





Mobile Application for the Recognition of Minerals

Pablo R. Burgos Ramirez, Bachiller¹, Rosa M. Lopez Martos, Máster¹, Laura Bazán, Mg.¹ and Patricia Uceda, Dra.¹

¹Universidad Privada del Norte, Perú, N00184115@upn.pe, rosa.lopez@upn.edu.pe, laura.bazan@upn.pe, patricia.uced@upn.edu.pe

Abstract—Mining is an industry that generates many benefits for society and this is no stranger to the use of technological tools. Being a large and competitive industry, the training of professionals related to this sector must be adequate. Therefore, the objective of the present investigation was to determine the effect of a mobile application in the recognition of minerals by their physical properties for mining engineering and geology students. For the development of the mobile application, the Open Up framework was obtained. The research was of an applied type and of a pre-experimental design of pretest and posttest. We worked with a sample of 132 students. And the survey was extracted as a technique and as an instrument the questionnaire, validated by experts and with an acceptable reliability by Cronbach's alpha = 0.89. Finally, it was concluded that the mobile application had a positive effect on the recognition of minerals by their physical properties for mining engineering and geology students.

Keywords-- Mineral Recognition, Mobile Application.

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LACCEI).

ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).

DO NOT REMOVE

Aplicativo Móvil para el Reconocimiento de Minerales

Pablo R. Burgos Ramirez, Bachiller¹, Rosa M. Lopez Martos, Máster¹, Laura Bazán, Mg.¹ and Patricia Uceda, Dra.¹

¹Universidad Privada del Norte, Perú, N00184115@upn.pe, rosa.lopez@upn.edu.pe, laura.bazan@upn.pe, patricia.uced@upn.edu.pe

Resumen– *La minería es una industria que genera muchos beneficios a la sociedad y esta no es ajena al uso de las herramientas tecnológicas. Al ser una industria grande y competitiva la formación de los profesionales relacionados a este sector debe ser idóneo. Por lo cual objetivo de la presente investigación fue determinar el efecto de una aplicación móvil en el reconocimiento de minerales por sus propiedades físicas para los estudiantes de ingeniería de minas y geología. Para el desarrollo de la aplicación móvil, se utilizó el framework Open Up. La investigación fue de tipo aplicada y de diseño pre-experimental de pretest y postest. Se trabajó con una muestra de 132 estudiantes. Y se utilizó la encuesta como técnica y como instrumento el cuestionario, validados por expertos y con una confiabilidad aceptable por un alfa de Cronbach = 0.89. Finalmente se concluyó que la aplicación móvil tuvo un efecto positivo en el reconocimiento de minerales por sus propiedades físicas para los estudiantes de ingeniería de minas y geología.*

Palabras clave – Reconocimiento de Minerales, Aplicativo Móvil.

I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, el avance económico y el incremento de la demanda de productos y servicios exige mayor producción y capacidad de las industrias, de la tierra, y de las mismas personas para lograr cumplir con las necesidades de consumo: es aquí donde entra la minería como abastecedor principal de las materias primas para las industrias, siendo el Perú uno de los primeros exportadores de minerales a nivel mundial, 6to productor de oro, 3ero de plata, 2do de cobre, 4to de plomo y 3ero de zinc. Las exportaciones mineras en el Perú representan cerca del 60% de las exportaciones del país [1], [2], [3].

La minería es el grupo de actividades relacionadas al descubrimiento y la extracción de minerales que se encuentran en el suelo y subsuelo: a) cateo y prospección, b) exploración, c) explotación, d) beneficios, e) comercialización y f) cierre [4]. Durante el cateo se acopian rocas del suelo para obtener muestras y analizarlas físicamente (ver color, dureza, etc.), mientras que en la prospección se usan estudios geofísicos y análisis químicos [5].

El avance de la tecnología ha forzado a las industrias a reformular sobre sus actividades actuales para garantizar su

duración y desarrollo en el futuro. La industria minera no es ajena a esto, desde el uso de vehículos automatizados hasta drones, así mismo, el uso de software en la planificación de minas y exploración de minerales para localizar y obtener materiales de manera rápida y segura [6], [7].

Se puede mencionar algunas profesiones que son muy requeridas en la industria minera como la ingeniería civil, topografía de minerales, ingeniería de minas, geología y topografía minera [6]. Los profesionales de estos campos deben saber usar las TIC para complementar su carrera debido a la inclusión de estas herramientas en la industria.

El uso de las TIC debe iniciar desde la formación profesional de los estudiantes universitarios, es así que el uso de las aplicaciones software como las apps móviles como medio educativo están transformando la forma de enseñanza y aprendizaje, logrando que docentes y estudiantes universitarios afines a carreras del rubro de la minería tengan nuevos espacio de aprendizaje relacionados al reconocimiento de minerales [8], [9].

Existen diversas investigaciones relacionadas al uso de aplicaciones software para el reconocimiento de minerales. Mayoral *et al.*[10], desarrollaron una aplicación móvil denominada “Geobrary®” (dentro de los recursos que contiene incluye información mineralógica y paleontológica esencial, acceso a bases de datos multimedia, glosario de términos y galerías de imágenes) para Android y Apple IOS, dirigido a estudiantes de Geología y público en general interesados en la identificación de fósiles y minerales, tanto en el aula como en campo, logrando la motivación de la observación, descripción y cotejo de ejemplares, contribuyendo al aprendizaje práctico del usuario, permitiéndole tomar decisiones mediante el uso de claves dicotómicas.

Asimismo, Calero [11], desarrolló un sistema interactivo de enseñanza virtual para el reconocimiento de minerales habituales, utilizando una base de datos y material audiovisual, dirigido a estudiantes que cursan asignaturas de geología hidrología y edafología, facilitando al estudiante la adquisición de habilidades en el estudio de minerales usando una aplicación informática.

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LACCEI).
ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).
DO NOT REMOVE

De la misma manera, Alzate y García [12], desarrollaron un sistema de información para la estandarización de la información obtenida durante la prospección y exploración minera, empleando un servidor web, utilizando PostgreSQL como motor de base de datos, Eclipse para el desarrollo de la aplicación y QGIS como sistema de información para visualizar y manipular la información geográfica.

También, Núñez *et al.* [13], desarrollaron un software para modelado digital en la exploración y explotación minera a cielo abierto, aplicado en dispositivos móviles; realizaron cotejos con ArcGIS y RecMin para probar la precisión y funcionalidad del software creado, con lo cual afirmaron que la aplicación desarrollada posee un alto grado de confiabilidad.

De la misma manera, Aulinas *et al.* [14], desarrollaron una aplicación para dispositivos móviles personales apta para ser utilizada por estudiantes de enseñanza secundaria obligatoria y bachillerato, denominada BCN Rocks; tuvieron como objetivo enseñar geología a partir de las rocas, la aplicación presentó 3 funcionalidades principales: “Elementos”, “Explora” y “Laboratorio” brindando las facilidades a los usuarios para su aprendizaje.

Dentro de las bases de datos más reconocidas para el reconocimiento de minerales se encuentra el sitio web mindat.org, requiere conexión a internet para su uso y es actualizado constantemente con el apoyo de voluntarios y la información es validada por expertos [15].

Por otro lado, en la búsqueda realizada de aplicaciones en Play Store se obtuvo 11 app similares, pero sólo una realizaba el reconocimiento de minerales con scanner, las demás no tienen un soporte ni puntuación superior a 4.3, lo que denota poca confiabilidad y funcionalidad limitada.

A pesar de los esfuerzos por desarrollar e innovar en nuevas formas de aprendizaje por medio de las aplicaciones móviles aún hay una brecha en el campo de la mineralogía, específicamente en la exploración mineral, por ello el presente estudio tuvo como objetivo general determinar el efecto de una aplicación móvil en el reconocimiento de minerales por sus propiedades físicas para los estudiantes de ingeniería de minas y geología. Para poder cumplir el objetivo general descrito, se plantearon 3 objetivos específicos: a) evaluar el reconocimiento de minerales por sus propiedades físicas para los estudiantes de ingeniería de minas y geología antes del uso de la aplicación móvil, b) diseñar e implementar una aplicación móvil para el reconocimiento de minerales por sus propiedades físicas utilizando la Metodología OpenUp y c) evaluar el reconocimiento de minerales por sus propiedades físicas para los estudiantes de ingeniería de minas y geología después de la implementación de la aplicación móvil.

Asimismo, se planteó las siguientes hipótesis para el estudio; hipótesis alternativa: la aplicación móvil para el reconocimiento de minerales por sus propiedades físicas tendrá un efecto positivo para los estudiantes de ingeniería de minas y geología; hipótesis nula: la aplicación móvil para el reconocimiento de minerales por sus propiedades físicas no tendrá un efecto positivo para los estudiantes de ingeniería de minas y geología.

II. METODOLOGÍA

De acuerdo con el propósito, la investigación fue aplicada porque buscó la generación de conocimiento con aplicación directa a un problema de la sociedad basándose principalmente en descubrimientos tecnológicos [16]; de acuerdo al enfoque fue cuantitativo y tuvo un diseño pre experimental. La población estuvo compuesta por los 200 estudiantes de ingeniería de minas y geología de una universidad privada en la ciudad de Cajamarca. La ciudad y la universidad fue elegida por su proximidad al área de investigación; además, el investigador y los expertos vivían, trabajaban y estudiaban en dicho lugar. Se realizó un muestreo probabilístico, con un nivel de confianza de 95% y margen de error de 5%; equivalente a una muestra de 32 estudiantes.

La técnica usada para la recolección de datos fue la encuesta, como instrumento se utilizó el cuestionario, el cual fue sometido a una evaluación por 3 expertos para su validación, también se evaluó la confiabilidad por el estadístico Alfa de Cronbach obteniéndose un valor de 0.89.

Para recolectar los datos se aplicó un cuestionario en el pretest y luego de la implementación de la aplicación móvil se aplicó el posttest. Para el análisis e interpretación de los datos se utilizó el software SPSS.

Finalmente, respecto a las consideraciones éticas, las personas que participaron en la investigación aceptaron previamente el consentimiento informado, Además, estos también fueron incluidos en los términos y condiciones de la aplicación móvil.

III. RESULTADOS

A. Evaluar el reconocimiento de minerales por sus propiedades físicas para los estudiantes de ingeniería de minas y geología.

El reconocimiento de minerales se evaluó en base a la dimensión de eficiencia en el reconocimiento, para lo cual se tuvo dos indicadores: tiempo de identificación del mineral y porcentaje de aciertos en la identificación. El porcentaje de aciertos fue de 53% y los resultados relacionados al tiempo se muestran en la Tabla I.

TABLA I
RESULTADOS DEL RECONOCIMIENTO DE MINERALES ANTES DE LA
APLICACIÓN MÓVIL - TIEMPO

Tiempo	Frecuencia	Frecuencia acumulada	Porcentaje acumulado
Menos de 10 minutos	18	18	14%
Entre 10 y 20 minutos	45	63	48%
Más de 20 minutos	69	132	100%

B. Diseñar e implementar una aplicación móvil para el reconocimiento de minerales por sus propiedades físicas utilizando el Metodología OpenUp

Para el diseño e implementación del aplicativo móvil se utilizó cuatro fases del ciclo de vida como se establece en Open Up: a) Inicio: cronograma, documento visión, glosario y especificación de requisitos; b) Elaboración: casos de uso; c) Construcción: prototipos de la aplicación y desarrollo y d) Transición: verificación funcional de la aplicación e implementación. Además, dentro de las principales herramientas tecnológicas que se utilizaron están: android studio, firebase, kotlin y figma. En la Fig. 1 se muestra el diagrama de arquitectura de la aplicación móvil, en la Fig. 2 se muestran los casos de uso y en la Fig. 3 se muestra el diagrama de flujo de uno de los algoritmos principales.

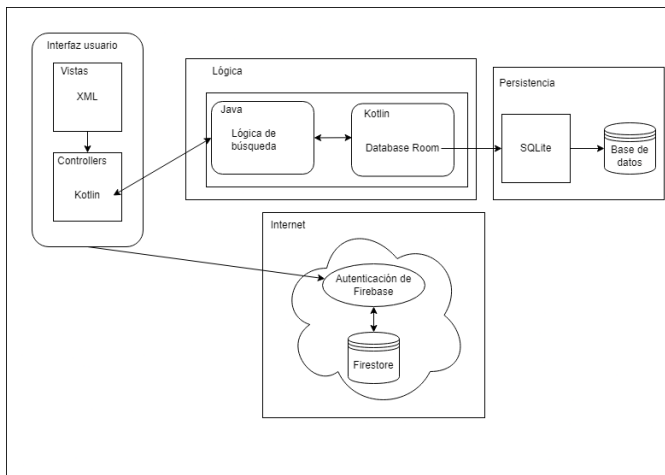


Fig. 1 Diagrama de arquitectura de la aplicación móvil

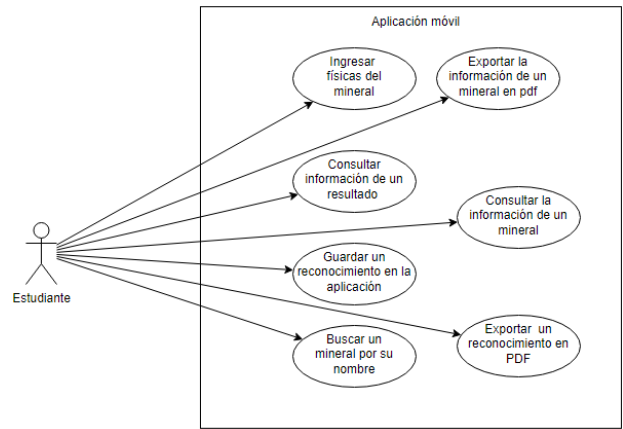


Fig. 2 Diagrama casos de uso

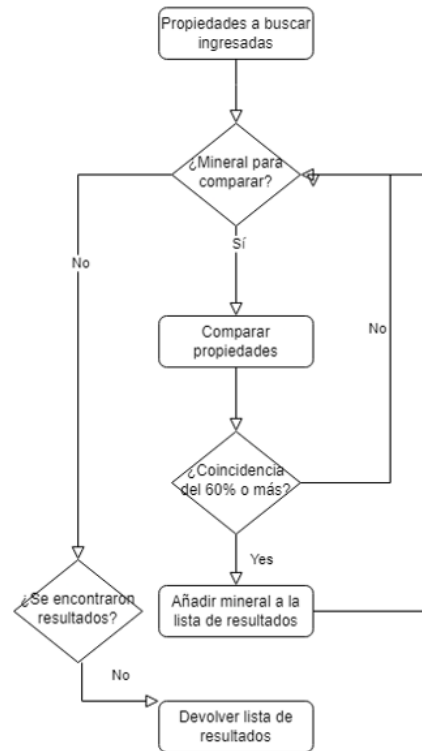


Fig. 3 Diagrama de flujo del algoritmo

En las Fig. 4-7 se muestran las interfaces principales de la aplicación:



Fig. 4 Interfaz principal de la aplicación móvil

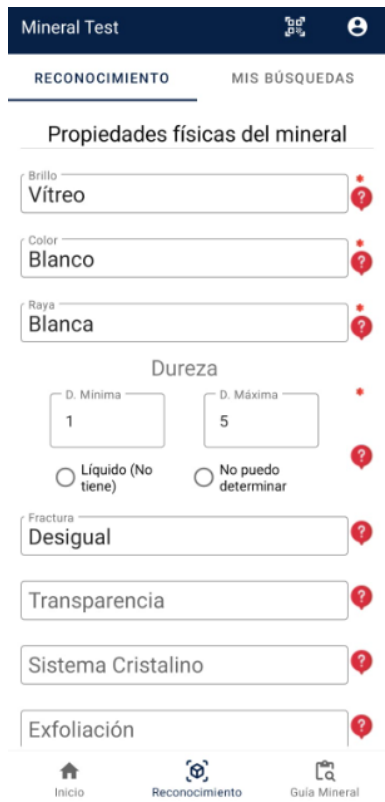


Fig. 5 Interfaz - Propiedades a buscar en mineral ingresado



Fig. 6 Interfaz - Lista de resultados con semejantes



Fig. 7 Interfaz - Información de un mineral

Después de la implementación de la aplicación se evaluó la calidad, realizada en base la dimensión de usabilidad, obteniendo que el 90% expresó que el uso de la aplicación fue siempre fácil de entender, el 95% mencionó que la aplicación siempre tuvo una excelente capacidad para ser usada y el 76% indicó que la aplicación siempre brindó una interfaz amigable.

C. *Evaluar el reconocimiento de minerales por sus propiedades físicas en los estudiantes de ingeniería de minas y geología de una universidad privada en la ciudad de Cajamarca después de la implementación de una aplicación móvil.*

Después de la implementación de la aplicación móvil se volvió a evaluar el reconocimiento de minerales en base a la dimensión de eficiencia en el reconocimiento, donde se obtuvo que el porcentaje de aciertos fue de 87%; los resultados relacionados al tiempo se muestran en la Tabla II.

TABLA II
RESULTADOS DEL RECONOCIMIENTO DE MINERALES DESPUÉS DE LA APLICACIÓN MÓVIL - TIEMPO

Tiempo	Frecuencia	Frecuencia acumulada	Porcentaje acumulado
Menos de 10 minutos	102	102	77%
Entre 10 y 20 minutos	30	132	100%
Más de 20 minutos	0	132	100%

D. *Determinar el efecto de una aplicación móvil en el reconocimiento de minerales por sus propiedades físicas en los estudiantes de ingeniería de minas y geología de una universidad privada en la ciudad de Cajamarca.*

En base a los resultados obtenidos, el efecto causado por la aplicación móvil en el reconocimiento de minerales por sus propiedades físicas para los estudiantes de ingeniería de minas y geología fue positivo, lo cual se evidencia en la Fig. 8 y 9, mejorando así el tiempo de identificación y el porcentaje de aciertos.

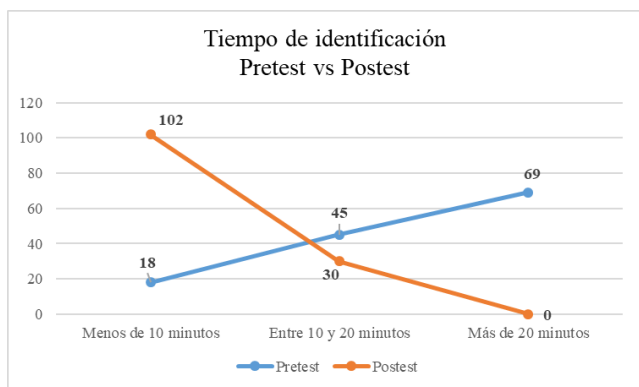


Fig. 8 Tiempo de identificación en Pretest vs Postest

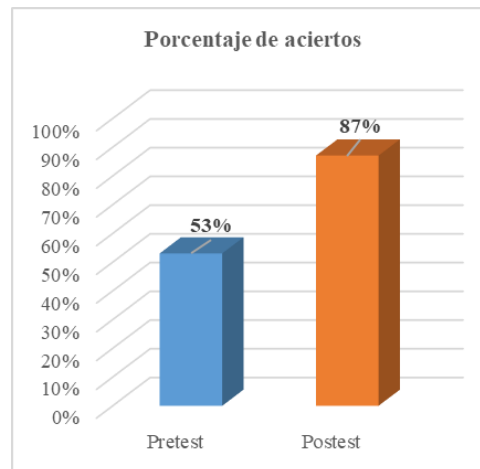


Fig. 9 Porcentaje de aciertos en Pretest vs Postest

Finalmente, para la contrastación de la hipótesis se usó T-student con una significancia de 0.05, obteniendo un $p=0.7$, aceptando la hipótesis alternativa: la aplicación móvil para el reconocimiento de minerales por sus propiedades físicas tuvo un efecto positivo para los estudiantes de ingeniería de minas y geología, rechazando así la hipótesis nula: la aplicación móvil para el reconocimiento de minerales por sus propiedades físicas no tuvo un efecto positivo para los estudiantes de ingeniería de minas y geología.

IV. DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos se evidencia un efecto positivo para los estudiantes en el reconocimiento de minerales con el uso de la solución desarrollada, lo cual concuerda con Mayoral *et al.*[10], quienes lograron contribuir al aprendizaje práctico de los usuarios. Asimismo, Calero [11], obtuvo también resultados positivos con su propuesta, facilitando a los estudiantes la adquisición de habilidades en el estudio de minerales usando una aplicación informática.

Por otro lado, Alzate y García [12], Núñez *et al.* [13], también con su solución propuesta, concuerdan con la presente investigación logrando afirmar que sus aplicaciones desarrolladas posee un alto grado de confiabilidad, que se asemejan al resultado que se obtuvo en esta investigación respecto a la usabilidad, logrando brindar diferentes funcionalidades a los usuario como lo hizo Aulinas *et al.*[14], en la aplicación que desarrollaron para mejorar el aprendizaje de los usuarios.

La app desarrollada está configurada con cierta cantidad de propiedades físicas para el reconocimiento de los minerales, lo cual facilita el trabajo de estudiantes, a diferencia del sitio web mindat.org [15] que requiere otros parámetros

más especializados para el reconocimiento; lo que representa una ventaja frente a las aplicaciones existentes en Play Store.

A diferencia del sitio web mindat.org [15], el aplicativo desarrollado en la presente investigación funciona offline significando una ventaja para los usuarios que no cuenten con este servicio en el trabajo de campo.

V. CONCLUSIONES

Al evaluar el reconocimiento de minerales por sus propiedades físicas para los estudiantes de ingeniería de minas y geología antes del uso de aplicación móvil se obtuvo un porcentaje de aciertos de 53% y en mayor cantidad el tiempo de demora para la identificación de minerales estuvo en más de 20 minutos.

Se diseñó e implementó una aplicación móvil para el reconocimiento de minerales por sus propiedades físicas utilizando la Metodología OpenUp teniendo en cuenta sus cuatro fases.

Se evaluó el reconocimiento de minerales por sus propiedades físicas para los estudiantes de ingeniería de minas y geología después de la implementación de la aplicación móvil, obteniendo un porcentaje de aciertos de 87% y en mayor cantidad el tiempo de demora para la identificación de minerales estuvo en menos de 10 minutos.

Finalmente, se determinó el efecto de la aplicación móvil en el reconocimiento de minerales por sus propiedades físicas para los estudiantes de ingeniería de minas y geología, aumentando el porcentaje de aciertos en 34% y la mayor cantidad de estudiantes pasaron a un tiempo de demora de menos de 10 minutos logrando hacer un trabajo más productivo, logrando aceptar la hipótesis alternativa.

REFERENCIAS

[1] A. D. L.*, «La Importancia del sector Minero para el Perú», *J. Econ. Finance Int. Bus.*, vol. 4, n.º 1, Art. n.º 1, 2020, doi: 10.20511/jefib.2020.v4n1.841.

[2] C. T. Pachón Mahecha, «Minería sostenible, el reto», nov. 2014, Accedido: 16 de febrero de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/12269>

[3] «El papel de la minería en la reactivación económica – Anglo American Peru». <https://peru.angloamerican.com/moquegua/impulso-minero/el-papel-de-la-mineria-en-la-reactivacion-economica.aspx> (accedido 23 de febrero de 2023).

[4] «» Actividad Minera: Exploración, Producción y Exportación». <https://eitird.mem.gob.do/actividad-minera-exploracion-produccion-y-exportacion/> (accedido 16 de febrero de 2023).

[5] «Guía-Pequeños-Artesanales.pdf». Accedido: 16 de febrero de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/institucional/regionales/Publicaciones/Guia-Peque%C3%B1os-Artesanales.pdf>

[6] «Los cinco trabajos más buscados en la industria minera», *Gerens*, 7 de diciembre de 2022. <https://gerens.pe/blog/los-cinco-trabajos-mas-buscados-en-la-industria-minera/> (accedido 17 de febrero de 2023).

[7] O. Verano, «recibido, ya que ellos siempre estuvieron ahí proporcionar palabras de apoyo y positivas a».

[8] S. C. Usano y C. A. D. Carañana, «Análisis de la aplicación de la tecnología móvil en las empresas».

[9] S. J. Hernández, «El turismo en la era digital : las aplicaciones móviles como herramienta de innovación».

[10] E. Mayoral, J. Fernández-Caliani, A. Santos, y A. Campina, «Geobrary®. Una aplicación móvil para el reconocimiento visual de minerales y fósiles», ene. 2018.

[11] «Desarrollo de un sistema interactivo de enseñanza virtual para el reconocimiento de minerales habituales - PDF Descargar libre». <https://docplayer.es/20901603-Desarrollo-de-un-sistema-interactivo-de-ensenanza-virtual-para-el-reconocimiento-de-minerales-habituales.html> (accedido 22 de febrero de 2023).

[12] J. W. Alzate Ramirez y C. M. García Serna, «Sistema de información para la estandarización de la información obtenida durante la prospección y exploración minera», nov. 2015, Accedido: 22 de febrero de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/handle/20.500.12746/2332>

[13] M. L. Arizaga Saula y R. A. Narváez Albuja, «Desarrollo de un software para modelado digital en la exploración y explotación minera a cielo abierto, aplicado en dispositivos móviles», bachelorThesis, Universidad del Azuay, 2021. Accedido: 23 de febrero de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/10762>

[14] M. Aulinas *et al.*, «BCN Rocks: aprendiendo geología urbana a través de una aplicación App interactiva», 2016, doi: 10.13039/501100005774.

[15] Mindat.org. (s. f.). Recuperado 3 de mayo de 2024, de <https://www.mindat.org/>

[16] J. Lozada, «Investigación Aplicada: Definición, Propiedad Intelectual e Industria», *CienciaAmérica Rev. Divulg. Científica Univ. Tecnológica Indoamérica*, vol. 3, n.º 1, pp. 47-50, 2014.