

Bonding Project: Managing the Geologic – Mining Knowledge Base to Improve Production Within the Ponce Enriquez Mining District

Samantha Jiménez Oyola¹, Alby Aguilar Pesantes¹, Paola Romero Crespo¹, Iker García Garizabal², Tyrone Borja Moreira¹
¹Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador, sjimenez@espol.edu.ec, albdagui@espol.edu.ec, plromero@espol.edu.ec, tborja@espol.edu.ec

² Secretaria Nacional de Ciencia y Tecnología, Ecuador, ikergg@espol.edu.ec

Abstract- This project was developed within the framework of relationship with the Community, where university students carried out internships under the service-learning methodology. The objective of the project was to provide technical support to Small Scale Miners and Traditional Miners at the Mining District of Ponce Enriquez – Ecuador, for solving technical gaps detected in the mining activity. Thus, this project contributed to provide information to university students about the social reality of the rural areas of Ecuador, contributing to the creation of a proactive and participative position of the students for helping the community.

Keywords: relationship with the Community, internships, mining, productive development.

Digital Object Identifier (DOI): <http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2016.1.1.376>
ISBN: 978-0-9822896-9-1
ISSN: 2414-6390

14th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: "Engineering Innovation for Global Sustainability", 20-22 July 2016, San Jose, Costa Rica.

Proyecto de vinculación: Gestión del Conocimiento Geológico-Minero en Beneficio del Desarrollo Productivo del Distrito Minero Ponce Enríquez.

Samantha Jiménez Oyola¹, Alby Aguilar Pesantes¹, Paola Romero Crespo¹, Iker García Garizabal²
Tyrone Borja Moreira¹

¹Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador, sjimenez@espol.edu.ec, albdagui@espol.edu.ec, plromero@espol.edu.ec, tborja@espol.edu.ec

²Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología, Ecuador, ikergg@espol.edu.ec

Resumen.- Este proyecto se desarrolla dentro del marco de vinculación con la sociedad, mediante el cual los estudiantes realizan prácticas pre profesionales bajo la metodología de aprendizaje de servicio. El propósito del proyecto es brindar asesoramiento técnico a Pequeños Mineros y Mineros Artesanales del Distrito Minero Ponce Enríquez - Ecuador, solventando las carencias detectadas en el aspecto técnico de la actividad minera, y a la vez acercando a los estudiantes a la realidad social con una postura proactiva y participativa de servicio a la comunidad.

Palabras-clave: vinculación con la sociedad, prácticas pre-profesionales, minería, desarrollo productivo.

Abstract- This project was developed within the framework of relationship with the Community, where university students carried out internships under the service-learning methodology. The objective of the project was to provide technical support to Small Scale Miners and Traditional Miners at the Mining District of Ponce Enríquez – Ecuador, for solving technical gaps detected in the mining activity. Thus, this project contributed to provide information to university students about the social reality of the rural areas of Ecuador, contributing to the creation of a proactive and participative position of the students for helping the community.

Keywords: relationship with the Community, internships, mining, productive development.

I. INTRODUCCIÓN

La Minería Artesanal y a Pequeña Escala (MAPE) juega un rol esencial en la mitigación de la pobreza en muchas regiones rurales en países en vías de desarrollo, principalmente porque son viables en áreas con una infraestructura mínima en las que otras industrias no podrían funcionar.

Desde sus inicios y hasta hace relativamente poco tiempo, la actividad minera se ha caracterizado por un escaso nivel de tecnificación y poca presencia de personal capacitado. La limitada producción y la falta de recursos económicos, no ha permitido contratar estudios profesionales, provocando una gestión inadecuada de los recursos naturales, riesgos geológicos, contaminación ambiental y carencia de sistemas de seguridad y salud ocupacional.

Digital Object Identifier (DOI): <http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2016.1.1.376>
ISBN: 978-0-9822896-9-3
ISSN: 2414-6390

La Responsabilidad Social Universitaria tiene como misión generar proyectos en beneficio de la comunidad, a través de los cuales se apliquen los conocimientos adquiridos durante la formación universitaria y se resuelvan problemas de la profesión. Mediante el proyecto de vinculación, los estudiantes pueden realizar prácticas pre profesionales a partir del sexto semestre de carrera (nivel 300-II) bajo la metodología de aprendizaje de servicio (APS).

El APS es una actividad que combina el servicio a la comunidad con el aprendizaje curricular. Es una propuesta educativa que vincula de una manera circular la participación en servicios pensados en satisfacer alguna necesidad de la comunidad y el aprendizaje de conocimientos y valores. Con ella, la educación en valores se pone en práctica de una manera participativa y crítica. Al mismo tiempo, también es un buen instrumento para hacer una educación más inclusiva y para desarrollar un conjunto de competencias básicas que sólo pueden adquirirse a través de un trabajo global y contextualizado [1].

En este sentido, la carrera de Ingeniería de Minas, de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), a través de la Unidad de Vinculación con la Sociedad (UVS), planteó el proyecto “Gestión del Conocimiento Geológico, Minero-Ambiental en Beneficio del Desarrollo Productivo de la Asociación de Mineros Autónomos 12 De Octubre (AM-12; Cantón Camilo Ponce Enríquez)”, con la finalidad de dotarlos de las herramientas necesarias para la adecuada gestión de los recursos.

La AM-12 es una organización que agrupa a cinco sociedades de pequeños mineros: Un Solo Toque, Golden Mining, Mirador, Hermanos Bermeo y Jerusalén. Estas sociedades empezaron sus trabajos en los años 80 y lograron el reconocimiento como asociación el 12 de Octubre de 1992.

El proyecto de vínculos con la sociedad desarrollado con la AM-12, está alineado con las metas macro descritas en el Plan Nacional del Buen Vivir (PNBV) y el Nuevo Modelo de Desarrollo Minero de Ecuador, en el cual se establece una estrategia integral a largo plazo y consiste en que la sostenibilidad económica del país se fundamentará en las

actividades extractivas, convirtiéndolas en un pilar fundamental para la reformulación de la matriz productiva.

Con base en los documentos antes descritos y en la evaluación de la zona de interés, se identificaron los aspectos considerados como negativos en el desarrollo de la actividad minera en el sector de Ponce Enríquez, teniendo como resultado lo siguiente:

- A. Desconocimiento de sectores con riesgos de deslizamientos en la parte exterior de las minas:
 - Laderas naturales
 - Escombreras
- B. Inadecuada y escasa cartografía de las minas exterior (yacimientos) e interior (labores).
- C. No existe caracterización geo- mecánica de los materiales de las minas, tanto el que queda en galerías como de los materiales que se extraen a escombrera
- D. Escaso control de calidad de los efluentes mineros

El principal problema está ligado al desconocimiento de sectores con riesgos de deslizamientos en la parte exterior de las minas; laderas naturales y escombreras de residuos. Un agravante en la zona es el clima, que en época de lluvia intensa ha ocasionado deslizamientos y cobrado la vida de trabajadores y moradores de sectores aledaños.

No existe caracterización geo- mecánica de los materiales de las minas, tanto el de galerías como de los materiales que se extraen a escombrera. Este desconocimiento de las características estructurales y geomecánicas del interior de las minas no permite implementar sistemas de gestión y prevención de riesgos.

En el caso de escombreras, su disposición se hace por vertido libre, sin considerar criterios básicos de diseño que garanticen su óptima operación. No se cuenta con sistemas de monitoreo y control, ni con un plan de restauración y cierre de la escombrera.

Hay inadecuada y escasa cartografía de las minas exterior (yacimientos) e interior (labores), lo que ha generado problemas entre los operadores de la asociación, ya que no se conocen con exactitud los límites de las concesiones, ocasionando conflictos por internación en las labores subterráneas.

No hay control de calidad de los efluentes mineros, por lo tanto se desconoce el grado de afectación que la actividad extractiva puede estar ocasionando al medio ambiente.

II. METODOLOGÍA

El APS es un instrumento pedagógico creativo que promueve el aprendizaje activo, enlazando el servicio y el aprendizaje en un espacio que sirve para evidenciar el desarrollo de las competencias, en este caso en los estudiantes de formación universitaria [1].

El APS involucra los siguientes aspectos: identificación del problema, articulación con los actores involucrados, selección de la cátedra asociada al problema, elaboración de un plan de actividades, intervención de los estudiantes mediante una participación activa generando soluciones y finalmente la evaluación de los resultados de aprendizaje.

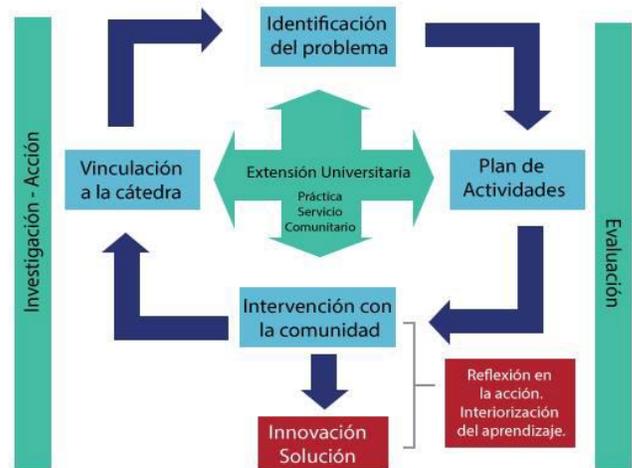


Fig. 1: Modelo metodológico de la vinculación con la sociedad. Fuente. UVS - ESPOL 2015

El proyecto de vinculación con la AM-12 tiene un periodo de ejecución de 12 meses e inició en julio de 2015. Cuenta con 7 tutores, docentes de ESPOL y 58 estudiantes de las carreras de Ingeniería en Geología, Civil y Minas.

Las cátedras de las carreras asociadas al proyecto son:

- Ingeniería de Minas: Geotecnia Minera, Geohidrología de Minas, Geología de Minas, Topografía, Protección e Higiene Minera, Gestión Ambiental Minera e Hidrología.
- Ingeniería en Geología: Estratigrafía y Depósitos minerales
- Ingeniería Civil: Mecánica de Rocas, Ingeniería Ambiental e Ingeniería Sanitaria.

Con base en la problemática de la zona de intervención, el proyecto se ha dividido en cuatro componentes operativas (Tabla 1). Los estudiantes fueron designados en cada componente en función del perfil de prácticas pre profesionales, teniendo en cuenta las cátedras asociadas y el nivel de formación de los estudiantes (materias aprobadas).

Los productos obtenidos y el tiempo de ejecución de las prácticas pre profesionales de servicio comunitario, se establecen en el plan de trabajo de cada estudiante, cuyo contenido es validado por el docente tutor de la práctica y el director del proyecto de vinculación.

Tabla I.
COMPONENTES OPERATIVAS DEL PROYECTO

Componente	Objetivo
Geotecnia	Caracterizar el material de las escombreras e identificar zonas potencialmente peligrosas
Geología	Realizar la cartografía integral de las labores mineras, tanto en exterior como en interior.
Topografía	Realizar el levantamiento topográfico de las galerías y labores en general.
Hidrología / Hidrogeología/ Ingeniería Ambiental	Elaborar un inventario de puntos de agua e implementar un plan de monitoreo de efluentes mineros Identificar las principales unidades acuíferas

La evaluación de las actividades se realizó de acuerdo a lo establecido en el Régimen Académico, donde se estipula que las actividades de vinculación con la sociedad serán monitoreadas y evaluadas por los Docentes Tutores de las prácticas pre profesionales, Director de Proyecto y Responsable de la UVS, teniendo en cuenta los indicadores definidos en el marco lógico del proyecto.

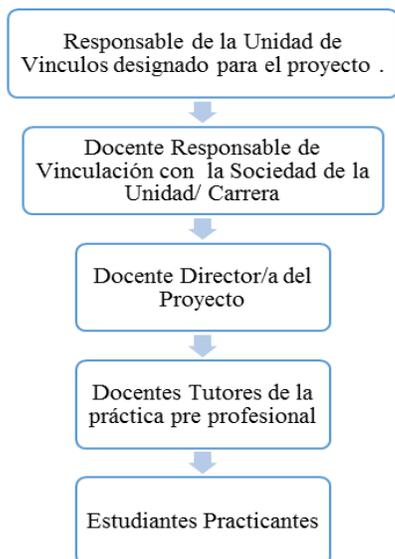


Fig. 2: Diagrama de monitoreo y evaluación de prácticas pre profesionales.

III. RESULTADOS PRELIMINARES DEL PROYECTO

Se presentan los resultados preliminares obtenidos hasta la fecha para cada componente.

1. GEOTECNIA

Se realizó un inventario de laderas y escombreras a partir del levantamiento visual y toma de muestras de rocas y suelos. Dichas muestras fueron georeferenciadas en campo y analizadas en laboratorio mediante ensayos de resistencia tanto de matriz rocosa como de discontinuidades, según normativa-estándares de ASTM e ISRM.

Se llevó a cabo el mapeo sistemático geomecánico de las galerías y labores mineras por zonas y en sucesivas etapas mediante estadillos normalizados de campo. El análisis de la estabilidad de las escombreras se realizó con el software SLIDE y la clasificación de los macizos rocosos (análisis tensodeformacional y cinemáticos de las galerías) mediante ROCDATA, DIPS, UNWEDGE, PHASE y EXAMINE.

Se elaboró un mapa de zonas potenciales de riesgo a deslaves, en donde se puede identificar que las zonas con muy alto riesgo son las cercanas a las minas Jerusalén, Un Solo Toque y Mirador.

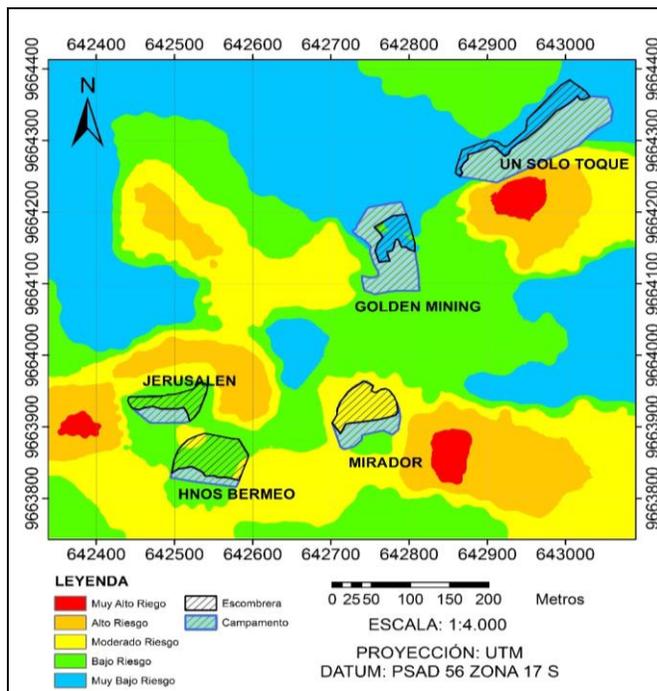


Fig. 3: Mapa de zonas potenciales de riesgo a deslaves en la AM-12. Fuente: Proyecto UVS, Ingeniería de Minas.

2. GEOLOGÍA

Se elaboró la cartografía geológica y metalogenética de sectores claves de los yacimientos de la AM-12.

Se tomaron muestras en los diferentes niveles de las minas Mirador, Jerusalén y Hermanos Bermeo, con la finalidad de realizar el respectivo análisis macroscópico, determinando características como; color, textura, forma de los cristales, hábito, mineralización primaria y secundaria, y tipo de alteración. Posteriormente se procedió a realizar y analizar láminas delgadas de dichas muestras.

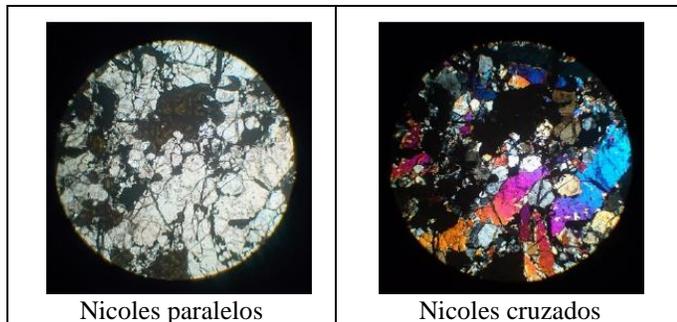


Fig. 4: Análisis de láminas delgadas, muestra Mirador - Nivel 12.

3. TOPOGRAFÍA

Se realizó el levantamiento planimétrico de las minas de la AM-12 y el levantamiento topográfico convencional de las galerías y labores mineras. Para las galerías mineras y labores más inaccesibles se empleó la metodología espeleológica, mediante brújula, clinómetro y distanciómetro.

4. HIDROGEOLOGÍA - HIDROLOGÍA

En colaboración con el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología del Ecuador (INAMHI), ente gestor de la información climática del Ecuador, se procedió a la búsqueda de información climática de temperatura y precipitación para determinación de la características termo-pluviométricas históricas en las inmediaciones de la asociación. El resultado hasta la fecha ha sido la adquisición de archivos climáticos pertenecientes a un total de 9 estación climáticas, con un registro de información que comienza en enero de 1947 hasta la actualidad.

Así mismo, se realizó un inventario de puntos de agua en el entorno de la AM-12 recorriendo las vías de acceso a las explotaciones mineras y las propias minas, para determinar los principales cursos de agua superficial y subterránea existentes en la zona.



Fig. 5: Campaña de muestreo de aguas.

Se seleccionaron un total de 12 puntos de agua (Figura 6), de los que 8 correspondieron con puntos de descarga de efluentes en las explotaciones mineras (Mina Jerusalén – MJ, Mina Mirador 1 – MM1, Mina Mirador 2 – MM2, Mina Mirador 3 – MM3, Mina San Alfonso 1 – MSA1, Mina San Alfonso 2 – MSA2, Mina Golden Mining – MGM, Mina Nuevo Milenio – MNM) y los 4 restantes coincidieron con los principales cursos de agua de la zona (Nacimiento Río Fermín – NRF, Río Fermín Norte – RFN, Río Fermín Sur – RFS, Quebrada Fermín – QF).

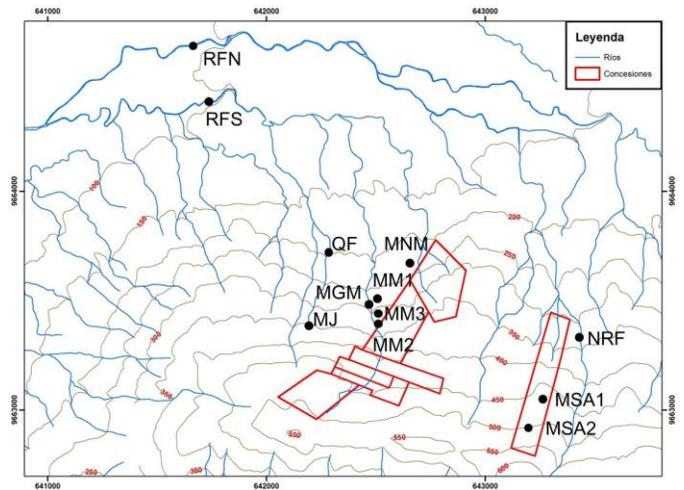


Fig. 6: Ubicación de los puntos de agua inventariados y las explotaciones mineras de la Asociación de Mineros Autónomos 12 de octubre.

A partir de la información del proyecto Mapa Hidrogeológico (2014) y de las inspecciones en campo, se identificaron 3 cuerpos geológicos principales: Formación Piñón (Cretácico inferior-superior; acuífugo), Formación Saraguro (Eoceno-Mioceno; acuífugo) y niveles de Terraza aluvial (Cuaternario; acuífero).

En lo referente a calidad de aguas, se procedió acorde a lo establecido en el Reglamento Ambiental para Actividades Mineras y en el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio de Ambiente.

Se tomó un total de 9 muestras, 4 de las cuales fueron recolectadas en la salida de las bocaminas, 3 en el interior de mina, y 1 en la piscina de acumulación de drenaje de mina. Se analizaron iones mayoritarios (Ca^{2+} , Mg^{2+} , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-}) y metales (Pb, Cr, Cu, Fe, As). Los parámetros; pH, conductividad eléctrica y temperatura, fueron medidos en campo con una sonda multi-paramétrica marca HATCH HQ40 D53.

Se estableció un plan de monitoreo que permitirá que la AM-12 lleve un control adecuado de la calidad de descargas que generan las actividades extractivas, cumpliendo así con lo estipulado en la normativa ambiental minera.

IV. RESULTADOS OBTENIDOS DE LA EXPERIENCIA

Los resultados obtenidos de la experiencia, corresponden al proceso de realización de la práctica pre profesional de los estudiantes y proceso de intervención con la comunidad u organización beneficiaria.

Las prácticas pre profesionales permitieron a los estudiantes integrarse en la industria minera, aportando con soluciones a problemas reales en minería. Durante la ejecución de las prácticas de servicio comunitario los tutores evaluaron el nivel de desempeño de los estudiantes con respecto a los resultados de aprendizaje institucionales y disciplinares.

Los actores claves durante el proceso de intervención comunitaria fueron los técnicos de mina, técnicos de seguridad minera, jefe de operaciones, médico ocupacional, jefe de planta, asistentes administrativos de la AM-12 y miembros de la comunidad, quienes fueron capacitados en diversos ámbitos.



Fig. 7: Taller de capacitación a técnicos mineros de la Asociación de Mineros Autónomos 12 de octubre.

V. CONCLUSIONES

El proyecto de vinculación se constituye como una experiencia de aprendizaje para los estudiantes de Ingeniería de Minas de la ESPOL. Las actividades asignadas fueron enmarcadas dentro de la modalidad de prácticas pre-profesionales de servicio comunitario, cuyo propósito fue exponer a los estudiantes a un ambiente de trabajo real, poniendo en práctica los conocimientos adquiridos en el campo de formación profesional.

La sinergia alcanzada entre la ESPOL y la AM-12 ha permitido la transferencia de conocimiento, identificando la problemática del sector y aportando soluciones que permitan una práctica minera enmarcada en los aspectos técnicos, ambientales y de seguridad y salud ocupacional.

En este proyecto se evidencia cómo la introducción de herramientas tecnológicas y sistemas de gestión repercuten positivamente en el beneficio del desarrollo productivo de regiones donde se practica la MAPE.

REFERENCIAS

- [1]. J. Puig, M. Gijón, X. Martín and L. Rubio, Aprendizaje Servicio, educar para la ciudadanía, Barcelona: Revista de Educación, 2010
- [2]. Martínez-Odría, "Service-learning o aprendizaje - servicio la apertura de la escuela a la comunidad como propuesta local de educación para la ciudadanía," Bordon, Vols. ISSN: 0210-5934, no. 59-4, p. 627, 2008.
- [3]. CES, "Reglamento de Régimen Académico," 13 12 2014. [Online]. Available: <http://www.ces.gob.ec/gaceta-oficial/reglamentos>.
- [4]. SNPD, "Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo," 24 Junio 2013. [Online]. Available: <http://www.buenvivir.gob.ec/>.
- [5]. E. Larrea, «CES,» 28 03 2014. [En línea]. Available: <http://www.ces.gob.ec/regimen-academico/plan-deacompanamiento/cuarto-taller>.
- [6]. M. E. del Huerto Marimón, «La Extensión Universitaria como vía para fortalecer los vínculos Universidad-Sociedad desde la promoción de salud,» Revista Cubana de Salud Pública, vol. 33, n° N° 2, pp. Versión On-line ISSN 0864-3466, 2007.
- [7]. Memoria técnica del Proyecto: Gestión del Conocimiento Geológico, Minero-Ambiental en Beneficio del Desarrollo Productivo de la Asociación de Mineros Autónomos 12 de Octubre (Cantón Camilo Ponce Enríquez), Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra, Escuela Superior Politécnica del Litoral. 2015
- [8]. Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio de Ambiente. Documento reformado en noviembre de 2015.