selconsrl2020@gmail.com



DIRED - CAD 2022

Herramienta tecnológica de última generación que unifica todas las fases del diseño de una Red de Distribución eléctrica aérea o subterránea (MT/BT).



DIRED - CAD 2021

Software para diseño de Redes de Distribución y Líneas de Transmisión eléctrica, que automatiza todo el proceso del diseño mecánico y eléctrico. (AT/MT/BT).



CAMRELT v.2021

Software para Cálculo Mecánico de Estructuras, para Redes de Distribución eléctrica (MT/BT)



Representante en Bolivia:

EMPRESA DE SERVICIOS SELCON S.R.L.
Ingeniería Eléctrica en alta, media y baja tensión
Seriedad e imaginación



Plastiforte[®]

Tecnología y soluciones para el agua

PROYECTO: COLECTOR ALCANTARILLADO UYUNI, POTOSÍ

SUPERTUBO[®] STRUC

Fabricamos el Supertubo Estructurado, la tubería más grande hecha en Bolivia, disponible en diámetros de 400 a 1500mm, en rigideces anulares (SN) 2; 4 y 8

www.plastiforte.com



+591 685 81 002

