



Revista Centro Minero

Nº 1 - 2018

SENA CENTRO MINERO:
HISTORIA ENTRE DEVOCIÓN,
EDUCACIÓN Y ECONOMÍA

APRENDIZ
INNOVADORA
TRANSFORMA RESIDUOS
AGROINDUSTRIALES

DESDE LAS
ENTRAÑAS DE LA
TIERRA
CON PERSPECTIVA DE
MUJER

ALTERNATIVAS
INNOVADORAS
PARA EL MANEJO DE
AGUAS RESIDUALES DE
MINERÍA

EL JUEGO
UNA ESTRATEGIA DE
CONOCIMIENTO



Centro
Minero
Regional Boyacá

ISSN xxxxxxxxxx



**Centro
Minero**
Regional Boyacá



Revista Centro Minero

Periodicidad: Bial
Servicio Nacional de Aprendizaje
SENA

Centro Minero - Regional Boyacá
Kilómetro 7 Vereda Morcá, Sogamoso, Colombia
Teléfono: +57 (038) 772 1313
IP 82479 - 82451 - 82462

Dr. Carlos Mario Estrada
Director General SENA

Dr. Pedro Elías Barrera
Director SENA Regional Boyacá

Ing. Juan Carlos Pinilla Holguín
Subdirector SENA Centro Minero

**SISTEMA DE INVESTIGACIÓN,
DESARROLLO TECNOLÓGICO
E INNOVACIÓN SENNOVA**

Dr. Emilio Navia Zúñiga
Coordinador SENNOVA

Ing. Deicy María Camacho Vega
Líder SENNOVA - Centro Minero

Biol. Jenny Andrea Preciado Gaitán
Líder Grupo de Investigación

Ing. Luis Alfredo Lozano Rodríguez
Líder de Semilleros

COMITÉ EDITORIAL

Lina Marcela Camargo Ruiz

Licenciada Idiomas Modernos Español - Inglés
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia
Especialista en Informática para la Docencia
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia

Carlos Hernán Castañeda Plazas

Diseñador Industrial
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia
Diseñador Oficial Grupo Gicemin

Jenny Andrea Preciado Gaitán

Bióloga
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia
Msc. Gestión y Auditorías Ambientales
Universidad León España
**Tecnólogo Profesional en Sistemas de
Potabilización de Aguas**
SENA Centro Minero

Martha Cecilia Suárez Pardo

Auditor HSEQ ICONTEC
**Msc. Magister en Salud Ocupacional
y Ambiental**
Universidad del Rosario
**Especialista en Salud Ocupacional
y Prevención de Riesgos**
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia
Fisioterapeuta
Universidad Manuela Beltrán

EDITOR

éxito2000
impresores



Juan Carlos Pinilla Holguín

Subdirector Centro Minero SENA Regional Boyacá

SENNOVA es el Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación del SENA, el Centro Minero tiene un Grupo de Investigación denominado GICEMIN “Grupo de Investigación Centro Minero” el cual desarrolla cuatro líneas de investigación, las cuales son:

-  ◀ Diseño, Construcción y Hábitat
-  ◀ Minería Productiva, Responsable y Segura
-  ◀ Gestión Ambiental y Saneamiento Básico
-  ◀ Responsabilidad Social

A su vez cuenta con cinco semilleros de investigación relacionados con las diferentes áreas del conocimiento que se imparten en el Centro de Formación.



439 - Supervisión de Labores Mineras y Salud Ocupacional



440 - Química aplicada a la Industria, Agua y Saneamiento, Control Ambiental, Procesos de la Industria Química y Sistemas de Gestión Ambiental



430 - Topografía, Construcción, Obras Civiles y Maquinaria Pesada



438 - Análisis y Desarrollo de Sistemas de Información y Electromecánica



429 - Responsabilidad Social



SENNOVA
Sistema de Investigación,
Desarrollo Tecnológico e Innovación

Equipo de Trabajo SENNOVA
"Sistema de Investigación,
Innovación y Desarrollo Tecnológico"
SENA Regional Boyacá
Centro Minero
Fuente: SENA



GICEMIN
"Grupo de Investigación Centro Minero"
SENA Regional Boyacá
Centro Minero
Fuente: SENA



Centro
Minero
Regional Boyacá



Centro Minero

Regional Boyacá



Revista Centro Minero

Centro Minero

Nombre cuya pronunciación es suave y de fácil evocación, el color amarillo es acorde al color implementado en la señalización de seguridad industrial.

La letra C representa el casco del minero visto verticalmente y el cual es implementado habitualmente en el oficio de la minería, por eso el remate superior tiene la forma abstracta de una lámpara de minería.

La letra E representa la forma como se compone una mina, principalmente un túnel con sus respectivas galerías.

La M es la representación gráfica de las montañas en donde se ejerce la labor minera con responsabilidad y minería bien hecha.

La letra I representa la banda transportadora y los rieles que llevan el material del interior de la mina hacia el exterior para su procesamiento.

Y se remata con la lupa que representa la ciencia, la investigación y la mejora continua de la labor minera y todas las ciencias que están enmarcadas en la producción minera.

Además, el color negro contrasta con la imagen antropomorfa de un minero en su labor. El tipo de letra o la fuente utilizada en el nombre de la revista CEMI Centro Minero tiene un aspecto de partículas de polvo y material extraído del interior de una mina.

Carlos Castañeda

Diseñador Industrial

Instructor SENA Centro Minero Regional Boyacá



TABLA DE CONTENIDO

SENA CENTRO MINERO: HISTORIA ENTRE DEVOCIÓN, EDUCACIÓN Y ECONOMÍA ▶  **5**

DESARROLLO DE RECUBRIMIENTO ALIMENTICIO A PARTIR DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES COMO ALMIDÓN DE PAPA Y MUCÍLAGO DE NOPAL EN EL DEPARTAMENTO DE BOYACÁ ▶  **10**

REMOCIÓN DE CONTAMINANTES DE EFLUENTES MINEROS DE CARBÓN A PARTIR DE FITORREMEDIACIÓN EN ESQUEMAS PILOTO DE HUMEDALES ▶  **15**

CREACIÓN DE UN SUPLEMENTO MINERAL PARA EQUINOS DE TRABAJO ▶  **21**

DESDE LAS ENTRAÑAS DE LA TIERRA CON PERSPECTIVA DE MUJER: LA MUJER APRENDIZ EN LA MINERÍA BAJO TIERRA ▶  **26**

DETERMINACIÓN DE ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO DE AGUAS RESIDUALES DE LA MINA DIDÁCTICA UBICADA EN EL CENTRO MINERO, SENA REGIONAL BOYACÁ ▶  **33**

INVESTIGACIÓN PREVIA PARA EL DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE ROBOT EXPLORADOR PARA LA DETECCIÓN DE GASES EN AMBIENTES MINEROS BAJO TIERRA ▶  **42**

EL JUEGO COMO ESTRATEGIA DE APROPIACIÓN DEL CONOCIMIENTO ▶  **51**

LA FORMACIÓN PROFESIONAL INTEGRAL COMO ESTRUCTURA PARA EL EQUILIBRIO ▶  **57**



SENA CENTRO MINERO: HISTORIA ENTRE DEVOCIÓN, EDUCACIÓN Y ECONOMÍA

Teresita Ruiz Osorio - Compiladora

Bibliotecóloga SENA Centro Minero, truíz@sena.edu.co

Lina Marcela Camargo Ruiz - Segunda Compiladora

Instructora SENA Centro Minero, lcamargor@sena.edu.co

Resumen

El SENA centro minero es un establecimiento público del orden nacional en Colombia que Ofrece formación en programas técnicos, tecnológicos y complementarios ubicado en el Km 7 sector Batá vereda Morcá, municipio de Sogamoso, Boyacá, Colombia que se caracteriza por su enfoque en minería. En el año 1970, mediante acuerdo No. 126 el consejo directivo nacional de SENA, aprobó el plan básico para el funcionamiento del centro con un convenio bilateral con la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, así que sus profesionales apoyaron la labor formativa bajo la excelencia educativa de dicha institución. Del mismo modo recibió el apoyo del gobierno británico, quien facilitó la construcción de la mina didáctica y las asesorías de países como Francia, Polonia y Canadá, que permitieron adquirir avanzadas tecnologías y talleres de mantenimiento electrónico y mecánica de minas, además de modernos laboratorios para el estudio de minerales.

En el año 2010, con un área de 808 metros, se dio inicio a las obras de construcción de la primera Escuela de Mantenimiento de Equipo Pesado ABC, que cuenta con laboratorios de hidráulica, neumática, mecánica, talleres de mantenimiento de máquinas, aula de consulta, simuladores virtuales, patio y oficinas en donde se imparte formación de operarios de mantenimiento de equipo pesado, su construcción se adelantó mediante un convenio suscrito entre el SENA, GECOLSA y CATERPILLAR.

En abril de 2017 se inaugura el edificio para la modernización de la mina, con estas nuevas instalaciones se cuenta con centro de cómputo para el monitoreo y control de la mina, baños, auditorios, laboratorios talleres de electricidad, mecánica e hidráulica y sala de compresores.

Palabras clave

SENA, Educación, Minería, Historia

Abstract

The SENA mining center is a public establishment of the national order in Colombia that offers training in technical, technological and complementary programs located in Km 7 sector Batá path Morcá, municipality of Sogamoso, Boyacá, Colombia that is characterized by its focus on mining. In the year 1970, by means of agreement No. 126, the national board of SENA

approved the basic plan for the operation of the center with a bilateral agreement with the Technological and Pedagogical University of Colombia, also its professionals supported the educational work through the educational excellence of this institution. In the same way, it received the support of the British government, who facilitated the construction of the didactic mine and the consultancies of countries such as France, Poland and Canada, which allowed to acquire advanced technologies and workshops of electronic and mechanical maintenance of mines, as well as modern laboratories for the study of minerals.

In 2010, with an area of 808 meters, work began on the construction of the first ABC Heavy Equipment Maintenance School, which has laboratories for hydraulics, pneumatics, mechanics, machine maintenance workshops, classroom consultation, virtual simulators, patio and offices where training of heavy equipment maintenance operators is provided. Its construction was advanced by an agreement signed between the SENA, Gecolsa and Caterpillar.

In April 2017 the building for the modernization of the mine was inaugurated, with these new facilities there is a computer center for the monitoring and control of the mine, bathrooms, auditoriums, laboratories, electricity, mechanical and hydraulic workshops and compressor room.

Key words

SENA, Education, Mining, History

Introducción

En ocasiones, es preciso recuperar el pasado para comprender el presente y alejarse del olvido de quienes en su empeño han forjado estructuras con fines específicos, que, sin ser su pretensión, cambian no sólo la historia propia, si no de la comunidad presente en las dinámicas que trae el asentamiento de una aldea del conocimiento diseñada para la formación y el aprendizaje en beneficio de la economía del país y de la población que requiere fortalecer sus nuevas maneras de ejercer una labor con técnicas y conocimientos ofrecidos en el SENA Centro Minero.



En la búsqueda e indagación se realizan entrevistas a autores del propio centro como fuente primaria de información y es emocionante ver sus rostros iluminados al hacer el relato como si fuera una aventura propia de su imaginación y su pericia para crear espacios vivos que traen desarrollo a una comunidad rural, olvidada en algún momento y que renace todos los primeros sábados del mes, cuándo los fieles de la Virgen de Morcá en su caminata a la gruta encomiendan los sueños y deseos de un mejor porvenir para su existencia. Es así, como el centro minero se convierte en un referente para los visitantes propios y ajenos que difunden con sus marchas y plegarias el idilio entre la compasión y la esperanza.

La memoria escrita y oral ayuda a establecer y recordar los objetivos de una institución educativa y formadora que día a día florece entre la investigación y el aprendizaje, con la seguridad que en su marcha alimentará constantemente su propia historia: entre la devoción, la economía y el desarrollo del país a través de la formación para el empleo y los sueños de quiénes acuden a su encuentro.

SENA Centro Nacional Minero

El SENA Centro Minero ubicado en el Km 7 sector Batá vereda Morcá, municipio de Sogamoso, Boyacá, Colombia. Zona rural, que se caracteriza por ser eminentemente minera, en carbón y el turismo religioso propio de la Virgen que revela su nombre: “la Virgen de Morcá”

Creación

En 1968, una comisión francesa realizó estudios para detectar las necesidades de formación profesional en este campo; los análisis indicaron que el departamento de Boyacá, rico en minerales como: carbón, hierro y caliza, requería de un lugar que capacitara y le diera valor formativo a la labor minera, ya que carecía de perfiles aptos para desarrollar plenamente todas las labores que se encuentran implícitas en este milenario trabajo.

Como resultado de investigaciones de actividades económicas a cubrir por los programas de formación profesional integral por parte del DANE, Icetex y la oficina de

recursos del SENA, se estableció la verdadera necesidad de impartir formación en minería en el departamento.

Una vez creada y reconocida la necesidad, el SENA moviliza todos los mecanismos para atender esta sugerencia y en compañía de una entidad asesora con el señor Florián Hanke, recomienda crear un centro para la formación minera. El SENA determina hacer estudios de costos, ubicación, estructura y funcionalidad de un centro que se ocupara de la formación profesional minera.

Fue así como en 1970, mediante acuerdo N° 126 el Consejo Directivo Nacional de SENA, aprobará el plan básico para la puesta en marcha del centro, con la vinculación de personal. Lo que diera lugar a un convenio bilateral en octubre de 1971, con la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, dentro del cual sus profesionales atendieran el llamado para vincularse con la labor formativa en el centro nacional minero, garantizando que la formación estuviera acompañada de idoneidad y responsabilidad con la excelencia educativa en la institución.

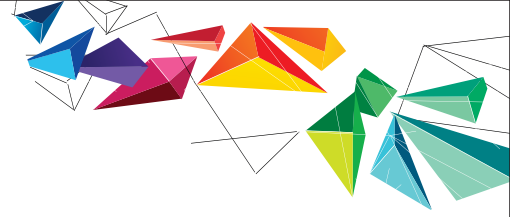
El apoyo recibido del gobierno Británico facilitó la construcción de la mina didáctica y las asesorías de países como Francia, Polonia y Canadá, permitieron adquirir avanzadas tecnologías y talleres de mantenimiento electrónico y mecánica de minas, además de modernos laboratorios para el estudio de minerales.



Figura 1. Entrada a la primera mina didáctica del Centro Minero. Mina Matayeguas. 1971

Fuente: Archivo SENA





En Matayeguas, un sector facilitado por Acerías Paz del Río, se formaliza la instrucción de los primeros aprendices de: Cementos Boyacá, Concesión Salinas, carbones San Fernando, Hullera de Occidente y Carbones Santa Anita. Eran unos barriales, tremendos, a veces las botas se quedaban pegadas al barro y que lío para sacarlas, por eso el nombre: Matayeguas. Y aun así, se dio comienzo al Centro Nacional Minero, los primeros pasos para este gran proyecto.

“Un día decidimos ir a buscar un lugar adecuado para hacer nuestro propio centro, nos fuimos con machetes y botas a caminar por el sector Batá, en Morcá, ya que se distinguía por su riqueza en Carbón, al encontrar el lugar, nos lo vendían por un poco de plata, pero, sentimos que era el lugar ideal por la mina, no teníamos aún en la mente la mina didáctica, fue más adelante que se planteó la propuesta. Así fue, como nos fuimos para Bogotá a rebuscar la plática para poder comprar el terreno con la mina, que actualmente funciona, como mina didáctica del SENA”.

“El agüita la buscamos, por allá por los lados de Monguí, se trajo hasta acá por unas acequias y mangueras largas al centro para almacenarla en unos inmensos tanques, que se hicieron; al tiempo, empezó a irse el agua, nos fuimos a ver qué pasaba, fue ahí cuando descubrimos que algunos campesinos se habían pegado de la tubería, pero, como la idea era que todos nos beneficiáramos, se llegó a un acuerdo y por las noches nos dejan el agüita para que llenara los tanques, y así todos nos beneficiamos. Lo mismo pasó con la energía, fue muy difícil traer esos postes por estas montañas, pero se logró. Los instalamos y sucedió lo mismo, la gente del sector también se pegó, pero bueno, todos tenemos derecho, siempre buscando conciliar nos reunimos con la gente y negociamos para que a todos nos tocara un poco, esa es otra manera como el Centro minero ha sido transformador de la comunidad de Morcá.” Reynaldo Caballero Cáceres, Ing. Mecánico del centro minero. (2017)

EL ABC

En el año 2010, con un área de 808 metros, se dio inicio a las obras de construcción de la primera Escuela de Mantenimiento de Equipo Pesado ABC, la cual cuenta con laboratorios de hidráulica, neumática, mecánica, talleres de mantenimiento de máquinas, aula de consulta, simuladores virtuales, patio y oficinas.

Desde allí se imparte la formación de operarios de mantenimiento de equipo pesado, su construcción se adelantó mediante un convenio suscrito entre el SENA, GECOLSA y CATERPILLAR. En esta alianza, el SENA se encargó de la construcción de la infraestructura física y de aportar los instructores, encargados de dar la formación con base en las pedagogías SENA.

Por su parte, GECOLSA doto los laboratorios; y CATERPILLAR los motores, un tren de potencia, un cargador y una excavadora.

"La construcción fue muy rigurosa; cumpliendo con las normas de infraestructura y de formación. En la obra, todo estuvo debidamente reglamentado y permanentemente se auditó, para que su cumpliera con lo establecido.

Nos tocó abrir camino con voladura, era una hazaña por completo, pero era tanta la emoción de lograr los objetivos que en un campero por este camino destapado traíamos la dinamita y la gasolina juntas, después era que pensábamos y nos daba susto, pero, se logró lo propuesto” Gustavo Guío, Ingeniero, líder de la obra. (2018).



Figura 2. Edificio ABC, Centro minero, 2014
Fuente: SENA



Modernización de la Mina Didáctica

En abril de 2017 se inaugura el edificio para la modernización de la mina, con estas nuevas instalaciones se cuenta con centro de cómputo para el monitoreo y control de la mina, baños, auditorios, laboratorios talleres de electricidad, mecánica e hidráulica y sala de compresores.

En la autoría del Subdirector: Juan Carlos Pinilla Holguín, se destaca esta obra por los equipos y la infraestructura adquirida, como alternativa para mejorar la formación en labores mineras bajo tierra.

La mina didáctica del SENA Centro Minero es visitada por diferentes grupos nacionales y extranjeros, por su propuesta de enseñanza práctica, ya que es vital para la adquisición de conocimiento en una experiencia de estructura real que posibilita la formación pedagógica impartida por el SENA Centro Minero.

La historia ligada a la transformación de las comunidades, en este caso la Vereda de Morcá, es un antecedente social propicio no sólo por vincular a la comunidad, si no, para generar empoderamiento de la sociedad con los espacios públicos de aprendizaje que forman sociedad con posibilidades de calidad de vida, porque no solo se teje el entramado desde la educación si no de compartir estos espacios, generando dinámicas económicas para las personas que se encuentran en su entorno.

El Centro Minero no solo presta los servicios de formación en minería, también ofrece: topografía, procesos de la industria química, maquinaria pesada, salud ocupacional, control ambiental, análisis y desarrollo de sistemas de información, sistemas de gestión ambiental, agua y saneamiento, electromecánica, química aplicada a la industria.

El Centro minero forma parte de la comunidad no solo de Morcá, sino también del municipio de Sogamoso, incrementando el desarrollo de la localidad con sus economías en torno a la convivencia de la institución. Con respecto a las personas que proveen sus alimentos: Don John, la señora de la Guajira y doña Erika, como se les conoce regularmente, quiénes hacen parte de la red social del centro, todos y cada

uno con sus propios cuentos e historias, que intensifican la vida en el centro.

Así mismo, el transporte, los perros, las aves y sus tranquilos paisajes que permiten un estilo de aprendizaje cómodo, en un bello entorno que permite la profundidad del conocimiento.

La historia aún no termina y se sigue construyendo desde la fortaleza del estado y de quienes interactúan con ella constantemente para legitimarla con sus acciones y propuestas.



Figura 3. Inauguración modernización edificio de mina, 2017

Fuente: Personal

Ministerio del trabajo y seguridad social. (1971). Antecedentes. SENA centro nacional minero: Sogamoso Boyacá, 25-020, 1-3.

Centro Nacional minero, 25 años.(1996) [folleto]

SENA. Entrada a la primera mina didáctica del Centro Nacional Minero: Mina Matayeguas. Anterior a construcción de sede propia y mina didáctica. Recuperado de <https://hdl.handle.net/11404/3301> [junio 2018]

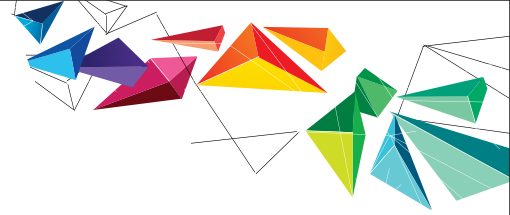


Trazar metas y obtener resultados de lo que se proyecta en investigación, eso es: SENNOVA, una oportunidad para creer en una experiencia de la gran familia SENA Centro Minero.

Martha Suárez

Instructora Salud ocupacional,
SENA Centro Minero





Instalaciones
SENA Regional Boyacá - Centro Minero
Fuente: SENA



Mina Didáctica Centro Minero
SENA Regional Boyacá - Centro Minero
Fuente: SENA



DESARROLLO DE RECUBRIMIENTO ALIMENTICIO A PARTIR DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES COMO ALMIDÓN DE PAPA Y MUCÍLAGO DE NOPAL EN EL DEPARTAMENTO DE BOYACÁ

Helena Victoria Daza Lagos

Aprendiz en Química Aplicada a la Industria,

Servicio Nacional de Aprendizaje SENA

Centro Minero Regional Boyacá, hvdaza@misena.edu.co

Resumen

El desarrollo de nuevos materiales biodegradables para la industria del envase y embalaje de alimentos representa un reto a nivel mundial debido al impacto ambiental generado por materiales de difícil generación y el incremento de residuos sólidos tanto en fuentes hídricas como en rellenos sanitarios. Por esa razón, se desarrolla un nuevo material para recubrimientos alimenticios con mezclas de residuos agroindustriales de gran contenido de biomasa como Almidón de papa industria de la zona y el mucílago (plastificante) de nopal *Opuntia Ficus Indica* proveniente de cultivos en Pesca Boyacá.

Para la obtención del biopolímero inicialmente se extrajo el mucílago de nopal por el método cocción y adición de solventes propuesto por (Abraján 2008); el almidón de papa fue recolectado de la industria los lanceros de Duitama. Posteriormente se realizó un diseño experimental para determinar la mezcla óptima del polímero bajo diseño factorial completo de correlación directa en tres factores a diferentes niveles, tomando como variables claves del proceso: Mezcla almidón-agua destilada (20% (1:4); 25 % (1:3); 33.3% (1:2) y 50% (1:1); Glicerol (5% y 8 %) y adición de mucílago de nopal (10% y 15%) por técnica en secado de bandejas, obteniendo 32 probetas llevado a cabo en software estadístico Minitab.

Se observó que la mezcla optima fue la probeta 7 con una concentración 50% (almidón y agua destilada), (5%) glicerol y la incorporación 10 % de mucílago de nopal (*Opuntia ficus Indica*) dando lugar a una mayor adhesión de los materiales, un aumento de la estructura de gelatinización y una mejor plastificación, resultando el mucílago y el nopal en conjunto con el glicerol un plastificante alternativo para el desarrollo de recubrimientos.

Palabras clave

Almidón de papa, Bioplásticos, Boyacá, Nopal, Mucílago de nopal, Recubrimiento Alimenticio.

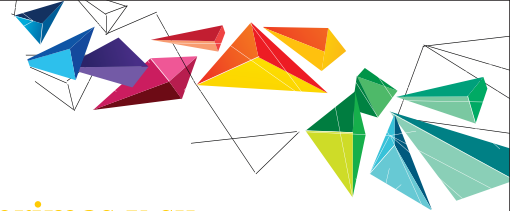
1 Introducción

En la actualidad surgen necesidades en reevaluar los envases plásticos de difícil disposición en empaques reutilizables, reciclables o compostables de menor costo, por eso es frecuente emplear residuos agroindustriales con gran contenido de biomasa como sustratos idóneos, que en conjunto con nuevas tecnologías y bio-procesos industriales convierten estos recursos de bajo costo en plásticos 100% biodegradables con variadas aplicaciones a nivel industrial (Martínez y Saravia, 2013).

Repensar nuevos empaques en el sector alimenticio representa una alternativa para aumentar la vida útil de los alimentos, se requieren envases biodegradables y compostables que permitan una mayor protección de la acción física, mecánica, química y microbiológica (Falguera et al, 2010) y no de solo uso. Por esta razón, se propone el desarrollo de un recubrimiento natural, es decir, una capa continua y delgada de material que recubre alimentos como frutas y verduras del departamento, actuando como una barrera frente a la humedad, gases, microorganismos y así evitar la pérdida de peso, color, sabor a lo largo del tiempo.

Para la elaboración de recubrimientos alimenticios autores como VALERO et al (2013) clasifican los biopolímeros en tres subgrupos: polímeros basados en recursos renovables (celulosa y almidón o mezclas); seguido de polímeros biodegradables de la industria petroquímica y finalmente polímeros





producidos por biotecnología y nanotecnología. Dado que en el departamento de Boyacá ciertas industrias que procesan la papa concentra grandes cantidades de almidón de papa por la demanda y porque es una zona papicultora, se desechan gran cantidad de esta biomasa, por lo cual resulta ser un sustrato aprovechable debido al contenido de azúcares. Así mismo, ocurre con los desechos de la poda de cultivos como el nopal que debido a su falta de interés por transformarlos se ha generado un mal manejo y disposición ocasionando malos olores, lo cual ocasiona un desperdicio de polímeros y plastificantes naturales que pueden ser aprovechados para nuevos biomateriales.

A nivel internacional se han venido desarrollando mezclas de almidón de papa con mucilago de nopal como plastificante, destacándose los siguientes investigadores: Abraján (2008) evaluó la aplicación del mucilago de nopal (*Opuntia Ficus Indica*) en recubrimientos alimenticios; Guzmán et al (2014) aprovecharon el mucilago de nopal para el desarrollo de películas biodegradables comestibles; por su parte, Mendoza et al (2014) realizaron películas con mucilago de nopal y caseinato de sodio; y finalmente Moreno et al (2017) desarrollaron un bioplastico con almidón de papa, mucilago de nopal y sábila. Los cuales caracterizaron los sustratos y a su vez determinaron el potencial como recubrimientos alimenticios en respuesta a la problemática ambiental causada por los plásticos convencionales.

Por su parte a nivel nacional son pocos los casos de estudios que utilicen y valoricen el almidón de papa y mucilago de nopal, por esa razón, el objetivo es desarrollar un recubrimiento alimenticio a partir de estos sustratos agroindustriales en el departamento de Boyacá. Inicialmente se realizó una extracción del mucilago de los cladodios del nopal y se obtuvo almidón residual de una empresa en Duitama. Posteriormente, se realizaron mezclas a diferentes concentraciones de sustratos y el plastificante obteniendo una mezcla óptima bajo un diseño factorial completo de correlación directa y se evaluó el efecto de la adición del mucilago de nopal y finalmente obtener el prototipo por la técnica de bandejas.

2 Materias primas y su importancia en la formación de recubrimientos

2.1 Mucilago de nopal (*Opuntia Ficus Indica*)

El mucilago es un polisacárido con peso molecular que va desde 2.3×10^4 (Medina, 2000) hasta 4.3×10^6 Da (Trachtenberg y Mayer, 1982). Entre su composición se encuentran, en mayor parte, unidades de azúcar de D-galactosa, L-arabinosa, D-xilosa y L-ramnosa, así como ácido galacturónico. Tomando en cuenta el grado de madurez del nopal, se pueden desarrollar aplicaciones como aditivos naturales para la industria alimentaria a partir de su mucilago es considerada como una sustancia hidrocoloidal que al contacto con el agua producen espesamiento o gelificación, esta viscosidad permite una mayor plastificación y formación de espesantes y películas comestibles y recubrimientos para alargar la vida de anaquel y mejorar la calidad de alimentos frescos, congelados y procesados, lo que lo convierte en una gran alternativa para la producción de bioplásticos.

2.2 Almidón de papa residual

Es un polisacárido de alto peso molecular, compuesto por dos macromoléculas amilopectina y amilasa, esta última al disolverse en agua adquiere una estructura secundaria de forma helicoidal. La funcionalidad del almidón permite una mejor resistencia mecánica y flexibilidad, el cual es el más utilizado para la elaboración de bioplásticos a nivel mundial (Vargas, 2017).

3 Extracción del mucilago de nopal

El nopal utilizado fue obtenido de uno de los cultivos de nopal de la cooperativa Coopmulsevida ubicada en Pesca Boyacá, se eligieron cladodios entre 1 a 3 años, libre de mancha de asfalto (enfermedad común en este tipo de plantaciones) se obtuvo teniendo en cuenta la metodología propuesta por los siguientes autores con ciertas modificaciones: Abraján, 2008: molienda (1:4 nopal, agua) cocción 90°C ; precipitación 1:3 nopal-isopropanol.





Figura 1. Proceso de extracción del mucilago de nopal por técnica de cocción y solventes

4 Elaboración de recubrimiento comestible

Para su elaboración se realizaron 8 pruebas por duplicado a diferentes concentraciones para obtener 16 ensayos las cuales se dividen en dos para un total de 32 probetas. El diseño experimental se llevó a cabo en un software Minitab, a nivel general se realizó una mezcla entre almidón de papa y agua destilada en una plancha de calentamiento y se adicionaron los plastificantes: glicerol y el mucilago de nopal como se describen en la siguiente tabla y finalmente se llevó a horno de secado por 24 h a una temperatura no mayor a 50° C.

Tabla 1. Diseño experimental para elaboración del recubrimiento

Orden Corrida	Orden Est	Nopal %	Almidón y H2O %	Glicerol %
1	2	10	20	8
2	16	15	50	8
3	13	15	33.33	5
4	4	10	25	8
5	9	15	20	5
6	17	10	20	5
7	31	15	50	5
8	28	15	25	8
9	6	10	33.33	8
10	14	15	33.33	8
11	23	10	50	5
12	24	10	50	8
13	1	10	20	5
14	22	10	33.33	8
15	27	15	25	5
16	3	10	25	5
17	15	15	50	5
18	11	15	25	5
19	29	15	33.33	5
20	8	10	50	8
21	20	10	25	8
22	25	15	20	5

23	10	15	20	8
24	19	10	25	5
25	32	15	50	8
26	30	15	33.33	8
27	18	10	20	8
28	12	15	25	8
29	5	10	33.33	5
30	7	10	50	5
31	21	10	33.33	5
32	26	15	20	8

En la anterior tabla se expresa las 32 pruebas obtenidas aleatoriamente a partir de diferentes concentraciones de almidón y H2O: 20% (1:4); 25 % (1:3); 33.3% (1:2) y 50% (1:1). Se estableció dos volúmenes de mucilago de nopal 10 % y 15 % dados y un volumen de glicerol de 5 % y 8 % para la elaboración de cada probeta.

5 Conclusiones

La incorporación de mucilago de nopal de Opuntia ficus indica en soluciones que el almidón puede ser un aditivo alternativo y adecuado para la elaboración de recubrimientos alimenticios en compuestos basados en almidón, ya que permite aumentar la gelatinización como se observó en 32 probetas.

Como mezcla óptima se obtuvo las concentraciones reportadas en la probeta 7 con concentración 50% (almidón y agua destilada), (5%) glicerol y la incorporación 10 % de mucilago de nopal, como se observa en la imagen 3 de la figura 2.

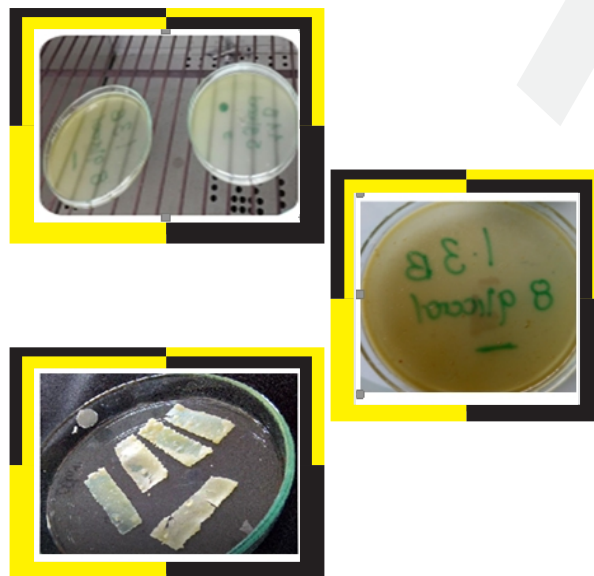


Figura 2. Se reportan los recubrimientos con mejor adhesión en mezcla de los sustratos





Recomendaciones

Se recomienda usar otras técnicas de extracción para aumentar la cantidad de mucilago, asimismo realizar una modificación por síntesis química a las materias primas para aumentar las propiedades de resistencia y flexibilidad y así disminuir su degradación.

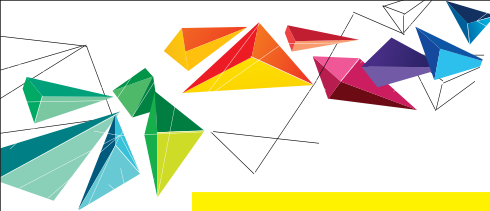
Agradecimientos

Agradamientos al Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Centro Minero Regional Boyacá y al Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación SENNOVA, por facilitarnos recursos económicos, humanos y toda la logística necesaria para poder desarrollar este trabajo de investigación en el área de química aplicada a la industria y la formación profesional integral. Asimismo, al Ing. Nairo Rodríguez a mis compañeras de formación Estefanía Izquierdo Bermeo, Katerin Galvis y Linda Fonseca por el acompañamiento al proceso.

Referencias

- Abraján-Villaseñor, M. A. (2008). Efecto del método de extracción en las características químicas y físicas del mucilago de nopal (*Opuntia ficus-indica*) y estudio de su aplicación como recubrimiento comestible. *Tesis doctoral no publicada*. Universidad Politécnica de Valencia. Departamento de de alimentos. Valencia, España
- Falguera, V et al (2011). Edible films and coatings: Structures, active functions and trends in their use. *Trends in Food Science & Technology*. 22. 292-303. 10.1016/j.tifs.2011.02.004.
- Guzmán, E., Pérez, L., Loredó, K., Meneses, P. & Ponce, H. (2014). aprovechamiento del mucilago de nopal verdura (*Opuntia ficus*) para el desarrollo de películas biodegradables comestibles. 1er Simposio Nacional de Investigación e Innovación en Ingeniería Química: Innovación competitiva para el futuro. San José de la Trojes, Matchuala, SLP. México.
- Martínez, G. y Saravia, V. (2013). Plásticos biodegradables producidos por microorganismos. *Uguguay y Ciencia*, [en línea] (16), pp.22-23. Disponible en : <https://bit.ly/2ylzApg> [Acceso 4 Sep. 2018].
- Medina-Torres et al., (2000) Rheological properties of the mucilage gum (*Opuntia ficus indica*) *Food Hydrocolloids*, 14 (5), pp. 417–424.
- Mendoza, B., Gómez, E., Hernández, E., Rodríguez, A. y Chavarría, N. (2014). Elaboración y caracterización de películas biodegradables a partir de mucilago de nopal-caseinato de sodio y mucilago de nopal-pectina. *ECORFAN Ciencias Agropecuarias*, [en línea] 2(1), pp.130-136. Disponible en : <https://bit.ly/2BMGwen> [Acceso el 16 Agosto 2018].
- Moreno, A., Humarán, V., Báez, E., Báez, G. y León, A. (2017). Transformación del almidón de papa, mucilago de nopal y sábila en bioplásticos como productos de valor agregado amigables con el ambiente. *Ra Ximhai*, [en línea] 13(Especial), pp.365-382. Disponible en: <https://bit.ly/2P2ma2C> [Acceso el 9 Agosto. 2018].
- Trachtenberg y Mayer (1980) Biophysical properties of *Opuntia ficus-indica* mucilage *Phytochemistry*, 21 (12), pp. 2835–2843.
- Valero-Valdivieso, M., Ortegón, Y. y Uscategui, Y. (2013). Biopolímeros: avances y perspectivas, *Dyna*, 80(181), p. 171-180.
- Vargas, P. (2017). *Caracterización del almidón residual agroindustrial de papa y su aprovechamiento para elaboración de productos oxobiodegradables en el departamento de Boyacá*. Maestría. Universidad Pedagógica y tecnológica de Colombia (UPTC).





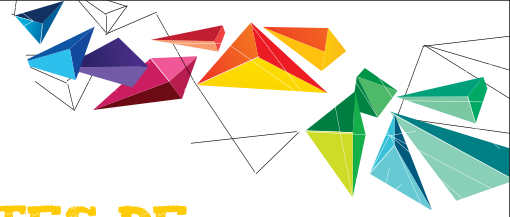
Formación en Operación de Maquinaria pesada para excavación
SENA Regional Boyacá - Centro Minero
Fuente: SENA

Programa de Bienestar al Aprendiz SENA
Regional Boyacá - Centro Minero
Fuente: SENA



Formación en Montaje Electromecánico de Instalaciones Mineras Bajo Tierra
SENA Regional Boyacá - Centro Minero
Fuente: SENA





REMOCIÓN DE CONTAMINANTES DE EFLUENTES MINEROS DE CARBÓN A PARTIR DE FITORREMEDIACIÓN EN ESQUEMAS PILOTO DE HUMEDALES

Nohora Patricia Soto Soto

SENA Centro Minero, patricia.soto@misena.edu.co

Laura Fernanda Parra Salcedo

SENA Centro Minero, lfparra91@misena.edu.co

Adriana Salamanca Viancha

SENA Centro Minero, asalamancav@misena.edu.co

Resumen

Las técnicas de fitorremediación se caracterizan por ser prácticas de tratamiento de aguas residuales de forma pasiva y con características estéticas agradables, estos sistemas de tratamiento buscan aprovechar la capacidad de las plantas en la remoción de contaminantes en los cuerpos de agua objeto de tratamiento. El Centro Minero Sogamoso, Morca, ubicado en zona de transición de ecosistema de páramo, cuenta con una mina didáctica enfocada a la enseñanza de tecnologías relacionadas con esta actividad extractiva, generando a partir de la explotación de carbón vertimientos mineros que permiten la experimentación y desarrollo de nuevas tecnologías que apuntan a la solución de las problemáticas ambientales que envuelven al sector; es por ello que mediante experimentación a nivel piloto, se proyectan y construyen esquemas escalados de humedales, conformados por filtros biológicos, en los cuales las plantas macrófitas se siembran en la superficie del lecho filtrante y las aguas residuales mineras atraviesan de forma vertical el sistema propuesto, el nivel del agua se mantiene por encima de la superficie del medio granular, y en un periodo de retención determinado se realiza seguimiento a parámetros previamente establecidos. La metodología para la realización del ensayo se dividió en dos fases: en la primera de ellas se calcularon y diseñaron los esquemas a nivel piloto basados en los caudales reales aportados por la mina y escalados a laboratorio y en la segunda fase se realiza una caracterización de los parámetros objeto de seguimiento.

La actividad extractiva en la zona de Boyacá y las múltiples limitaciones que existen en Colombia frente a la implementación de tecnologías convencionales para tratamiento de aguas residuales industriales, unido a la carencia de técnicos preparados para operarlos y altos

costos en energéticos además la existencia de pocos laboratorios acreditados en parámetros relacionados hacen que tecnologías pasivas como las objeto de estudio, sean un opción adecuada gracias a su comportamiento frente a la remoción de parámetros físicos y químicos presentes en este tipo de aguas.

Palabras clave

Fitorremediación- Aguas residuales- Humedales- Macrófitas- Minería.

1 Introducción

La minería de carbón en Boyacá se desarrolla para el mantenimiento de la economía del hogar actividad vinculada a los entornos familiares. A raíz de ello no se ha logrado que se realice bajo un enfoque organizacional, adicional a ello ha

sido una actividad de gran importancia para la economía de una región, sin embargo, unido a ella vienen asociados fuertes impactos ambientales que afectan la calidad de vida de las poblaciones de las áreas de influencia donde están ubicadas, dentro de los aspectos que presentan efectos significativos se encuentran las aguas asociadas a los procesos

de extracción y beneficio, unido a ello la minería artesanal, la falta de conciencia ambiental, falta de inversión y desconocimiento de tecnologías de tratamiento ocasionan que día a día se contaminen las aguas receptoras.

Los tratamientos convencionales para aguas mineras de carbón, se caracterizan por tener costos elevados presentando inconvenientes de





mantenimiento en el tiempo, problemas que se maximizan en las etapas de cierre y abandono, donde se requiere que los tratamientos continúen lo que en muchos de los casos no es posible. En los últimos años se han venido trabajando métodos de tratamiento pasivo que han presentado buenos resultados frente a los tratamientos convencionales, con la ventaja de requerir poco mantenimiento y bajo costo; dentro de estos tratamientos se encuentran los humedales, los cuales son sistemas constituidos por medios de soporte, vegetación y agua. Estos se caracterizan por ser sistemas de depuración simples en su operación y mantenimiento con bajos índices en la generación de materiales residuales y buenos comportamientos en remoción. Se presentan como alternativas económicas para el tratamiento de estas aguas, la vegetación en humedales construidos es parte esencial para el logro de sistemas de tratamiento de alto rendimiento.

La presencia de plantas y la adecuada selección de las mismas, ha mostrado mejoras en la remoción de nutrientes en humedales construidos. (Tanner, 2001., Akratos y Tsihrintzis, 2007., Brisson y Chazarenc, 2009., Stefanakins y Tsihrintzis, 2012b). Numerosos estudios sobre eficiencia de humedales construidos llevados a cabo con y sin vegetación, han concluido, que el desempeño de los sistemas es más eficiente cuando se encuentran plantados (Kadlec et al., 2009, Iamchatuturapatr et al., 2007., Ciria et al., 2005). Adicional a ello la tecnología de los humedales artificiales (HA), requieren de poco personal operativo y el proceso de tratamiento de las aguas residuales involucra elementos que son provistos por la naturaleza (CONAGUA, 2013). En las últimas décadas ha incrementado el interés en el uso de humedales artificiales para el tratamiento de aguas residuales debido a su baja generación de gases de efecto-invernadero y bajos costos de operación y mantenimiento, así como un mayor ahorro energético (Yang et al., 2005). Los tratamientos de aguas residuales que involucran macrofitas flotantes han demostrado ser eficientes en la remediación de aguas con contenidos de

nutrientes, materia orgánica y sustancias tóxicas como arsénico, zinc, cadmio, cobre, plomo, cromo, y mercurio. Su importancia radica en su aptitud para ser empleados en núcleos rurales debido a su bajo consumo de energía convencional y la practicidad en el montaje y operación de los sistemas de tratamiento. (Bolaños, Casas y Aguirre, 2008); la importancia de las macrofitas radica en su facilidad para ser empleadas en núcleos rurales debido a su bajo consumo de energía convencional y a la practicidad en el montaje y operación de los sistemas de tratamiento. Aun así, todavía no se han esclarecido rigurosamente los procesos que tienen lugar en la depuración de aguas residuales con macrofitas flotantes (Martelo y Lara, 2012).

Los ecosistemas acuáticos se utilizan directa o indirectamente, como receptores de líquidos y sólidos potencialmente tóxicos de origen doméstico, agrícola e industrial, que incluyen altas concentraciones de nutrientes, materia orgánica y metales pesados que deben ser controlados (Kim, Iggunu y Chen, 2014). Gran variedad de plantas se han empleado para la remoción de nitrógeno, fósforo, sólidos, materia orgánica y metales, obteniéndose de estos últimos buenas eficiencias a escala real y de laboratorio; las tasas de remoción de metales en los humedales dependen del tipo de elemento ($Hg > Mn > Fe = Cd > Pb = Cr > Zn > Cu \Rightarrow Al > Ni > As$), sus formas iónicas, las condiciones del sustrato, la temporada, y las especies de plantas, debido a la diversidad de tolerancias a elevadas concentraciones de algunos metales (Kim et al. 2014. Ali, Khan y Sajad, 2013. Kearney y Zhu, 2012).

2 Desarrollo experimental

2.1 Metodología

La metodología para la realización del ensayo se dividió en dos fases: en la primera de ellas se calcularon y diseñaron los esquemas a nivel piloto basados en los caudales reales aportados por la mina y escalados a laboratorio y en la segunda fase se realiza una caracterización de los parámetros objeto de seguimiento.



En la primera fase se realizaron aforos en campo de los caudales aportados por la Mina didáctica, en el caso particular del estudio se tomaron valores en época de lluvias, teniendo en cuenta que los flujos de agua en este periodo son mayores, una vez determinado el caudal a trabajar se procede al diseño del sistema tomando como base parámetros hidráulicos preestablecidos y características propias de las aguas presentes en la Mina Didáctica.

En la segunda fase planteada se proceden a realizar los análisis de los parámetros de calidad, que en este caso en particular se proponen como variables objeto y de significancia para las aguas presentes como son el pH y el OD. Los análisis se realizaron en el laboratorio de biotecnología del SENA Centro Minero con los equipos de campo existentes, validando previamente la vigencia de calibración de los mismos.

2.2 Diseño de la experimentación

Se realizó el diseño de los prototipos tomando como base un caudal de dos litros por segundo y escalado según los siguientes parámetros:

Tabla 1. Parámetros de diseño.

Datos de entrada		
Número de sistemas en paralelo	1	
Caudal	2,0000	lps
Q por sistema	172,80	m ³ /d
DBO5 entrada	66,00	mg/litro

NTK entrada	9,17	mg/litro
Tiempo hidráulico Residencia	5	días
Pendiente del fondo del humedal Dh/DL	2	%
Profundidad del agua h1	0,70	m
Profundidad del medio h2	0,75	m
Conductividad hidráulica K	5.000	m ³ /m ² d
Porosidad del medio e	0,35	

Volumen del humedal Vol h	432,00	m ³
Área superficial Ash	617,14	m ²
Área transversal Ath	8,64	m ²
Ancho del humedal Ah	12,34	m
Longitud del humedal Lh	50,00	m
Carga orgánica del humedal	92,40	Kg DBO/ha.d
Carga hidráulica superficial	1.400,00	m ³ /ha.d

Cte remoción DBO5 20°C K20	0,8595	d-l
Cte remoción NTK 20°C K	0,107	d-l
Carga de DBO5 efluente	0,898	mg/litro DBO5
Carga de NTK efluente	5,371	mg/litro NTK

Eficiencia remoción DBO5	99%	
Eficiencia remoción DBO5	41%	

La instalación hidráulica consiste en cuatro humedales prototipo para los cuales se utilizaron contenedores contruidos vidrio con dimensiones según la escala definida; cada módulo trabaja de forma independiente, y se les dio una pendiente de 2 % para permitir el flujo horizontal del agua. A la salida de cada módulo se instaló una llave de paso que permite la toma de muestras de agua y así evaluar la eficiencia de depuración por separado en cada sistema.

Cada piloto cuenta con las mismas características de medios de contacto, dimensiones y aguas afluentes (tabla 2), en el ensayo se modifican las especies fitorremediantes como se observa en la tabla 3, y a cada uno se le agregan 200 ml de bacterias fijadoras de nutrientes.

Tabla 2. Parámetros de diseño.

Parámetro	Volumen	Medio 1	Medio 2
Ensayo 0	17 Litros	Grava 3/4	Arena de filtro
Ensayo 1	17 Litros	Grava 3/4	Arena de filtro
Ensayo 2	17 Litros	Grava 3/4	Arena de filtro
Ensayo 3	17 Litros	Grava 3/4	Arena de filtro



Tabla 3. Especies objeto de estudio.

Parámetro	Especie
Ensayo 0	Sin especie
Ensayo 1	Zantedeschia aethiopica
Ensayo 2	Vetiveria zizanioides
Ensayo 3	Zantedeschia aethiopica + Vetiveria zizanioides

Una vez contruidos y realizado el montaje de los esquemas pilotos con los medios de soporte se procede a suministrar a cada uno 17 litros de aguas provenientes del pozo de bombeo de la mina didáctica del Centro Minero en Morca, en la fotografía 1 se puede observar el montaje realizado cada uno con las especificaciones dadas en las tablas 2 y 3.



Foto 1. Montaje realizado
Fuente: SENA

2.3 Resultados y análisis

Una vez instalados los prototipos se procede a la toma e parámetros cada cuatro días. Para lo cual los primeros resultados analizados y reportados son oxígeno disuelto 1 mg/l; pH 3,5; 200 ml de bacterias fijadoras de nutrientes.

Transcurridos los cinco días, determinados como tiempo de residencia se procede a analizar nuevamente los parámetros objeto de estudio, con el fin de determinar su comportamiento frente al ensayo, obteniendo

los siguientes resultados, (ver tablas 4 ,5).

Tabla 4. Resultados obtenidos para pH

Ensayo	pH
Ensayo 0	6,09
Ensayo 1	7,16
Ensayo 2	7,2
Ensayo 3	7,23

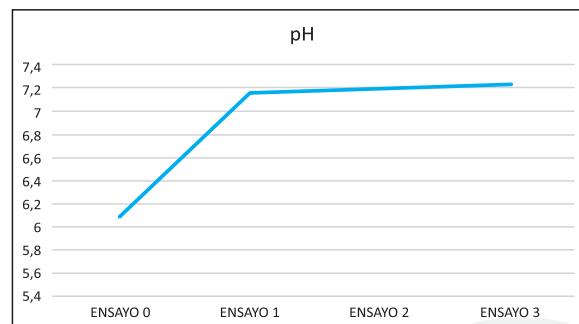


Figura 1 . Comportamiento de pH en cada ensayo.

Tabla 5. Resultados obtenidos para oxígeno disuelto OD

Ensayo	OD mg/l
Ensayo 0	1,66
Ensayo 1	2,01
Ensayo 2	2,05
Ensayo 3	1,23

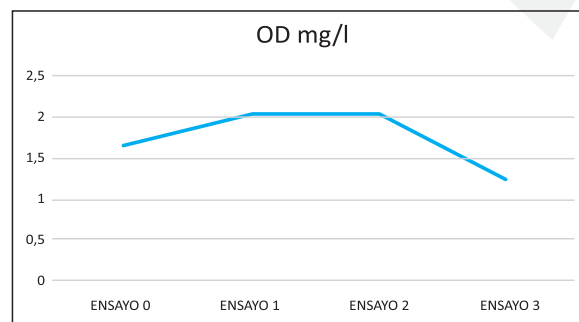


Figura 2. Comportamiento de OD en cada ensayo

3 Conclusiones

A partir de la experiencia generada por los prototipos instalados, se pudo observar que los





cuatro ensayos frente a pH presentaron resultados relevantes, se pudo observar que se lograron obtener pH aceptables para descargas en fuentes hídricas, a partir de lo cual aguas mineras de carbón con efluentes ácidos que pueden afectar los recursos receptores y sus organismos presentes pueden nivelar este parámetro con la implementación de la tecnología de humedales con especies como *Vetiveria zizanioides* y *Zantedeschia aethiopica*.

La combinación de especies *Vetiveria zizanioides* y *Zantedeschia aethiopica* presentó mejores resultados para pH lo que puede determinar que especies no invasoras y con usos potenciales posteriores en el caso del vetiver forma un seto permanente, y crece hasta 1,5 metros. Es una planta perenne y requiere un mantenimiento mínimo, pueden ser buena alternativa de tratamiento con beneficios económicos luego de su vida útil dentro del humedal, con relación al cartucho o *Zantedeschia aethiopica* puede ser usada con fines decorativos.

Con relación a el comportamiento frente al oxígeno disuelto se pudo observar que los resultados mas favorables se presentaron para la especie *Vetiveria zizanioides*, generando valores aceptables lo que puede ayudar en los procesos de autodepuración naturales de la corriente receptora, la cual requiere niveles de oxígeno adecuados para facilitar las formas de vida aerobias.

4 Recomendaciones

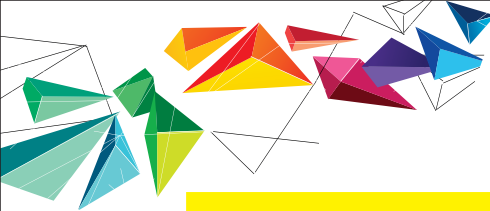
Los ensayos de tratamiento en aguas residuales industriales, en especial en efluentes mineros de carbón de clima frío, son el punto de partida para el SENA Centro Minero en la generación de alternativas de tratabilidad de este tipo de vertimientos, caracterizados por ser altamente contaminantes y que hoy en día presentan una preocupación constante por los fuertes impactos que circundan en el sector.

En el ensayo realizado se determinaron dos variables objeto de este estudio, sin embargo, se recomienda evaluar otros parámetros representativos de este tipo de vertimientos, con las mismas especies con el fin de consolidar la información y a partir de los resultados poder definir su comportamiento en diferentes escenarios y concentraciones.

Referencias

- Álvarez, I. (2008). Evaluación del aprendizaje en la universidad. Una mirada retrospectiva y prospectiva desde la divulgación científica. *Revista electrónica de investigación psicoeducativa*, 6(1), 235-272. Recuperado 235 http://www.investigacionpsicopedagogica.com/revista/articulos/14/espagnol/Art_14_228.pdf
- Caviedes Rubio, D. I., Delgado, D. R. y Olaya Amaya, A. (2016). Remoción de metales pesados comúnmente generados por la actividad industrial, empleando macrófitas neotropicales. *Producción + Limpia*, 11(2), 126-149. doi: 10.22507/pml.v11n2a11
- Roldán, G. y L. F. ÁLVAREZ. 2002. Aplicación del Jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) para el tratamiento de aguas residuales y opciones de reuso de la biomasa producida. *Revista Universidad Católica de Oriente*. 56-71
- Sánchez, J. (2010). Pensamiento lateral: Aprender jugando, aprender pensando. http://cvc.cervantes.es/enSENA_nza/biblioteca_ele/publicaciones_centros/PDF/manchester_2009/11_sanchez.pdf
- Silván, R. S. (2016). Evaluación de humedales artificiales de flujo libre y subsuperficial en la remoción de contaminantes de aguas residuales utilizando diferentes especies de vegetación macrófita. *Interciencia*, 41(1), 40-47 Retrieved from <https://search-proquest-com.digital.SENA.edu.co/docview/1768539621accountid=31491>.





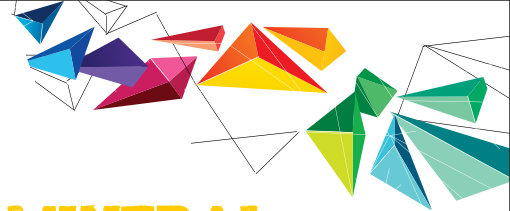
**Formación Mantenimiento Equipo pesado
para Infraestructura Minería y Transporte
SENA Regional Boyacá - Centro Minero
Fuente: SENA**

- **Formación en Química aplicada a la Industria**
 - **Formación Procesos de la Industria Química**
- SENA Regional Boyacá - Centro Minero
Fuente: SENA**



**Formación en Sistemas de Gestión Ambiental,
Control Ambiental, Agua y Saneamiento
Básico, Salud Ocupacional
SENA Regional Boyacá - Centro Minero
Fuente: SENA**





CREACIÓN DE UN SUPLEMENTO MINERAL PARA EQUINOS DE TRABAJO

Gelman Enrique Pinzón Aguilar

Gerencia, SalVit

gelpmvz@hotmail.com

Resumen

La zona ubicada entre los departamentos de Boyacá y Santander, denominada la Hoya del río Suarez, es uno de los territorios a nivel nacional de mayor densidad poblacional de caballares, asnales y mulares destinados para carga y transporte. Sin embargo, se identificó en esta región la falta de un producto especializado que supla las necesidades de minerales, siendo conocida la importancia de estos en la salud y el bienestar de los animales, por su acción sobre los procesos fisiológicos, inmunológicos, reproductivos y metabólicos y sus efectos negativos frente a las carencias. El uso benéfico de suplementos minerales en equinos ha sido estudiado y justificado suficientemente desde hace varias décadas, no obstante, su uso en animales de trabajo, carga y transporte no ha sido generalizado o por el contrario se realiza inadecuadamente proporcionándose suplementos minerales destinados para otras especies como los bovinos, que, si bien aportan elementos minerales de importancia, no cubren las cantidades propias necesarias para los equinos de trabajo. Por estas razones se diseñó una sal mineralizada, vitaminada, con ácidos grasos, con olor y sabor, con el objetivo de tener un producto de alta palatabilidad, fácil administración y que supla las necesidades minerales acordes al estado fisiológico, reproductivo, y físico de los equinos de trabajo de la Hoya del río Suarez y de cualquier otra región del territorio nacional. Para su formulación se tuvieron en cuenta los requerimientos de macro y microminerales, los tipos de minerales, el olor, el sabor y la adición a la fórmula de vitaminas y ácidos grasos.

Palabras clave

Caballos, sal mineralizada, mulares, asnales.

1 Introducción

El campesino colombiano históricamente ha contado con la ayuda de los caballares, mulares y asnales como aliados de su rutina y trabajo, estas especies se han ligado al desarrollo económico del país desde la época de la conquista y desde entonces se han considerado como animales de trabajo, recreación o compañía (Trujillo, et al, 1996), sin embargo, cuando se refiere a animales vinculados

únicamente a la labores agrícolas y de carga no han sido valorizados de la misma forma, considerándose que en su mayoría se manejan de manera aislada, desorganizada y sin cumplir protocolos sanitarios, nutricionales y de bienestar (Cely y Diaz, 2018).

La Hoya del río Suarez en los departamentos de Boyacá y Santander, es una zona conocida por su alta producción agrícola y su difícil acceso dadas sus características geográficas, lo cual provoco una rápida adopción e integración de los equinos a su cultura, por su rusticidad, eficiencia, longevidad y docilidad, haciéndolos parte importante de las labores de desplazamiento, carga, y labranza propia de los medios de vida de los campesinos de esta región (Trujillo, et al, 1996).

Sin embargo, a pesar de la importancia tanto ancestral, cultural y productiva de los equinos de trabajo, su manejo nutricional no es el mejor, la suplementación mineral es poco frecuente y si se realiza no se sustenta en las necesidades fisiológicas, productivas, sanitarias y nutricionales propia de las especies involucradas.

Con el fin de aumentar su potencial productivo y reproductivo, favorecer el bienestar y minimizar los riesgos de enfermedades metabólicas o carenciales, el uso de sales mineralizadas que aportan micronutrientes y macronutrientes ha sido recomendadas en las diferentes etapas productivas y fisiológicas en los equinos, durante años por los expertos (Unger, 2008).

Es por esto por lo que se desarrolló un producto denominado sal mineralizada SalVit brio, con el objetivo de cubrir los requerimientos de microminerales y macrominerales en caballares, mulares y asnales de trabajo,



inicialmente para la zona de la Hoya del río Suárez, pero con las características suficientes para ser usado en todo el territorio nacional.

Para su formulación fueron tenidos en cuenta los requerimientos de macrominerales y microminerales, vitaminas, olor, sabor y color, con el fin de elaborar un producto con alta palatabilidad y aceptación, que pueda ser usado para caballos, mulares y asnales a un precio accesible para los propietarios de dichos animales.

2 Principales minerales en los Equinos

Dentro de las herramientas fisiológicas para termorregular, el sudor, es uno de los mecanismos más eficientes en los equinos, este está compuesto principalmente por sodio, potasio, calcio, magnesio y cobre, en los equinos con alta exigencia física las producciones de sudor pueden alcanzar los 15 litros por hora, el volumen de la pérdida de líquidos y electrolitos observado durante el ejercicio está determinado por factores tales como frecuencia e intensidad del ejercicio, además de factores ambientales como temperatura y humedad (Rose, 1986; Martínez y col., 2001).

Los minerales constituyen aproximadamente el 4% del peso corporal de los equinos. Son parte esencial de la dieta, ya que intervienen en el metabolismo de las proteínas, grasas y carbohidratos, hacen funcionar normalmente músculos y nervios, mantienen el equilibrio ácido base y de los fluidos corporales y son componentes necesarios de cada enzima requerida por el metabolismo (Ott and Asquith, 1995., Ott and Johnson, 2001). Los minerales se dividen en:

2.1 Macrominerales

Dentro de estos, los de mayor preocupación en la alimentación del equino son: calcio, fósforo, cloro, sodio, potasio, magnesio y azufre). El calcio está presente en los huesos e interviene en la contracción muscular, secreción glandular, regulación de la temperatura y la coagulación

sanguínea. El fósforo es importante en el crecimiento y mantenimiento de huesos, el metabolismo energético y funciones celulares. Estos minerales son indispensables para la integridad del sistema óseo en los animales, tanto para el desarrollo como para el mantenimiento, por su parte el cloro, el sodio y el potasio, son de los minerales de mayor importancia para la regulación del equilibrio de electrolitos en nervios y músculos. Teniendo en cuenta el valor de su presencia en la fisiología del animal se integraron estos y otros macrominerales con el fin de suplir los requerimientos en diferentes estados productivos y reproductivos, de los equinos de trabajo; como se observa en la Tabla 1.

Tabla 1. Composición de macro y microminerales de SalVít

Ingrediente
Fósforo
Calcio
Cloruro de sodio
Azufre
Magnesio
Cobre
Zinc
Saborizante y aromatizante
Núcleo vitamínico
Flúor
Ácidos grasos

2.2 Microminerales

Se describen cerca de 15 microminerales considerados esenciales en la nutrición de los mamíferos: cobre, zinc, yodo, hierro, cobalto, flúor, cromo, arsénico, manganeso, molibdeno, níquel, selenio, silicio, vanadio y estaño (Smart, 1980). Aunque los microminerales u oligoelementos comprenden no más del 0,01% del peso de un organismo vivo, muchos de ellos resultan esenciales para el normal funcionamiento de los distintos sistemas (Unger, 2008). Una mineral traza es considerado esencial cuando su deficiencia conlleva a un impedimento en el desarrollo de determinada función biológica, o cuando induce disfunciones





estructurales o fisiológicas acompañadas por cambios bioquímicos específicos. Las carencias así sean moderadas pueden afectar negativamente el rendimiento de los animales y su bienestar, como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Efecto de la deficiencia de microminerales en los equinos.

Elemento	Efecto carencial en equinos	Referencia
Zinc	Anomalía en piel y cascos Problemas óseos y articulares Deficiente cicatrización de heridas Problemas de fertilidad	Neri et al, 2008
Cobre	Problemas en tendones y ligamentos Cambio de coloración en el pelaje Pérdidas embrionarias tempranas	Bolou et al, 2013
Cobalto	Crecimiento deficiente Estado físico deficiente	Viglierchio, 2000
Hierro	Anemia	Lozina et al, 2004
Selenio	Deterioro de la inmunidad Problemas musculares	Rioseco et al, 2015
Yodo	Pelo y piel escamosa Hipertrofia de la glándula tiroides	Torregosa, 1991

3 Uso de otros aditivos en la formulación

3.1 Ácidos grasos

Los pastos y forrajes principal fuente nutritiva de las dietas de los equinos son pobres proporcionando grasas a la dieta, siendo estas necesarias en muchas funciones biológicas del animal, se determinó que una buena alternativa para compensar estas deficiencias es la suplementación con ácidos grasos como el omega 3 presente en la linaza, adicionarlo a la ración de los animales por medio de la sal mineralizada con ácidos grasos se convierte en una adecuada elección.

La incorporación de ácidos grasos en la sal mineral para equinos mejora el desempeño de algunas funciones orgánicas. Se ha comprobado que los ácidos grasos omega 3, inhiben la agregación plaquetaria y produce vasodilatación, situación de importancia en los equinos de trabajo, donde se facilita la oxigenación muscular, reduciendo el estrés

muscular y favoreciendo la recuperación posterior al trabajo.

Estos también intervienen en los procesos inflamatorios a través de la disminución de las formaciones de prostaglandinas, y se ha comprobado mediante varios estudios que también mejoran el aspecto del pelaje y la piel y el aspecto físico del animal.

El incorporar a la dieta de los equinos de trabajo este importante ingrediente, favorece la salud, el aspecto, y el desempeño, dando un valor agregado de importancia al producto para su posicionamiento en el mercado.



Foto. Autor. Mulares de carga en la Hoya del Río Suárez.

4 Aroma y sabor

Los equinos de trabajo son animales con un sentido del gusto bastante desarrollado, y bastante selectivos en los alimentos a consumir, con el fin de disminuir el tiempo de aceptación del producto, aumentar la palatabilidad y diferenciar el producto de algunos similares en el mercado, se añadió un aditivo comercial con aroma a manzana, que aumenta el consumo del producto por parte del animal al reducir los sabores y olores indeseados del producto.

Las sales para consumo animal que actualmente existen en el mercado tiene ciertas limitantes como es la baja palatabilidad del producto por parte del animal, olor poco atractivo o desagradable debido a los compuestos minerales, al incluir un saborizante y un aromatizante a la sal mineral permite que el





animal mejore su consumo y por ende suple sus requerimientos minerales.

5 Conclusiones

Una de las prácticas que previene patologías en los equinos de trabajo y de alta exigencia física, es el cubrir sus requerimientos minerales. La sal mineralizada, saborizada, aromatizada, vitaminada, con ácidos grasos para equinos, favorece la rapidez en la aceptación por parte del animal y aumenta su ingesta comparada con la sal comercial para equinos o para otras especies, de esta forma se proveen los minerales que los forrajes o dietas, no son capaces de ofrecer, con lo cual se mantiene el equilibrio en periodos de exigencia física, favoreciendo la salud, el bienestar y el desempeño de los animales que la consumen.

6 Recomendaciones

Se debe estimular el uso de suplementos minerales en animales de producción o de trabajo esto con el fin de aumentar su desempeño, favorecer la salud y el bienestar, sin embargo, se deben realizar más estudios con el fin de determinar los aportes de minerales ofrecido por los forrajes en diferentes zonas del país, y el balanceo de nuevas fórmulas que se adapten con mayor precisión al estado fisiológico del animal.

Agradecimientos

El autor agradece al Servicio Nacional de aprendizaje SENA Centro Minero, regional Boyacá por apoyar y financiar este proyecto mediante la convocatoria Fondo Emprender.

Referencias

Boulou, P., Noro, M., Böhmwald, H., & Wittwer, F. (2013). Asociaciones entre las concentraciones de cobre sérico, cobre hepático y ceruloplasmina sérica en equinos. *Revista MVZ Córdoba*, 18(3), 3891-3896.

Cely, G. E. E., & Díaz, D. F. P. (2018). Estudio del marco normativo colombiano para equinos como vehículos de tracción a sangre. *Revista Ciencia y Agricultura*, 15(1), 69-80.

Lozina, L. A., Leiva, H. J., Bogado, F. A., Manuel Teibler, P. A., & Ofelia, C. 2004 Administración de medicamentos (fórmulas normatizadas) en equinos de trabajo para el tratamiento de anemia. Universidad

Nacionak del nordeste. Comunicaciones científicas y tecnológicas.

Martínez, R.; Scaglione, M. C.; Luneburg. C.; Hernández, E.; Araneda, O.; González, M.; Estrada, M.; White, A.. 2001. Cambios sanguíneos y sudorales en equinos sometidos a carreras de resistencia. *Av. Cien. Vet.* 16(1-2): págs. 58-67.

Neri Basurto, R., Solís Arrieta, L., Villegas Castrejón, H., Esquivel Martínez, J. A., & Castro Herrera, C. A. (2008). Efecto de la metionina de zinc en el casco del equino: una evaluación por microscopía electrónica de barrido ambiental. *Veterinaria México*, 39(3), 247-253.

Ott, E. A., & Asquith, R. L. (1995). Trace mineral supplementation of yearling horses. *Journal of animal science*, 73(2), 466-471.

Ott, E. A., & Johnson, E. L. (2001). Effect of trace mineral proteinates on growth and skeletal and hoof development in yearling horses. *Journal of Equine Veterinary Science*, 21(6), 287-291.

Rioseco M, M Noro, R Chihuailaf, F Wittwer. 2013. Estatus de selenio en equinos Criollo-Chileno a pastoreo y su respuesta a la suplementación. *Rev MVZ Córdoba* 18, 3822-3828.

Rose, R.J.. 1986. Endurance exercise in the horse. A review. Parte 1 y 2, *Br. Vet. J.* 142: págs. 532-552.

Smart, M.E., Gudmundson, J., Brockman, R.P., Cymbaluk, N., Doige, C. Copper Deficiency in Calves in Northcentral Manitoba. *Can Vet J*, 1980, vol 21, p. 349-352

Torregrosa, M. G. (1991). *Vet. Arg. Vol. VIII*, NB 71, Enero/Marzo de 1991 deficiencia de yodo en equinos de la provincia de salta. *Veterinaria Argentina*, 8, 21.

Trujillo, L. E., Rivera, M., Loro, L., Maldonado, J. G., Olivera, M., Vasquez, G., (1996). Estudio del potencial de fertilización in vitro y transferencia de embriones en mulares. *Rev Col Cienc Pec*, suplemento, p 74-76.

Unger, M., & Barbará, C. (2008). Importancia fisiológica de los microminerales en el metabolismo óseo. *REDVET. Revista electrónica de Veterinaria*, 9(10).

Viglierchio, M. D. C. 2000. Aportes de la bioquímica a la interpretación del metabolismo del cobalto. *Anuario 2000, Facultad de ciencias veterinarias, Universidad nacional de la Pampa*. P 22:28.





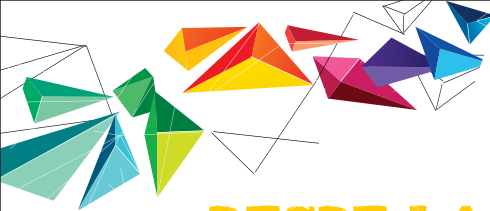
**Formación Tgo. Control Ambiental y
Sistemas de Gestión Ambiental
SENA Regional Boyacá - Centro Minero
Fuente: SENA**



Sistema de Bibliotecas SENA.SBS
SENA Regional Boyacá - Centro Minero
Fuente: SENA



Formación Tgo. Salud Ocupacional
SENA Regional Boyacá - Centro Minero
Fuente: SENA



DESDE LAS ENTRAÑAS DE LA TIERRA CON PERSPECTIVA DE MUJER: LA MUJER APRENDIZ EN LA MINERÍA BAJO TIERRA

Efrén José Lombana Jiménez

SENA Centro Minero, área de Ética FPI, elombanaj@sena.edu.co

Jenny Andrea Preciado Gaitán

SENA Centro Minero, Sennova, jpreciadog@SENA.edu.co

Lina Marcela Camargo Ruiz

SENA Centro Minero, FPI, lcamargor@sena.edu.co

Teresita Ruiz Osorio

SENA Centro Minero, SBS, truiz@SENA.edu.co

Resumen

DESDE LAS ENTRAÑAS DE LA TIERRA, CON PERSPECTIVA DE MUJER: LA MUJER APRENDIZ MINERA BAJO TIERRA, es una apuesta investigativa que profundiza en las experiencias de nuestras mujeres aprendices en la actividad minera, labor históricamente masculina, en la que en la actualidad es cada vez más común encontrar mujeres laboriosas y empoderadas en este arte. Desde hace una década, mujeres aprendices hacen parte de la actividad de supervisión en labores mineras y desde allí, al sumergirse en el mundo de las minas, estas mujeres del carbón, sobreviven a realidades de género en un ámbito que les permite o les

desconoce, pese al conocimiento adquirido para desempeñarse en igualdad de capacidades. Este artículo expone una aproximación etnográfica de mujeres, hijas, hermanas o primas de mineros, aprendices que decidieron elegir esta profesión y que al ser grupo focal de la investigación, permiten comprender la incidencia machista en esta relación de género y plantear en esta fase del proceso estrategias de formación en pro de su empoderamiento.

Palabras clave

Minería, carbón, familia, mujer, género, Centro Minero, aprendiz



Fuente. Jenny Andrea Preciado - Juan Sebastián Naranjo. Aprendiz SENA.

1 Introducción

La definición de políticas para atraer inversión extranjera directa para la explotación minera en Colombia, pone en contexto el mecanismo de vinculación de mujeres mineras en el sector productivo, esta determinación de estado, constituiría

desarrollo para los pueblos y para los ciudadanos en general, sin embargo, no es tangible el ingreso de las mujeres a la minería en gran escala.

Las mujeres afrontan mayor riesgo de ser excluidas o estigmatizadas con más facilidad que los hombres. La corte constitucional, se





pronunció señalando que las mujeres se encuentran en desventaja para resistir y oponerse a las amenazas y maniobras jurídicas fraudulentas por parte de algunos actores sociales para usurparles su patrimonio. - hablando de tenencia de tierras en lugares prósperos para la explotación-

De esta forma se ha producido un deterioro en las garantías para la mujer, muchas de ellas, son hijas de mineros muertos o asesinados por la violencia, que heredaron una mina y ello ha cambiado su forma de vida tradicional, viéndose obligadas a vender o ejercer la labor para garantizar la seguridad alimentaria de sus familias, mediante la conservación de la herencia minera, y que muchas veces se ve opacada por falta de oportunidades que se presentan en el sector productivo, por su condición sexual o falta de recursos para sostener la mina.

En el contexto expuesto y conocedores de las expectativas de las aprendices al ingresar a formación, el SENA Centro Minero, en su apuesta por la responsabilidad social a través del semillero Hipnos del grupo de Investigación GICEMIN busca hacer de la labor de la mujer aprendiz, una labor preponderante en esta actividad, y a través de esta investigación, contextualizar la situación de la mujer aprendiz de supervisión de labores mineras y la situación de exclusión, estigmatización o rechazo en su entorno académico, soportado en datos de deserción, aproximaciones mediante conversatorios y entrevistas.

2 Metodología para la investigación

Los datos etnográficos que presentamos en este artículo resultan de 18 entrevistas realizadas a nuestras mujeres aprendices de Supervisión de Labores mineras, del SENA Centro Minero ubicado en el kilómetro 7 vía Morca Sogamoso Boyacá, que es el lugar al cual diariamente se desplazan mujeres aproximadamente 65, aprendices con el ánimo de fortalecer su

conocimiento. Para permitir el acercamiento a la población focal, se realizaron entrevistas en el horario y espacio del Centro de formación; las preguntas previamente organizadas y consignadas en formato abordaban aspectos tan importantes como la herencia inmaterial o conocimiento heredado de los padres, la responsabilidad de crianza de los menores hijos o hermanos, la convivencia o contexto del relacionamiento entre hombres y mujeres en la comunidad de formación. Las entrevistas se llevaron a cabo entre los meses de marzo a mayo del año 2018, periodo durante el cual se desarrolló un ejercicio de observación y acercamiento por parte del equipo de investigadores, participando de reuniones y conversaciones paulatinas con las mujeres aprendices, conversaciones en las que las aprendices recuerdan y comentan como sus padres y/o hermanos a través de su experiencia de vida en la minería las motivaba en el ejercicio de esta labor. Durante el trabajo de campo se tuvo la oportunidad de asistir a las actividades dentro de la mina, escenario donde las aprendices se forman para esta profesión y se pudo conversar con los diferentes actores que desarrollan actividades al interior de la mina. “conversábamos entre tanto ellas picaban, malacatiaban o hacían una puerta alemana”.

Vivir la cotidianidad con nuestras mujeres aprendices es una experiencia enriquecedora y gratificante para todo nuestro equipo investigador, desde acompañarlas en su preparación en la bocamina, listas para sumergirse en la mina, con todos sus EPP, tales como overol, botas caña alta, guantes, casco porta lámparas y mascarillas entre otros, la calistenia como sistema de ejercicios físicos que prepara a todos para este gran trabajo, es una experiencia de vida que nos hace valorarlas aún más.

Ya, al interior de la mina, cada mujer en su frente o galería, comienza su actividad diaria, para muchos puede constituir un trabajo de fuerza, pero en este caso es de vocación y entrega, nuestras mujeres dan lo mejor de sí





mismas en cada uno de sus tareas asignadas y muestran la fuerza ante las adversidades de la labor que desempeñan, buscando dignificar su existencia: por gusto, herencia o necesidad.



Fuente. Juan Sebastián Naranjo - Aprendiz Centro Minero.

De esta manera, en el desarrollo de esta investigación, se puede entender el papel fundamental del aspecto social, económico y afectivo de nuestras mujeres aprendices, el cual es un proceso de mentalidad e inclusión social, donde no deben existir diferencias de género en un campo de acción como es la extracción de minerales. En general existe una comunicación asertiva con los hombres aprendices de supervisión de labores mineras, quienes están dispuestos apoyar a sus compañeras en todo lo que tiene que ver con la labor, debido a los lazos que se forjan desde la formación, existe así, una confianza, en constante transformación de su ser, en busca de una oportunidad laboral que le permita surgir de las entrañas de la tierra como sujeto de derechos en género.

3. Marco teórico

Como contexto de esta investigación no se ha encontrado específicamente estudios de la formación SENA, sin embargo en el ámbito

nacional, se tiene que, en apoyo de un grupo de 66 mujeres seleccionadoras de mineral ubicadas en el municipio de Suárez – Cauca, iniciaron una formación tanto en la parte técnica, recibiendo capacitaciones de equipos de protección personal, manejo y reducción de mercurio, como en la parte organizacional, en el desarrollo de trabajo en equipo, conociendo los principios, valores y manejo de una organización. Estas formaciones les permitieron trabajar en el desarrollo de estatutos y reglamentos de su futura organización. (Barreto, 2017).

En Bermúdez, R. E. 2011, se dice que “la industria minera no ha sido un sector que se caracterice por una alta generación de empleo, al contrario es una rama de la industria que, por su composición técnica y de capital, sólo involucra una cantidad marginal de empleo con respecto a la estructura ocupacional en el país. Además, es una rama de industria que se ha configurado como un sector típicamente de empleo masculino, donde las mujeres tienen una reducida participación”.

Las cifras disponibles de empleo en Colombia, (DANE, 2006) en una serie de 2001 a 2006, permiten señalar que el empleo generado por el sector minero pasó de 136 mil a 217 mil personas ocupadas en la industria minera en este período. Aunque esto señala un importante incremento, sigue siendo exiguo en el conjunto de ocupados en el país, menos al considerar los resultados de Centro frente a la ocupación de las aprendices mujeres.

De otro lado y de manera más específica, está el caso de las mujeres que se dedican a la minería artesanal como alternativa ocupacional para la generación de ingresos, sin ser este el caso de Boyacá. Estas actividades de minería tradicional, responden principalmente a las prácticas conocidas como “barequeo” y que han sido ejercidas de generación a generación en los ríos de las zonas ricas en minerales del país. Se encuentran muy focalizadas y constituyen la principal fuente de ingresos de las mujeres de otras zonas. Llama la atención la apreciación de Bermúdez, R. E. 2011 “No





obstante, es importante advertir que este grupo de mujeres constituye un importante foco de conflicto social y económico en el contexto actual de predominio de la gran minería. El poder y los intereses de las grandes empresas excluyen socialmente y anulan económicamente a la minería tradicional”.



Fuente: Teresita Ruiz Ortiz
Bibliotecóloga Centro Minero

Como antecedente se registra en el Centro de Formación que: durante el año 2017 se presentaron 93 deserciones de aprendices mujeres de los programas de formación afines a minería, por otra parte, en proyecto diagnóstico durante el año 2018 se han conocido situaciones de trato diferencial hacia las aprendices, desde el proceso de selección hasta la oportunidad de acceso a etapa práctica; estadísticas del Centro Minero para el año 2017 muestran que, de cada 70 oportunidades de acceder a etapa práctica mediante la alternativa de contrato de aprendizaje solo 25 corresponden a aprendices mujeres, especialmente del programa de formación en Supervisión en labores mineras. En cuanto a la culminación del proceso formativo, para 2017 se certificaron 78 mujeres

vs 85 hombres, razones que, el presente diagnóstico busca establecer como base para la identificación de variables a tratar, en actividades pedagógicas y curriculares futuras.

4 Resultados

Dentro de la inspección y búsqueda de información pertinente se aplica una encuesta como método efectivo para tener una fuente de primera mano que permita definir variables y resultados, –para este caso– de la mujer aprendiz del SENA Centro minero de Morcá, donde se tiene la posibilidad de realizar prácticas en su mina didáctica, haciendo real, la construcción de factores que definen posibles acciones que le hacen sentir diferente, excluida o aceptada.

La determinación de las circunstancias, problemas y sensaciones de las mujeres en esta actividad, en compañía de sus compañeros e instructores, provee resultados e información de primaria, en el ejercicio de la práctica en mina de carbón bajo tierra.

Se aplicaron encuestas a 32 aprendices mujeres en formación o etapa lectiva en el año 2018, de áreas de formación afines a minería como: Tecnólogos en Minería bajo tierra y Supervisión de Labores Mineras SENA Centro Minero Regional Boyacá; en rangos de edad entre 15 y 32 años, población de la cual se obtuvo los siguientes resultados.

El rango de edad que sobresale corresponde a las edades comprendidas entre 15 a 25 años, de mujeres que manifiestan no tener ninguna experiencia en minería con un 84% de respuestas superiores en este ítem. El 16% manifiesta estar en el programa para afianzar conocimientos en la actividad minera y un 47% para acceder a mejores opciones dentro de su área laboral, llama la atención el 24% que manifiesta que por sugerencia de otra persona y un 11% por herencia familiar.

Frente a la respuesta de cómo actúa frente a una situación discriminatoria el 43% de las aprendices manifiesta impotencia y desconocimiento de la manera de proceder o “no saber qué hacer” frente a lo que consideran una clara agresión a su condición femenina,





mientras que 19% se ha “blindado” y su repuesta es la indiferencia, sin embargo, llama la atención el 11% que manifiesta su sentir mediante el llanto y un 15% que se ha fortalecido y expresa de manera sincera o espontanea su posición ante dicha situación.

Ante la pregunta, ¿Cuál es su percepción o que cree que piensan de las mujeres en la minería los otros integrantes de la comunidad educativa del Centro Minero? la mayoría siendo un 48% consideran las encuestadas se comportan de manera discriminatoria y en contraste el 32% es gentil.

A la pregunta si en el contexto de la ejecución de la formación existe trato discriminatorio, el 52% de las aprendices encuestadas consideran que si existe trato discriminatorio durante el proceso formativo y un 30% siente que hasta estas situaciones llegan a ser agresivas; al preguntarles ¿Qué parte de la comunidad siente que es discriminatoria? Las mujeres aprendices han sentido que el rol que mayoritariamente tiene actitudes discriminatorias en su proceso formativo es el instructor con un 16% frente a un 12% de compañeros hombres aprendices.

Los acercamientos del personal de formación durante etapa productiva, ha permitido establecer a manera proximal que, mayoritariamente el sector productivo solicita y brinda oportunidad de vinculación, tanto en etapa productiva como laboral a hombres que amujeres, aduciendo razones culturales y limitantes de género como embarazo y capacidad física, pese al reconocimiento también en algunas ocasiones de las fortalezas de productividad, dedicación y cuidado de los equipos, razones que, a través de este diagnóstico se busca establecer también como fundamento del rumbo de la investigación en la elaboración de alternativas o estrategias de empoderamiento desde la formación y para el sector productivo.

En los primeros análisis de encuestas realizadas a aprendices en formación, se ha visibilizado que un alto porcentaje de las aprendices muestran trato diferencial o tendiente a discriminación por parte de sus instructores y aprendices de otras técnicas y tecnologías; mientras que de sus propios compañeros de

labor, han sido aceptadas en su condición de género, al manifestar un trato amable, por parte de ellos. Si bien es cierto que la indagación inicialmente se propuso para aprendices en formación, se ha tomado la iniciativa de establecer una muestra por fuera de la institución, con mujeres que ya se encuentran en etapa práctica, que permita establecer el rol de las mujeres en otro contexto. Situación, que nos determine si es la formación, la práctica, la cultura, el rol de géneros que delimita las posibilidades de desempeño de las aprendices en los diferentes contextos.

Todo ello con la intención de promover, fomentar o retroalimentar los procesos de formación en la institución SENA como entidad pública que permite la educación a todos los estratos, en aras de buscar el desarrollo económico del país y de los ciudadanos que ejercen las profesiones técnicas y tecnológicas con conocimientos adquiridos por entidades al servicio de la sociedad colombiana.

5 Conclusiones

Por primera vez el SENA Centro Minero realiza investigación institucional sobre la deserción o estigmatización de las mujeres aprendices en el programa supervisión de labores mineras con miras a trazar estrategias que disminuyan esta problemática. Estos avances nos permiten evidenciar una estrategia que garantice la permanencia de nuestras aprendices en este programa de formación, pese a ello se debe resaltar los esfuerzos de la institución para reducir la salida de aprendices mujeres estableciendo estrategias de seguimiento, servicios de bienestar entre otros.

En la actualidad el contexto de la mujer aprendiz en la formación SENA Centro Minero en labores mineras y áreas afines, se percibe diferencial hacia este género, que pese a la tradición y la cultura de su existencia en esta actividad económica en la región; no encuentra aún un mecanismo de mayor aceptación y oportunidad. Dichas situaciones narradas por las aprendices del grupo focal en observación, se filtran desde el proceso formativo y hacen pensar en el replanteamiento de estrategias



formativas, como una oportunidad de mejora que busque la igualdad como no solo un derecho, sino como una metodología para el logro de las capacidades y empoderamiento que asegure su colocación u oportunidad en el sector productivo.

Las mujeres aprendices que abandonan o desertan del programa de formación en supervisión de labores mineras, provienen en su mayoría de zonas apartadas, y se les dificulta continuar en formación por situaciones económicas, o porque se sienten aisladas de sus entornos sociales, la familia juega un papel fundamental en la permanencia en estos procesos de formación.

El SENA Centro Minero es una de las instituciones que goza de una gran prestigio en el ámbito minero por la calidad de sus egresados, alto estándar académico y son los mismos aprendices quienes reconocen tal fortaleza, al punto de manifestar arrepentimiento al haber abandonado el proceso de formación.

Referencias

Juan Carlos Henao- Ana Carolina González Espinosa, 2016. Minería y Desarrollo, Minería y Comunidades: Impactos, Conflictos y Participación Ciudadana.

<http://www.banrep.gov.co/es/inversion-directa>

Líneas estratégicas de la política educativa del Ministerio de Educación Nacional. "Colombia, la mejor educada en el 2025. También revisar este el documento "La Educación en el Plan de Desarrollo 2014 - 2018"

Rosa Emilia Bermúdez Rico (coordinación); Tatiana Rodríguez Maldonado; Tatiana Roa Avendaño, 2015. Ámbitos de análisis e Impactos de la minería en la vida de las mujeres: Enfoque de derechos y perspectiva de género.

Ministerio de Minas y Energía (2002). Sector Colombiano de la Minería. "Realidad y perspectivas para su desarrollo", Bogotá.

PNUD (2011), Informe Nacional de Desarrollo Humano, Colombia rural, razones para la esperanza,

PNUD y ONU mujeres (2011). Mujeres rurales, gestoras de esperanza. Cuadernos de desarrollo humano 2011, Colombia. Bogotá. (Consulta realizada el diciembre 7 de 2011), http://pnudcolombia.org/indh2011/pdf/mujeres_rurales.pdf

Melo, F. H. O., & Valencia, M. C. R. (2015). Ruta hacia la dignificación laboral de las madres comunitarias y sustitutas en Villavicencio, Colombia. Estudios De Derecho, 72(160) 167-187. doi:<http://dx.doi.org/bdigital.SENA.edu.co/10.17533/udea.esde.v72nl60a07>.

Santander, I. A. (1998). Derechos humanos de las mujeres en Colombia. Revista Foro, (33), 113-128. Retrieved from <https://search-proquest-com.bdigital.SENA.edu.co/docview/748395082?accountid=31491>

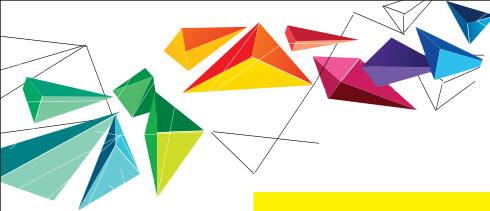
Bermúdez, R. E. (2011) Ámbitos de análisis e impactos de la minería en la vida de las mujeres -enfoque de derechos y perspectiva de género. http://desterresminees.pasc.ca/wp-content/uploads/2015/11/Bermudez-Rico-et-al-2011-Mujer_y_Mineria.pdf



Pertenecer a SENNOVA ha sido una experiencia enriquecedora en la medida que la investigación se convierte en una herramienta que permite abarcar diferentes campos del conocimiento a través de la transversalidad de saberes. El equipo SENNOVA está conformado por Semilleros que vinculan aprendices e instructores que permiten el crecimiento y reconocimiento de nuestro SENA Centro Minero a nivel nacional. Gracias SENNOVA por sembrar en nuestras vidas la investigación.

Lina Marcela Camargo Ruiz
Instructora Inglés, SENA Centro Minero





Instalaciones
SENA Regional Boyacá - Centro Minero
Fuente: SENA



Grupo de Investigación GICEMIN
SENA Regional Boyacá - Centro Minero
Fuente: SENA



Educación para el Empleo en la Alianza del Pacífico
entre Canadá y Colombia.
SENA Regional Boyacá - Centro Minero
Fuente: SENA





DETERMINACIÓN DE ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO DE AGUAS RESIDUALES DE LA MINA DIDÁCTICA UBICADA EN EL CENTRO MINERO, SENA REGIONAL BOYACÁ

Ana María Monguí Galvis

SENA Centro Minero – Regional Boyacá, ammongui0@misena.edu.co

Adriana Ramírez

SENA Centro Minero – Regional Boyacá

Vladimir Sánchez

SENA Centro Minero – Regional Boyacá, vasanchez67@misena.edu.co

Leonard Parra

SENA Centro Minero – Regional Boyacá

Yeferson Rojas

SENA Centro Minero – Regional Boyacá, yyrojas33@misena.edu.co

Amalia Fernanda León G

SENA Centro Minero – Regional Boyacá, afleong@sena.edu.co

Aracelly Caselles Osorio

*Humedales del Caribe Colombiano, Universidad del Atlántico,
aracellycaselles@mail.uniatlantico.edu.co*

Henry Alberto Casierra Martínez

*Humedales del Caribe Colombiano, Universidad del Atlántico,
aracellycaselles@mail.uniatlantico.edu.co*

Resumen

Uno de los principales problemas en minería de carbón es el drenaje ácido DAMC, ya que por sus características como alto nivel de acidez y concentración de metales pesados generan importantes impactos ambientales en Colombia y a nivel mundial. El objetivo de esta investigación es determinar el manejo de los DAMC, de la mina didáctica del SENA – CENTRO MINERO, buscando dar alternativas de solución o aprovechamiento del agua, implementando tratamientos a bajo costo y que perduren en el tiempo incluso en el proceso de cierre y abandono de la mina sin aplicación de sustancias químicas. Hay muchos estudios que indican la capacidad de los humedales para tratar metales pesados y sustancias orgánicas persistentes a través de la absorción y acumulación de metales en los tejidos de las plantas, favoreciendo la retención de cationes metálicos. En Colombia existe una diversidad importante de macrófita, cuyo potencial fitodepurador en sistemas de tratamiento con humedales es aún desconocido, por lo que se hace necesario contar con mayor información sobre la

aplicación de esta tecnología bajo condiciones tropicales y su posible aplicación. En esta investigación se busca evaluar la capacidad fitoremediadora de la macrófita *Myriophyllum aquaticum*, en búsqueda de la reducción de parámetros que afectan la calidad del agua como lo es el hierro y sulfatos para lo cual no se tiene referencia alguna. dentro de lo ejecutado se construyó una planta piloto compuesta por dos humedales de *Myriophyllum aquaticum* y dos medios filtrantes compuestos por grava, se encontraron los siguientes resultados a través de un estudio de dos meses de aplicación, según análisis de laboratorio certificado se determinó que el porcentaje del hierro total retenido por las macrófita corresponde al 96%, la acidez tuvo una reducción del 94.5%, solidos suspendidos tuvo una disminución significativa del 97% entre otros parámetros, indicando que el drenaje acido de mina se logra tratar mediante un tratamiento pasivo con las ventajas que esto conlleva.

Palabras clave

Drenaje, acidez, minería, macrófita, fitodepurador, metales pesados.



1 Introducción

La extracción de carbón es una fuente energética de alta demanda a nivel mundial y de esta actividad se originan drenajes ácidos como una de las principales causas de contaminación de suelo y aguas en el mundo; el comercio de este mineral tiene una importante posición en el mercado y sumado a las grandes reservas encontradas, su explotación es una de las principales actividades económicas en el departamento de Boyacá. Por lo anterior, es deducible que la contaminación por drenaje ácido de mina (DAM) es una problemática que tiene tendencia a persistir por lo menos mientras finaliza el ciclo productivo del carbón, de ahí surge la necesidad de mitigar los impactos adversos asociados dando cumplimiento al marco legal colombiano, mediante la aplicación de tecnologías basadas en sistemas de tratamiento que sean sostenibles en el tiempo.

Los drenajes de mina son originados por el contacto entre los minerales presentes en la extracción y aguas superficiales y su composición es función de la naturaleza fisicoquímica tanto del agua como de los minerales. En la explotación de carbón se generan drenajes de tipo ácido que comúnmente tienen bajos valores de potencial de hidrógeno (pH) y elevadas concentraciones de iones inorgánicos metálicos y sulfatos, los cuales son nocivos para la actividad biológica. Los iones sulfatos disueltos en el agua, pueden generar efectos catárticos y laxantes si se usa para el consumo humano (si se encuentra en concentraciones mayores de 250 mg/L) (Gómez et al., 1997), adicionalmente, causando malos olores. Por otra parte, los iones metálicos, debido a que no se degradan en productos inofensivos, tienden a acumularse en tejidos y órganos, causando diversas enfermedades y trastornos en los seres vivos (Rojas et al., 2012), adicional al hecho que generan corrosión e incrustaciones en tuberías, generando gastos y altos costos en su mantenimiento y reparación. Esto conlleva a

que autoridades ambientales estén cada vez más atentas a la regulación de dichas cargas contaminantes en el agua, lo cual se ha contemplado en la aplicación de un marco legal estricto que, de la mano con la alternativa de tratamiento, fueron la base del estudio aquí presentado.

Dentro de las alternativas existentes para tratar los DAM, los sistemas de tratamiento pasivo

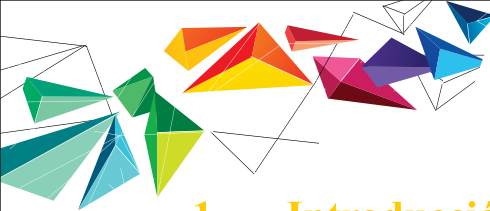
(STP) son la base de estudio de la investigación expuesta en este documento, un STP son los procesos fisicoquímicos y biológicos existentes en un humedal natural en donde gracias al metabolismo de las plantas utilizadas, las condiciones del drenaje son modificadas para facilitar la remoción de contaminantes presentes en el drenaje.

La selección de las plantas es basada en factores geográficos que favorezcan el crecimiento de las mismas, en donde la facilidad en la adquisición y aclimatación juegan un papel muy importante en la ejecución de la metodología. Las especies utilizadas fueron juncus y Myriophyllum aquaticum (Mendoza et al., 2016) catalogadas como potenciales biorremediadoras

(Palomino et al., 2007). Los resultados en obtenidos en la remoción de componentes disueltos y suspendidos en el DAM, se verá reflejado en este documento.

1.1 Vertimiento minero del departamento de Boyacá

El proyecto busca una alternativa de un cumplimiento normativo o el aprovechamiento del agua acumulada por acción de la operación minera en el centro minero del municipio de Sogamoso en la vereda de Morca. Una zona históricamente de explotación carbonífera dada su conformación geológica perteneciente a una zona de contenido del mineral de carbón el cual ha sido explotado desde épocas prehispánicas para la cocción de la arcilla y la fabricación de utensilios torteros para el hilado del algodón. (Avellaneda ETAL., 2013)





No se tiene una fecha precisa de cuando se iniciaron las primeras explotaciones carboníferas, sin embargo, en la provincia de Sugamuxi se han encontrado trabajos antiguos realizado por indígenas nativos, los cuales empleaban el método de cámaras y pilares. Construcción de túneles inclinados, cuya longitud estaba condicionada por la presencia de agua subterránea. El carbón grueso era transportado a hombro hasta la superficie y el fino lo dejaban en las cámaras de relleno. El arranque lo realizaban con macana de piedra. Este mismo procedimiento todavía se aplica en muchas minas existentes pero la herramienta de arranque es el pico. (Ingeominas et al., 2004)

Con la llegada de los españoles muchas de estas minas fueron ocultas por los indígenas y redescubiertas hasta la segunda mitad del siglo XX.

En la década de 1930 se inició la operación del ferrocarril del Nordeste entre Bogotá y

Sogamoso, con lo cual se dinamizó la explotación de carbón en esta zona para suministrar energía a la locomotora. “Tópaga y Morcá (Sogamoso) suministraban el carbón para las locomotoras del ferrocarril, en unos volúmenes que se cree sobrepasaron las 3000 toneladas al mes.” (Escobar, 2011)

Constituyendo de esta manera una contaminación de efluentes hídricos propios de esta zona desde la histórica datada anteriormente con una carga de contaminantes generada por la acción minera del carbón; y dado el gran crecimiento industrial en la región de Sugamuxi y la disponibilidad de minerales para uso en industrias siderúrgicas y químicas esta carga contaminante fue claramente acentuada. (Avellaneda, 2014)

Estudios recientes realizados por la Universidad Nacional destacan la gran contaminación de los recursos hídricos por la minería de carbón incrementada la última década debido a la favorabilidad de los precios en el mercado internacional

Según el Decreto 475 de 1998, por el cual se expiden normas técnicas de calidad de agua

potable, los valores de pH (potencial de hidrógeno) deberían estar comprendidos entre 6,5 y 9; sin embargo, el encontrado (entre 2,7 y 7,8) indica para la mayor parte de las muestras el efecto del drenaje ácido, característico de las explotaciones mineras. El efecto es considerable si se tiene en cuenta que las muestras de los arroyos presentaron valores muy ácidos (uno 3,2 y dos 3,3), a pesar de su capacidad como cuerpo de agua de diluir el efluente que ingresa como contaminante de la minería. Incluso, la muestra del río Samacá presentó un valor ácido no esperado para un cuerpo de agua de esta naturaleza (4,8). Solo el efluente de una mina legal tuvo un pH dentro del rango de agua potable (7,8); por el contrario, la mina ilegal tuvo el valor más ácido (2,7). Por otro lado, los valores de alcalinidad (que mide la capacidad para neutralizar ácidos) fueron bajos (menor a 17,1 miligramos por litro -mg/L-) para la mayoría de muestras (la de agua potable es de 100 mg/L), factor que puede obedecer a la absorción constante de carbonatos y bicarbonatos. Entretanto, los valores de dureza están por encima de lo esperado para aguas naturales y entraron en la categoría de extremadamente duros (mayor a 300 mg/L de carbonato de calcio -CaCO₃).

La investigación constata que no solamente las especies animales están en riesgo en los municipios mineros de Boyacá, sino también los seres humanos. (Peláez, 2011)

El drenaje ácido de mina ha causado en variadas latitudes problemas medio ambientales que han sido explorados mediante diversas causas en la ecología y afectación humana.

Adicionalmente se habla del efecto que estas aguas ácidas causan en los sistemas de tratamiento de los municipios cercanos debido a la afectación ácida y de metales que contiene; generando daños iniciales a equipos y considerablemente más importante aún a la comunidad en general.

Los mecanismos de formación de ácidos están principalmente asociados a la pirita encontrada



en la explotación su exposición al oxígeno y el contacto posterior con el agua que filtra por acción de las operaciones de extracción y por niveles freáticos contenidos en la mina.

1.2 Drenajes en minería de carbón

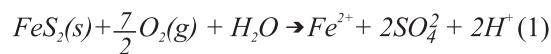
Como problemática en la minería de carbón se tiene principalmente el vertimiento de aguas las cuales se les debe realizar previo tratamiento, estos vertimientos deben cumplir una serie de parámetros que se debe controlar, entre los que estipula la Resolución 0631 de 2015” la cual establece los parámetros y límites permisibles en los vertimientos puntuales o cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones” para Colombia y más específicamente en su artículo 10. Cabe destacar que estos drenajes generan una serie de impactos ambientales como lo es la acidificación de cuerpos hídricos, altos contenidos de metales disueltos, mortandad de fauna hídrica, deterioro de la salud de aquellos animales que consumen el agua contaminada como lo son vacunos y caprinos principalmente, aumento en la turbiedad de los cuerpos de aguas debido al aumento de sedimentos, contaminación en las riveras de las fuentes hídricas, entre otros.

Para el SENA- Centro minero regional Boyacá el manejo de las aguas residuales de la mina didáctica hace parte de la formación integral de sus aprendices y más aún del cumplimiento de la norma ambiental, de ahí llega la necesidad de aplicar un tratamiento de aguas que sea técnica y económicamente rentable y que perdure en el tiempo.

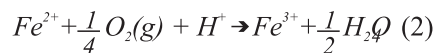
1.2.1 La pirita y su papel en la acidificación de aguas.

El carbón explotado en la mina didáctica del SENA- Centro minero pertenece a la formación geológica de Guaduas, cabe destacar que este es acompañado del mineral denominado pirita el cual es del grupo de los sulfuros cuya fórmula química es FeS_2 . Tiene un 53,48% de azufre y un 46,52% de hierro, este mineral cuando tiene contacto con agua y aire tiene la capacidad de

oxidarse y es ahí cuando se genera el proceso de acidificación del agua como lo explica en sus ecuaciones (Lopez, 2002).



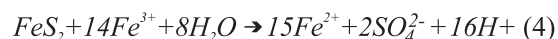
Ecuación 1. Reacción de la pirita



Ecuación 2. Iones ferrosos se oxidan a iones férricos



Ecuación 3. Ion férrico precipita como hidróxido



Ecuación 4. Oxidación de la pirita

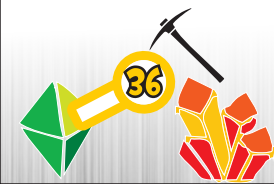
En estas cuatro ecuaciones se puede expresar el proceso en el que la pirita en un proceso lento precipita el hierro como hidróxido, disminuye el pH hasta 3,5, las bacterias aceleran la oxidación de Fe^{2+} a Fe^{3+} finalmente acelerando el proceso de oxidación.

1.3 Humedales artificiales

Actualmente los tratamientos de aguas para drenajes ácidos de minería son costosos e implica la aplicación de una serie de reactivos lo cual los hace dispendiosos y costosos para su puesta en marcha, es por ellos que se busca un tratamiento que tenga ventajas económicas y cuyo resultado sea igual o mejor que un tratamiento activo.

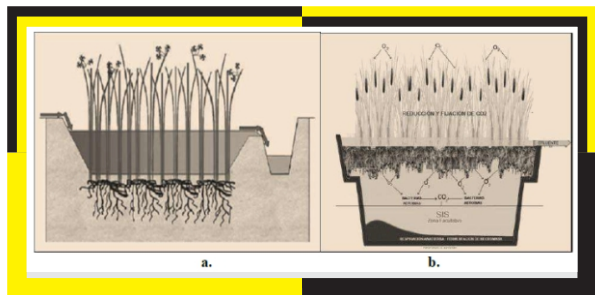
Los humedales artificiales son una forma de tratamiento pasivo cuyo funcionamiento es por medio del cultivo de macrófitas las cuales en sus funciones básicas captan la luz, la transforman en energía química la cual es usada en su organismo y sus funciones vitales colaborando o funcionando como tratamiento de aguas permitiendo la purificación del agua por medio de la remoción del material orgánico DBO, sedimentación de cuerpos de agua, aporte de oxígeno de parte de las macrófitas, funcionamiento como material filtrante.

Existen dos sistemas de humedales que dependen del tipo de macrófita: enraizada o flotante Los humedales desarrollan procesos biológicos en donde remueven algunos





contaminantes de los drenajes ácidos de minería como lo muestra la tabla 2:



Figuras 1(a y b). Humedal enraizado y humedal flotante

Tabla 2. Procesos biológicos de las macrófitas

Parámetro a evaluar	Proceso de remoción
Sólidos suspendidos	- Sedimentación - filtración
DBO	- Degradación microbiana (aeróbica y anaeróbica) - Sedimentación (acumulación de materia orgánica / lodo en la superficie del sedimento)
Nitrógeno amoniacal	- Amonificación seguida por nitración y desnitrificación amoniacal. - Captado por la planta
Patógenos	- Sedimentación / filtración - Excreción de antibióticos por las raíces de las macrófitas.

2 Materiales y métodos

2.1 Identificación del método

Con el fin de determinar el tipo de tratamiento utilizar se realiza una caracterización inicial del agua de la mina en dos puntos relevantes, como lo son, el pozo de la mina y el vertimiento de las aguas residuales de la misma, esta caracterización contempla el muestreo y el análisis del agua de acuerdo a las condiciones exigidas en la Resolución No. 0631 de 2015 determinando así las propiedades y permitiendo la evaluación de la implementación más eficaz y eficiente de un método a seguir.

Al tratarse de aguas ácidas de minería con alto contenido en metales pesados y con valores fuera del rango permitido en DBO, DBQ, entre otros, (datos obtenidos en la caracterización), con referencia en la investigación y con datos extraídos en trabajos previos se establece como

método a implementar una tecnología basada en humedales artificiales, este método permite que ocurra la reacción química y biológica natural en el sistema de tratamiento, y no en el cuerpo de recepción de agua, esta tecnología es atractiva para tratamiento de drenaje de mina ya que ofrece mayores ventajas sobre el sistema de tratamiento convencional (tratamiento químico), entre estas cabe mencionar que son relativamente económicos para construir y operar, fáciles de mantener, eficaces y confiables para el tratamiento de aguas residuales, tolerantes a los cambios en las cantidades de cargamento hidráulico y biológico.

2.2 Diseño y construcción de los humedales

Se establecieron cuatro humedales horizontales sub-superficiales identificados como H1, H2, H3, H4, de los cuales dos contaban con el medio filtrante únicamente (grava: 1 * 1.5 pulg porosidad de 40 ε) llamados controles H2 y H4 y dos plantados es decir medio filtrante y plantas *M. aquaticum* H1 y H3 (figura 2), cada humedal fue construido con una superficie de 1,92 m², presentando específicamente las siguientes dimensiones: altura: 0,6 m, longitud: 3,0 m, ancho: 0,8 m. Un total de 100 Ld-1, La tabla 1 muestra los parámetros para la construcción de cada humedal. En la figura 1 se detallan las dimensiones de una celda unitaria, resaltado que el material granular ubicado en la zona de entrada y de salida debido su tamaño de partícula asegurará un flujo homogéneo.

2.3 Selección de tipo de plantas

Las macrófitas o plantas acuáticas son adecuadas para el tratamiento de aguas residuales debido a su crecimiento y una mayor producción de biomasa, capacidad de captación de contaminantes y una mejor purificación, esto debido al contacto directo con agua contaminada permitiendo la remoción de contaminantes muy aplicativo a la implementación por humedales artificiales.



El poco estudio de carácter investigativo, la fácil adquisición, crecimiento y proliferación, mostrando por simple observación un comportamiento de rápida adaptación a diferentes condiciones en la región de Boyacá en la purificación de agua de riachuelos, lagunas y aguas estancadas, permite que el grupo de investigación determine la macrófita *M. aquaticum* como la planta de mayor interés en el estudio de tratamiento de aguas acididad de mina generadas en la mina didáctica del SENA centro minero.

2.3.1 Sembrado y acondicionamiento de plantas

La planta macrófita *M. aquaticum* se obtuvo por el grupo de investigación en zonas aledañas a la mina, el sembrado de las plantas mantuvo un acondicionamiento de 50 plantas por humedal, las cuales por unidad debía tener un área libre de 0.038 m² entre una y otra permitiendo el sembrado tipo malla, la adaptación de las plantas al agua de la mina consistió en un crecimiento de plantas adicionando agua potable durante 5 días, posteriormente se realizó la inoculación 10 litros de agua de mina durante 5 días y finalmente se duplicó la cantidad de agua de mina durante un mes facilitando las condiciones de adaptación de la plántula.

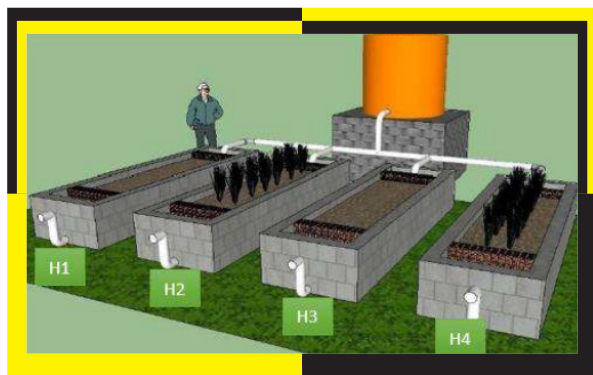


Figura 2. Distribución de humedales

2.4 Métodos de toma de muestras de acuerdo a parámetros de análisis

Siguiendo el protocolo de recepción de muestras puntuales, se llevaron a cabo la toma de muestras agua en las entradas y salidas de cada humedal, realizando análisis a las

muestras y preservando a 4°C (DBO, DQO, Acidez, Dureza cálcica, Dureza total, Hierro, Manganeso, Sulfatos).

3 Resultados y discusión

3.1 Calidad de Agua

Análisis de parámetros de vertimientos de agua residual generados en la mina didáctica del Centro Minero son mostrados en la Tabla 1, encontrando que el único parámetro que cumple con los límites permitidos en la Resolución 631 de 2015 es la DBO5 reportado en 44 mg/L, en cuanto a los parámetros Acidez, Dureza Cálcica, Dureza total, DQO, Hierro, Sulfatos con valores de 65 mg/L, 50,47 mg CaCO₃/L, 462,48 mg CaCO₃/L, 1193,84 mg CaCO₃/L, 40,41 mg/L, 8,920 mg/L, 2880,12 mg SO₄²⁻/L respectivamente, superaron las limitaciones de cumplimiento de la normatividad.

Tabla 3. Análisis de parámetros de pozo minero y los límites para vertimientos de agua residual de actividades mineras

Parámetro	Unidad	Resultado	Límites
DBO	mg/L	44	150
DQO	mg/L	65	50
Acidez	mg CaCO ₃ /L	50,47	Análisis y Reporte
Dureza Calcica	mg CaCO ₃ /L	462,48	Análisis y Reporte
Dureza total	mg CaCO ₃ /L	1193,84	Análisis y Reporte
Hierro	mg/L	40,41	2
Manganeso	mg/L	8,920	-
Sulfatos	mg SO ₄ ²⁻ /L	2880,12	1200

3.2 Remoción de contaminantes por Humedales Artificiales

La habilidad de acumular metales pesados generados en los drenajes ácidos de minas de carbón por parte de macrófitas ha sido ampliamente reportado (Sood et al., 2012; Martelo et al., 2012; Bonilla., 2009), este tipo de plantas acuáticas son más adecuadas para el tratamiento de aguas residuales debido a su crecimiento y una mayor producción de biomasa, capacidad de captación de contaminantes y una mejor purificación, esto debido al contacto directo con agua contaminada.



Se llevaron los análisis de los parámetros necesarios para tratar en agua residual de minas de Carbón. La tabla 2 muestra que la concentración de entrada y salida para humedales sembrados con *M. aquaticum* y humedales control para cada uno de los parámetros evaluados, particularmente el hierro en el tratamiento control fue de $49,525 \pm 1,22$ a $46,55 \pm 0,001$ mg/L; en comparación con los tratamientos plantados que presentó disminución de $170,67 \pm 0,595$ a $5,63 \pm 0,580$ mg/L, esto hecho debido a la capacidad que tiene *M. aquaticum* tiene la capacidad de tolerar y acumular metales pesados como Fe, Ni, Pb and Zn, siendo una especie usada en la fitorremediación en los ambientes acuáticos contaminados (Harguinteguya et al. 2015); de igual manera se encontró una considerable disminución de DBO de $79,5 \pm 1,07$ a $15 \pm 0,28$ en humedales plantados.

Tabla 4. Variables de agua en el afluente y el efluente en remoción en humedales a escala piloto

Parámetro	Unidad	Plantados		Control	
		Entrada	Salida	Entrada	Salida
DBO	mg/L	79,5	12,5	16,5	16
DQO	mg/L	66,5	13	14	13
Acidez	mg CaCO ₃ /L	537,32	27,085	483,64	112,49
Dureza Calcica	mg CaCO ₃ /L	553,69	1069,385	542,835	651,4
Dureza total	mg CaCO ₃ /L	1557,935	1867,355	853,65	1563,36
Hierro	mg/L	170,67	5,63	49,525	46,55
Manganeso	mg/L	7,03	4,335	6,725	4,43
Sulfatos	mg SO ₄ ²⁻ /L	1923,745	2176,53	2085,765	1508,9

Esto sugiere que el tratamiento de aguas con humedales artificiales a escala piloto plantados con *M. aquaticum* fueron eficaces en el tratamiento de drenaje ácido de minas de carbón con altas concentraciones de Fe. Otros estudios demostraron que el uso de humedales artificiales plantados con *M. aquaticum* pueden tolerar aguas residuales con alta resistencia metales pesados, presentando alta eficiencia de remoción (Luo et al., 2017). Valores de sulfatos $1923,74 \pm 0,009$ mg SO₄²⁻/L a $2176,53 \pm 0,19$ mg SO₄²⁻/L no presentaron remoción en los

humedales p<lantados por el contrario presentó aumento en los valores del efluente, caso similar ocurrió con la dureza cálcica y total, obteniendo $553,69 \pm 0,11$ mg CaCO₃/L a $1069,38 \pm 0,03$ mg CaCO₃/L y $1557,93 \pm 0,04$ mg CaCO₃/L a $1867,35 \pm 0,008$ mg CaCO₃/L, esta situación puede deberse al material filtrante que se utilizó en cada uno de los humedales.

Finalmente, se encontró que los niveles de acidez disminuyeron en el efluente de los humedales plantados obteniendo 27,085 mg CaCO₃/L.

Referencias

- Avellaneda Cusaria, José Alfonso (2013). Aproximación a la historia ambiental de la minería en Boyacá (Bello horizonte: Hallac, 2(1), 208-224.
- Bonilla. A. (2009). Producción de plantas macrófitas: alternativa para la depuración en humedales artificiales. Ingeauan, 11 (1), 15-25.
- Escobar Chaparro (2011), Historia del carbón en Colombia, Colombia.
- E. López Pamo, O Aduvire y D Baretino (2002), Tratamientos pasivos de drenajes ácidos de mina: estado actual y perspectiva de futuro, Boletín geológico y minero, 113 (1), 3-21.
- Gómez. A. Agustín, Villalba A. Arturo, Acosta. R. Gildardo, Castañeda. O. Mario y D. Kamp (1997a). (1998b). Metales pesados en el agua superficial del río san pedro durante los años 1997 y 1999, 20 (1) 5-12.
- Harguinteguya. C., Pignataa. L., Fernández-Cirelli. A. (2015). Nickel, lead and zinc accumulation and performance in relation to their use in phytoremediation of macrophytes *Myriophyllum aquaticum* and *Egeria densa*. Ecological Engineering, 82, 512-516.
- Ingeominas y Minercol (2004). El carbón colombiano. Recursos, reservas y calidad (Bogotá D.C.: Ingeominas, 2004). Recuperado de].





Luo. P., Liu. F., Xinliang Liu, X., Wu. X., Yao. R., Chen. L., Li. X, Xiao. R., Wu. J. (2017). Phosphorus removal from lagoon-pretreated swine wastewater by pilot-scale surface flow constructed wetlands planted with *Myriophyllum aquaticum*. Science of the Total Environment, 576, 490–497.

Martelo. J., Borrero. J. (2012). Floating macrophytes on the wastewater treatment: a state of the art review. Ingeniería y Ciencia, 15(8), 221–243.

Mendoza Flores, Diego Moizes; Salazar Aliaga, Kevin Peter; Bravo Toledo, Luigi Alfonso (2016). Fitorremediación acuática con *Myriophyllum aquaticum* para el tratamiento de efluentes generados por pasivos ambientales mineros de Hualagayoc – Cajamarca. Universidad nacional del Callao, Callao, Peru.

Palomino Cardenas, Edwin Julio (2007). Sistemas de Humedales para la Biorremediación de Drenajes Ácidos de Mina o Roca en Ancash – Perú. Universidad nacional de Trujillo, Trujillo, Peru.

Peláez, Ana María (2011). En Boyacá la minería del carbón sofoca las aguas,” UN periódico, 150 (2011). Recuperado de <http://www.unperiodico.unal.edu.co/dper/article/en-boyaca-mineria-de-carbonsofoca-las-aguas.html> [2011]

Rojas Hugo, Guerrero Diana C., Vásquez Olga Y., y Valencia Jesús S (2012). Aplicación del Modelo de Bohart y Adams en la Remoción de Mercurio de Drenajes de Minería por Adsorción con Carbón Activado. 23 (3), 21-32.

Silva Juan pablo (1994), Humedales construidos. Recuperado de].

Sood. A., Uniyal. P., Prasanna. R., Ahluwalia. S. (2012). Phytoremediation potential of aquatic macrophyte, Azolla. Ambio, 41, 122–137.



**Patio Mina Didáctica
SENA Regional Boyacá - Centro Minero
Fuente: SENA**



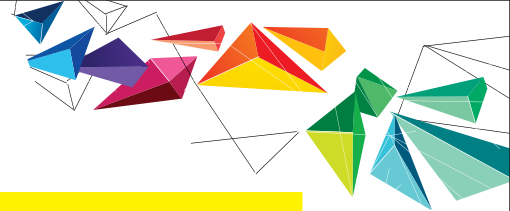
**Aprendices Formación Supervisión de
Labores Mineras
SENA Regional Boyacá - Centro Minero
Fuente: SENA**



**Robar ideas de una persona es plagio;
robar de muchos es investigación.
Gracias SENNOVA y grupo GICEMIN.**

**Camilo Andrés Castro Moreno
Ingeniero
Instructor SENA Centro Minero**





Instalaciones ABC
SENA Regional Boyacá - Centro Minero
Fuente: SENA



Patio Mina Didáctica
SENA Regional Boyacá - Centro Minero
Fuente: SENA



“Llegué al SENA buscando integrar la química, la biotecnología y la ciencia en un proyecto productivo y encontré en el equipo SENNOVA, en SENA y en Tecno parque, el lugar idóneo para cumplir este sueño y es allí donde ahora llevo mis primeros pasos como investigadora.

“Sennova oportunidad de ideas Innovadoras...”

Helena Victoria Daza
Aprendiz Auxiliar de investigación SENNOVA



INVESTIGACIÓN PREVIA PARA EL DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE ROBOT EXPLORADOR PARA LA DETECCIÓN DE GASES EN AMBIENTES MINEROS BAJO TIERRA

Wilfred Fernando Valero Cárdenas

Instructor Programa Articulación, SENA Centro Minero Sogamoso Boyacá, wfvalero@misena.edu.co

Resumen

La implementación de herramientas tecnológicas para la investigación de ambientes desconocidos o peligrosos es una opción que se viene desarrollando cada día más, este tipo de herramienta permite el estudio de espacios potencialmente peligrosos sin exponer la integridad de su operador.

Se realizó la investigación para el diseño un prototipo de herramienta robótica para la exploración y diagnóstico de atmosferas mineras la cual permite efectuar un diagnóstico de gases siguiendo los protocolos establecidos por el ministerio de minas de la república de Colombia. Este prototipo se visiona como un robot explorador operado con un sistema de telemetría remota que permite obtener datos relacionados con la atmosfera en estudio, estado de las estructuras presentes en los frentes de explotación sin exponer la integridad de los trabajadores inmersos en la labor de explotación, también este robot se puede convertir en una herramienta de rescate y salvamento minero, ya que proporciona información vital para el acceso de las brigadas de rescate en minas con presencia de incidentes mineros.

Palabras clave

Explorador minero, Detección de Gases, Robot explorador, Navegación Robótica, vehículo teledirigido.

1 Introducción

En los últimos 13 años la incidencia de accidentes mineros en Colombia ha cobrado 1320 vidas humanas. Donde el 15% se le atribuyen a atmósferas viciadas¹ –(Agencia Nacional de Minería - Grupo de Seguridad y Salvamento Minero 2018, 2018), creando la necesidad de diseñar estrategias y herramientas que permitan un diagnóstico efectivo de los espacios de trabajo donde se desarrolla la actividad minera.

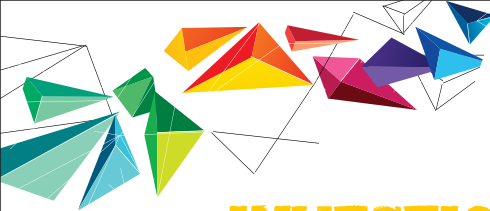
El crecimiento de explotación minera en el departamento de Boyacá se caracteriza por tener 55 poblaciones productoras que generan 3.1 millones de toneladas/año (Agencia

Nacional de Minería, 2017) pero también por ser uno de los departamentos con mayor índice de mortandad en actividades mineras con un promedio de 10 trabajadores muertos en actividades mineras al año –(Agencia Nacional de Minería - Grupo de Seguridad y Salvamento Minero 2018, 2018) situación que hace un llamado urgente a el desarrollo de estrategias que mitiguen esta problemática.

Hoy en día estamos llamados al perfeccionamiento de herramientas tecnológicas que faciliten y transformen los riesgos presentes en las actividades productivas industriales, el desarrollo de estas ha tomado un camino innovador donde los dispositivos de exploración remotamente tripulados “Drones” se abre un espacio importante en la exploración de ambientes desconocidos y peligrosos. Los orígenes de esta tecnología datan de la primera guerra mundial donde se contempló el diseño de aeronaves no tripuladas, el desarrollo de esta tecnología ha sido objeto de bastantes mejoras siendo hoy en día una de las pioneras en el campo de la exploración de ambientes desconocidos (Rejado et al., 2016). Las aplicaciones van desde la industria militar en el campo de desactivación de bombas, desminado y espionaje hasta el campo recreativo donde se utilizan para la realización de videos recreativos dándole a los vehículos remotamente tripulados una amplia gama de aplicaciones. En el campo de la geología son utilizados para la exploración de territorios, estudios geográficos y orográficos.

En el campo de la minera subterránea uno de los factores más importantes en el desarrollo de la explotación minera es un adecuado sistema de

¹ Evento o suceso repentino ocasionado por insuficiencia de oxígeno, concentración de gases fuera de límites permisibles, o acumulación de aire irrespirable.





ventilación, este permite el aprovisionamiento de los trabajos mineros con la suficiente cantidad de aire limpio donde el diagnóstico de atmósferas mineras se convierte en uno de los ejes fundamentales en la preservación de la vida de los trabajadores mineros, en el desarrollo de la presente investigación se pretende identificar los aspectos que intervienen en el estudio y diagnóstico de atmósferas mineras y así mismo estructurar las características necesarias para la creación de un robot explorador de atmósferas mineras dando paso al planteamiento de un diseño inicial para el desarrollo de esta herramienta robótica.

Con el desarrollo de este robot explorador se espera proveer una herramienta de diagnóstico de atmósferas mineras donde los trabajadores puedan diagnosticar efectivamente la atmósfera donde se desarrollaran actividades de explotación sin arriesgar la vida del personal que interviene en el trabajo.

2 Ventilación Minera

El objetivo general de la ventilación en minería subterránea es garantizar el flujo de aire necesario para que los trabajadores inmersos en la explotación tengan el aire necesario para desempeñar su labor.

2.1 Generalidades del Monitoreo de Gases en la Ventilación Minera.

Hoy en día hay grandes avances en la explotación minera bajo tierra. Van desde la implementación de redes de monitoreo en tiempo real comunicados por sistemas scada hasta sistemas de emergencia y rescate que dotan a cada trabajador con un dispositivo de comunicación. Estos sistemas se caracterizan por ser bidireccionales permitiendo establecer una comunicación constante con el frente monitoreado una de las características más relevantes es la implementación de redes wifi dentro de los frentes de explotación facilitando el monitoreo en tiempo real las labores de explotación, la implementación de estas redes facilita el tráfico de todo tipo de información entre el frente y las estaciones de mando. Estas tecnologías están presentes en las minas a gran

escala y más tecnificadas en el mundo donde EE.UU., China, Rusia y Australia son sus mejores exponentes.

A nivel nacional se han ido implementando paulatinamente sistemas de monitoreo en las minas más tecnificadas pero el costo de implementación y la tecnificación solo tiene un alcance del menor del 15% de la minería a nivel nacional (MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA, 2013) el porcentaje restante sigue el monitoreo de gases de forma manual mediante el uso de multidetectores.

2.1.1 Sistemas de monitoreo en ventilación minera.

El monitoreo de los sistemas de ventilación son una herramienta fundamental en el desarrollo de la labor extractiva hoy en día se encuentra con una gran variedad de tecnologías que permiten tener una amplia gama de información relevante en el campo de análisis de atmósferas mineras estas se encuentran clasificadas así:

2.1.2 Monitoreo Convencional de Gases Explosivos en Minería

En la explotación minera actual el monitoreo de gases explosivos es muy escaso o simplemente no se realiza esto debido al alto porcentaje de minería ilegal con el que cuenta el país, sumado al mínimo control que se realiza por parte del estado esto conlleva a que las medidas sean omitidas por los propietarios de las minas, generalmente donde se realiza el monitoreo de gases, la periodicidad está determinada por el cambio de turno laboral, el cual se realiza cada 12 horas. El método es simple un operario recorre la mina llevando un multidetector de gases, el cual va registrando los niveles de los gases explosivos en caso de que alguno sobrepase el umbral este emite una alarma para alertar sobre la imposibilidad para trabajar, después de que el operario termina el recorrido se vuelve a la oficina de control para conectar el dispositivo a un computador que descarga el reporte del recorrido en una archivo en el que se tiene un historial de los niveles del gas en el tiempo (Echeverri, Cano, & Builes, 2012).



2.1.3 Tecnologías Inalámbricas Presentes en el Monitoreo de Ventilación:

Algunas de las tecnologías más conocidas inalámbricas son WIFI, Bluetooth, Wimax, Zigbee, NFC, GSM, cada una de ellas tiene diferentes condiciones y son implementadas para suplir las necesidades en diferentes aplicaciones. (Núñez, Peña, & Garzón, 2009)

Para esto se realiza una medición de los parámetros más relevantes mostrados en la figura 1, dentro de los cuales están contenidos aquellos que caracterizan a las redes inalámbricas por su rendimiento en su entorno desarrollado.

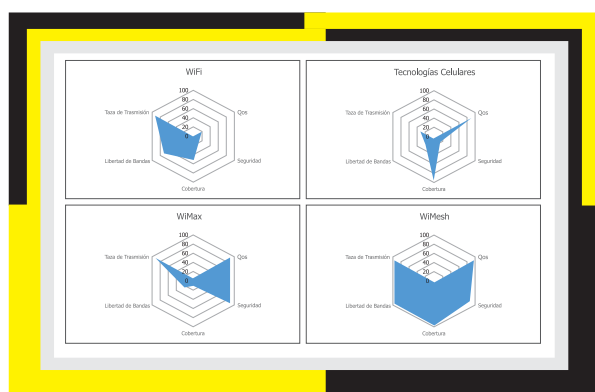


Figura 1. Principales Características de las Redes Inalámbricas

WIFI: Las tecnologías WIFI son en realidad una gran cantidad de protocolos, que cumplen con las condiciones del estándar IEEE 802.11, que permiten la transmisión de datos entre dispositivos conectados a la red, teniendo como restricciones las distancias que cubre la red. Fue inicialmente diseñada para la transmisión de datos entre computadores pero desde hace unos años se ha ido utilizando para la transmisión de datos por internet. Utilizando routers conectados vía cable que reciben la transacción de datos y los dispositivos finales se conectan de manera inalámbrica al sistema.

Bluetooth: Esta es una tecnología de comunicación inalámbrica de radio frecuencia que trabaja en la banda de 2.5 GHz, se caracteriza porque es de corto alcance y fue desarrollado para dispositivos personales tales como teléfonos celulares, PDA, portátiles, módems, entre otros, siempre y cuando su

distancia no supere los 10 m. Dependiendo de las locaciones en donde se realice la comunicación, su principal enfoque es la transferencia de datos y archivos lo cual depende de la ubicación donde se realice la comunicación. Una de sus principales características es que no se requiere que tenga línea de vista, ya que las ondas emitidas pueden atravesar objetos sólidos.

Wimax: La tecnología wimax corresponde al estándar 802.16, que básicamente es una red inalámbrica diseñada para la transmisión hasta de 70 Mbps con un cobertura de hasta de 50 km, podría llegar a conectar con miles de accesos a la internet, ya que tiene una gran ventaja de que no necesita de que haya línea de vista entre emisor y receptor, con lo que podría llegar a reemplazar al estándar 802.11 correspondiente a WIFI, pero aumentando sus costo de implementación.

Wimesh: Esta es una de las tecnologías que últimamente han revolucionado las comunicaciones inalámbricas. Este tipo de red ofrecen ventajas de acuerdo a su configuración, como lo son la redundancia de comunicación presente en la configuración, otra de las ventajas importantes sucede cuando se configuran en modo punto a punto (un único emisor y un único receptor), si el receptor no está al alcance el sistema emite señales buscando posibles puentes entre nodos hasta llegar al destino de la información. Los Zigbee constituyen una de las tecnologías Wimesh.

2.1.3 Sistemas de Control y Monitoreo Centralizado

Estos sistemas se centran en el uso de un centro de control y monitoreo donde se concentra una red de sensores extendida a través de los frentes de explotación, su comunicación es alámbrica, normalmente se usa fibra óptica y protocolos de comunicación industrial para el transporte de la información suministrada por el sistema de censado permitiendo emitir alarmas y gestionar el sistema de ventilación. Estos sistemas están presentes en minas de gran escala dado su costo de implementación y estructura de funcionamiento.

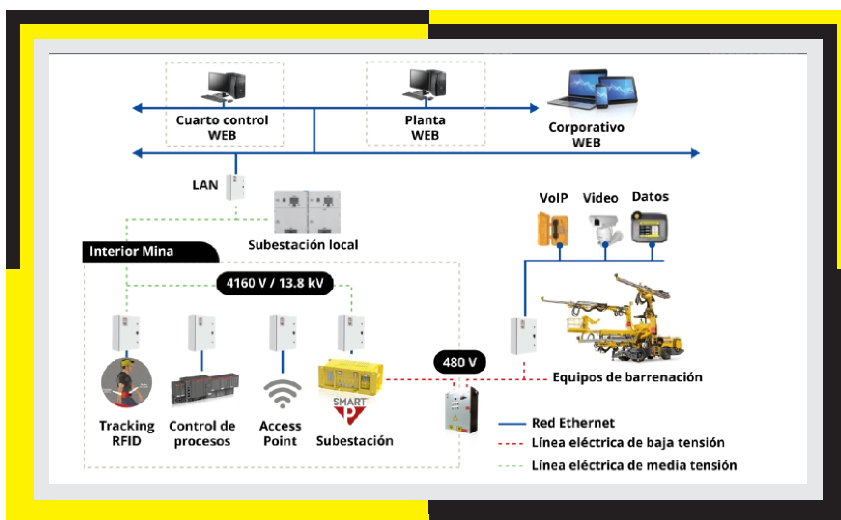


Figura 2. Topología de un sistema de monitoreo Centralizado

Fuente: <http://abcontrol.com.mx/site/?p=1242.1573.1249>

2.2 Gases Nocivos en Minería

La respiración de los seres humanos está compuesta por oxígeno en un 21%, nitrógeno en un 78% y dióxido de carbono en un 0.2% esta relación debe mantenerse para que haya una respiración celular. En algunos ambientes mineros se presenta la disminución de los porcentajes de aire, así como la presencia de gases tóxicos que provienen de la reacción de algunos materiales.

Dentro de un ambiente confinado se debe garantizar que el porcentaje de oxígeno no disminuya del 19%, ya que esto ocasiona la disminución de las capacidades motrices e incluso la muerte. Una de las características de las minas subterráneas es la presencia de gases tóxicos y la disminución de los porcentajes normales de aire, entre los gases más conocidos para la salud humana está el Metano (CH_4), dióxido de carbono (CO_2), monóxido de carbono (CO), nitrógeno (N) (Julio Ramírez H, 2014)

2.2.1 Características de los Gases Presentes en Minería

2.2.1.1 Metano

El metano es un hidrocarburo CH_4 , este es un gas incoloro e inodoro, debido a sus

características es utilizado como una fuente de energía, pese a sus aplicaciones se encuentra en la lista de sustancias peligrosas por ser altamente inflamable y explosivo al estar expuesto a ciertas condiciones climáticas, en la tierra existen varias fuentes de emisión del metano, las cuales van desde procesos de descomposición anaeróbica de la materia, pasando por orígenes antropogénicos, como lo son actividades agrícolas y por ultimo

llegando a la extracción de recursos naturales como lo son las minas de carbón.

El metano puede ser líquido si está bajo presión y gaseoso si se encuentra en estado normal, cuando se encuentra en estado líquido puede ser sumamente nocivo para la salud provocando un congelamiento en la parte que entra en contacto, si se encuentra en estado gaseoso dependerá de su concentración en el aire, para saber si es o no potencialmente peligroso. Para esto se han establecido los siguientes rangos, si se encuentra en estado menor al 4 % puede ocasionar ardor en la piel sin ninguna consecuencia nociva para la salud de la persona, si la concentración está dentro de 5 % hasta un 15 % está muy propenso a ocasionar una explosión, siempre y cuando haya alguna fuente de chispa que lo encienda, si la concentración es mayor al 15 % la mezcla ya no es explosiva pero inicia a ser asfixiante, ya que en grandes cantidades el metano tiende a disminuir el Oxígeno, el cual no debe ser menor al 19%. (I. Charris, 2014).

2.2.1.2 Monóxido de Carbono

El monóxido de carbono es un gas inoloro e incoloro y es altamente toxico cuando se presentan en grandes concentraciones, en minería se produce debido: a la combustión del diésel, la detonación de explosivos e incendios provocados por el gas grisú entre otros. Es tóxico debido que al ser inhalado, interfiere con el transporte normal de oxígeno, ya que la



hemoglobina tiene una preferencia por este gas, y esta es la encargada de llevar oxígeno a los tejidos celulares, es por esto que en mínimas cantidades es peligroso, ya que ese transportaría monóxido de carbono en vez de oxígeno, lo que ocasionaría un daño irreparable especialmente a los tejidos del cerebro, esta sintomatología es conocida como carboxihemoglobina, un envenenamiento agudo con monóxido de carbono se presenta cuando se expone a concentraciones superiores a 400 ppm, teniendo hechos irreversibles, y dependiendo del tiempo de exposición puede llegar hasta la muerte, cuando se es expuesto a concentraciones menores a 400 ppm se produce un envenenamiento crónico en la cual el cuerpo desecha en un tiempo aproximado de 8 horas, en esta ocasión puede producir síntomas como mareos, dolores de cabeza, entre otros.

2.2.1.3 Nitrógeno

El nitrógeno es un gas inoloro, incoloro e insípido, este se produce debido a la descomposición de materias orgánicas así como con la detonación de explosivos, y es altamente peligroso cuando ocurre desgasificación del grisú, ya que el grisú (metano) tiene una composición de nitrógeno cerca del 40 %, los mayores riesgos que se producen es cuando en la composición química de aire este supera los 88%, cuando los niveles son 13 menores a 88 %, pero mayores a 78 % produce un sofocamiento en el organismo, el cual no incide directamente en la vida del trabajador.

2.2.1.4 Óxido Nítrico

El óxido nítrico es un gas incoloro de un olor bastante fuerte y se forman en la minas debido a la combustión y detonación de explosivos, este gas disuelve la humedad de los pulmones, en exposiciones mayores pueden ocasionar edemas en los pulmones, además de ello reduce la cantidad de oxígeno que ingresa a los pulmones, ocasiona dolores de cabeza intensos y en grandes cantidades puede ocasionar colapsos e incluso la muerte, el límite para exposiciones en el aire son 25 ppm en una jornada de 8 horas de trabajo.

2.3 Disposiciones Legales Para la Ventilación de Minas Subterráneas

Según el decreto 1886 de 2015 que establece el reglamento de seguridad en las labores mineras subterráneas de la república de Colombia se contemplan las siguientes disposiciones para el manejo de la ventilación en minas subterráneas:

- ♦ Todas las labores mineras subterráneas accesibles al personal y los lugares donde se localice maquinaria, deben estar recorridas de manera permanente por un volumen suficiente de aire.
- ♦ El aire que se introduzca a la labor minera subterránea debe estar exento de gases, humos, vapores o polvos nocivos o inflamables.
- ♦ Compruebe que los lugares donde se realicen labores mineras subterráneas, estén ventilados de manera constante y suficiente, a fin de mantener una atmósfera limpia y respirable:
- ♦ El volumen de oxígeno en la atmósfera de la mina no debe ser inferior a 19,5%, o más del 23,5% en volumen de oxígeno.
- ♦ Los Valores Límites Permisibles (VLP) en la atmósfera de cualquier labor subterránea para los siguientes gases contaminantes son:

Tabla 1. Valores Permisibles en la atmosfera para labores subterráneas

Gases	Fórmula	TLV-TWA (ppm)	TLV-STEL (ppm)
Dióxido de carbono	CO ₂	5000	30000
Monóxido de carbono	CO	25	-
Ácido sulfhídrico	H ₂ S	1	5
Anhídrico sulfuroso	SO ₂	-	0,25
Óxido nítrico	NO	25	-
Dióxido de nitrógeno	NO ₂	0,2	-

El responsable técnico de la labor minera subterránea debe nombrar en cada turno, a un encargado de la supervisión de la ventilación en todas las labores, quien deberá estar capacitado para tal efecto.



3 Establecimiento de Parámetros Para la Construcción del Prototipo

De acuerdo a la información recopilada se pueden obtener varios parámetros a tener en cuenta para la realización del prototipo de robot explorador para la detección de gases en minería subterránea, partiendo de la naturaleza del terreno se establece que la estructura del prototipo debe tener en cuenta las características topográficas a que se verá sometido, para esto se establece un modelo de explorador tipo rover equipado con un sistema de transmisión de potencia de arrastre tipo oruga, este se adapta más a este tipo de terreno siendo la opción más versátil para los propósitos del explorador, se plantea una plataforma soportada por una base orugada para el transporte del dispositivo.

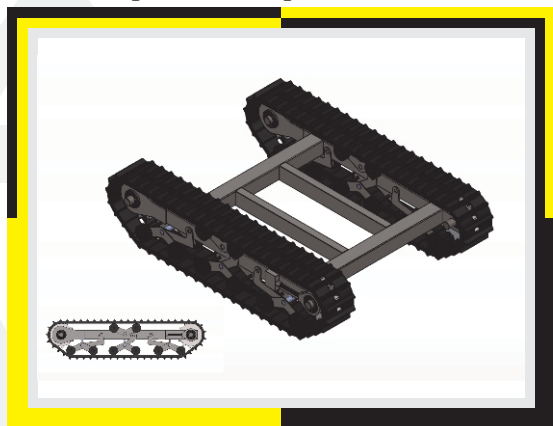


Figura 3. Sistema de Transmisión propuesto para el Prototipo

3.1 Detección de gases

De acuerdo con las características establecidas en los gases presentes en minería se hace necesario la creación de un sistema de detección que intervenga la mayoría de los casos presentes en ambientes mineros bajo tierra, para esto se propone crear un módulo de detección de que incluya la detección de los distintos tipos de gases presentes, condiciones de humedad temperatura y velocidad de viento integrados en un módulo que permita la comunicación y transmisión de los datos obtenidos.

Para la detección de estos gases se selecciona una gama de sensores que nos dan un rango adecuado y cumplen con la característica esperada, estos se enuncian en la tabla 2.

Tabla 2. Selección de sensores para el censado de gases.

Característica	Referencia	Rango de Detección
Detección dióxido de carbono	CDM 4161	1000 ppm
Detección monóxido de carbono	TGS 2611	500 - 10.000 ppm
Detección temperatura y humedad	DHT 11	0°C a 90°C y 20% a 80% de humedad
Detección anhídrido sulfuroso	MX4	5 ppm
Detección óxido nítrico	MX6	25 ppm
Detección dióxido de nitrógeno	Mics 2714	0.05 a 5 ppm

Los sensores enunciados anteriormente cumplen con las características esperadas de medida y se acoplan a la electrónica necesaria para la transmisión de datos via telemetría del prototipo.

3.2 Control y Transmisión de Datos

Realizando un análisis de las condiciones de comunicación en el ambiente minero subterráneo se establece que el control del prototipo y la adquisición de datos se deben realizar mediante el uso de un transceptor que permita la comunicación bidireccional entre el prototipo y una estación de control remota, se selecciona un controlador de manejo capaz de manejar una interfaz de comunicación UART, I2C, CAN lo que permite una gran versatilidad entre los dispositivos de censado de gases y los dispositivos de manejo del prototipo integrando una estructura de control completa y dinámica con una estación de mando y control, esta estructura proporciona un canal bidireccional compatible entre la transmisión de datos y el control del prototipo.

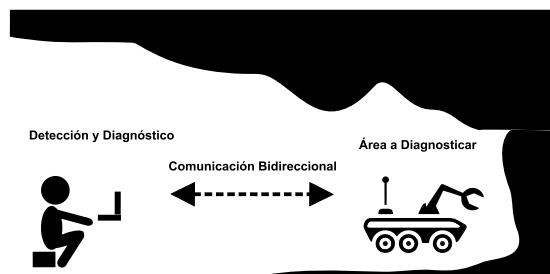


Figura 4. Esquema de Comunicación del Prototipo



La estación y control de datos consta de un transceptor radial compatible con comunicación a 2.4 Ghz y un sistema adicional de recepción de video el cual permite la recepción y control del prototipo, para la implementación de este se establece un sistema de transmisión con las siguientes características:

- ♦ Rango de frecuencia: 2.408-2.475GHz
- ♦ Potencia del transmisor: 20dBm
- ♦ Ancho de banda: 500KHz
- ♦ Protocolo de 2.4GHz: AFHDS 2ª

3.3 Estructura del Prototipo

La estructura del prototipo es uno de los puntos vitales en el desarrollo de este ya que debe cumplir con la normatividad explosión proof enclosure dado que el prototipo se va a desempeñar en áreas de presencia de gases y su funcionamiento podría desencadenar una explosión.

Para el diseño del cuerpo motriz del prototipo se plantea ceñirse a los estándares de protección ip y nema los cuales establecen los parámetros necesarios para el funcionamiento en atmósferas explosivas en el desempeño del prototipo.

4 Conclusiones

Para la implementación del módulo de censo de gases es de primordial importancia establecer correctamente los parámetros de medida y condiciones de toma de muestra ya que para tener una correcta medida de la atmosfera minera es necesario establecer el comportamiento de cada uno de los posibles gases a diagnosticar, estos parámetros van ligados al comportamiento físico de las sustancias a medir obligando a crear un protocolo de media y establecer los requerimientos del prototipo para este fin.

La comunicación en ambientes bajo tierra se ve afectada en gran parte por las características del sistema de telemetría, es de vital importancia establecer el sistema de comunicación adecuado, debido a que una mala selección de componentes será un factor determinante en el mal funcionamiento del prototipo.

El establecimiento de lineamientos en la fabricación del prototipo es uno de los aspectos más relevantes del diseño dado que estos deben ir ligados a la normatividad minera en lo referente a protección anti explosiones, manejo de las comunicaciones y seguridad minera, de lo contrario el prototipo no sería viable en la práctica y violaría el concepto de su concepción.

5 Recomendaciones

Para el diagnóstico de ambientes mineros bajo tierra se debe afrontar el tema desde una vista holística, puesto que este aspecto de la minería tiene un sinnúmero de factores a tener en cuenta y se puede incurrir en omisiones que desencadenaran en el desarrollo de técnicas incompletas o no funcionales en el momento de ser implementadas.

Agradecimientos

En el desarrollo de este proyecto han intervenido muchos actores que con su gran colaboración permiten que se desarrollen actividades de innovación y desarrollo entre otros al grupo de investigación GICEMIN del SENA Centro Minero, ya que sin su apoyo no se podría dar el espacio para el desarrollo de esta investigación, también es de vital importancia reconocer el apoyo se ha obtenido de parte del grupo de articulación con la media y su líder Kenneth Mendoza por su apoyo y el espacio brindado para el desarrollo de la investigación. También se debe reconocer el apoyo técnico del Ing Eduardo Eleazar Suárez por su orientación técnica en los aspectos referentes a ventilación minera y a nuestra compañera Andrea Preciado, Instructora de Investigación SENA Centro Minero que con su apoyo nos ha llevado a seguir con este proceso de investigación en el centro minero.

Referencias

Capítulo de libro:

Ministerio de Minas Y Energía República de Colombia. (2015, septiembre 21). Decreto 1886 de 21 Septiembre 2015. Ministerio de minas y energía República de Colombia. Recuperado de <http://wp.presidencia.gov.co/sitios/normativa/decretos/2015/De>



cretos2015/DECRETO%201886%20DEL
%2021%20DE%20SEPTIEMBRE%20D
E%202015.pdf

Tesis de maestría:

Martín Edgar Albarracín Chíneme, & Germán Andrés Gutiérrez Patino. (2014). Monitoreo Inalámbrico De Gases En Minería Con Servicio Web En Tiempo Real Fase II. Universidad Pedagógica Y Tecnológica De Colombia Facultad Seccional Sogamoso Escuela De Ingeniería Electrónica, Sogamoso Boyacá.

Artículo de revista:

I. Charris. (2014, Septiembre). El metano un depósito minero. Recuperado 5 de noviembre de 2018, de http://fenalcarbon.org.co/fenalcarbon_2012/memorias/gas_metano.pdf

Ministerio De Minas Y Energía. (2013, 2014). Anuario Estadístico Minero Colombiano. Ministerio de minas y energía Republica de Colombia. Recuperado de <https://www.minminas.gov.co/anuario-estadistico-minero>.

Echeverri, D. R., Cano, S. H. R., & Builes, J. A. J. (2012). Detección y control de atmósferas explosivas en minas subterráneas de carbón usando programación estructurada. Revista Educación en Ingeniería, 7, 12.

Núñez, C. V., Peña, J. C., & Garzón, C. L. (2009). Análisis comparativo de tecnologías inalámbricas para una solución de servicios de telemedicina, 19.

Oscar Merchán, M., Higuera Martinez, O., Salamanca, J., & Niño Merchán, J. (2012). Sistemas De Control Automático En La Ventilación De Minas. Importancia En La Minería Subterránea Y Su Desarrollo En Colombia. Rejado, C. C., Hernandez, L. G., Carmona, A. S., Fernandez, A. C., Lopez, J. L. S., & Cervera, P. C. (2016). Historical Evolution Of The Unmanned Aerial Vehicles To The Present. Dyna, 91(3), 282-288. Recuperado de <https://www.revista-dyna.com/search/historical-evolution-of->

the-unmanned-aerial-vehicles-to-the-present Safety and Health Commission for the Mining and other Extractive Industries activity report 1997. COM (99) 373 final, 8 September 1999. (1999). [EU Commission - COM Document]. Recuperado 6 de agosto de 2018, de <http://aei.pitt.edu/13438/>

Página web:

Agencia Nacional de Minería. (2017, Junio 1). Departamento de Boyaca. Recuperado de https://www.anm.gov.co/sites/default/files/DocumentosAnm/bullets_boyaca_01-06-2017.pdf

Agencia Nacional de Minería - Grupo de Seguridad y Salvamento Minero 2018. (2018, junio 8). Estadísticas de accidentalidad consolidado 2005 – 2018. Agencia Nacional de Minería. Recuperado de https://www.anm.gov.co/?q=emergencias_mineras

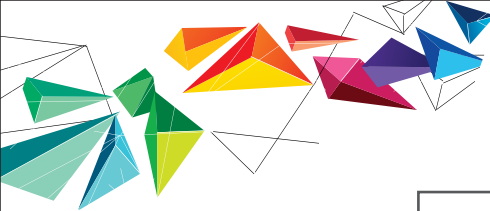
Julio Ramírez H. (2014, septiembre). módulo de capacitación técnico ambiental. Recuperado de http://geco.mineroartesanal.com/tiki-download_wiki_attachment.php?attId=398



Busqué cumplir el sueño de tener un estudio superior de calidad y gracias al Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Centro Minero, se cumplió. Esta institución me proporcionó el fortalecimiento de mi formación profesional integral; además, agradezco al grupo SENNOVA por brindarme la oportunidad de transmitir y apoyar esta dependencia con mis conocimientos en sistemas. Me siento muy orgulloso de ser parte del semillero de investigación Argicemin como referente impactando e innovando desde la tecnología a nivel nacional. Sennova oportunidad de ideas Innovadoras...

Wilmer Fabián López Monroy
Aprendiz Auxiliar de Investigación SENNOVA





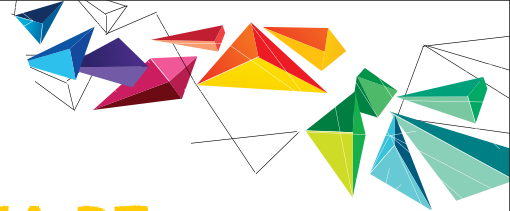
La sociedad de hoy, debe ampliar su diálogo a través de la investigación, así no sólo se propician competencias, aprendizaje, generación de conocimiento sino sobretodo oportunidades de vida.

“Haber sido aprendiz SENA e instructor investigador me ha dado la oportunidad de liderar un proceso que crece con los días y hoy es una oportunidad de vida para mí y para mi familia”

Jenny Andrea Preciado Gaitán

**Líder de Grupo de Investigación GICEMIN
SENA Centro Minero Regional Boyacá**





EL JUEGO COMO ESTRATEGIA DE APROPIACIÓN DEL CONOCIMIENTO

Vladimir Andre Sánchez Avila

Instructor, SENA Centro Minero, vasanchez67@misena.edu.co

Yeferson Rojas Amaya

Instructor, SENA Centro Minero, yyrojas233@misena.edu.co

Resumen

La apropiación del conocimiento es una de las facultades del ser humano más difíciles de desarrollar, para ello se deben emplear variadas técnicas que pueden ir desde el índole personal, el pedagógico e incluso el psicológico. Se ha demostrado científicamente que se aprende mucho más cuando las situaciones que pueden llegar a ser teóricas se aplican de una manera práctica o mediante una situación que rompa el esquema rígido que pueden llegar a tener algunos temas, por eso es necesario identificar el tipo de aprendizaje que posee el Aprendiz. Si se revisara cronológicamente el aprendizaje del ser humano se encontraría que en la niñez se aprenden las habilidades psicomotrices, de conocimiento en lenguaje, de conocimiento en técnicas matemáticas y es gracias al juego y la interacción asociada con los seres que nos rodean, que nos apropiamos de ese conocimiento y lo potenciamos en la medida en que la llevamos a un término práctico, repetitivo. El uso de técnicas didácticas activas en el SENA ha permitido una mejor apropiación de conocimiento, es por ello que el presente artículo aborda la técnica didáctica del juego la cual tiene múltiples aplicaciones en conocimientos teóricos, prácticos y teórico-prácticos, por esta razón se toma una muestra de aprendices de diferentes fichas abordando temas en los cuales se procede a aplicar técnicas como talleres, mapas mentales y conceptuales aplicando la herramienta del juego y se compara con otro pool de aprendices los cuales se les imparte formación tradicional encontrando notorias diferencias en el momento de realizar pruebas de conocimiento.

Palabras clave

Estrategia, metodología, afianzamiento didáctica.

1 Introducción

La importancia de adquirir conocimiento y afianzar el mismo de una forma estructurada, es un tema que abarca a todas las culturas de índole internacional y sobre esto se han realizado diversas metodologías por parte de educadores a nivel mundial y cada vez se busca hacer más didáctica la adquisición o la forma en que se presenta el conocimiento. Es por eso que todos en la niñez abordamos el mundo a través del juego en todo momento y son esas cosas que

nos llaman la atención a las que más empeño les ponemos y quedan grabadas fácilmente y de una forma perdurable.

Es poco lo que podemos encontrar sobre el tema del juego como estrategia de orientación educativa, pero si estrategias didácticas como método de interacción que genera una mayor adquisición de conocimiento, es el caso de (Irma Gavilán 2013) que establece una metodología didáctica sistemática (prototipo) que puede alcanzar la convergencia entre los conocimientos de la disciplina, las habilidades genéricas y la comunicación de ideas, a partir de funciones y tareas precisas, describiendo lo que el alumno está capacitado a desempeñar y evalúan los resultados esperados de desempeño, acentuado por (Eduardo Zaragoza Ramos 2015) quien con su grupo de trabajo de acuerdo a los resultados sugieren aplicar la lúdica como estrategia de enseñanza - aprendizaje en las planeaciones académicas para la unidad de aprendizaje por Competencias, en consideración con (Marco Antonio Villalta Páucar 2012) se puede considerar la interacción didáctica en una perspectiva conversacional ofrece elementos para analizar el papel de la cultura escolar en la organización del proceso de la enseñanza y aprendizaje en el aula. En efecto, el análisis de las secuencias temáticas en el aula da cuenta de los objetivos educativos que finalmente ahí se privilegian.

Asimismo, la perspectiva de la experiencia del aprendizaje mediado reposiciona y, sobre todo, orienta la intervención del profesor en el mejor logro de su rol de mediador, con el objetivo de obtener modificabilidad de estructuras cognitivas que vayan permitiendo, en los alumnos, el beneficio de la experiencia de aprendizaje directo.





2 El juego en la apropiación del conocimiento

2.1 Metodología

Este proyecto se ejecuta con dos grupos de tecnólogos, los cuales están desarrollando la misma competencia y resultados, desarrollándose saberes teóricos antes de iniciar con el aspecto práctico, para posteriormente ser evaluados mediante la estrategia de preguntas y respuestas (cuestionarios de conocimiento), la cual es denominada por el SENA como una evidencia de conocimiento.

A través de esta muestra de aprendices se abordaron temas mediante métodos convencionales que permitieron una evaluación de conocimiento adquirido para temas de índole teórico, esta muestra ha sido llevada en el tiempo; desde el año 2016 se implementan fichas de Química Aplicada a la Industria, Procesos de la Industria Química en temas relacionados de Industria química tipos de Industria y variables que intervienen en procesos químicos. Empleando temas y mediante el uso de técnicas de apropiación del conocimiento como talleres teóricos resumen de documentos mapas conceptuales sobre los temas tratados, posteriormente se llevan a cabo pruebas de conocimiento mediante las cuales se puede terminar la apropiación del mismo.

En el año 2016 se realiza el mismo ejercicio con muestras de aprendices de Química Aplicada a la Industria y Procesos de la Industria Química en el cual la técnica empleada para la apropiación del conocimiento fue el juego como estrategia didáctica posterior se llevan a cabo pruebas de conocimiento entre las cuales se pueden determinar la apropiación del mismo.

Determinando así mediante el uso de estadística comparativa el diferencial al emplear un método u otro, centrándose en la observación cualitativa del incremento en el número de aprendices que superan la prueba de conocimiento posterior.

2.2 El juego

El juego su eficacia y su validez como método educativo, apoyada en la historia del juego, desde "el alba del ser humano", como recurso permanente de toda sociedad para "explicarse a sí misma", organizar y distribuir el espacio, dotarse de significados, asignar papeles sociales y relacionarse con los demás grupos humanos. (Gonzales Gallego, Isidoro 2001)

Estudios evidencian que el jugar es una experiencia que, además de entretenimiento y aprendizaje, aporta al desarrollo, crecimiento y formación de las personalidades, capacidades y destrezas, y esto se evidencia en el diario vivir.

En el caso específico del presente estudio se trabajó en dos temas base mediante documento suministrado por el instructor, se determina una lectura del mismo de forma individual de manera previa a la actividad y se plantean juegos como:

¿Quién quiere ser tecnólogo?

La botella: la punta responde y la cola pregunta

Un tablero en el que se caen en varias trampas que devuelven casillas avanzan casillas o se someten a preguntas

Las actividades inician mediante un banco de preguntas que los aprendices deben plantear con opciones de múltiples respuesta y una sola verdadera, en tarjetas diligenciando preguntas en una cara y respuestas en la otra. La actividad logra puntos alegres que hacen que el grupo logre una plena participación.

Posterior a estas se realizan pruebas de conocimiento con el mismo método que a los grupos que vienen de una actividad en donde se realizan estrategias como mapas mentales y conceptuales, talleres y otros de índole tradicional.

2.3 Resultados

Se llevó a cabo la muestra con grupos a cargo del autor durante los años 2016, 2017 y 2018 antes del presente artículo. Los resultados se plantean de forma comparativa por cuanto en el SENA se determina el logro de una



competencia o no mediante Aprobó o no Aprobó no permitiendo una valoración cuantitativa por no tratarse de notas numéricas que permiten observar el incremento. En la tabla 1 se presentan los resultados obtenidos por las fichas comparadas usando métodos del juego y en las que no.

Tabla 1. Resultados obtenidos en fichas de estudio actividad 1

Juicio Evaluativo Actividad 1						
Ficha	A	A%	N	N%	Total	Didáctica
1320179 Ejecutar	21	91,30%	2	8,70%	23	Si
1366486 Ejecutar	12	100,00%	0	0,00%	12	Si
1573202 Ejecutar	8	61,54%	5	38,46%	13	No
1094095 Variables	11	55,00%	9	45%	20	No
1022033 Variables	22	73,33%	8	26,67%	30	No
946878 Variables	17	100,00%	0	0,00%	17	Si

Fuente: El autor

Tabla 2. Resultados obtenidos en fichas de estudio actividad 2

Juicio Evaluativo Actividad 1						
Ficha	A	A%	N	N%	Total	Didáctica
1320179 Ejecutar	18	78,26%	5	21,74%	23	No
1366486 Ejecutar	7	58,33%	5	41,67%	12	No
1573202 Ejecutar	11	100,00%	0	0,00%	13	Si
1094095 Variables	20	100,00%	0	0,00%	20	Si
1022033 Variables	28	93,33%	2	6,67%	30	Si
946878 Variables	14	82,35%	3	17,65%	17	No

Fuente: El autor

1.1.1 Análisis gráfico de resultados

Se determinó las gráficas de los resultados obtenidos de manera que permitiera comparar de forma porcentual los aprendices que aprobaron la prueba de conocimiento posterior a las actividades de juego y en las que no se utilizó la estrategia en el mismo tema de competencia obteniendo los siguientes resultados.

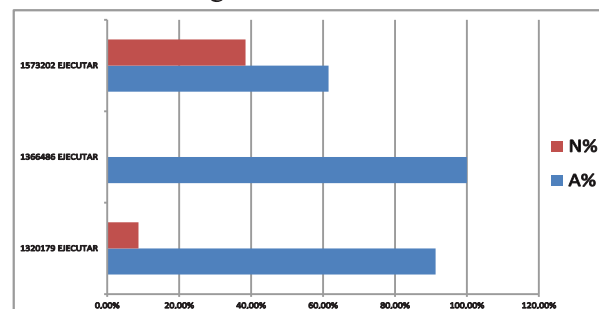


Figura 1. Comparativo en fichas de competencia ejecutar actividad 1.

Fuente: El autor

Se puede observar en la figura 1 como las dos fichas en que se emplea el método del juego obtienen un alto porcentaje de aprendices aprobados, mientras que en la misma actividad sin usar la estrategia del juego el porcentaje de aprobados es menor. Todo esto para la competencia ejecutar en la actividad 1.

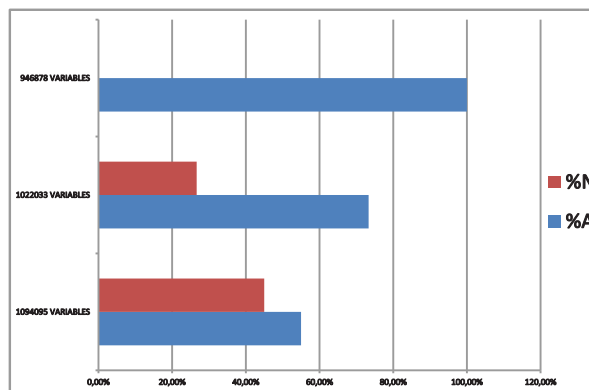


Figura 2. Comparativo en fichas de competencia variables actividad 1.

Fuente: El autor

En la figura 2 podemos hacer una comparación similar a la de la figura uno pero en este caso en dos fichas no se emplea la estrategia del juego y en una si para la actividad uno de variables observando que el margen porcentual que se obtiene empleando la estrategia del juego es considerablemente mayor a las que no se emplea.

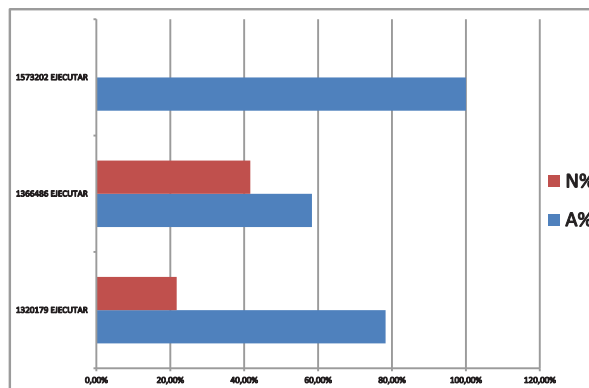


Figura 3. Comparativo en fichas de competencia ejecutar actividad 2.

Fuente: El autor

Para las mismas fichas usadas en la figura 1 se realiza una segunda actividad en las que se invierte la estrategia empleada en la ficha 1573202 del tecnólogo Química Aplicada a la Industria, que inicialmente no se había realizado la estrategia del juego para esta segunda actividad si se empleó y se puede observar cómo se

incrementa el margen porcentual de aprobados en la ficha como se puede observar en la figura tres y lo inverso ocurre con las otras fichas al no emplearse la estrategia del juego.

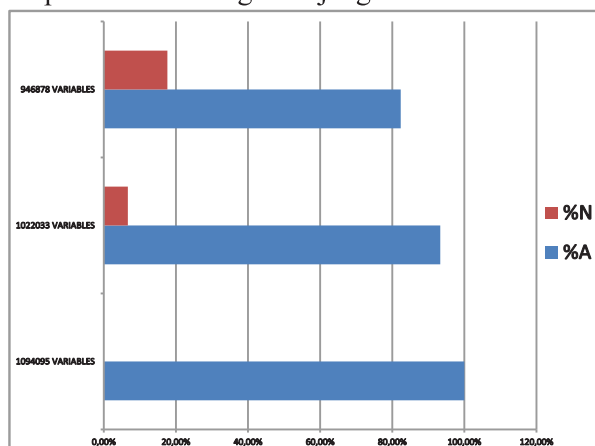


Figura 4. Comparativo en fichas de competencia variables actividad 2.

Fuente: El autor

De igual forma en la misma ficha y buscando dar valor al estilo de aprendizaje según los aprendices de cada ficha se realizaron actividades de juego y no en temas de similar envergadura con contextos similares y usando material de apoyo entregado por el instructor, buscando de esta manera hacer validos los resultados en comparación dentro de la misma ficha con el mismo número de aprendices y con la misma distribución de estilos de aprendizaje obteniendo los siguientes análisis gráficos.

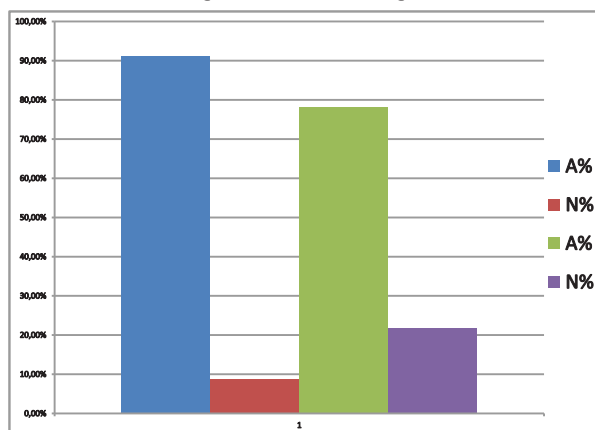
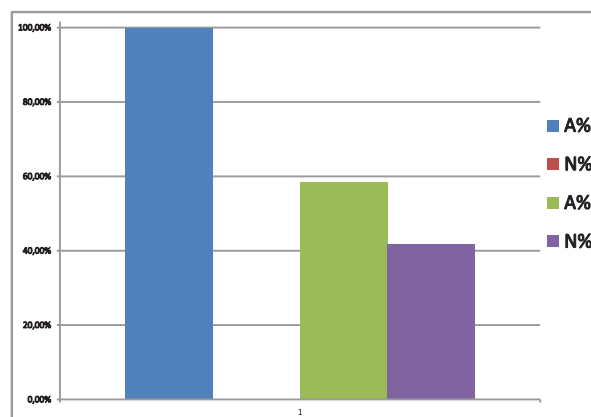


Figura 5. Comparativo fichas 1320179 de competencia ejecutar actividades 1 y 2.

Fuente: El autor.

En la figura 5 se plantea como la ficha 1320179 del Tecnólogo en Procesos de la industria Química con la mecánica del juego y sin ella para dos actividades de similares en grado de dificultad; como varían la cantidad de aprendices que aprueban la prueba de conocimiento posterior, haciéndose evidente como sin la mecánica del juego la cantidad de aprobados disminuyen.



Fuente: El autor

De la misma manera para la figura 6 podemos observar el mismo comparativo de la figura 5 para otra ficha en la misma competencia y dos actividades diferentes conservando la tendencia a la baja cuando no se utiliza la mecánica de juego.

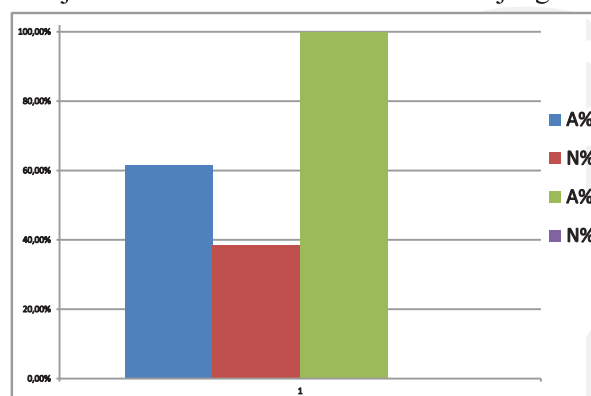


Figura 7. Comparativo fichas 1573202 de competencia ejecutar actividades 1 y 2.

Fuente: El autor

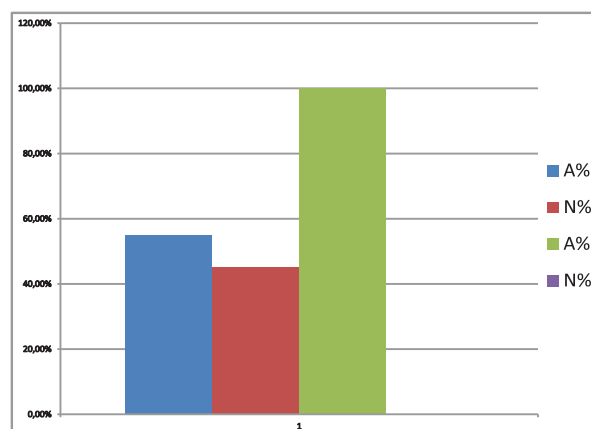


Figura 8. Comparativo fichas 1094095 de competencia variables actividades 1 y 2.

Fuente: El autor

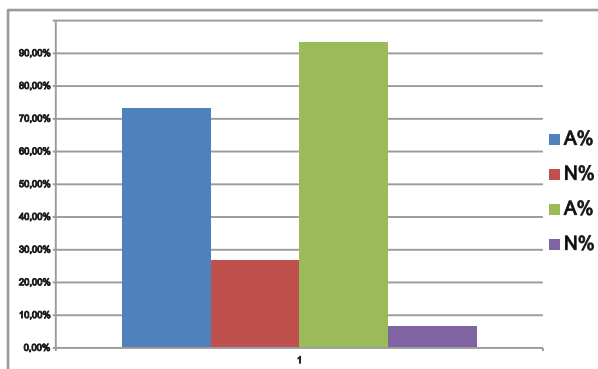


Figura 9. Comparativo fichas 1022033 de competencia variables actividades 1 y 2.
Fuente: El autor

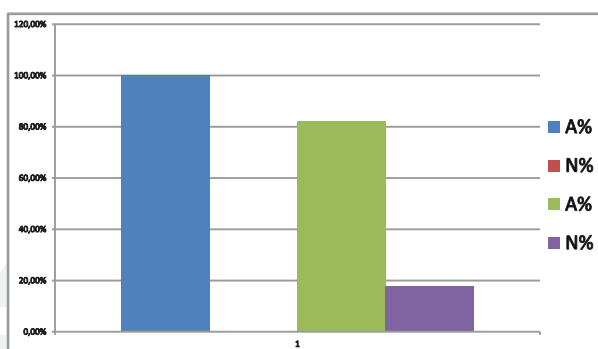


Figura 10. Comparativo fichas 946878 de competencia variables actividades 1 y 2.
Fuente: El autor

En las figuras 7, 8, 9 y 10 se observa la misma tendencia, dando claridad en disminución de la cantidad de aprendices aprobados en las fichas cuando se deja de emplear la mecánica del juego, de la misma forma que en las figuras 5 y 6. Todas las figuras anteriores son tomadas en base a los datos acumulados desde el año 2016, en variadas fichas y que se puede observar a través de las tablas 1 y 2, que compilan los datos tomados.

3 Conclusiones

Las didácticas activas juegan un rol decisivo dentro del ambiente SENA y permiten interactuar con el aprendiz de una forma más directa y es allí donde el juego como estrategia de apropiación del conocimiento puede tener un impacto significativo como instrumento de apropiación del conocimiento.

Al observar las tablas y gráficos derivados de la recolección de datos del autor se puede inferir que el juego es una herramienta que aporta

significativamente a la apropiación del conocimiento y en la experiencia del autor hace más amenas las sesiones de formación generando un interés mayor sobre el aprendiz, tal vez abstrayéndolo de los problemas que puede traer del hogar o las interacciones del día a día.

En busca de dar validez por cuanto el tipo de aprendices varia de ficha a ficha también se realiza el ejercicio de hacer la mecánica y no hacerla en la misma ficha con temas de similar proporción (mas no iguales), observando la misma tendencia lo que hace evidente y por lo menos en los casos estudiados por el autor que la mecánica cumple un papel importante en aras de los logros de resultados cognitivos y como factor colateral en la actitud del aprendiz para abordar temas que le pueden ser no atrayentes.

La variación en los márgenes diferenciales superan el 15%, lo cual es un factor significativo más aun teniendo en cuenta la variedad en estilos de aprendizaje que existen en una ficha y de ficha a ficha, haciendo de la estrategia un método global al estilo de aprendizaje.

4 Recomendaciones

Es de aclarar que los casos estudiados en el presente artículo se sustentan en la base de los casos analizados de los tecnólogos de Química Aplicada a la Industria y Procesos de la Industria Química en el periodo comprendido del 2016 al 2018.

Se pueden llevar a cabo estudios similares en otras áreas del conocimiento en busca de analizar el impacto que pueda causar en cuyo caso el margen puede aumentar o disminuir y esto sería un estudio de caso particular.

Para el desarrollo de actividades se debe hacer un entorno asequible al aprendiz de manera que se genere diversión en el juego con un grado de competitividad y no lo inverso pues se puede prestar para marcar divisiones en los grupos la sana competencia debe ser un factor intrínseco en la actividad.

Agradecimientos

Al centro Minero por permitir el desarrollo y consecución del presente proyecto y a GICEMIN por sus valiosos aportes en el desarrollo del mismo.





Referencias

Artículo de revista:

Eduardo Zaragoza Ramos, Estrategias didácticas en la enseñanza - aprendizaje: lúdica en el estudio de la nomenclatura química orgánica en alumnos de la Escuela Preparatoria Regional de Atotonilco, México, 17 de octubre de 2015.

Irma Gavilán, Diseño de herramientas didácticas basado en competencias para la enseñanza de la química ambiental, México, 11 de abril de 2013.

Marco Antonio Villalta Páucar, Conocimiento escolar y procesos cognitivos en la interacción didáctica en la sala de clase, Chile, 28 de junio de 2012.

Isidoro Gonzales Gallego (2001), El juego en la historia social y el juego en el aprendizaje de las ciencias sociales. Íber : Didáctica de las Ciencias Sociales, Geografía e Historia, 2001 OCT-DIC; VIII (30), 7-21



Para realizar una investigación exitosa, se necesita de un equipo de trabajo con diferentes pensamientos que conlleven a una solución.

Deicy María Camacho

Líder SENNOVA, SENA Centro Minero



Formación en Salud Ocupacional
SENA Regional Boyacá - Centro Minero
Fuente: Martha Suárez



Bienestar al Aprendiz
SENA Regional Boyacá - Centro Minero
Fuente: SENA





LA FORMACIÓN PROFESIONAL INTEGRAL COMO ESTRUCTURA PARA EL EQUILIBRIO

Juan Sebastián Suárez Carrasquilla

Instructor Ética SENA Centro Minero, juasuaresc@sena.edu.co

Las superestructuras mentales sobre las cuales se ha fundamentalizado la formación y los procesos de enseñanza aprendizaje en Colombia corresponden a lógicas propias del modelo económico imperante en las relaciones sociales y las relaciones educativas de los individuos dejando de lado el carácter de ser humano de la especie, minimizando su identidad humana.

Es decir que estas lógicas neoliberales, dentro de la sociedad y el que hacer educativo, han llevado, entre otros, a los estudiantes y aprendices a desvincularse de su construcción de identidad y dignidad humana propias. Esto apoyado en una crisis generalizada de la humanidad tanto en lo social y colectivo como en lo individual de la especie. Lo que permite justificar la inserción de la formación humana y ontológica en los procesos pedagógicos y en el modelo educativo actual del SENA, para garantizar elementos identitarios propios de cada región sin perder la visión global del mundo laboral que dignifiquen y liberen a los trabajadores y su colectividad de imposiciones propias del sistema e impida que los reduzca a mano de obra calificada, únicamente.

Es algo así como encontrar un equilibrio: Muy buenos técnicos, pero también excelentes seres humanos, que entiendan su naturalidad como humanidad y construyan su propia identidad a partir de la consolidación de su dignidad. Equilibrio que permitirá formar a los aprendices SENA como trabajadores consientes y participativos en la realidad social y política del país.

Colombia es una nación que se ha desarrollado entre la multiplicidad cultural, las luchas ideológicas por el poder y la intención de entrar de lleno al mundo globalizado propio del neoliberalismo. Entre otras características que la hacen particular. Y es este contexto puntual,

de enfrentamiento permanente de criterios e ideologías, el que ha generado la pululación de prácticas violentas, que han marcado nuestra determinación histórica, para la imposición de los lineamientos de las superestructuras mentales de la sociedad colombiana. Generando la necesidad apremiante de reconstruir nuestras políticas públicas de educación, para llevar a la sociedad hacia la posibilidad de crear lazos de dignificación de los trabajadores y encontrar el sendero de un desarrollo armónico del tejido social en el cual se van a desempeñar profesionalmente nuestros aprendices.

Es así como los procesos de enseñanza aprendizaje cobran valor fundamental en esta necesidad de reconstrucción: pues es este proceso el más responsable de las grandes transformaciones de cualquier sociedad. Siendo este el único que tiene contacto directo e influyente con todos y cada uno de los individuos de cualquier grupo social.

Ahora bien, al hablar de la enseñanza en el contexto educativo del SENA es necesario salir de los tradicionalismos que descomponen la firmeza de los procesos de enseñanza-aprendizaje y proponer desde cada contexto particular. Con el mismo propósito es necesario aclarar que la enseñanza SENA debe ser un proceso crítico y constructivista posibilitando en los individuos, participantes del quehacer educativo: la autoconstrucción del carácter político, que le garantice su participación activa en la sociedad, su afianzamiento cultural y lo lleve a la consolidación de su dignidad propia, que contribuya con los procesos constructivos por medio de los cuales se pueda establecer su propia identidad y lo lleve a asumirse como trabajador y obrero.

Ahora bien, para los procesos de enseñanza aprendizaje por medio de los cuales el ser





humano se materializa en uno de esos pilares de la sociedad y el estado; en la formación laboral, se debe tener en cuenta que sobre ella recae toda una responsabilidad ética y se convierte en el nicho perfecto para la consolidación de individuos, que después de hacer parte de los procesos de formación SENA, se auto determinan como libres y construyen su propia historia para fortalecer su dignidad y salir así del sometimiento sistemático al cual se ha degradado la sociedad del siglo XXI, llevándolos a un florecimiento y buen vivir.

Entonces; cuando se habla de las teorías de enseñanza, para un buen vivir, hablamos de todo el constructo teórico y conceptual que confluye en el ejercicio de la enseñanza en derechos humanos entendido como parte de un proceso de enseñanza aprendizaje. De esta manera, enseñar en derechos humanos desde las teorías y los enfoques críticos es mucho más que transmitir una serie de datos organizados y contenidos planos. Enseñar en derechos humanos, es educar en ellos, es establecer un proyecto de vida individual, en pro de los intereses colectivos para lograr trasgredir los factores externos que siempre buscan imponer su poder.

El resultado del análisis de este entrelazado teórico-conceptual establece que la educación en derechos humanos tiene las puertas abiertas desde las políticas públicas educativas, de no ser así debe abrirlas, para consolidarse a partir de la utilización de unas herramientas y estrategias propias en un currículo fundamentado en el constructivismo como garantía de desarrollo autónomo, basado en los problemas reales de los contextos sociales, soportado en un diseño y formulaciones funcionales a las necesidades del proceso de enseñanza aprendizaje, al cual se aplica posibilitando que los derechos humanos hagan parte fundante de la formación, apoyados por maestros formados, que permitan una planificación para llegar a la educación cívica y ciudadana de todos y cada uno de los pertenecientes a la comunidad educativa, facilitando la construcción de democracia real,

encontrando el equilibrio necesario entre el estado y la sociedad en general buscando siempre el camino para la construcción de una sociedad pacífica donde los derechos humanos se convierten en los movilizadores de la formación y por ende de la sociedad.

Cuando se plantea la necesidad de resignificar la formación profesional integral, se contempla la posibilidad de incorporar los derechos humanos por medio de una estructura teórica-crítica, que lleve al ejercicio práctico, el goce y protección de la dignidad y construcción humana a partir de cada contexto particular y según sus propias necesidades alejándose de imposiciones dominantes.

Cuando se entienden los derechos humanos, como resultado de unos procesos de lucha de la sociedad para encontrar su florecimiento como seres humanos; se inserta a los procesos de enseñanza aprendizaje. Ello llevará a la consolidación de una sociedad que fundamenta su construcción cultural desde la posibilidad de ser dueños y determinadores de su historia para llegar a cimentar sus vidas en términos de dignidad y por este camino posibilitarle su florecimiento.

Se proponen las bases teóricas sobre las cuales se debe establecer la enseñanza en derechos humanos soportados en una problematización que se pueda interpretar desde cualquier contexto de nuestro país.

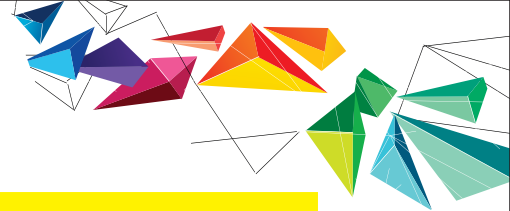
Si queremos trascender en los procesos de formación de técnico y tecnólogo, primero debemos pensar en formar el ser humano; el técnico se forma con la cotidianidad. Formamos excelentes trabajadores pero también excelentes seres humanos.

Bibliografía

De Sousa, S. B. (2010). *Descolonizar el saber, reinventar el poder*. Uruguay: Trilce editorial.

Deas, M. (2015). *Intercambios Violentos. Y dos ensayos mas sobre el conflicto en colombia*. Bogotá: Taurus.





Freire, P. (2006). Pedagogía de la Autonomía. Saberes necesarios para la práctica educativa (11 ed.). México: Siglo XXI Argentina Editores s.a.

Gadamer, H.-G. (2000). La dialéctica de Hegel. Cinco ensayos hermenéuticos. Madrid: Catedra Teorema.

Galtung, J. (1966). Teoría y Método de la Investigación Social. Buenos Aires: Eudeba.

García, N., Arango, Y., Londoño, J., & Sánchez, C. (2015). Educar En La Memoria: Entre la lectura, la narrativa literaria y la historia reciente. Colección Trabajos de la memoria.

Giroux, H. (1990). Los profesores como intelectuales; Hacia una pedagogía crítica del aprendizaje. Barcelona: Paidós.

Heidegger, M. (2001). Carta sobre el humanismo. Alianza: (2001).

Hinkelammert, F. (2006). Prometeo, El Discernimiento De Los Dioses Y La Ética Del Sujeto Reflexiones sobre un mito fundante de la Modernidad. En Polis,(13).

Magendzo, A., & Otros. (1993). Educación Formal y Derechos Humanos en Colombia: Una Visión de Conjunto. Biblioteca Básica de Derechos Humanos.

Meirieu, P. (1998). Frankenstein el educador. Barcelona: Laertes.

Quiroz, R., & Jaramillo, O. (2009). Formación Ciudadana Y Educación Cívica: ¿cuestión de actualidad o de resignificación? Revista de Teoría y Didáctica de las Ciencias Sociales(14), 123-138.

Restrepo, M. (2006). Teorías de los derechos humanos y políticas públicas. Tunja: Colecciones Investigación UPTC.

Sarmiento, L. (2013). Derechos humanos. Fundamentación teórica. Bogotá: Editorial LSA.

Sartre, J. P. (2004). Crítica de la razón dialéctica: precedida de "Cuestiones de método". Buenos Aires: Losada.



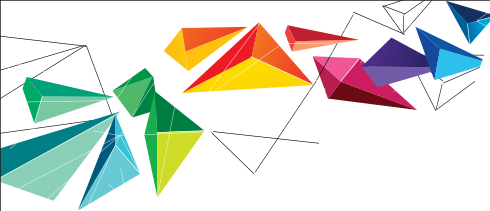
**Área de Bilingüismo
Arte, Cultura y Deporte para una Formación Integral
SENA Regional Boyacá - Centro Minero
Fuente: Lina Camargo**



Pertenecer al SENA es algo gratificante como profesional y más cuando se desarrollan y ejercen actividades que ayudan a crecer integralmente cada día, pero es más maravilloso aun cuando tienes una idea relacionada con tu profesión y encuentras un espacio donde te apoyan incondicionalmente en todas las formas, tanto así que te brindan un voto de confianza para que puedas desarrollar cada actividad paso a paso y tengas algo que mostrar como aporte a la entidad. Gracias SENNOVA por el crecimiento integral apoyado desde la investigación.

Liliana Sandoval Pineda
Instructora ADSI, SENA Centro Minero





¡¡ENGLISH DAY!!

"A different language is a different vision of life"

Federico Fellini

Con el objetivo de fortalecer las competencias comunicativas en lenguas extranjeras de la comunidad SENA, a través de actividades y situaciones que reflejen la importancia del aprendizaje de los idiomas para el empleo y la vida laboral, se promueve la Semana Institucional de los Idiomas SENA. Esta iniciativa busca incrementar la participación y motivación de la comunidad SENA en torno a la importancia del aprendizaje de una lengua y el conocimiento de otras lenguas y culturas para reconocer el valor de la propia. Lo anterior, en el marco de la construcción de ambientes solidarios para la promoción de los valores institucionales y de la paz. Las inmersiones en lengua extranjera forman parte de las diferentes estrategias creadas para apoyar este objetivo ya que permiten el desarrollo de las competencias comunicativas en contextos reales e involucran actividades significativas que generan conciencia a nivel intercultural. Además, no solo acercan a los participantes a un mejoramiento continuo de la lengua extranjera sino que permiten la integración de la comunidad SENA.

Equipo de Bilingüismo
SENA Centro Minero 2018



English Day
SENA Regional Boyacá - Centro Minero
Fuente: Lina Camargo



English Day
SENA Regional Boyacá - Centro Minero
Fuente: Lina Camargo





Centro Minero

Regional Boyacá

Diseñado e Impreso por:

éxito 2000
impresores

Calle 15 N° 9A - 31
Telefax (8) 770 5353
Sogamoso, Boyacá, Colombia





SENNOVA

Sistema de Investigación,
Desarrollo Tecnológico e Innovación



Gicemín
Grupo de Investigación Centro Minero

