

TRABAJO DE ASCENSO

PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EL CAMBIO DE UN PROGRAMA DE ESTUDIO DE ENSEÑANZA POR OBJETIVOS A ENSEÑANZA POR COMPETENCIAS, CASO: LABOREO A CIELO ABIERTO

Trabajo de Ascenso presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
Para optar a la Categoría de Profesor Agregado
En el Escalafón Universitario por la
Profesora Aurora Betzabé Piña Díaz

Caracas, abril 2021

**PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EL CAMBIO DE UN PROGRAMA
DE ESTUDIO DE ENSEÑANZA POR OBJETIVOS A ENSEÑANZA POR
COMPETENCIAS, CASO: LABOREO A CIELO ABIERTO**

Aurora Betzabé Piña Díaz
Ingeniera de Minas

**Caracas, abril 2021
Entregado en junio 2019**

DEDICATORIA

A Cira.
A Franco Samuel.
A Carla y Sebastián.
A Santa Bárbara.

A la memoria de Mariela Pinto[†].
A la memoria de Soiram Silva[†].

AGRADECIMIENTOS

*El sol de Venezuela nace en el río Esequibo.
Haber nacido en esta tierra es mi más grande agradecimiento.*

En estas líneas quisiera agradecer a:

A mis amigas “las brujitas”: Mariela[†], Gioconda, Vanesa, Mari, Adriana, Margarita, Anabela y Sofi. Compartiendo y queriendo, ¡son mi apoyo incondicional!

A mi profe Gladys Martínez.

A los profesores: Leonardo Araujo, Freddy Pérez y Antonio D’Alessandro por propiciar la discusión de la Educación por Competencias.

A los estudiantes y colegas mineros que contribuyeron con sus opiniones en la encuesta de opinión: Alexandra Tovar, Carlos Monges, César Peña, José Daniel Marañón, David Puerta, Óscar Mistage, Mario Pazanin, María Teresa Artigas y José Gregorio Hernández.

Al colega y amigo Freddy Moya, quien de unos bosquejos e intenciones explicativas convirtió en realidad las figuras que se encuentran ilustrando la sección Temática Planificación de Operaciones Auxiliares.

A los profesores, amigos y familia que me han colaborado leyendo este trabajo.

TRABAJO DE ASCENSO

PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EL CAMBIO DE UN PROGRAMA DE ESTUDIO DE ENSEÑANZA POR OBJETIVOS A ENSEÑANZA POR COMPETENCIAS, CASO: LABOREO A CIELO ABIERTO

PIÑA DÍAZ AURORA BETZABÉ

RESUMEN

En esta propuesta se desarrolla una metodología que ayude al camino progresivo en el cambio del programa de Ingeniería de Minas, de uno de enseñanzas por objetivos a uno de enseñanzas por competencias, empleando como ejercicio su adopción a la Asignatura Laboreo a Cielo Abierto 3280. Este ámbito de aplicación es inédito en el Departamento de Minas, por lo que se estima pertinente su realización como un aporte/contribución, a los cambios y desafíos del Siglo XXI para la carrera profesional. Este trabajo se divide en tres capítulos. El primer capítulo hace una breve aproximación sobre la enseñanza por competencias. Mientras en el segundo capítulo, se esboza una discusión sobre paradigmas a ser considerados en la enseñanza de la asignatura Laboreo a Cielo Abierto. Se ha establecido una aproximación que abarca el perfil del profesional que se desea formar, los factores que influyen en la Minería Responsable como paradigma ético en la formación de los profesionales de la Ingeniería de Minas y la discusión sobre los desafíos a enfrentar en su ejercicio: economía circular, minería urbana, ejecución de operaciones auxiliares en minería a cielo abierto y consideraciones en la construcción de escombreras. Por último, en el tercer capítulo la propuesta de cambio es presentada, donde se expone sobre las competencias de los estudiantes, profesores y preparadores de la asignatura de estudio de caso, para ello se plantean resúmenes de las temáticas consideradas en el cambio según las necesidades profesionales nacionales. La metodología desarrollada es bastante amplia, sencilla y puede ser aplicada convenientemente para el cambio progresivo del pensum de estudios de Ingeniería de Minas. Es necesario, a criterio y opinión de los usuarios del programa de Laboreo a Cielo Abierto (3280) escogido para la aplicación de esta metodología, la revisión periódica de las temáticas, competencias y referencias que los componen y se estudian en este caso.

Palabras Claves: Programa por Competencias, Ingeniería de Minas, Minería Responsable, Laboreo a cielo abierto-Programa de enseñanza .

Índice

INTRODUCCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	11
Planteamiento del problema.....	12
Objetivos.....	13
Objetivo General.....	13
Objetivos Específicos.....	13
Justificación de la Investigación.....	13
Alcances.....	14
Antecedentes de la investigación.....	14
CAPÍTULO I.....	16
REVISIÓN SOBRE EDUCACIÓN BASADA EN COMPETENCIAS.....	16
Competencias definiciones.....	17
Reflexión sobre las Competencias y los Objetivos de la Ingeniería de Minas desde una mirada ucevista. Contexto de la necesidad.....	20
Aporte del Departamento de Minas en el ámbito de la Planificación Racional Minera.....	24
Críticas comparativas entre el Plan de Producción y la Planificación de Mina. Contextualización de la actualidad minera venezolana.....	24
Variables requeridas para la implementación de sistemas de Planificación Minera necesarios en el cambio paradigmático minero.....	25
Requisitos necesarios o insumos para la Planificación Minera.....	26
CAPÍTULO II.....	28
TEMÁTICAS PERTINENTES SOBRE MINERÍA RESPONSABLE A CONSIDERAR EN EL CAMBIO DE PROGRAMA DE LABOREO A CIELO ABIERTO.....	28
I. Temática Evaluación de recursos mineros y aprovechamiento de materiales.....	29
Conceptos en la revalorización de residuos mineros y yacimientos de origen antropogénico.....	29
Procesos mineros y sus residuos.....	29
Características físicas de los estériles de mina.....	29
Relación de la Planificación de las Operaciones de Soporte de Mina y la visión de la Minería Responsable. El impacto de la extracción mineral en el entorno socio-cultural y natural.....	30
La ventana a los nuevos conceptos.....	32
Desafíos de la Minería Responsable a la luz del Siglo XXI.....	35
II. Temática Planificación de las Operaciones Auxiliares.....	38

Contribuciones de prácticas operativas en las actividades de Soporte de Mina y Minería Sustentable en la Enseñanza de la Ingeniería de Minas.....	38
Ciclos productivos de una mina a cielo abierto.....	39
Deforestación o desmonte.....	39
Operaciones unitarias.....	41
Arranque directo.....	41
Arranque indirecto. Perforación y voladura.....	42
Carga.....	42
Acarreo y descarga.....	47
Gestión de escombreras y las operaciones auxiliares.....	52
Construcción y mantenimiento de obras para el drenaje y desagüe de mina.....	56
Importancia de la Planificación de Operaciones Auxiliares.....	60
III. Temática Diseño y Construcción de Escombreras.....	60
Compilación técnica-ambiental para el diseño y construcción de escombreras de material provenientes de unidades productivas mineras y movimiento de tierras en Venezuela.....	60
Entendiendo el “suelo” creado por el ser humano a través de la actividad minera....	61
Composición de la escombrera y zonas de emplazamiento. Aspectos relacionados con la geología.....	65
Características de los estériles.....	65
Tipos de residuos sólidos en operaciones unitarias de producción.....	66
Disposición de los residuos rocosos sólidos.....	69
Planificación de la escombrera.....	71
Aspectos operativos.....	72
Consideraciones básicas de diseño.....	73
Clasificación y tipo de escombreras.....	75
Aspectos ambientales y socio-culturales relativos al diseño, construcción y mantenimiento de escombreras. Cambios en el uso del espacio.....	77
Procesos relativos a la degradación de suelos y tierras.....	78
Problemas o limitaciones en suelos.....	80
Degradación de tierras. Concepto. Tipos.....	81
¿Qué servicios se dejan de producir con el emplazamiento de una escombrera?.....	82
CAPÍTULO III.....	84
ELABORACIÓN DE LA PROPUESTA DE CAMBIO DE LABOREO A CIELO ABIERTO, DE	

UN PROGRAMA POR OBJETIVOS A UNO POR COMPETENCIAS.....	84
Pasos para la elaboración de la propuesta.....	85
Preguntas de la encuesta.....	86
Encuesta 1:.....	86
Dirigida a Estudiantes de pregrado. Requisito que haya hecho pasantías en la modalidad Minería de Campo 3230 (MC 3230). Preguntas abiertas y cerradas.....	86
Encuesta 2:.....	88
Dirigida a Egresados de la carrera de Ingeniería de Minas. Requisito que haya trabajado en una Mina a Cielo Abierto por un tiempo mínimo de un año. Preguntas abiertas y cerradas.....	88
Resultados de la aplicación de la encuesta.....	90
Diagnóstico reflexivo del estado actual del programa por objetivos de la Asignatura Laboreo a Cielo Abierto, LCA (3280).....	92
Estructuración del Programa académico de LCA (3280).....	93
Análisis del Programa de LCA (3280).....	94
Reflexiones que pueden contribuir al cambio del programa de LCA.....	107
Propuesta de Temario por Competencias profesionales en el contexto venezolano.....	108
Malla/Temario para la asignatura Laboreo a Cielo Abierto modificado (LCAM).....	111
Perfil del profesor y preparador de la asignatura LCAM en función de la propuesta de modificación.....	123
Guías para el abordaje de las temáticas propuestas en LCAM.....	124
Propuestas para las recomendaciones bibliográficas en el programa de LCAM.....	125
Conclusiones.....	128
Recomendaciones.....	129
Referencias.....	131
ANEXOS.....	137

Índice de figuras

Figura 1: Proceso de desmonte y deforestación con tractor de orugas.....	39
Figura 2: Limpieza del frente de perforación con tractor de orugas.....	42
Figura 3: Limpieza del frente de trabajo con tractor de orugas.....	44
Figura 4: Limpieza del frente de trabajo con tractor de ruedas.....	44
Figura 5: Limpieza del frente de trabajo con motoniveladora.....	44
Figura 6: Apoyo para el cargador frontal con tractor de orugas.....	45
Figura 7: Relación gráfica de una pala frontal y el banco de trabajo.....	46
Figura 8: Limpieza de frentes de carga con tractor de orugas.....	46
Figura 9: Limpieza del frente para el cargador frontal con tractor de ruedas.....	47
Figura 10: Mantenimiento de vías de acarreo con motoniveladora.....	49
Figura 11: Limpieza de vías de material que se derrama de los camiones con tractor de ruedas.....	50
Figura 12: Construcción de vías inclinadas con tractor de orugas.....	51
Figura 13: Construcción de drenajes, cunetas y excavación de zanjas con retroexcavadora.....	51
Figura 14: Control del polvo en mina con camión aguatero.....	51
Figura 15: Operación de alivio en sitios de bote con tractor de orugas.....	52
Figura 16: Recuperación de crestas con tractor de orugas.....	53
Figura 17: Construcción de escombreras con "botes libres" trabajados con tractor de orugas..	55
Figura 18: Trabajo con tractor en cambio de pendientes de taludes para recuperación y cierre.	56
Figura 19: Mantenimiento de sumideros con palas retroexcavadoras.....	59
Figura 20: Elementos a considerar al plantear un programa de estudios por competencias.....	84

Índice de tablas

Cuadro 2: Formación Basada en Competencias.....	19
Cuadro 3: Factores de acumulaciones minerales.....	65
Cuadro 4: Elementos del proceso metodológico y elementos en el diseño de programas por competencias.....	85
Cuadro 5: Relación competencias-propuesta.....	108
Cuadro 6: Comparación temática LCA 1995 y propuesta LCAM.....	109
Cuadro 7: Desarrollo propuesto Tema 1.....	111
Cuadro 8: Desarrollo propuesto Tema 2.....	111
Cuadro 9: Desarrollo propuesto Tema 3.....	112
Cuadro 10: Desarrollo propuesto Tema 4. Inclusión de tema novedoso.....	114
Cuadro 11: Desarrollo propuesto Tema 5.....	115
Cuadro 12: Desarrollo propuesto Tema 6. Inclusión de tema novedoso.....	116
Cuadro 13: Discusión de Competencias de LCAM.....	119
Cuadro 14: Componentes de la evaluación propuesto para LCAM.....	120
Cuadro 15: Horas de contacto y evaluaciones propuestas para LCAM.....	121

INTRODUCCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Partiendo de la notable necesidad institucional de promover cambios en los pensum de Ingeniería de Minas, se sugiere este ejercicio académico que plantea tres problemas: uno, el cambio de pensum propiamente dicho; dos, el planteamiento de nuevos paradigmas y desafíos para los profesionales egresados en Venezuela, en el siglo XXI y tres, pasar de un pensum formulado por objetivos a uno por competencias. Al exponer esta problemática, el principal inconveniente será la falta de información y formación para los profesores del Departamento de Minas. A este panorama se ha sumado la situación país de crisis económica y social, donde uno de los principales puntos en contra del trabajo que conlleva el cambio de pensum es la alta rotación profesoral y la alta proporción dentro del Departamento de Minas de profesores convencionales (doce profesores) con respecto a aquellos de alta dedicación (cinco profesores). En este contexto, esta investigación pretende coadyuvar a aligerar elementos del trabajo de asimilar parte de la teorización de la educación por competencias, aunque no se pretenda exhaustividad, facilitará el planteamiento progresivo de un cambio de pensum para la carrera de Ingeniería de Minas.

Esta monografía está proyectada en tres partes o capítulos, distribuidos del siguiente modo: Capítulo I se aspira incluir informaciones pertinentes sobre investigaciones y aplicaciones de experiencias universitarias en enseñanza por competencias. Con esta información se comienza a esbozar un planteamiento esquemático a figurarse para el cambio que se busca en el pensum de Ingeniería de Minas. En el Capítulo II está planteada una compilación-discusión-contribución acerca de algunas problemáticas que se han detectado como desafíos a ser considerados en el ejercicio de la profesión en el nuevo siglo. Con esta sección se erige necesidades de estudios, investigación y paradigmas éticos para la transición de la Minería Tradicional a la Minería Responsable pertinentes para la asignatura Laboreo a Cielo Abierto (LCA). Y por último, en el Capítulo III se desarrolla una propuesta para el cambio aplicado al programa de la asignatura obligatoria LCA, con miras a contribuir con un planteamiento metodológico sistemático, como guía que facilite la transformación progresiva y necesaria del

pensum de la carrera de Ingeniería de Minas.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Esta investigación se realiza en un contexto de coyuntura mundial en lo ambiental, social, tecnológica y económica que afecta notablemente al país. Dentro de esta situación se enmarca la necesidad de la actualización de las temáticas que se estudian en el pensum de Ingeniería de Minas de la Universidad Central de Venezuela. Por otro lado, existen razones para expresar opiniones sobre el desfase entre los contenidos del programa de Laboreo a Cielo Abierto vigente y la realidad actual del país, los cuales se han hecho evidentes en los campos de ejercicio profesional. El cambio del currículo de la Carrera de Ingeniería de Minas de una visión o paradigma de enseñanza por objetivos a otro de enseñanzas por competencias es el principal problema que afronta el Departamento de Minas (DM) en el contexto actual, cuya aplicación exitosa estará marcada a la frecuencia en la rotación profesoral (Anexo 1). La valoración de este problema se debe a que en la gestión del Vicerrector Bianco se ha instruido expresamente a la producción de éstos cambios (Díaz, 2017). Debido a que se requiere una formación intensa y constante del cuerpo profesoral del DM en el diseño de programas por competencias, se propone proceder un acercamiento a esta temática, estudiando y reflexionando sobre la situación y pertinencia de uno de los programas de asignaturas que componen el pensum de la carrera de Ingeniería de Minas y se constituye en uno de los ejes más importantes de la misma: Laboreo a Cielo Abierto código 3280. De algún modo, al enfocar esta problemática de una forma más amigable y quizás sencilla, se busca que otros colegas profesores se sientan estimulados a plantear cambios a sus unidades curriculares, que conlleven eventualmente al cambio y actualización requerido del pensum de Ingeniería de Minas, a un enfoque por competencias a solicitud de la institución y que atienda a los requerimientos de los profesionales en el país, mediante una metodología que se constituya fácilmente comprensible y que atienda a los desafíos que plantea el Siglo XXI.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Elaborar una propuesta metodológica para el cambio curricular de enseñanza por objetivos a enseñanza por competencias del programa de estudio de la Asignatura Laboreo a Cielo Abierto 3280 de la carrera de Ingeniería de Minas.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- i. Analizar el estado actual del programa por objetivos de la Asignatura Laboreo a Cielo Abierto 3280 parte de la plantilla curricular de la carrera de Ingeniería de Minas.
- ii. Establecer las Competencias que los cursantes de programa escogido deben conferirse y reflexionarse al final de la asignatura de Laboreo a Cielo Abierto 3280 en su versión modificada.
- iii. Proponer guías metodológicas dirigidas a los docentes basadas en Competencias planteadas de la asignatura Laboreo a Cielo Abierto 3280 en su versión modificada, que permita el cambio progresivo del currículo de estudio de Ingeniería de Minas.

JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Debido a que es imperioso pensar en el cambio del pensum de Ingeniería de Minas de largo a mediano plazo de uno enfocado por objetivos a otro por competencias, esta investigación se justifica porque plantea una oportunidad de evaluar un ejercicio de corto plazo, sobre el programa de una de las asignaturas de mayor importancia en el perfil profesional de la carrera de Ingeniería de Minas como lo es Laboreo a Cielo Abierto 3280, siendo uno de los ejes principales de formación para la carrera. La relevancia y pertinencia se encuentran en que se constituye en la oportunidad de construir una metodología para establecer estos cambios, sin que ello constituya pasar por engorrosas situaciones burocráticas. La obligación de dar respuestas a las necesidades educacionales de los egresados de Ingeniería de Minas y a las necesidades del país en materia minera, son un par de razones que justifican esta investigación. Los principales beneficiados de este trabajo serán los profesores del Departamento de Minas, pues se espera formular una metodología que permita realizar análisis y cambios en los programas por objetivos a otros por competencias de las asignaturas

del pensum de la carrera de Ingeniería de Minas y eventualmente, la actualización del mismo para afrontar los crecientes desafíos del Siglo XXI. Otros beneficiados de esta propuesta serán los estudiantes de la carrera y el país pues licenciará los profesionales que se requieren según necesidades de los planes nacionales.

ALCANCES

En esta investigación los alcances se harán sobre los temas abordados por objetivos de la asignatura Laboreo a Cielo Abierto 3280, su pertinencia y cómo pueden afrontarse los cambios temáticos a un enfoque de instrucción por competencias.

ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

1. Trabajos realizados en el ámbito universitario de la UCV.

Debido a que el requerimiento del cambio de pensum de objetivos a competencias es un o de tipo institucional como lo ha expuesto Díaz (2017) en su artículo, existen antecedentes de estos trabajos en la UCV desde varias facultades. A continuación el Cuadro 1 que resume los esfuerzos que se vienen realizando en diversos ámbitos universitarios de la UCV.

Cuadro 1: Resumen de trabajos relativos al cambio de pensum de objetivos a competencias, en distintas facultades de la UCV.

Facultad o Dependencia	Escuela o Carrera	Referencias
<i>Vicerrectorado Académico. Comisión Central de Currículo</i>	---	Polo y otros (2006)
<i>Facultad de Ciencias Económicas y Sociales</i>	Escuela de Economía (2010)	Levy (2011)
	Escuelas de Trabajo Social y Administración y Contaduría	
<i>Facultad de Medicina</i>	Licenciatura en Bioanálisis	Guzmán y otros (2020)
	Propuesta de la Escuela Razetti (2008)	Consejo de la Facultad de Medicina (2010) y Cátedra de Fisiología (2014).
<i>Facultad de Humanidades y Educación</i>	Licenciatura en Bibliotecología y Archivología	Papatzikos y otros (2012)
<i>Facultad de Ingeniería</i>	Ingeniería en Procesos Industriales	Coordinación Académica de la Facultad de Ingeniería (2008)
<i>Facultad de Ciencias</i>	Licenciatura en Biología	Comisión de Currículo

		Escuela de Biología (2009)
<i>Facultad de Agronomía</i>	Ingeniería Agronómica	Pensum Ingeniería Agronómica (2013) y (2019)

Fuente: Elaboración propia.

2. Barrera (2018) *Un modelo con enfoque ontológico para la Gestión de Currículos por Competencias*. Tesis Doctoral. Postgrado en Ciencias de la Computación. Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela.

Este trabajo está centrado en proponer un modelo que describa de modo explícito y formal la Gestión de currículos por competencias en las organizaciones educativas.

3. Guillén y Nieves (2015) *Estudio e interpretación de la evolución del rendimiento estudiantil de una carrera planificada bajo el perfil de competencias y su comparación con otras de pensum por objetivos*. Artículo. Revista de la Facultad de Ingeniería Vol. 30 No 4.

En este artículo los autores interpretan datos de la División de Control de Estudios de forma estadística de estudiantes de la Facultad de Ingeniería que cursan carreras en los núcleos de Caracas y Cagua.

4. Guillén y Perdomo (2015) *Análisis de impacto del uso de los medios virtuales de la UCV en una carrera con un perfil basado en competencias, experiencias en Ingeniería de Procesos Industriales años 2012 y 2014*. Artículo. Revista de la Facultad de Ingeniería Vol. 29 No 4.

Este trabajo muestra los resultados de encuestas, donde los mismos estudiantes evalúan el uso de las herramientas de Tecnologías para la Información y Comunicación (TIC) para la enseñanza por competencias entre los años 2012 y 2014.

4. Universidad Nacional del Centro del Perú (2008) *Currículo de estudios Facultad de Ingeniería de Minas bajo un enfoque de competencias 2009-2013*.

Este documento es un marco teórico conceptual de la Junta de la Facultad de Ingeniería de Minas, perteneciente a la Universidad Nacional del Centro del Perú.

CAPÍTULO I
REVISIÓN SOBRE EDUCACIÓN BASADA EN
COMPETENCIAS

COMPETENCIAS DEFINICIONES

Valladares (2011) cita en su artículo a Zabala y Arnau (2007) para explicar las distintas aristas con que se ha explicado a las competencias, quienes han sistematizado las múltiples definiciones de competencias en cuatro criterios:

- 1) definiciones de carácter semántico, señalando la función de la competencia;
- 2) aquellas que se centran en describir explícitamente los componentes de las competencias;
- 3) las provenientes del ámbito laboral, y
- 4) aquellas que se desarrollan en el ámbito educativo.

Por otro lado, éstos autores abordan las competencias desde el punto de vista educativo, pensándolas como actuaciones para enfrentar los problemas que cualquier persona enfrentará a lo largo de su vida.

Silva (2008) considera que la “competencia” es una cualidad, por lo que las “*competencias laborales es la aptitud o idoneidad de una persona para llevar a cabo un determinado tipo de trabajo*”. Las competencias son características personales e individuales, sin embargo este autor expresa que no existe consenso sobre a qué tipo de características personales pertenecen las competencias, ni tampoco se extiende a demostrar sobre cuáles de éstas son requeridas para el abordaje de ciertas situaciones puesto que su enfoque se expresa solo en las competencias laborales.

“La educación debe evitar la utilización de programas de estudio que sólo buscan trabajadores dóciles, solitarios, sin solidaridad ni proyectos de vida y viviendo su profesión con la lógica de la utilidad y el mercado” (Serna, 2007). Las autoras González y Rojas (2009) expresan en su artículo que se puede emplear la formación por competencias como modelo educativo para diseñar programas que incluyera algo más que conocimiento (...) y es guía para la construcción de situaciones de aprendizaje. Bolívar (2008) op. cit. González y Rojas (2009) opina que *“hasta ahora la escuela profesional se basa principalmente en el “saber”; en un conocimiento académico desligado en donde se valora fundamentalmente la capacidad para reproducir los saberes y no tanto para*

aplicarlos". Este argumento apoya la necesidad de cambio doble de paradigmas en la formación de profesionales de Ingeniería de Minas; uno, para incluir aquellos "conocimientos" que les permitan afrontar retos como empleados y como emprendedores (independientes); y dos, para incluir los cambios paradigmáticos en el ejercicio profesional, desde la minería tradicional a la Minería Responsable.

Por otro lado, las profesoras González y Rojas (2009) han creado y propuesto una metodología para diseñar un programa de estudios basado en competencias que puede responder a las necesidades de transformación de LCA3280, el cual contempla: establecer los sujetos de formación (perfil de los estudiantes); condiciones institucionales de formación (contexto académico-político-social-económico); elaboración de un perfil de competencias (bajo-contexto); determinar las condiciones para desarrollar aquellas buscadas en el perfil y validar el perfil de competencias.

Dado que las competencias en los escenarios cambiantes de las profesiones están vinculadas al conocimiento (saberes), se hace necesario como manifiestan Yániz y Villardón (2006) op cit. por Yániz (2009) que los egresados puedan *"ser capaces de utilizar el conocimiento, de actualizarlo, de seleccionar lo que es apropiado para un contexto específico, de aprender permanentemente y de entender el potencial de lo que aprenden"*, en donde el conocimiento se genera en un contexto, así entonces generado en el "calor" de la necesidad (y cambio).

Gómez (2007) señala algunos aspectos que pueden considerarse precisos al momento de plantearse un programa de formación por competencias, entre las que menciona:

1. Evaluar el contexto (país en este caso) y a quién va dirigido este programa (características de los estudiantes). La pregunta que se considera más pertinente en el contexto venezolano es ¿Cómo es el lugar y el momento en que viven (los estudiantes)? ¿Cómo son las condiciones laborales y personales de los profesores o facilitadores?
2. Identificar las competencias que se buscan y sus elementos. Propone la redacción de las competencias mediante una tabla como la que se muestra en el Cuadro 2.
3. Determinar los criterios de desempeño por competencias. Definiendo en qué consiste el alcance de cada competencia.

Cuadro 1: Formación Basada en Competencias.

Componente:	ACCIÓN	OBJETO	CONDICIÓN DE CALIDAD
Descripción:	Indica la acción que debe realizar la persona.	Indica los objetos o situaciones sobre los cuales recae la acción.	Indica los criterios de calidad con base en los cuales se va a llevar a cabo la acción sobre el objeto.
Ejemplo 1:	<i>Planificar</i>	<i>el trabajo</i>	<i>teniendo como referencia los objetivos estratégicos de la organización.</i>
Ejemplo 2:	<i>Expresar</i>	<i>por escrito</i>	<i>con claridad y coherencia, y respetando las reglas básicas de ortografía.</i>
Ejemplo 3:	<i>Elaborar</i>	<i>menús</i>	<i>acordes a las necesidades fisiológicas del paciente.</i>
Ejemplo 4:	<i>Diseñar</i>	<i>sistemas de bombeo</i>	<i>con base en los principios de la hidráulica.</i>

Fuente: Gómez (2007).

4. Describir los contenidos de cada competencia. Conocimientos, habilidades, actitudes, valores, entre otros.

5. Diseño de estrategias para el aprendizaje. Tipos de actividades, articuladas entre si. Gómez (2007) enumera una lista de éstas actividades para el aprendizaje significativo: “*proyectos, actividades artísticas, actividades deportivas, estudios de caso, debates, discusiones grupales, agendas y bitácoras, lecturas, consultas bibliográficas, visitas, narraciones, representaciones gráficas, simulaciones*”.

6. Recursos disponibles. Evaluar la posibilidad y disponibilidad de los recursos didácticos, aulas, laboratorios, biblioteca, papelería, medios digitales, repositorios, personal de apoyo, entre otros.

7. Elaborar un sistema de evaluación. Para evaluar los progresos de los sistemas de aprendizaje se pueden emplear: observación, entrevistas individuales y grupales, diario de campo, pruebas de ejecución, listas de cotejo, ensayos, cuestionarios, baremos, auto y coevaluación, entre otras.

Por otra parte, en esta propuesta se quiere esbozar algunas ideas pertinentes en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Caudillo (2007) habla en su artículo sobre el “aprendizaje estratégico”, el cual se considera necesario tener visión para el encadenamiento de conocimientos y saberes estudiados en clase. El mismo tiene la finalidad de “*desarrollar una comprensión más profunda, en donde hacer distinciones y descubrir cuándo un concepto se armoniza con otro conduce al desarrollo de un pensamiento riguroso y comprensivo*”. Para ello también se debe considerar un perfil de competencias para el profesor o facilitador, puesto que el rol de

éste último es bastante significativo. Entonces, en el aprendizaje estratégico se busca *“identificar acciones y procedimientos que favorezcan la apropiación y la integración del conocimiento de manera comprensiva y duradera (...) la universidad tiene la responsabilidad de crear las condiciones para que quienes transitan por sus aulas aprendan a pensar de manera estratégica, abierta y flexible”* Caudillo (2007).

REFLEXIÓN SOBRE LAS COMPETENCIAS Y LOS OBJETIVOS DE LA INGENIERÍA DE MINAS DESDE UNA MIRADA UCEVISTA. CONTEXTO DE LA NECESIDAD.

En diferentes espacios se habla constantemente sobre las competencias, muchos de los interlocutores que las mencionan a veces no expresan claramente de qué se tratan; de hecho desde El Rectorado de la UCV se entiende hubo una intencionalidad de respaldar la idea del cambio de programas de objetivos a competencias. Díaz (2017) escribe un artículo relativo a las Políticas Académicas y el cambio curricular en la UCV y señala en un cuadro, que se propuso como lineamiento durante la gestión del Dr. Bianco como Vicerrector Académico, la formulación de los perfiles y el desarrollo de diseños curriculares de las distintas carreras por competencias. Sin embargo, se ha extrañado una formación realmente efectiva para quienes deben proceder el estudio y cambio de los programas de estudio de pregrado de objetivos a competencias, aunque en el artículo de Díaz (2017) esas mismas políticas señala sobre el diseño de planes de formación y actualización de competencias de los profesores, que les faciliten su desempeño académico. No queda claro a qué nivel, ni que alcance se pretendería tener, se ha extrañado un alcance más agresivo, progresivo y sistemático de formación de todos los profesores y de las comisiones de currículo, especialmente en la Facultad de Ingeniería.

Desde la motivación personal, a partir de las experiencias vividas desde la Coordinación de Pasantías y Servicio Comunitario de la Facultad de Ingeniería con respecto al tema de las Competencias, se estableció un grupo informal de profesores, cuyas inquietudes giraban en función de qué eran y cuál era la finalidad de la Educación por Competencias. A raíz de estas discusiones se convinieron reuniones con profesores que tenían conocimiento o curiosidad sobre el tema. Las mismas sucedieron entre el año 2010 y 2014. Entre los profesores

consultados están: la profesora María Itriago de la Facultad de Ingeniería y el profesor Antonio D'Alessandro de la Facultad de Medicina.

En esas reuniones, se comienza a explorar los pros y contras sobre todo de los programas por objetivos, y se pudo notar que el aspecto negativo más notorio es que entre los distintos programas de las asignaturas que componen una carrera, no pareciera existir conexión o sentido entre estos, dando la impresión que hay información innecesaria o de más, sin que esto puede considerarse como cierto. Esto suele ser un mito muy arraigado en el colectivo estudiantil, pues al ejercer las profesiones es posible notar que si existe o hay sentido y necesidad entre las diferentes asignaturas y temas, sin embargo, el problema radica en la parcelación entre las disciplinas, lo cual no son ni integradoras, ni de pensamiento inter o transdisciplinario. Esto ha ocasionado la aparente incoherencia entre las asignaturas. Paz (2007) expresa esta idea en su artículo y lo atribuye a las prácticas de enseñanza en las facultades de ingeniería de Colombia como ejemplo, donde *“el enfoque instruccional enseñan aprendizajes declarativos, abstractos y descontextualizados, conocimientos inertes, poco útiles y escasamente motivantes, tratados de manera neutral, ajenos (...) de la cultura a la que pertenecen”*.

Al examinar detenidamente las distintas asignaturas, podemos encontrar que la enseñanza por objetivos estuvo enfocada a un contexto histórico particular en el que no importaba tanto el concepto de competencias, siendo que este hecho no se considera como negativo. Sin embargo, esto ha cambiado con el auge de la globalización y ha sido incluido en las políticas académicas de la UCV desde hace algún tiempo como ya se ha expuesto, amplificado por la cada vez mayor visibilización de los perfiles personales en las redes sociales. Se ha partido del hecho que la formación por objetivos está enfocada a la persecución del logro de propósitos a través de ciertas prácticas evaluativas, en la cual se medía la capacidad de memorización y repetición de conceptos en apariencia estáticos y poco cambiantes. Posteriormente, se comenzaron a considerar otras formas de evaluación no menos estresantes como: las exposiciones, foros, mesas de discusión, exámenes de análisis, proyectos, entre otras. Afortunadamente, la educación ha ido migrando a la potenciación y desarrollo de métodos

de evaluación que permiten la adquisición y afloramiento de ciertas competencias y habilidades en los estudiantes.

Después de este avance, se interponen los intereses en los perfiles por parte de los empleadores. Surgen redes sociales como *LinkedIn*, *Xing*, *Viadeo*, *Womentalia* e incluso *Facebook*¹, donde los interesados pueden exponer sus hojas de vida resaltando sus habilidades, puesto que no suele ser lo mismo un profesional con una carrera en particular que hable un idioma tal o cual en comparación con otro que no lo hace o lo hace parcialmente, que maneje un *software* cual a otro colega que no lo haga, por mencionar tan solo algunos ejemplos someros. Esta idea que antepone las necesidades de las empresas en la competencia (carrera como si en la búsqueda de un premio se tratase) por el mejor perfil se ha considerado e impuesto un ideario completamente capitalista con escalas de clase.

Sin embargo, viéndolo desde otra perspectiva, es natural pensar que cada individuo procesará una misma cantidad de información de la manera en que lo permitan sus habilidades y destrezas, hecho que es independiente de la inteligencia, puesto que las primeras son mayormente influidas por los intereses individuales, familiares, colectivos, nacionales, culturales y un largo etcétera; y la segunda heredada de la genética y potenciada por la alimentación y/o acceso a los servicios de salud. En este contexto, se puede decir que los programas por objetivos tienen subyacentemente la impartición de conocimientos que conllevan a la adquisición de competencias, pero que no se expresan explícitamente.

Aprovechando entonces esta ola, las naciones tienen la oportunidad única que anteponer sus perfiles-interés y formar en las universidades públicas los profesionales que se adapten a sus verdaderas necesidades, esto sin olvidar que éstas necesidades a las que estamos haciendo referencia, tienen fecha de caducidad y que en esa formación deben incorporarse competencias y habilidades para estimular la preparación y aprendizaje continuo de los egresados universitarios. Paz (2007) menciona otras alternativas educativas a la formación por objetivos o competencias en ingeniería, pero al final culmina expresando que su propuesta

¹ <http://www.noticias24.com/tecnologia/noticia/23853/conozca-cinco-redes-sociales-profesionales-para-conseguir-empleo/>

también “(...) favorece la formación de competencias (...)” refiriéndose a los aprendizajes contruidos en colectivo.

En otro aspecto, la justificación de una migración obligada e inflexible (en el sentido que no es de algún otro modo) de un pensum de estudios por objetivos a otro por competencias, ha sido “que los egresados tengan la oportunidad de encontrar empleo” (aunque eso no sea componente de la responsabilidad en la impartición de ciertas carreras por parte de la institución universitaria o por lo menos así es entendido en esta disertación), lo cual parte del hecho implícito en la formación de individuos profesionales que ejercerán como empleados de una empresa (que no necesariamente es suya o en la cual no tiene participación accionaria), paradigma a todas luces empresarial-capitalista y abiertamente sesgado. En ningún postulado, en correcto sentido de interpretación, se indica que la formación universitaria debe ser generadora de individuos siempre empleados, puesto que las proclamas de libre pensamiento y generación de novedosas ideas son aquellas madres de avances e independencia tecnológica.

En nuestra opinión, una modificación de programas de estudio por objetivos a otros por competencias deben ser aquella en que los estudiantes puedan adquirir habilidades y auto-conocerse para desenvolverse en sus ámbitos naturales de trabajo, pero que también sea libre pensador, creador de nuevas ideas y conocimientos. Eso garantizaría que los egresados de un curso en particular, puedan usar esas herramientas no solo para trabajar en una empresa, sino que sean capaces de crear e identificar nuevos nichos productivos en dónde ejercer sus carreras y aplicar aprendizajes como emprendedores y creadores. Este punto es importante, debido a que se ha llegado a un hito en que avances tecnológicos están muy cerca de sustituir a seres humanos en ciertas tareas, en apariencia simples, entre las que se podrían mencionar: atención al cliente en hoteles y restaurantes, conductores de maquinaria y camiones de carga, meseros, cuidado de niños y ancianos, limpieza simple, entre otras. La pérdida de ciertos empleos será inevitable, pero la capacidad de reinención y la complejización en la toma de decisiones serán aquellas áreas que generen empleos para la creciente población humana.

Una ventaja de programas diseñados por competencia será que permitirá modificar los alcances y metas perseguidas por ciertos aprendizajes, en función de contextos y necesidades. Estos programas deben ser lo suficientemente flexibles para garantizar las transiciones de formas menos traumáticas, engorrosas o burocráticas, como ha sucedido con aquellos programas por objetivos. Una forma sugerida es la de asignarle fechas de vigencia, con posibilidad de prórroga. También debe establecer cómo serán las formas de cambios aceptables de determinar las competencias que deberán abarcarse en un curso, de modo que la adquisición de habilidades, herramientas y conocimientos pueda ser equitativa, pertinente y flexible a lo largo de la carrera. Por último, las competencias que obliga tener un profesional egresado (en Ingeniería de Minas) debe hacerse bajo qué necesidades, esto para no darle prioridad a ciertas corrientes de pensamiento que puede ser sesgado, sino que permita en justa manera el desarrollo en la ética de la creatividad, el emprendimiento y el libre pensamiento.

Para determinar cuáles son y el ámbito de aplicación de las competencias requeridas en la Asignatura Laboreo a Cielo Abierto (LCA 3280), se plantea la elaboración y aplicación de dos encuestas enviadas de forma electrónica (con ayuda de alguna herramienta para aplicar encuestas de *Google* o similar), las cuales pueden ser socializadas por las redes sociales: *Facebook*, *WhatsApp*, *Twitter* y *Telegram*; así como a las direcciones de correo electrónico. Las encuestas abarcan opiniones de dos sectores: 1) "Profesional o egresado" que haya ejercido la profesión en una mina a cielo abierto por un tiempo mínimo de un año y 2) "Estudiantil" que haya realizado Minería de Campo (MC 3230) en una unidad productiva minera a cielo abierto. Con esta herramienta se pretende diagnosticar la pertinencia de los contenidos vistos en LCA 3280 e inferir las competencias adquiridas y empleadas para resolver problemas en campos mineros y unidades productivas minerales venezolanas a cielo abierto.

APORTE DEL DEPARTAMENTO DE MINAS EN EL ÁMBITO DE LA PLANIFICACIÓN RACIONAL MINERA

CRÍTICAS COMPARATIVAS ENTRE EL PLAN DE PRODUCCIÓN Y LA PLANIFICACIÓN DE MINA. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA ACTUALIDAD MINERA

VENEZOLANA

En una experiencia educativa de la autora, se estuvo impartiendo un curso de extensión profesional denominado: “Nociones de Planificación de Minas²”, y entre las diversas inquietudes de los participantes estaba el dilema sobre qué es más adecuado: el Plan de Explotación o la Planificación Minera. El dilema era el cómo evaluar la efectividad de la ejecución de las metas contenidas en el “Plan de Explotación”, que no necesariamente eran parte del Plan de Producción, y por supuesto, tampoco de la Planificación de Mina (a veces inexistente). Preocupaba de sobremanera, el argumento de que se trabaja en función de aparentes rendimientos monetarios (algunas veces ¿ficticios?), puesto que no está muy claro el “criterio” de los flujos de caja. Variables como: punto de equilibrio, depreciación, valor de salvamento, vida útil económica, entre otros, no han sido considerados. Es como lo expresa Paz (2007), quizás estamos en presencia de esos egresados cuyo *“desempeño continua siendo una reproducción de costumbres y tradiciones, (...) alejadas de lo que se cubrió en los programas (...) incapacidad de integrar la teoría con la práctica (...) falta de iniciativa y hasta de motivación para conducir procesos de innovación. Sólo se aprecia (...) el manejo de procesos institucionales adecuados a las normas y reglamentos, o a lo que se cree esperan sus jefes inmediatos”*. Este es una problemática de índole técnica-ética que requiere atención en Venezuela.

Entonces, surge la inquietud de revisar los contenidos de las asignaturas del Pensum de estudios de la carrera de Ingeniería de Minas, de la Universidad Central de Venezuela. Es necesario mirar como nación hacia el Aprovechamiento Racional de los recursos minerales la cual se denominará en este trabajo como: “Minería Responsable”. Esto supone un importante cambio paradigmático, de pasar de uno que ha dado en el pasado la prioridad a la producción mineral a toda costa, a algún otro argumento no solo económico, donde la racionalidad y la planificación con ayuda de la tecnología permitan la administración de los recursos escasos de una manera racional y con conciencia de la responsabilidad ambiental.

VARIABLES REQUERIDAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE PLANIFICACIÓN MINERA NECESARIOS EN EL CAMBIO PARADIGMÁTICO MINERO

2 El curso de “Nociones de Planificación de Minas” está disponible en *ResearchGate*.

Si se quiere ser productivos en Venezuela y referidos al contexto ético-profesional de la Ingeniería de Minas ¿Por qué no ha sido posible la adopción de sistemas de Planificación Minera en unidades productoras minerales? ¿Qué ha impedido su implementación, obligación por leyes y reglamentos? ¿Puede(n) una(s) metodología(s) sobre planificación ayudar a la transición productiva ambientalmente responsable del sector minero? ¿Qué pasos se deben seguir para implementar “voluntariamente” la Planificación Minera como elemento para conquistar la productividad y racionalidad efectiva? Referidos a esto que cuestionamos, ¿Son éstas las competencias profesionales que deben adquirir los profesionales de Ingeniería de Minas? ¿La razón es la aparente obsolescencia del Pensum de Ingeniería de Minas de la Universidad Central de Venezuela? Es aparente, porque habrá que demostrar posteriormente la pertinencia del pensum o programas ¿Qué acciones son necesarias para incorporar las competencias pertinentes en las asignaturas o cursos que se estudian en la carrera de Ingeniería de Minas? Habrá que determinarse cuál o cuáles serán las competencias pertinentes en cada caso según el contexto. Muchas de estas interrogantes no podrán ser respondidas en este trabajo, por lo que será necesario tenerlas en consideración cuando se aborde el estudio para determinar la pertinencia del currículo de la carrera de Ingeniería de Minas.

REQUISITOS NECESARIOS O INSUMOS PARA LA PLANIFICACIÓN MINERA

En vista de la necesidad de un cambio se esboza una serie de variables que deben considerarse para efectuar una Planificación Minera, de los cuales en parte servirá de base para abordar la propuesta de cambio del programa de LCA 3280. Entre estas se encuentran:

- Información geológica en cuantía suficiente. En este aparte se requiere comprender: extensión, morfología, distribución y composición mineral, petrología, mineralogía, profundidad, génesis del yacimiento, geología estructural, geotécnica, geomecánica, hidrogeología, sísmica, entre otros. El modelo geológico del yacimiento es clave en el éxito de la implementación de la planificación minera. En la Evaluación de Yacimientos se propone utilizar los criterios más convenientes.
- Información topográfica reciente. Para el análisis se requiere siempre aquella

información más actualizada que se pueda encontrar o recopilar.

- Definición de las operaciones unitarias de producción y planta. Establecimiento de los esquemas de producción, diagramas de flujo, balance de masa, encadenamiento de todas las actividades que componen el proceso, incluyendo mantenimiento. Si es posible incluir elementos de los estudios de Ciclo de Vida.
- Estimación de los costos reales de operación. Estos costos deben incluir todos los procesos que se llevan a cabo en la extracción del material a comercializar. Con este aspecto deben incluirse aquellos que versan sobre el punto de equilibrio y el flujo de caja.
- Definición de los Índice Clave de Producción de las máquinas y equipos que estarán trabajando en cada uno de los procesos definidos.
- Uso de una o más herramientas informáticas. Empleo de *software* especializado para la evaluación de yacimientos, elaboración del modelo geológico, estimación de costos, herramientas de dibujo asistido por computadora, hojas de cálculo avanzadas, programación y bases de datos.
- Implementación del Plan de Producción, revisión del desempeño (*performance*) por medio de comparativos y corrección de las metas a otras ajustadas a la realidad. Análisis para la toma de decisiones. Control de las operaciones.

Estos elementos son de gran importancia al verificar las consideraciones pertinentes, sobre las temáticas que deberán estudiarse en el cambio de LCA 3280 en los próximos apartes.

CAPÍTULO II

TEMÁTICAS PERTINENTES SOBRE MINERÍA RESPONSABLE A CONSIDERAR EN EL CAMBIO DE PROGRAMA DE LABOREO A CIELO ABIERTO

I. TEMÁTICA EVALUACIÓN DE RECURSOS MINEROS Y APROVECHAMIENTO DE MATERIALES

CONCEPTOS EN LA REVALORIZACIÓN DE RESIDUOS MINEROS Y YACIMIENTOS DE ORIGEN ANTROPOGÉNICO

La “indestructibilidad de los productos” mineros es una de las características especiales de estos proyectos de inversión, debido a esto, en todo su ciclo de vida se generan “salidas indestructibles” que pueden acumularse en grandes espacios y volúmenes de residuos, los cuales por sus composiciones naturales (génesis) y tratamientos de beneficio pueden convertirse en amenazas para la salud humana y la vida de ecosistemas.

Ya hace algún tiempo se comenzó a hablar de “reciclaje” y hacer comparaciones de ventajas y desventajas solo económicas, y más luego, ambientales de la explotación minera versus reciclaje, en especial de minerales metálicos. Últimamente, se ha comenzado a hablar de la “Minería Urbana” (*Urban Mining*) para referirse a un “reciclaje” y reutilización de metales en componentes en “desechos”. Una versión más amplia del término lleva a la “revalorización” de residuos y desechos, sean urbanos, tecnológicos, industriales o mineros, que incluyen material de demoliciones, relaves mineros, decantados (lodos) de lagunas de sedimentación, “estériles” en escombreras y materiales “no conformes”, así como la recuperación de espacios y nuevos usos como bienes patrimoniales e históricos.

Esto sin dudas, da un nuevo giro a la visión tradicional de la minería. Éstas se conforman en preguntas e incertidumbres con las que deberán lidiar los profesionales de la minería en este nuevo siglo que comienza. Las problemáticas y líneas de investigación para resolverlas se vuelven extensas y multidisciplinarias. La minería como hecho y beneficio social se reconvierte a una nueva visión de integralidad, ética y responsabilidad.

PROCESOS MINEROS Y SUS RESIDUOS

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS ESTÉRILES DE MINA

Los materiales estériles (Ayala y Rodríguez, 1986) que conforman las escombreras son de litologías distintas y granulometrías variables, por lo que se plantean problemas físicos y químicos, para la implantación de la vegetación. Generalmente, predominan los estériles en

forma de fragmentos gruesos con una distribución espacial distinta dentro de los depósitos, como consecuencia de la segregación que sufren las partículas al ser depositadas dentro de las escombreras. La granulometría, es otra de las propiedades físicas a considerarse, además de la densidad, porosidad y la permeabilidad.

Williams (1996) comenta que los residuos sólidos provenientes de las actividades mineras están constituidos por los recubrimientos (*overburden*) y estériles de las minas a cielo abierto y estériles de las operaciones mineras subterráneas (a las que pueden incluirse aquellas realizadas con los métodos mineros de excavación tradicionales y que conllevan a la construcción de obras civiles e hidráulicas). El ángulo de inclinación o reposo del material es una pendiente de potencial falla (*falling*), que puede requerir trabajos para asegurar su estabilidad a largo plazo (cambios de ángulo), debido a degradación o alteración del material por las exposiciones a factores climáticos, ambientales y sísmicos. Se requiere además tomar las respectivas precauciones para limitar los efectos erosivos sobre los materiales, provocados o desencadenados por acción del viento y lluvia.

De alguna manera, una escombrera es una acumulación controlada o no, que contiene el material rocoso proveniente de una explotación minera, que no tiene valor económico (ganga o estéril) y se encuentra asociado a la mena. Los botaderos de mina son utilizados como lugares de acopio o apilamiento para colocar rocas estériles o pobres que deben eliminarse o removerse (Piña, 2007).

RELACIÓN DE LA PLANIFICACIÓN DE LAS OPERACIONES DE SOPORTE DE MINA Y LA VISIÓN DE LA MINERÍA RESPONSABLE. EL IMPACTO DE LA EXTRACCIÓN MINERAL EN EL ENTORNO SOCIO-CULTURAL Y NATURAL.

En la minería como hecho social, se requiere estudiar aquellos aspectos sociales y culturales ligados a la misma y cuyo impacto puede ser positivo o negativo. En función de ello, el ser humano como parte de la naturaleza y de las relaciones ambientales, debe conocer esta interacción y planificar de manera premeditada y responsable sus acciones.

En el caso de las demandas energéticas de la minería aquellas relativas a los laboreos de operaciones auxiliares son muy elevados. La extracción de los minerales y menas, su

tratamiento para la separación del estéril de las menas hasta alcanzar las leyes económicamente admisibles y visto desde el punto de vista industrial, la metalurgia básica, el movimiento de tierras (acarreo), entre otras, son actividades de alta intensidad y demanda energética. Entonces, es ahí cuando también, la disponibilidad energética el factor restrictivo más importante para el desarrollo minero. Además, en la extracción minera es muy difícil mejorar la eficiencia energética. Por cada unidad de material extraído o concentrado, se requiere invertir gran cantidad de horas-hombre (fuerza de trabajo humana), combustibles y/o explosivos (para promover grandes desplazamientos de los minerales que cubren o contienen las sustancias aprovechables). La necesidad de implementar recursos energéticos crecientes conforme avanza la extracción minera (alejamiento del frente de trabajo hasta la planta de beneficio o escombrera), hace muy problemática la aplicación (real) de estrategias o tecnologías que posibiliten una verdadera disminución de este consumo (Sánchez, 2001).

Debido a las inquietudes de diversos grupos se ha tratado de estimar los impactos que se han causado en la naturaleza, luego del establecimiento y desarrollo de la sociedad industrial. (Naredo, 2004) el cual ofrece varias observaciones a considerar a la hora de explicar los diversos desequilibrios planetarios y la conservación ambiental. La primera que indica es que: *“(...) la extracción de rocas y minerales de la corteza terrestre supera en tonelaje a la de los productos derivados de la fotosíntesis. Lo cual subraya la radical diferencia que separa el comportamiento económico de la actual civilización del practicado por la especie humana a lo largo de toda su historia: mientras que ésta había vivido vinculada a la fotosíntesis y sus derivados, ahora se apoya sobre todo en la extracción de stocks de la corteza terrestre. Con el agravante de que los materiales extraídos se utilizan primero y se suelen devolver después al medio como residuos, sin preocuparse de hacerlos retornar a su condición originaria de recursos, con consecuencias negativas para el conjunto de la biosfera”*.

La extracción de recursos minerales precisos para el desarrollo de la civilización actual ha traído como consecuencias un cambio en las mismísimas necesidades humanas; las cuales en la actividad minera se constituyen en el cambio de uso del territorio, las consecuencias de

alteración del paisaje y la acumulación de material estéril proveniente de las propias actividades de la industria. Naredo (2004) continúa exponiendo con respecto al volumen manejado lo siguiente: *“en los procesos de extracción, elaboración y manejo de materiales a gran escala, la especie humana se ve obligada a movilizar un tonelaje de tierras y de materia vegetal crecientemente superiores a los directamente utilizados, acentuando con ello el deterioro ocasionado en el medio (que se sumaría al provocado por los residuos). (...) La diferencia entre los productos comerciales obtenidos y el movimiento de materiales para conseguirlos culmina en el caso de los metales: la ganga y los estériles movilizados multiplican en este grupo por más de 10 el tonelaje de los minerales metálicos comercializados, siendo esta ratio muchísimo mayor para sustancias como el oro y el cobre, cuya obtención y beneficio comporta, además, un manejo de agua, energía y contaminación”*.

La preocupación constante debe ser a la luz del siglo XXI, la disposición inteligente y planificada de aquellos materiales que no pueden volver a utilizarse o que no pueden encontrar provecho en la sociedad actual. Como lo enuncia Guzmán et al. (2006) *“debe ser una tarea de todos con la participación de todos, en la que cualquier residuo tenga un camino útil para que el sistema social y la naturaleza como un todo único se hagan sostenibles”*. Las escombreras de estériles en minas y las acumulaciones provenientes de movimientos de tierra y construcciones civiles son parte de esta problemática ambiental. Con respecto a la cuantía de estos residuos Naredo se expresa: *“en suma, que la intervención humana sobre la corteza terrestre orientada a la obtención de rocas y minerales supera en importancia a la de cualquier agente geológico. Los movimientos anuales de tierras ligados a las actividades extractivas se acerca ya a los setenta mil millones de toneladas, multiplicando por cuatro o cinco las toneladas de sedimento que se estiman arrastran anualmente todos los ríos del mundo (unos 16.500 millones de toneladas) (...). De ahí que, con la civilización industrial, la Tierra se vaya convirtiendo cada vez más en una gran mina (cita de Young, 1992) (...). Todo lo cual justifica la necesidad de dar un tratamiento prioritario al uso que nuestra civilización está haciendo del “capital mineral” de la Tierra, ya que es el principal causante del deterioro ecológico”*.

LA VENTANA A LOS NUEVOS CONCEPTOS

Interesante este panorama que se puede visualizar en esta ventana de nuevos conceptos en

minería. Muchos de ellos se dan con tan solo cambiar la perspectiva. Debido a la creciente “necesidad” de recursos, a las consecuencias de su obtención en huellas ecológicas hay mucha discusión en la comunidad científica sobre estos conceptos que emplean herramientas y técnicas de la minería. Cossu y Williams (2015) opinan en la editorial de la revista *Waste Management* que procesos como: reciclaje, recuperación de recursos, minería urbana (*urban mining*) o de vertederos (*landfill mining*), minimización de residuos y recuperación de materiales; y conceptos como: economía cíclica (*circular economy*), eco-diseños, huella ecológica y residuos cero, son términos que han estado incorporándose al lenguaje de políticos, industriales e inversionistas. De alguna manera, la sociedad ha reconocido el potencial de que existen recursos contenidos en estos residuos y deben volver a ser aprovechados en ciclos cerrados o circulares.

Como en todo yacimiento, la minería urbana, debe cuantificar la cantidad de material que tenga potencial de utilización, cuestión que ha sido por ahora el principal argumento para adquirir esta denominación. Por supuesto, el nombre que tendrá seguirá los criterios y diferentes visiones de interesados, especialistas técnicos, economistas, políticos, ambientalistas y activistas sociales y étnicos.

Hay que considerar, cuando se está en la búsqueda de estos nuevos conceptos que esta nueva forma de hacer minería es dentro de un entorno creado por el ser humano o en el plano antroposférico³, cuyos criterios como reservas, extracción y procesamiento también siguen estrictos estudios de factibilidad económica. En este contexto, la minería urbana busca ofrecer mecanismos estandarizados en el mejoramiento (aprovechamiento) de los procesos de extracción y procesamiento de ciertos elementos.

Los citados autores Cusso y Williams (2015), realizan una breve exposición sobre cómo surgen los conceptos que se mencionaron anteriormente:

- **Minería de vertederos** (*Landfill mining*): representan las actividades relativas a la extracción y procesamiento de desechos, los cuales previamente se encuentran agrupados (*stocked*) y depositados en ciertos lugares (o lugares dispuestos para ello).

3 Referido al ámbito de acción humana.

Entre ellos se mencionan: vertederos municipales, relaves mineros, entre otros.

- **Minería urbana** (*Urban mining*): extensión de la anterior definición, incluye la recuperación de elementos y componentes de cualquier tipo de acumulaciones de origen antropogénico, que incluye edificaciones, infraestructura, industria, productos (en y fuera de uso), emisiones de origen humano, entre otros. (Baccini y Brunner, 2012; Lederer *et al.*, 2014, citados por Cusso y Williams, 2015).
- **Recuperación de recursos** (*Resource recovery*): incluye la energía que puede ser recobrada por gestión y tratamiento de residuos, como de los procesos de reciclaje de materiales.
- **Reciclaje de materiales** (*Materials recycling*): tiene como objetivo la transformación de ciertos residuos o desechos en materiales que pueden ser utilizados en la manufactura de nuevos productos. Los materiales reintegrados después de su procesamiento, son re-introducidos a los ciclos productivos.

Los autores en esta etapa de análisis de las definiciones, recurren citar a Lederer *et al.* (2014) por la necesidad de distinguir los depósitos (yacimientos o *stocks*) y flujo de recursos, punto en que se deben hacer la notabilidad de si proviene de una fuente natural o antropogénica⁴.

- **Minimización de residuos** (*Waste minimisation*): se refiere a las estrategias de cómo prever la generación de desechos o residuos con intervenciones de procesos “aguas arriba” incluyendo la prevención.
- **Economía cíclica o circular**⁵ (*Circular Economy*): basado en un modelo de negocios con enfoque “*take-make-waste*”, cuyos objetivos son: aprovechar los productos el mayor tiempo posible, reusando y reparando de manera de reducir la obtención de residuos; y emplear más materiales re-utilizados en los ciclos productivos, lo cual se traduce en crecimiento económico y oportunidades de empleo.

Hay que reconocer que aunque la intención es el re-uso y reutilización, con la consecuente reducción de residuos, no todos los materiales pueden ser objeto de la minería urbana. Graedel (2011) reflexiona acerca de los verdaderos alcances de la minería urbana, pues este autor se plantea tres cuestionamientos sobre los recursos de esta nueva área de estudios e interés: cuánto hay, cuándo estará disponible y en qué forma está⁶; estas pueden llegar a ser razones suficientes para descartarla por razones económicas, por lo que establecer un ciclo de

4 Entendiendo esta última como el conjunto de actividades humanas que propician la transformación de los recursos naturales en bienes.

5 Valorización de residuos.

6 El principal “problema” es la existencia de la tecnología de transformación o el interés de encontrarla.

vida de los productos mineros, logra ser de ayuda en la toma de decisiones en contextos de grandes presiones para la obtención de los recursos y materiales. Aunque existan ejemplos donde se hace ver las ventajas de esta búsqueda y aprovechamiento de materiales (Puig y otros, 2014) con respecto a la explotación de yacimientos primarios, todavía faltan más estudios para mejorar la capacidad tecnológica para la separación de los materiales de interés. Debido a la complejidad de sus relaciones, la minería urbana en opinión de Cossu y Williams (2015) requiere ser ampliamente discutida por la comunidad científica y técnica, con la finalidad de definir mejor la terminología, objetivos, tecnologías, retos y oportunidades. Brunner (2011) expresa una idea que es clave en las estrategias de revalorización de residuos (sobre todo los que pudieran tener alto impacto negativo) y la minería urbana, siendo que como sociedad se necesita “*desarrollar una nueva base de conocimientos*” del metabolismo y ciclo de los materiales. En el caso de la minería de recursos primarios, hay materiales o residuos que no pueden ser reciclados (o entrar en esta economía circular), pues es en este ámbito dónde justamente todavía es inexistente la tecnología para recuperarlos, concentrarlos o acumularlos.

DESAFÍOS DE LA MINERÍA RESPONSABLE A LA LUZ DEL SIGLO XXI

Bian *et al.* (2012) escriben en su artículo acerca de las oportunidades de aprovechamiento de los recursos mineros de modo completo. Comienza con el razonamiento acertado sobre la necesidad del conocimiento geológico para la gestión minera integral, explicando que los residuos guardan relación con el mismísimo desarrollo minero y procesamiento mineral. Los residuos mineros y de procesamiento de minerales están compuestos de fragmentos de rocas, suelos, sedimentos sueltos y aguas de mina. Estos autores recomiendan emplear las caracterizaciones mineralógicas⁷ y químicas de estos residuos como elementos de utilidad en el pronóstico geotécnico sobre todo, estudiando sus propiedades tamaño de partícula y estructura, plasticidad, densidad aparente, densidad seca, resistencia al corte de estos materiales en los residuos, así como, para determinar la capacidad potencial de lixiviación de

⁷ La caracterización mineral es una fuente de información requerida en el desarrollo de la Minería Responsable y del aprovechamiento racional de recursos mineros. Debido a la heterogeneidad de los materiales, las composiciones pueden ser variables.

compuestos nocivos en estas acumulaciones.

Un modo de mayor aprovechamiento de los recursos es emplear métodos tradicionales de re- uso y reutilización. Se busca con la reutilización de los materiales aliviar las consecuencias de los impactos ambientales. Con respecto al reciclaje, se deben evaluar las consecuencias de la utilización de los recursos para esta recuperación y concentración, puesto que estas acciones tienen sus propias consecuencias e impactos, problemas ambientales y las afectaciones sociales. En este contexto, los costos ambientales pueden determinarse mediante varios enfoques que incluyen: la evaluación de riesgos ecológicos, la evaluación del ciclo de vida del producto, evaluación de la sostenibilidad ambiental y social de las operaciones y estimaciones de la huella ecológica.

El análisis costo-beneficio económico sigue siendo, en opinión de Bian *et al.* (2012), el último conductor en términos de la viabilidad de emplear cierta tecnología, puesto que si los costos al final para la uso de métodos de extracción de materiales o reutilización de residuos mineros son económicamente prohibitivos, incluso los más ecológicos, entonces serán difíciles de implementar sin regulación ni subsidios gubernamentales⁸. Un enfoque para minimizar el costo ambiental es mejorar la eficiencia en los procesos que generan residuos. Esto depende de la optimización sobre la asignación de recursos para minimizar los efectos ambientales, investigación y toma de decisiones, mientras se maximiza la cantidad de residuos procesados y los beneficios asociados evitando el desperdicio en primer lugar, siendo el medio más favorable el aumentar eficiencia porque tiene el menor impacto ambiental y posiblemente involucra el menor gasto de energía, sin embargo, también es el más difícil de llevar a cabo.

El objeto principal de la actuación para la gestión de residuos mineros y del procesamiento de minerales debe ser para asegurarse que los mismos puedan permanecer: física, geográfica, química y radiológicamente estables e inertes. Si esto no es posible, los desechos deben ser aislados y prevenidos de interactuar con el ecosistema y los sistemas sociales. Otra forma es la valorización de éstos materiales (este argumento es mayormente válido para nuevas unidades

8 Al final el contribuyente es quién se hará cargo de las externalidades no contempladas en estos proyectos mineros vistos desde la perspectiva netamente capitalista, como subsidios gubernamentales.

de aprovechamiento). Hay experiencias mundiales acerca de la reutilización de lodos⁹ de lavado de carbón que tienen potencial para generación de energía, pero se debe considerar que la reutilización de residuos solo tienen sentido desde lo económico y ambiental, de otro modo es inútil. Bian *et al.* (2012) hacen referencia a ejemplos exitosos de estas reutilizaciones en las que las rocas estériles y las escorias de hierro/acero han sido adoptadas como agregados alternativos para la construcción de carreteras y bancos para vías férreas, terraplenes, diques y presas. Mencionan que por políticas regulatorias en China, el empleo de residuos mineros como materiales para la construcción de carreteras y de estacionamientos es común; los estériles y residuos de relaves también se han utilizado como materiales auxiliares para la producción de edificios, componentes en el cemento, ladrillos huecos, hormigón y reciclaje de vidrio. En Venezuela, no podría hablarse de una política regulatoria, más bien se expresan como aciertos investigativos¹⁰ que apuntan a la reducción de los residuos mineros y del procesamiento mineral, y aún más allá a la Minería Responsable.

Otro modo de mirar los residuos mineros es también incluir el espacio afectado por las actividades productivas mineras y la infraestructura, incluidos los bienes de capital empleados. En el Coloquio de Valorización de Residuos, Silva y Piña (2016) han planteado que todos estos espacios y bienes se consideran al finalizar sus vidas útiles como patrimonios de valor educativo y natural geológico-minero. Otras formas de re-uso de espacios y materiales expuestos por Bian *et al.* (2012) son: el retro-llenado con material estéril de fosas; restauración de terrenos para: la agricultura, pastizales y urbanismos; algunos materiales estériles y de relaves deshidratados pueden mezclarse con cenizas y cemento para ser depositados en cavidades mineras subterráneas para minimizar el impacto por hundimientos y subsidencias. Todas estas opciones se deben a que no hay una sola fórmula para proceder sobre todas las situaciones mineras y todos los posibles residuos generados, todos los casos

9 Pero también tienen potencial de impactos ambientales negativos: aumento de las emisiones de dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre.

10 Algunos ejemplos sin pretensiones de ser exhaustivos son las investigaciones realizadas por: los equipos de la Profesora Katherine Silva y tesis en el Laboratorio de Preparación y Concentración de Minerales UCV, con la valoración de colas auríferas. Del Profesor Trino Balboa y colaboradores en el Instituto de Materiales y Modelos Estructurales (IMME-UCV) en valoración de residuos mineros, industriales y urbanos. De las Escuelas de Ingeniería Química e Ingeniería Civil en la Facultad de Ingeniería UCV. Del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo-UCV. Entre otros.

son individuales y únicos. Cada tipo de residuo tiene su propia forma de reutilización, incluso entre aprovechamientos mineros con minerales similares, serán diferentes debido a las condiciones locales: disponibilidad de agua, avance y profundidad de las unidades de producción mineras, entre otras. Lo importante será asegurar que estos materiales sean o permanezcan inertes, no entren en contacto con fuentes de agua de uso humano, afecte los ecosistemas y los espacios agrícolas, por lo que deben considerarse mediante estudios de seguimiento, evaluación y control.

Todos estos temas se han convertido en puntos de debate en la comunidad minera mundial. En este sentido, recientemente en la famosa revista técnica-minera: *Engineering and Mining Journal* en su edición del mes de abril de 2019, ha dedicado dos artículos a la gestión de residuos. En éstos se plantean debates sobre economía circular, minería urbana con residuos electrónicos, reciclaje de cauchos y cintas transportadoras. Uno de los puntos más importantes lo comenta Carter (2019) en su artículo, donde expone sobre el incremento en los próximos años de las actividades relativas a la gestión de residuos mineros. Esta afirmación es debido a que se estima que entre 2018 y 2022 la cantidad de material en escombreras y en relaves podría llegar a los 18 millardos de toneladas, alrededor del mundo.

II. TEMÁTICA PLANIFICACIÓN DE LAS OPERACIONES AUXILIARES

CONTRIBUCIONES DE PRÁCTICAS OPERATIVAS EN LAS ACTIVIDADES DE SOPORTE DE MINA Y MINERÍA SUSTENTABLE EN LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA DE MINAS

Mucho se ha escrito en libros especializados sobre las operaciones unitarias de producción en minas y de beneficio de minerales, dejando solo a un par de líneas la importancia de las actividades de soporte de mina u operaciones auxiliares. Como su nombre lo indican: las operaciones auxiliares, de soporte o servicio de mina, permiten el apoyo en el regular y óptimo funcionamiento de las actividades operativas, tanto en minería subterránea (que es el ámbito donde más se mencionan) como a cielo abierto. En este aparte se discute sobre el espectro de espacios operativos a cielo abierto que deben conocerse desde la Ingeniería de Minas para una adecuada y propicia toma de decisiones en ámbitos de planificación y campo,

con visión interrelacionada de Minería Responsable.

CICLOS PRODUCTIVOS DE UNA MINA A CIELO ABIERTO

DEFORESTACIÓN O DESMONTE

En las primeras fases de la vida de una mina, la exploración es una actividad de importancia, pues proporciona el conocimiento geológico requerido para el desarrollo de las demás fases. Aunque hubo y hay avances significativos en las técnicas y métodos de prospección y exploración de yacimientos mineros, aún es necesaria la apertura de picas y caminos con tractores de orugas o ruedas (Figura 1), que faciliten el paso de la maquinaria y accesorios para perforación, los cuales permiten la obtención de muestras profundas que pueden ser importantes. Esta valiosa información, puede lograrse gracias al esfuerzo humano de los profesionales de las Ciencias Geológicas, pero también por el trabajo diligente de las maquinarias que los acompañan.

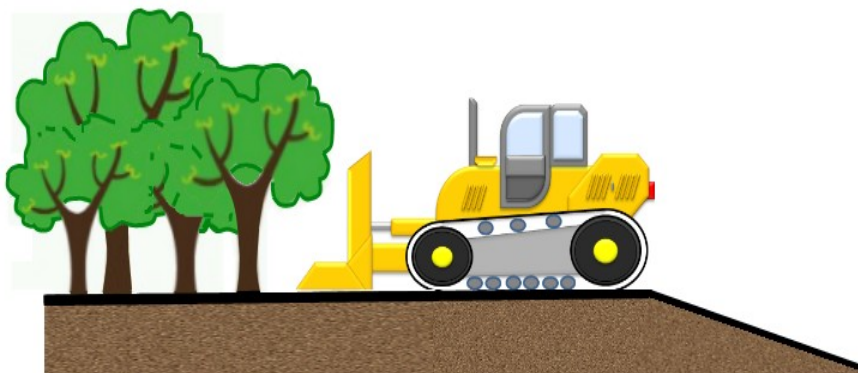


Figura 1: Proceso de desmonte y deforestación con tractor de orugas.

Fuente: Diseño propio, diagramación Ingeniero Freddy Moya.

La apertura de picas y caminos viene dada primero por la guía de personal local, que permita con herramientas y conocimiento decidir cuál será la trayectoria más adecuada para el tractor, cuyo operador deberá seguir en concordancia con las bondades físicas del equipo: empuje, escarificación, apilamiento. En cualquier caso, el modelo montado sobre orugas es el que mayor versatilidad proporcionará, debido a su mayor tracción y facilidad de desplazamiento en distintos suelos, así como en diversidad de texturas e inclinaciones. Entre sus características están: la relativa facilidad de vencer las resistencias a la rodadura que ejercen

algunos suelos o superficies, por sus composiciones particulares y humedades propias, en este caso, de la capa vegetal y vegetación.

Históricamente, este versátil equipo, nace en Norteamérica (Haddock, 2007) como respuesta a la necesidad en la agricultura de denudación relativamente rápida de espacios de vocación agrícola. Más tarde, se empleaban de apoyo en la preparación del suelo para la siembra con el uso de escarificadores múltiples que permiten aflojar y soltar un poco más las partículas, cuestión que acortaba los tiempos para la disposición del mismo para las actividades de siembra. Luego, por sus configuraciones en el diseño, se empleó ampliamente en el despeje de la nieve acumulada de algunas zonas en épocas de invierno.

Además del conocimiento de la localidad dónde se abre la pica de acceso, se debe considerar la legislación pertinente: Decreto 2.226, en el cual se alude en el Artículo 3 los tipos de picas o vías según el grado de afectación al medio natural, así como indicar la disposición de los productos forestales y otros residuos que se generen en la ejecución de la propia actividad de desmonte en las áreas de la propia vialidad. No así, las posibles afectaciones de la deforestación para la fase de explotación y aprovechamiento propiamente dicha del yacimiento, deben hacerse en concordancia al Decreto 1.257 donde se expresan los términos y condiciones que deben seguir los interesados en desarrollar las actividades previas a la explotación, que afectan a medios naturales. En el Artículo 38 del Decreto con Rango y Fuerza de Ley de Minas de 1999, indica que el desmonte o deforestación es obligación del concesionario y es parte de la concesión otorgada, siguiendo "*el destino de ésta*", refiriéndose a que es completa y total competencia del responsable directo su disposición y conservación, en este caso particular de la capa vegetal.

Como se indicará más adelante, debido a que las áreas deforestadas pueden ser de áreas y tamaños importantes, la cantidad de capa vegetal removida puede estar en correspondencia, por lo que esta debe ser colocada en un sitio previamente escogido (que no interfiera con el desarrollo de la secuencia de extracción) y ser conformada con alguna de las técnicas constructivas indicadas por diversos autores, para escombreras. Hay que contemplar en este

diseño y disposición, aquellos criterios para la planificación y buenas prácticas de cierre como los que instruye el Instituto Brasileiro de Mineralización (Sánchez *et al.* 2015) en cada una de las etapas de la vida de una mina, considerando la vocación y uso posterior que tendrá el espacio cuando se agoten las reservas mineras. En la construcción, es necesario asignar un tractor de orugas, como el equipo adecuado para la construcción y conformación del sitio de acopio, el cual además debe preservarse si es posible con una revegetación, de modo de garantizar su conservación, evitar su desplazamiento por efectos de la erosión y posible afectación de cuerpos de agua cercanos como expresa el Decreto 883, Artículo 7 de las actividades sujetas a control.

OPERACIONES UNITARIAS

ARRANQUE DIRECTO

En el arranque directo, la composición de la geología presente, favorece el trabajo de arranque con tractor y/o mototraílla. Para las operaciones en ambos casos, la granulometría debe ser favorable para la escarificación o desprendimiento en películas (*layers*), por lo que esta forma de arranque está muy extendida en actividades de movimientos de tierra para obras civiles. En minería, se ha hecho más común el arranque directo de material estéril o aprovechable con tractor de orugas. El ciclo de trabajo es el normalizado, donde se emplea un equipo con escarificador adecuado para el trabajo a realizar y el material es apilado de modo de facilitar su carga posteriormente. También para el arranque indirecto, se han empleado cargadores frontales, sobre todo en aquellos frentes de composición saprolítica de comportamiento similar a suelos poco consolidados, que facilitan la penetración de los elementos de corte del balde de carga.

En todos los casos, el conocimiento geológico es clave para establecer las composiciones de las especies mineralógicas de estos yacimientos, puesto que esta característica será determinante a la hora de la escogencia de elementos cortantes y recubrimientos, durabilidad y vida útil. Suele haber una mala *praxis* considerada “normal o correcta” el empleo de herramientas y accesorios estándar que pueden o no seguir premisas técnicas con respecto a los materiales con los que entrarán en contacto. Muchas de las máquinas mineras tienen fallas estructurales

de desgaste debido al uso y a la incidencia de minerales abrasivos en los frentes de trabajo (Piña *et al.*, 2015).

ARRANQUE INDIRECTO. PERFORACIÓN Y VOLADURA

Antes que la perforadora pueda entrar al frente asignado a elaborar los barrenos, el espacio debe ser despejado del material rocoso grueso y fragmentos de cualquier otra índole, producto de trabajos previos con equipos de carga y paso de camiones en acarreo, decapado de bermas de contención o derrame, entre otras (Figura 2). Esta acción se conoce como limpieza del frente de la perforadora, y tiene un doble propósito:

- 1) permitir el marcaje de los barrenos con el apoyo de topografía los cuales deben seguir una secuencia de diseño geométrico, y
- 2) despejar los espacios de rocas con puntas que pueden dañar los cauchos de los camiones de explosivos.

Esta actividad puede ser desarrollada por equipos como tractor de orugas, tractor de ruedas o motoniveladora. La misma consiste en apilar en un lugar establecido el material referido. Muchas otras ventajas se pueden mencionar de esta actividad, entre ellas que se evitan a la hora de efectuar la voladura, proyecciones (*fly rocks*) innecesarias, que pueden tener consecuencias contraproducentes e impredecibles, causar accidentes o daños en equipos que tengan poco traslado y se encuentren cercanos.



Figura 2: Limpieza del frente de perforación con tractor de orugas.

Fuente: Diseño propio, diagramación Ingeniero Freddy Moya.

CARGA.

La Operación Unitaria de Carga es una de las más complejas de todo el sistema y de los espacios operativos mineros, su efectividad depende de muchos factores controlables y no

controlables. El éxito de esta operación unitaria depende en muy buena parte de un adecuado trabajo de arranque. Si la acción anterior fue directa, la escarificación y apilamiento es clave en conjunto con el espacio operativo requerido por el equipo de carga, incluido el de acarreo. En este caso, el equipo de arranque puede hacer las veces de apoyo al equipo de carga, como el caso del tractor de orugas con el cargador frontal. Por otro lado, si el arranque es indirecto, el logro de las geometrías de diseño y planificación de la perforación: longitud y ángulo del barreno, distribución de las líneas y separación entre barrenos; en la ejecución de la voladura: granulometría, desplazamiento de la masa volada, proyecciones, altura del banco y conservación del nivel buscado, son algunas de las características que pueden influir en la productividad de los equipos de carga.

Aunado a esto, la geometría y dimensiones del área de trabajo son otro par de aspectos que juegan a favor o en contra del éxito de esta operación unitaria, sumado a la propia configuración de la combinación pala-camión, para referirse a la composición genérica de equipo de carga-equipo de acarreo, los cuales deben combinarse para ser eficientes con un criterio de pases pala-capacidad de la tolva del camión que va de 4 a 6 pases (*Caterpillar*, 2008), bajo consideración de la densidad aparente.

Otro aspecto que parece ser poco considerado (o más bien ponderado en función de la movilidad) es el tiempo de ciclo del propio equipo de carga. Equipos como los cargadores frontales tienen un ciclo de carga más desarrollado que el de una pala frontal o retroexcavadora montadas sobre orugas. Mientras más desarrollado o complejo este ciclo, mayor también el espacio operativo requerido. Si a eso le añadimos que dentro de un mismo espacio está este equipo de carga, un equipo de apoyo (tractor de orugas y/o tractor de ruedas) y un camión para el acarreo como mínimo, la superficie requerida comienza a adquirir dimensiones más importantes.

Siempre que el equipo de acarreo sean camiones¹¹ articulados o rígidos, se recomienda de forma contundente colocar un equipo de apoyo que mantenga la superficie de carga libre en

11 En Colombia y otros lugares conocidos como “volquetas o volquetes”.

la medida de las posibilidades de material rocoso grueso y filoso que puedan dañar neumáticos. En algunas minas se emplean sistema de protección a las ruedas, que consisten en unas mallas que los recubren. Estas medidas como todas, tienen sus ventajas y desventajas, y entre las segundas de mayor peso está su incidencia sobre los costos de operación, lo cual puede convertirse en una buena razón para dejarlos de lado y preferir un equipo de apoyo-tractor de orugas (Figura 3), tractor de ruedas (Figura 4) o motoniveladora (Figura 5), que no solo tenga asignado la limpieza del frente de pala, sino otras actividades que estaremos contemplando a lo largo de esta discusión.

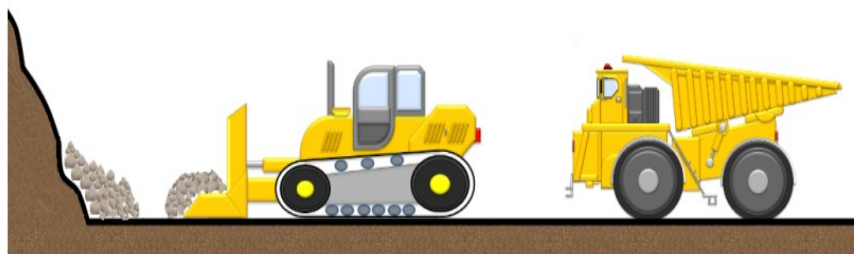


Figura 3: Limpieza del frente de trabajo con tractor de orugas.

Fuente: Diseño propio, diagramación Ingeniero Freddy Moya.

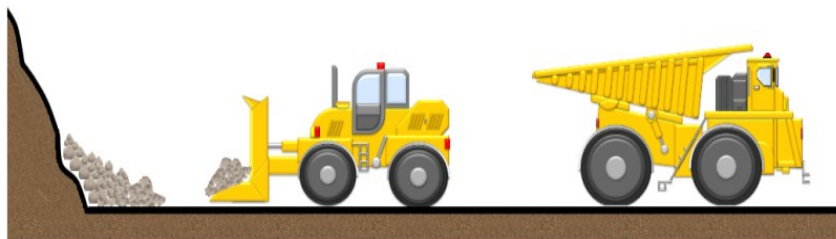


Figura 4: Limpieza del frente de trabajo con tractor de ruedas.

Fuente: Diseño propio, diagramación Ingeniero Freddy Moya.

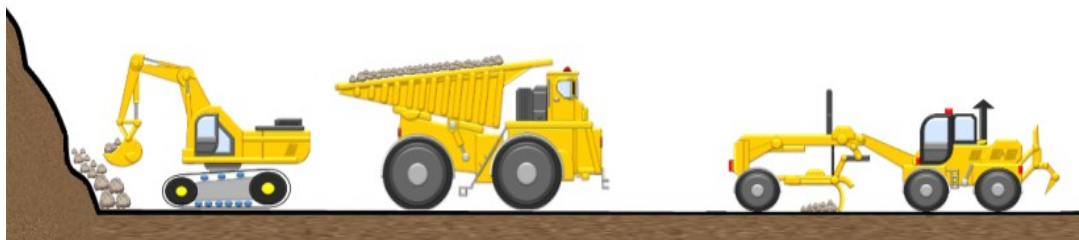


Figura 5: Limpieza del frente de trabajo con motoniveladora.

Fuente: Diseño propio, diagramación Ingeniero Freddy Moya.

Si el equipo de carga es un cargador frontal¹² y el material con el que trabajará es producto de arranque indirecto, se debe considerar la altura del banco de trabajo en concordancia con la máxima altura de carga; si esta última altura es menor que la del banco, se procura dar prioridad a la seguridad de la operación, colocando un tractor de orugas en la cresta para ir bajando el material (Figura 6) y facilitando el alcance al equipo de carga; cuestión que es justificable porque sin el apoyo del tractor de orugas, el trabajo del cargador se centrará solo en el pie del talud, cambiando el equilibrio del mismo y propiciando el colapso rápido de la cresta, material que puede terminar cayendo en la trayectoria del ciclo de carga del mismo, favoreciendo accidentes o retrasos en la operación hasta el despeje del área ocupada.

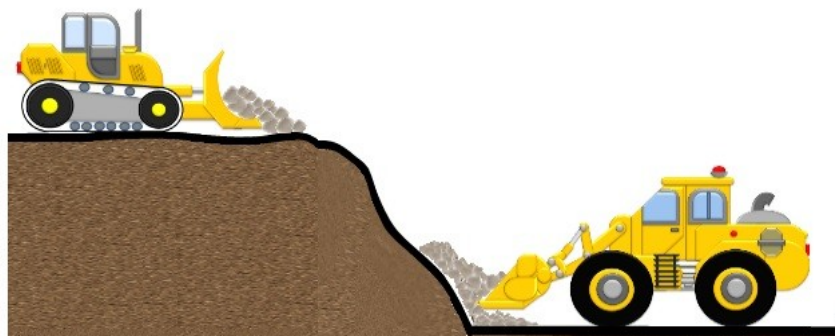


Figura 6: Apoyo para el cargador frontal con tractor de orugas.

Fuente: Diseño propio, diagramación Ingeniero Freddy Moya.

Mientras, si el equipo de carga es una pala hidráulica¹³ o eléctrica, se debe estimar cuál va ser la configuración de trabajo que tendrá. En el caso de las palas frontales el nivel buscado en la excavación es el mismo donde se ubican sus orugas, por lo que se debe garantizar para que estas máquinas trabajen adecuadamente, que la altura de banco vaya en concordancia a su máxima altura de excavación (Figura 7). Con esto no se ha querido decir que el nivel de banco de trabajo y la altura de máxima excavación de la pala deban ser iguales, porque esta última medida, es aquella que requiere más esfuerzo y desgaste de la máquina, de este modo se busca entonces que sea un porcentaje razonable de este valor.

12 En Chile "pala cargadora".

13 Las palas hidráulicas son de dos tipos: frontales y retroexcavadoras (Solanilla, 2003).



Figura 7: Relación gráfica de una pala frontal y el banco de trabajo.

Fuente: Diseño propio, diagramación Ingeniero Freddy Moya.

Como ya se ha estado explicando, la operación unitaria de arranque es vital en el éxito del logro de las metas de producción de los equipos de carga, debido a que la granulometría debe garantizar en la medida de las posibilidades y del conocimiento de las variables geológicas, la máxima carga del balde facilitada por la densidad aparente y el esponjamiento. Dado que el mismo movimiento del balde, penetra y arrastra, en el giro para la carga hay pérdida de material que cae generalmente por detrás del equipo de acarreo, si la pala es frontal y hay suficiente espacio operativo tendrá área para dos camiones posicionados de ambos lados, dejando material suelto y potencialmente dañino para neumáticos en la superficie que ocupaba el camión saliente. Esta actividad de retiro de este material al que se hace referencia, puede ser efectuado por el tractor de ruedas, aventajado por su cuerpo articulado y movilidad sobre ruedas, lo que le permite hacerlo rápidamente para no afectar los ciclos de entrada y posicionamiento de los camiones, a los fines de evitar la pérdida de tiempo a la pala por espera (Figura 8) y en algunas ocasiones con presentación del balde¹⁴.

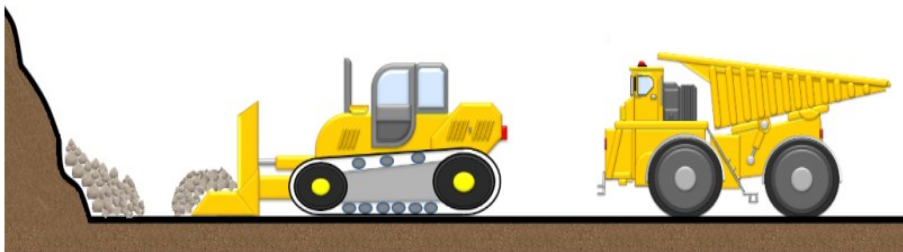


Figura 8: Limpieza de frentes de carga con tractor de orugas.

Fuente: Diseño propio, diagramación Ingeniero Freddy Moya.

14 La frase “presentar el balde” se refiere operativamente a la condición en que un equipo de carga llena el balde con material del frente y tiene que esperar al posicionamiento del camión para iniciar la carga.

En cambio, si el equipo de carga es una retroexcavadora (no hay que confundir con la retroexcavadora cargadora) hay que distinguir cuál es el posicionamiento de las orugas y el nivel que se busca con la excavación. Esta máquina de grandes bondades permite mover y cargar material sobre el mismo nivel o en desnivel, referidos el primer caso si sus orugas están a la misma cota buscada; mientras que el segundo, expresa que las orugas de la máquina se encuentre en un nivel diferente y por encima del aquél buscado con la excavación. Dentro del segundo caso, también hay que considerar la posición del equipo de acarreo, el cual puede estar al mismo nivel que la máquina o en desnivel.

Hay que estudiar acuciosamente la relación entre las geometrías del frente de carga, la granulometría y la relación pala-camión, en dónde se debe cuidar la máxima altura de levante cargado y la máxima profundidad de excavación, las cuales al igual se dijo en la sección de las palas de configuración frontal, se busca no utilizar las máximas sino las óptimas alturas y profundidades, de carga y excavación respectivamente. Debido a estas complejidades, se debe estudiar dónde estarán dentro de estas geometrías, las zonas que deben ser atención de los equipos de apoyo. Al igual, que en los casos en que se trabaja con palas frontales y cargadores frontales, se emplean tractores de ruedas para despejar del área de trabajo los fragmentos rocosos (Figura 9) posibles a causar daños a cauchos en los equipos de acarreo. En todo caso, la operación correcta, es el despeje del área de esos fragmentos, bien sea de forma de acercarlos al frente de carga o apartarlos lejos de las trayectorias de salida y entrada de los camiones para que pierdan el efecto potencialmente dañino.



Figura 9: Limpieza del frente para el cargador frontal con tractor de ruedas.

Fuente: Diseño propio, diagramación Ingeniero Freddy Moya.

ACARREO Y DESCARGA

La complejidad en las pistas de acarreo, aparte de las condiciones geométricas de diseño, son: la pendiente (que se recomienda sea $\leq 10\%$), la resistencia a la rodadura y la funcionalidad de los drenajes. Lo más importante en esta operación unitaria, es mantener velocidades constantes en perfiles de acarreo con tramos variables, bien sea para trasladar material a la planta de beneficio mineral o para disposición en las escombreras. Gove entrevistado por Chadwick (1996) explica que: “el diseño y mantenimiento de *pistas de arrastre (vías de acarreo)* debe planearse teniendo en cuenta el funcionamiento de los camiones (...) tiene su mayor influencia sobre el rendimiento y los costos de un parque (flota) de camiones”, por lo que no es nada despreciable su influencia en los costos de operación y en los totales de la mina. Debido a esto, no solo el diseño es preponderante, sino también las condiciones operativas de la misma. Continúa Chadwick expresando que “*las pistas de acarreo deben empezar en el frente de arranque y terminar en el punto de descarga*”, por lo que la atención en cada espacio dinámico de esta estructura debe ser de permanente monitoreo.

En el estudio de las pistas o vías de acarreo, hay argumentos que apuntan a que la resistencia a la rodadura elevada contribuye a disminuir la vida de los componentes (Chadwick, 1996; Piña *et al.* 2015), reducir la productividad y a aumentar el consumo de combustible, esto debido al efecto de la tracción y la resistencia total, en el trabajo que realiza el motor para superar las cargas que esto representa. A medida que la vida de la mina va avanzando, las distancias de acarreo se van alargando y con ello, la incidencia cada vez mayor en los costos de operación. Monroe (1990) citado por Chadwick (1996) expresa que “*la moto-explanadora (motoniveladora) es una importante herramienta de gestión de las pistas de arrastre. Mantiene la superficie de la pista, reduciendo al mínimo los efectos de abombamientos, hoyos (baches), derrames de materiales sueltos (en el acarreo) y resistencia a la rodadura*” (Figura 10).

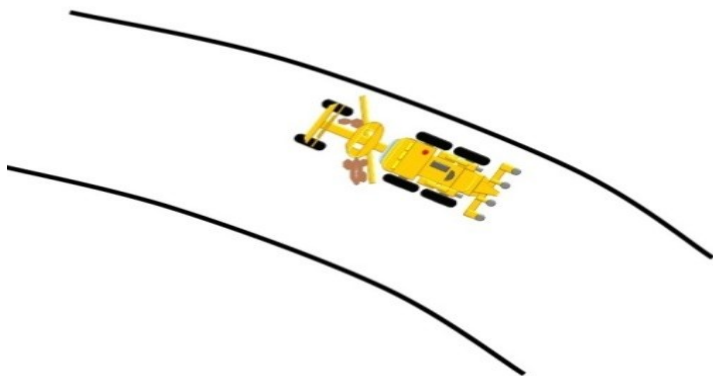


Figura 10: Mantenimiento de vías de acarreo con motoniveladora.

Fuente: Diseño propio, diagramación Ingeniero Freddy Moya.

Así que la máquina “estrella” del acarreo aparte de los camiones, es la motoniveladora. No obstante, su importancia de ningún modo ha sido totalmente aprovechada, puesto que Piña *et al.* (2015) reportaron que en Venezuela de la población de 124 empresas mineras visitadas en sus estudios solo habían 57 de estos equipos, de lo cual puede especularse que en parte la incidencia de averías reportadas en camiones, suspensiones y cauchos eran debidas a fallas o deficiencias en el mantenimiento de las condiciones de las vías de acarreo.

De todas maneras, la unidad productiva minera puede decidir si hace o no mantenimiento a sus vías de acarreo. El camión articulado con tracción en todas sus ruedas puede convertirse en una alternativa razonable, para quienes apuestan al no mantenimiento de vías. Chadwick continua esclareciendo en su artículo que aunque el camión articulado requiere menor o nulo mantenimiento de vías, su vida según diseño podía llegar de entre 10 y 20 mil horas, además que con un bastidor que no es tan robusto como el del camión rígido, la capacidad de carga es menor. Por su parte, el camión rígido requiere “*pistas de pendientes limitadas ($\leq 10\%$), construidas y mantenidas adecuadamente*” y tienen vidas de servicio más largas que van desde 30 a 50 mil horas. Todos estos se convierten en argumentos de peso a la hora de toma de decisiones de mantenimiento en vías.

Los equipos empleados en estas actividades auxiliares de mantenimiento y limpieza de vías, son la motoniveladora en primer lugar, cuyas bondades son múltiples, incluso considerándose el Rey de las máquinas pesadas. Se constituye en una serie de componentes rígidas y articuladas que incluyen una hoja o cuchilla que se emplea en desplazamiento y

aplanamiento del material. Para mejorar su rendimiento, se humedece la capa superficial de la vía con apoyo del camión aguatero¹⁵. Dentro de sus tantas particularidades este equipo se emplea para el perfilado de taludes (también para bermas de seguridad), construcción y mantenimiento de cunetas, dado que su hoja puede tener movimientos en diversos ángulos tanto vertical como horizontalmente (Díaz, s/f).

Como equipo de apoyo en segundo lugar el tractor de ruedas (Figura 11). Esta máquina se emplea para la limpieza de material derramado en las vías de acarreo procedente de las cargas de los camiones que por ella circulan. Las causas de estos derrames pueden deberse a irregularidades en las vías que obligan al frenado repentino o a cambios de velocidad importantes, disposición discontinua del cargamento en los espacios de las tolvas y pendientes de acarreo.

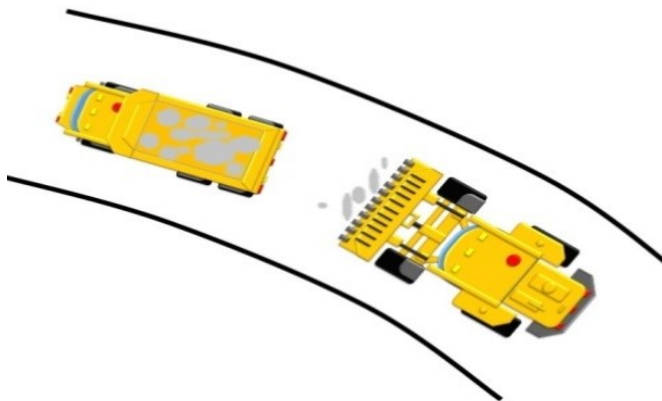


Figura 11: Limpieza de vías de material que se derrama de los camiones con tractor de ruedas.

Fuente: Diseño propio, diagramación Ingeniero Freddy Moya.

En el caso de construcción de nuevas vías, pueden emplearse equipos de carga como excavadoras si el frente se encuentra inclinado o plano, tractores de oruga y motoniveladoras

15 Equipo también conocido como "cisterna" o "ballena".

(Figura 12). Igualmente, en la construcción y mantenimiento de cunetas y drenajes se emplea la retroexcavadora (si no es de gran tamaño su balde, el cual puede estar en el rango de 0,5 a 3 m³) (Figura 13); la motoniveladora y el tractor de orugas. Para el control de polvo y riego se recurre al camión aguatero o cisterna (Figura 14). Para el mantenimiento de las bermas de seguridad (altura y amplitud) se utilizan la motoniveladora, el tractor de orugas y con menor frecuencia el tractor de ruedas.

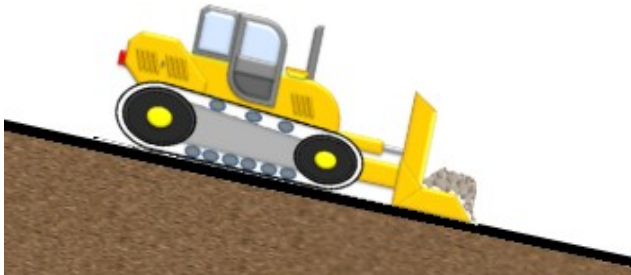


Figura 12: Construcción de vías inclinadas con tractor de orugas.

Fuente: Diseño propio, diagramación Ingeniero Freddy Moya.

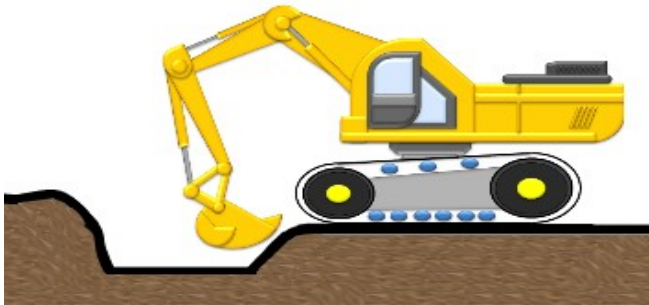


Figura 13: Construcción de drenajes, cunetas y excavación de zanjas con retroexcavadora.

Fuente: Diseño propio, diagramación Ingeniero Freddy Moya.

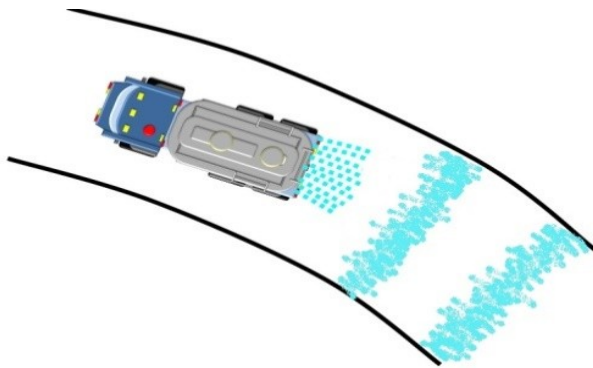


Figura 14: Control del polvo en mina con camión aguatero.

Fuente: Diseño propio, diagramación: Ingeniero Freddy Moya y propia.

GESTIÓN DE ESCOMBRERAS Y LAS OPERACIONES AUXILIARES

Ubicados en la escombrera, es obligatoria la presencia permanente de uno o más tractores de orugas, cuyo número dependerá de la extensión y magnitud de este ordenamiento. Dentro de las escombreras pueden existir numerosas actividades, las cuales están muy relacionadas con el método constructivo de estas estructuras. Como ya se dijo, debido a la extensión de las vías de acarreo, se hace necesario paso constante de motoniveladoras de forma de conservar y mantener las condiciones operativas de las mismas.

La actividad del tractor de orugas que denominamos “alivio” se constituye básicamente en dos formas de mantenimiento y construcción en escombreras. La primera de ellas se efectúa en aquella que en la literatura se ha llamado vertido libre o construcción por vasculamiento, el cual es realizado por el camión de acarreo en un punto de una cresta de bote, en la que se posiciona de forma perpendicular a la cresta (hasta llegar a la berma de seguridad¹⁶) e iniciar el levantamiento de la tolva para la descarga.

En esta rutina existe una “mala *praxis*” de los operadores, en la que antes de finalizar la descarga comienzan a levantar la tolva e iniciar la marcha de los camiones, lo que ha traído consecuencias visibles en la formas de las cajas, observándose abolladuras y levantamientos en sus partes posteriores¹⁷, cuestión que puede favorecer al material húmedo o apelmazable por la presencia de finos a quedarse adherido a éstas y disminuir las capacidades de carga. El trabajo del tractor de orugas será muy cercano al área de bote, en el que tendrá que remover el material derramado en el proceso de descarga e irle propiciando caída controlada por la cresta del talud (Figura 15).

16 Esta “berma de seguridad” a la que nos referimos tiene unas dimensiones prácticas muchos menores a aquella que se construye en vías (la cual es de altura mínima: el radio de la rueda del vehículo más grande circulando por esa vía) y cumple la función de aviso al operador del camión, quien en retroceso se dirige a la cresta del punto de bote para iniciar la descarga del material en la escombrera.

17 Esto debido a que al comenzar la marcha aún en proceso de descarga, si la berma es muy alta, la tolva puede chocar con esta y causar abolladuras en la estructura.

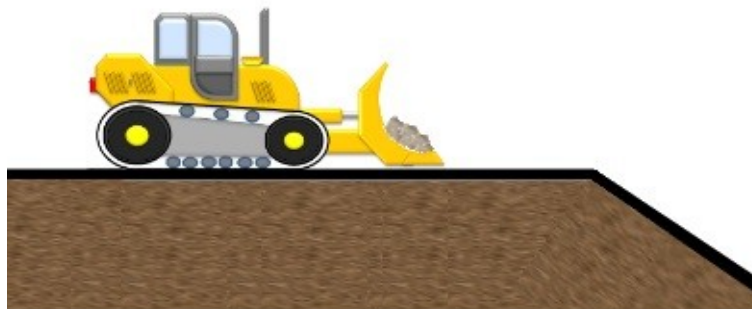


Figura 15: Operación de alivio en sitios de bote con tractor de orugas.

Fuente: Diseño propio, diagramación Ingeniero Freddy Moya.

En este tipo de método constructivo es necesario el apoyo del departamento de topografía, quienes orientarán al operador del tractor de orugas para asegurar las pendientes a seguir en estos avances, los cuales deben ser con bombeo¹⁸ dirigido hacia el centro de la escombrera, de modo que el agua esté alejada de las crestas el mayor tiempo posible (Piña y Casal, 2015) disminuyendo la potencialidad de deslizamientos.

Sin embargo, en áreas de la escombrera que se encuentren sin uso por mucho tiempo y por los efectos mismos de las subsidencias y re-acomodo de las partículas que la componen, pueden ocurrir eventos de deslizamientos posteriores a caídas de lluvias que pueden cambiar o son causas de las dinámicas del agua y niveles freáticos temporales dentro de las masas heterogéneas de las escombreras. La reparación, si el evento no pudo ser predicho debido a poca supervisión de las áreas¹⁹, debe hacerse cambiando las dinámicas dentro del talud y es rellenando las grietas de fallas. El procedimiento debe enmarcarse de modo seguro, propiciando la descarga del camión no en la zona de la cresta problemática, sino más bien cerca y con la ayuda del tractor de orugas, empujar el material hasta que esté completada la configuración geométrica buscada en el diseño de la escombrera (Figura 16). En esta actividad el apoyo del personal de topografía sigue siendo clave, porque se debe garantizar la canalización de las aguas lejos nuevamente (en la medida de las posibilidades) de la cresta.

18 Se refiere a "bombeo" a la pendiente mínima necesaria para que el agua se desplace sola por acción de la gravedad.

19 De ningún modo por decisiones personales, sino más bien por atención a actividades con mayores niveles de prioridad.

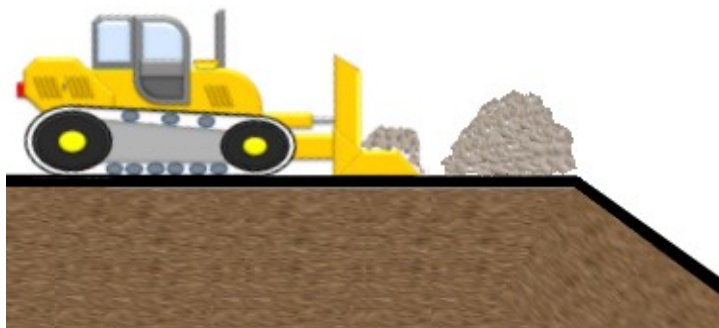


Figura 16: Recuperación de crestas con tractor de orugas.

Fuente: Diseño propio, diagramación Ingeniero Freddy Moya.

En todo caso, hay que estar conscientes que la tardanza en los cierres de niveles²⁰ y taludes finales en las escombreras, convierten estas áreas en zonas de potencial peligrosidad por el riesgo latente a deslizamientos, en condiciones de alta saturación de los taludes de materiales con comportamiento de suelos²¹ (Das, 2001), en estas condiciones debemos estudiar y conocer las propiedades de estos agregados minerales y rocosos (suelo): origen, distribución granulométrica, capacidad de drenar agua, compresibilidad, resistencia cortante, capacidad de carga, entre otras.

La segunda función en actividades de alivio del tractor de orugas, serán cuando el método constructivo sea por tongadas (pases o niveles). Hay que aclararle al lector que, la disposición de la escombrera es un proceso dinámico y operativamente realizado “en caliente”²², por lo que el personal encargado de su planificación debe considerar todos los aspectos y variables que se desprendan de la información geológica del frente de trabajo.

En este contexto, es posible que en una misma escombrera, no se cumplan estrictamente las metodologías de construcción que se exponen en la literatura, sino más bien en la práctica se consigan combinaciones de éstas, las cuales deben ser planificadas de modo consciente y convenientemente, por lo que la persona o personas encargadas de la(s) escombrera(s) necesita estar en conocimiento constante y permanente de cambios ocurridos en el frente de trabajo y actualizaciones en modelos geológicos, de forma de facilitar la toma de decisiones

20 A este nos referimos a propiciar todos los cambios necesarios de ángulo para la ejecución de la reforestación, así como la propia actividad del “cambio de uso” del espacio intervenido.

21 Definido “como el agregado no cementado de granos minerales y materia orgánica descompuesta (partículas sólidas) junto con el líquido y gas que ocupan los espacios vacíos entre las partículas sólidas”

22 Al instante de la acción.

para la disposición de los estériles y no conformes²³ provenientes de las operaciones mineras. Volviendo al punto del alivio de la escombrera en el método constructivo por tongadas, este se efectuará cuando se realicen sobre la plataforma de la escombrera descargas de camiones, apiladas una al lado de otra, formando tumultos desordenados y muy cercanos unos con otros (Figura 17).

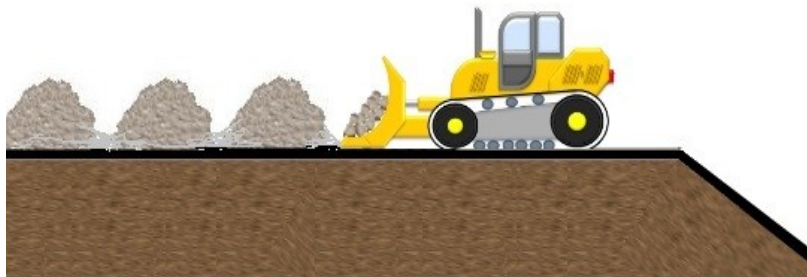


Figura 17: Construcción de escombreras con "botes libres" trabajados con tractor de orugas.

Fuente: Diseño propio, diagramación: Ingeniero Freddy Moya y propia.

Esta forma de descarga se conoce como bote libre (puede entenderse como "libre" a la hora de la toma de decisiones de en dónde colocar la carga llevada por una unidad de acarreo) y es aprovechada en casos en que haya pocos equipos de apoyo en la mina, por ejemplo, sacando el tractor de orugas de sus trabajos asignados en la escombrera y llevándolo a los frentes de trabajo para ejecutar tareas de limpieza. Se "justifica"²⁴ esta forma de depósito porque, se hace potencialmente dañino a los cauchos de los camiones las descargas en las crestas (sin apoyo del tractor de orugas) y como consecuencia de la mala *praxis* descrita con anterioridad del derrame de material sobre áreas cercanas a las crestas en la línea de bote. Se ha especulado que esta situación pudiera ser muy común en el desempeño de las actividades mineras, debido a que en la investigación llevada por Piña *et al.* (2015) los equipos auxiliares²⁵ tenían en el período 2012-2014 mayor incidencia de averías estructurales, por desgaste en sistemas de rodadura y elementos cortante, cuestión que tácitamente puede explicarse a la cantidad de

23 El término "no conforme" fue empleado por Pinilla (1999) para referirse a aquél material que tiene leyes inferiores a las consideradas económicas y que esperan el advenimiento de nuevas tecnologías para su aprovechamiento.

24 En la práctica operativa, lo cual no quiere decir, sea una "buena práctica".

25 Los cuales la mayoría son tractores de orugas (y camiones aguateros-cisternas).

horas trabajadas o vida útil²⁶ (o indirectamente proporcional a la cantidad de traslados), las cuales superaban a cualquier dato recomendado de proveedor alguno y ya ciertos equipos alcanzaran considerarse en estado de obsolescencia.

El trabajo del tractor de orugas entonces será, el emparejamiento de la superficie con empuje y relleno. Una vez culminada esta etapa, entra en acción la motoniveladora para emparejar la superficie y crear las condiciones necesarias para el paso de camiones y restituir el índice de carga²⁷ o avance en el área de bote. De nuevo, se debe contar con el apoyo de topografía para asegurar el nivel y las pendientes internas en las escombreras que ayuden a garantizar el adecuado drenaje y desagüe.

En el ámbito de las actividades propias de la planificación de cierre de mina, el trabajo del tractor de orugas consiste en el cambio de pendiente de los taludes de trabajo finales en todos los niveles de la escombrera (Figura 18). Ya Ávila (2008a,b) en sus trabajos menciona este cambio de ángulo de reposo del material (36°) a uno más adecuado para favorecer la reforestación (21°), el cual es considerado en este artículo como ejemplo de criterios de buenas prácticas en la planificación de cierre en escombreras.



Figura 18: Trabajo con tractor en cambio de pendientes de taludes para recuperación y cierre.

Fuente: Diseño propio, diagramación Ingeniero Freddy Moya.

CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO DE OBRAS PARA EL DRENAJE Y DESAGÜE DE MINA

Ya en las secciones anteriores, se ha mencionado la importancia del drenaje y la canalización de las aguas de frentes de trabajo, vías de acarreo y escombreras. Su diseño y construcción se

26 La “vida útil” a la que nos referimos es aquella que recomiendan los proveedores, vendedores o fabricantes de equipos, no aquella que se deriva del concepto de “vida útil económica”.

27 Este índice está aludido a los metros cúbicos de material, por metro lineal, día ($m^3/m/día$) de avance de la cresta del área de bote.

hará siguiendo y respetando los criterios de mecánica de los fluidos, así como los promedios en eventos de lluvias. Es importante no caer en la tentación de utilizar los valores anómalos muy por debajo o por encima de los promedios, los cuales se pueden corresponder a eventualidades puntuales de períodos de sequías o lluvias, que presentados de manera extraordinaria no se constituyan en cotidianas o por lo menos consideradas normales, porque los diseños que se obtienen estarán sub o sobredimensionados con respecto a los que si se necesitaran.

Al examinar todo esto, la selección de los equipos que apoyaran tanto en la construcción y mantenimiento debe estar en correspondencia. Por ejemplo, en la determinación de la sección de las cunetas, se ha de pensar en la cantidad de agua que se requiere canalizar en situaciones de lluvia promedio por unidad de tiempo. Luego de esto, sopesar dónde será el sitio de acopio de las mismas, contenido de sedimentos en suspensión y composición (pH). Una vez que el agua entra a alguna de las zonas de la explotación, escombreras, talleres, planta, incluso campamento, no puede ser solo canalizada y vertida a los medios naturales (Decreto 883), pues esta ya se considera como “agua de mina”. La información referente a esta agua no puede ser desconocida o deliberadamente ignorada por quienes tienen que tomar decisiones en la mina.

Una vez que se advierte el dato del caudal de agua manejado, se procede a los cálculos de la sección. Numerosa literatura se especializa en esta materia, por lo que no es un problema el acceder a estas informaciones, pero si es necesario conocer las bondades y limitaciones de las máquinas con las que contamos en mina y en especial, las asignadas a las labores de soporte de mina. Algunos de los equipos empleados para realizar secciones de canales de drenaje o cunetas son: la retroexcavadora (de balde entre 1 y 3 m³); la motoniveladora por sus facilidades dadas por su cuchilla que puede formar variados ángulos en horizontal y vertical; y el tractor de orugas con también la ventaja de movimiento de su cuchilla de empuje y rotación de la misma en varios ángulos, no tan amplios como la motoniveladora, pero que pueden ser de valiosa ayuda. Como siempre, es importante contar con el apoyo de topografía

para el marcaje de las pendientes e inclinaciones.

Por su parte, el sitio de acopio para las aguas debe ser planificado y decidido con antelación, de modo que no interrumpa el normal desenvolvimiento de las operaciones unitarias. Se pueden presentar varios casos que examinaremos a continuación, puesto que el manejo del agua llega a ser un verdadero dolor de cabeza para la actividad minera en general.

En el caso de minas profundas, generalmente se habla de desagüe. El agua se comporta buscando las líneas de menor resistencia, las cuales siempre llevan a la fosa. Mantener los frentes secos es prioridad número uno, sobre todo si es un frente de despeje de mineral, minado del propio mineral de interés o avance. Se debe considerar en la planificación diaria o programación de actividades (*scheduling*) la localización, cuantía y volumen de las aguas que se deben manejar. En el caso de construcción de fosas, se exhorta manejar la información sobre la hidrogeología, cercanía de niveles freáticos y aguas subterráneas, escorrentías y drenajes naturales intermitentes (muy frecuentes en zonas tropicales), así como los caudales que ingresan a la fosa por estos aportes y su ponderación.

En los diseños y avances de mina se incluyen también la conformación y geometría de sumideros²⁸, puesto que pueden ocurrir que se requiera más de una estación de bombeo por las alturas a vencer. Cada estación tiene unos requerimientos a ser cubiertos en la planificación de servicio o soporte de mina: mangueras, conexiones, disponibilidad de energía, nivel del agua, condiciones de funcionamiento de la bomba, entre otras. Para la realización de los espacios destinados a ser sumideros, se emplean las retroexcavadoras. Hay que recordar que las limitaciones de esta máquina estarán en la máxima profundidad de excavación, la cual si queremos aprovecharla para la construcción de un sumidero, se deberá estimar en el método de construcción de esta obra hidráulica. Entre las ventajas de empleo de este equipo está justamente, que permite el perfilado²⁹ de las paredes del sumidero, además de ser el adecuado para el mantenimiento de la profundidad si este espacio llega a acumular

28 Es un espacio en profundidad (fosa) que permite manejar agua en un punto intermedio para proseguir con otro bombeo a su estación final u otro punto intermedio. La cantidad de ellos depende de la cantidad de agua a manejar y de la profundidad de la excavación.

29 Se trata de darle el ángulo buscado a las paredes de un talud, de alturas acodes a las dimensiones de la máquina excavadora, empleando sus utensilios de corte ubicados en el balde.

sedimentos. Enunciamos esto porque, el agua que viene del frente de trabajo contiene cantidades de partículas sólidas en suspensión, en menor o mayor grado siempre en correspondencia con la geología presente en el lugar. Dicho esto, es más que evidente que las bombas que se emplean deben cumplir por lo menos con el requisito del manejo de aguas con contenido de sólidos, pero no hasta el punto de considerarlos pulpas³⁰ (Torres, 2008).

Si el drenaje de la mina es de arriba hacia abajo se aprovecha la gravedad, por lo que deben construirse convenientemente las cunetas y colocación de alcantarillas. Si una alcantarilla es insuficiente o es inconveniente para colocarla debajo de una vía de acarreo, se puede optar por drenajes con material grueso (drenaje filtrante o francés³¹), que permitan el paso del agua a través de sí para su posterior canalización y quizás final disposición. También en la construcción de este tipo de drenaje se recomienda la retroexcavadora para la apertura de la zanja y quizás un tractor de orugas como apoyo en el empuje del material grueso, el cual puede ser llevado al sitio con camiones.

En cuanto al tema de la construcción y mantenimiento de lagunas de sedimentación, también se emplea la retroexcavadora, la cual permite darle la geometría (forma), profundidad e inclinación de las paredes de esta estructura. Igualmente en el mantenimiento de la misma, posibilita el retiro del material que se sedimenta y acumula para devolver el normal funcionamiento a ésta (Figura 19).

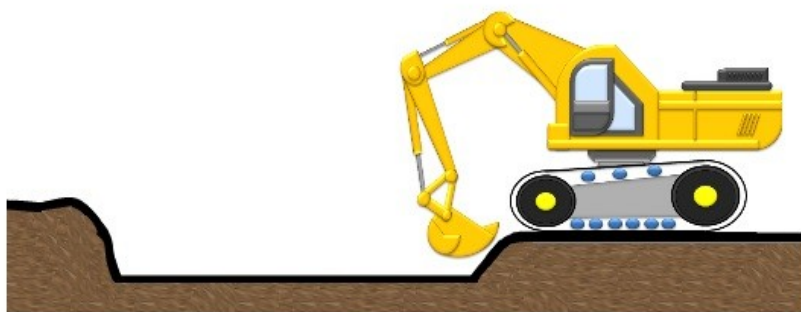


Figura 19: Mantenimiento de sumideros con palas retroexcavadoras.

30 Se denomina “pulpa” a una mezcla de sólidos-líquido en proporciones 75-80 %.

31 El dren francés consiste en una versión más conveniente de las funciones de una alcantarilla para canalización de agua, porque comienza con la apertura de una zanja perpendicular al eje de la carretera y de acomodar dentro de ésta material de granulometría imponentemente gruesa, cuestión que permita el paso a través de sí del agua para canalizarla a otros espacios de disposición transitoria o final. Luego este material se cubre con las capas que compongan el diseño de la súper-estructura vial. Mucha información se encuentra disponible en la Internet.

Fuente: Diseño propio, diagramación Ingeniero Freddy Moya.

IMPORTANCIA DE LA PLANIFICACIÓN DE OPERACIONES AUXILIARES.

Como se ha discutido en este artículo, la ejecución de las actividades mineras requiere del conocimiento y sentido común para el logro de las metas establecidas. No basta solo con la planificación únicamente de las Operaciones Unitarias de Producción para el logro de estas metas, sin cuidar de todas las actividades auxiliares o de soporte de mina, las cuales detrás de bastidores coadyuvan al éxito de las actividades de aprovechamiento mineral.

Creemos firmemente que los profesionales de Ingeniería de Minas deben conocer y entender los procesos y procedimientos empleados para el logro de todas las actividades en mina, que le permitan tener argumentos para la toma de decisiones a corto y largo plazo. Aunque estos contenidos no están reflejados en los programas formales en la educación universitaria, la socialización del conocimiento en la actividad minera como hecho social es de gran importancia en la adquisición y fortalecimiento de competencias requeridas en ambientes donde se toman decisiones bajo gran presión e incertidumbre.

Es necesario llamar la atención al gremio sobre la sub-utilización y malas *praxis* en métodos, técnicas y empleo de maquinarias en las labores de soporte de mina, así como de su importante papel para el éxito de todas las actividades mineras, quedando el compromiso de concienciar a quienes ejercen la acción productiva mineral en el uso correcto y oportuno de los equipos auxiliares, así como hacer entender sobre las ventajas operativas, económicas y ambientales en la ejecución de las faenas de operaciones auxiliares. Se espera que en el futuro, este breve compendio pueda ser enriquecido con el conocimiento y experiencia de colegas y operadores, quienes son los que viven y aprenden de estos cambiantes y caprichosos ambientes de trabajo, además que pueda convertirse en una modesta contribución sobre las técnicas y métodos para los tantísimos trabajos que conforman las actividades de apoyo y soporte de mina a cielo abierto.

III. TEMÁTICA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE ESCOMBRERAS

COMPILACIÓN TÉCNICA-AMBIENTAL PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE ESCOMBRERAS DE MATERIAL PROVENIENTES DE UNIDADES PRODUCTIVAS

MINERAS Y MOVIMIENTO DE TIERRAS EN VENEZUELA

En el ámbito del ejercicio de la Ingeniería de Minas se han identificado la necesidad de criterios para el diseño y construcción de escombreras. Existe información dispersa y algunas veces desactualizada a las necesidades del Siglo XXI sobre el diseño, construcción y mantenimiento de escombreras. La idea de esta compilación es la de reunir información de pertinencia general en este ámbito de estudio en conformidad a los intereses venezolanos. Esto puede redundar en una mejor distribución e identificación de las áreas territoriales con nuevas vocaciones de uso posterior a las explotaciones mineras, así como en mejores criterios a la hora de la toma de decisiones por parte de los profesionales de la Ingeniería de Minas. Los aspectos a incluirse son aquellos relacionados con: ambiente, socio-culturales, seguridad y salud en el trabajo, uso eficiente del espacio, entre otros.

ENTENDIENDO EL “SUELO” CREADO POR EL SER HUMANO A TRAVÉS DE LA ACTIVIDAD MINERA

Das (2001) con una mirada geomecánica define suelo *“como el agregado no cementado de granos minerales y materia orgánica descompuesta (partículas sólidas) junto con el líquido y gas que ocupan los espacios vacíos entre las partículas sólidas. El suelo se usa como material de construcción en diversos proyectos de ingeniería civil y sirve para soportar las cimentaciones estructurales”*. Para que esto ocurra se deben estudiar y conocer las propiedades del suelo: origen, distribución granulométrica, capacidad de drenar agua, compresibilidad, resistencia cortante, capacidad de carga, entre otras. Por otro lado, desde el punto de vista edafológico Buol *et al.* (2004) lo describen como un cuerpo natural de materia orgánica y mineral que ha sufrido cambios como respuesta del clima y los organismos. Estos últimos autores consideran que el suelo es también *“una colección de cuerpos naturales”*, todos importantes, relacionados entre sí y que eventualmente pueden evaluarse y medirse. Rodríguez (2009) explica que el suelo es el agente pasivo que va a ser separado y transportado por los agente erosivos y esporádicamente re-depositado.

El suelo es producido naturalmente por intemperismo³², dicho de otro modo, por los efectos

32 A intemperización o intemperismo se refiere a la descomposición y la desintegración química y física de rocas y minerales contenidas en éstas, que no se encuentran en equilibrio en condiciones de temperatura, presión y humedad del espacio entre la atmósfera y

de fractura y rompimiento de variados tipos de rocas en piezas o granos más pequeños, mediante procesos mecánicos y químicos (Das, 2001). Simonson (1959) citado por Buol *et al.* (2004) explica que en los procesos de formación de suelos se incluyen: a) adición de materiales orgánicos e inorgánicos (minerales) en estado sólido, líquido o gaseoso; b) pérdida de esos mismos materiales en el suelo; c) transporte de materiales de unos puntos del suelo a otros (desplazamientos por variadas razones) y d) transformaciones de sustancias minerales y orgánicas dentro de los suelos (por acción química y/o física); siendo todas las anteriores posiblemente ocasionadas por acción pasiva o activa de actividades humanas.

Para comprender la influencia del ser humano en la formación de suelos, con interés en aquellos que se pueden producir de las actividades de aprovechamiento minero, es interesante observar algunas precisiones que Buol *et al.* (2004) exponen como conceptos fundamentales en la formación de suelos. Primero, que en *“los procesos edafológicos actuales operan en el espacio y tiempo”*, comprendidos éstos a la exposición a intemperismo y erosión. Segundo, que desde la aparición de organismos vivos (flora, fauna, bacterias, hongos y seres humanos) macro y microscópicos sobre la superficie terrestre, bajo su influjo se ha formado y aún continúa el proceso de formación de suelos. Y tercero, *“para el manejo de suelos, es básico el conocimiento de la génesis del suelo”*, por lo que los estudios geológico es muy importante. En este sentido, estos últimos autores consideran que la influencia de la actividad humana *“sobre los factores de formación del suelo puede controlarse y planearse mejor en el futuro”*, por lo que sigue siendo necesario en la formación de los profesionales de la Ingeniería de Minas valorar éstos factores en el diseño y construcción de escombreras.

Los suelos que permanecen donde se forman y cubren la superficie rocosa de la que derivan son denominados residuales. Dentro de esta clasificación podemos encontrar: saprolitas, bauxitas, lateritas, entre otros. En contraste a lo anterior, algunos productos intemperizados son transportados por medio de los procesos físicos a otros lugares y depositados. Éstos últimos se conocen como suelos transportados, los cuales Badillo y Rodríguez (2000) expresan pueden ser consecuencias de la afectación de agentes geológicos (situaciones ambientales,

la litósfera (Buol *et al.* 2004).

climáticas y acciones humanas) y re-depositados en otra zona. Estos agentes del suelo a ser erosionado se denominan erosionabilidad y viene dado por tres propiedades intrínsecas: separabilidad (deslabilidad, disgregabilidad), transportabilidad (condición para ser transportado, removido y movilizado) y sus riesgo de escurrimiento (textura) (Rodríguez, 2009). Según el agente de transporte, Das (2001) los subdivide en tres categorías principales:

- 1 Aluviales o fluviales: depositados por agua en movimiento.
- 2 Glaciales: depositados por acción glacial.
- 3 Eólicos: depositados por acción del viento.

Los minerales son los elementos constitutivos de los suelos gruesos (Badillo y Rodríguez, 2000). En los suelos que están formados por partículas gruesas, los minerales predominantes son: silicatos, óxidos, carbonatos y sulfatos. Los mismos autores expresan que, en los suelos gruesos el comportamiento mecánico e hidráulico está condicionado: 1) por su compacidad³³ y la orientación de sus partículas y 2) por su composición mineralógica.

En este trabajo para referirse a los materiales a ser depositados en escombreras, depósitos de material no conforme o patios de remanejo mineral, se requiere definir una cuarta categoría sugerida surgida por la acción humana (antropogénica). Pueden haber acumulaciones de suelos transportados y acumulados por la acción humana o antropogénica. Entonces ésta última estará puntualizada a aquellos *“depósitos hechos por actividades humanas, bien sea construcciones civiles como minería”*.

Debido a lo anterior, durante la planificación, diseño y construcción de obras de tierra, cimentaciones, terraplenes, estructuras de retención y escombreras, los ingenieros están obligados a conocer y considerar el origen de los suelos sobre los que se emplazará, debido a que sus atributos y características físicas son propios y únicos. Por otra parte, es también necesario que se conozcan aquellos procesos que consiguen afectar las acumulaciones de materiales sueltos y quizás poco consolidados como la erosión y la sedimentación (apilamiento). Buol *et al.* (2004) han definido la erosión superficial como el retiro lateral de las capas superficiales de los suelos mediante salpicaduras de gotas de agua por lluvia, deslaves,

33 Compacidad: Cualidad de lo que es compacto (López y Perrón, 2002).

acción del viento, desplazamientos paulatinos del terreno (por causas diversas) y otros procesos de movimientos de masas. Mientras, estos autores hablan del apilamiento o sedimentación, como el término que expresa la acumulación de materiales minerales (aunque también pueden ser orgánicos o de origen antrópico) sobre la superficie del suelo, siendo más evidentes sus expresiones sobre depresiones (zonas influidas por líneas de menor resistencia) donde se amontonan los materiales erosionados de los terrenos ubicados en cotas más altas.

Se podría decir que, en el desarrollo de suelos, no solamente influye la genética (geología), sino que juegan un papel de importancia los diversos factores externos (Crowther (1953) citado por Buol *et al.* (2004)). Entonces, esta formación de suelos se encuentra bajo la acción de agentes, fuerzas, condiciones, relaciones o combinaciones de éstos, que afecta, han afectado o pueden influir en el material original del suelo (o macizo rocoso) con potencial a cambiarlo, en un tiempo determinado. Rode (1961) también citado por Buol *et al.* (2004) ha mencionado ocho factores en la formación de suelos, cinco son considerados generales: material original (geología-minerales), relieve (topografía), clima, organismos (flora, fauna y seres humanos) y tiempo; los otros tres son: gravedad, el agua (superficial, de la tierra y freática) y el ser humano (actividades humanas).

En cuanto a tamaño de las partículas, independientemente del origen del suelo, la granulometría en general varía en un amplio rango. Los suelos en general son llamados: grava, arenas, arcillas o limo, dependiendo de la dimensión predominante en las partículas. Existen diversas clasificaciones de también diversas organizaciones, entre ellas, norteamericanas que buscan describir los suelos desde diversos puntos de vista o interés de estudio.

Las gravas son fragmentos de rocas ocasionalmente con contenidos de cuarzo, feldespatos y otros minerales. Las partículas de arenas están formadas principalmente de cuarzo y feldespatos, aunque también están presentes, a veces otros granos minerales. Los limos son fracciones microscópicas de suelo que consisten en granos muy finos de cuarzo y algunas partículas en forma de escamas (hojuelas) que son fragmentos de minerales micáceos.

Las arcillas son fragmentos sub-microscópicas en forma de escamas de mica, minerales arcillosos y otros minerales. En algunos casos, las partículas se clasifican como arcilla si se encuentran en tamaño entre 0,002 y 0,005 mm, es decir por su tamaño y no necesario por su contenido de material arcilloso. Las arcillas se definen como aquellas partículas *“que desarrollan plasticidad cuando se mezclan con una cantidad limitada de agua”* (Grim, 1953) *op cit.* (Das, 2001). Los suelos no arcillosos pueden contener granos de cuarzo, feldespato o mica, suficientemente pequeñas para caer dentro de la clasificación de las arcillas. Por ello para aquellas partículas de suelo menores entre 2 o 5 μ , como se definen entre diferentes sistemas, las mismas deben ser llamadas *“tamaño arcilla”* en vez de simplemente *“arcillas”*.

COMPOSICIÓN DE LA ESCOMBRERA Y ZONAS DE EMPLAZAMIENTO. ASPECTOS RELACIONADOS CON LA GEOLOGÍA

Un aspecto de especial interés en el diseño y construcción de escombreras es el comportamiento geomecánico del lugar de emplazamiento y de los materiales que la conformarán. Como es expuesto por Navarrete (2013) se requiere hacer una identificación del área donde estarán dispuestos estos residuos mineros o de alguna otra fuente, para determinar *“si cuenta con todos los requerimientos técnicos ambientales y de seguridad posibles, para no ocasionar un impacto ambiental o representar un riesgo al personal de trabajo, para luego establecer o decidir si el área es de disposición temporal y si se tiene pensado un sitio para disposición final”*.

CARACTERÍSTICAS DE LOS ESTÉRILES

En una visión de formación de suelos, aquellos materiales a ser depositados en una escombrera pueden ser considerados como un suelo joven, esto debido a que la influencia y relación con el material original (roca o macizo rocoso original) es mayor (Buol *et al.*, 2004). Los materiales estériles (Ayala y Rodríguez, 1986) que conforman las escombreras son de litologías distintas y granulometrías variables, por lo que se plantearan problemas físicos y químicos para la implantación de la vegetación. Generalmente, predominan los estériles en forma de fragmentos gruesos con una distribución espacial distinta dentro de los depósitos, como consecuencia de la segregación que sufren las partículas al ser depositadas dentro de las escombreras. En función de este escenario, puede decirse que este material suelto a ser

colocados en estas obras de tierra es suelo recientemente formado. Buol *et al.* (2004) han descrito algunos factores que influyen en estas acumulaciones minerales Cuadro 3:

Cuadro 2: Factores de acumulaciones minerales.

Factor	Abordaje en la escombrera
Los desplazamientos de masas y otras formas de erosión pueden ser causantes del retiro de material superficial de un lugar con tanta o mayor rapidez que aquella velocidad o tiempo que se requiere para la formación de la mayoría de horizontes edafogénicos. La topografía y relieves inclinados favorecen la incidencia de este factor.	Deslizamientos. Descargas, disposición y método constructivo.
La sedimentación puede agregar nuevos materiales a la superficie expuesta del suelo, con tanta o mayor rapidez, que la asimilación de aquellos nuevos materiales a un nuevo horizonte edafogénico. El retiro de la vegetación (deforestación), ya sea por medios naturales o artificiales (propiciados por las actividades humanas), de parte de un terreno acelera la erosión y la depositación relacionada.	Capa vegetal (resguardo).
La brevedad del tiempo transcurrido desde la exposición de los materiales iniciales a los factores activos de formación del suelo limita la formación del perfil (retarda la recuperación del medio). La manipulación de los suelos y macizos rocosos por actividades humanas, donde se emplean excavadoras y otras máquinas, deja materiales iniciales frescos expuestos a los procesos edafogénicos (formadores de suelos) activos.	Acarreo y descarga.
El cambio reciente y drástico (dramático) del factor biótico (flora) puede ser desencadenante de la formación de un perfil de suelos diferentes en otro, que pueda servir como material inicial. Un ejemplo, es por actividades humanas la sustitución de comunidades vegetales que no favorecen el desarrollo de perfiles de suelos hacia otras que sí lo hacen (modificaciones antrópicas).	Revegetación. Reforestación.

Modificado de Buol *et al.* (2004).

La granulometría es otra de las propiedades físicas a atenderse, además de la densidad, porosidad y la permeabilidad. Entre las propiedades químicas las más importantes son el contenido de metales tóxicos, el contenido en nutrientes, la salinidad, entre otros. Además de estas consideraciones se debe distinguir los intercambios energéticos en los que intervendrá la acumulación de material programado en la escombrera. Buol *et al.* (2004) expone sobre las transformaciones energéticas que ocurren en el suelo debidos procesos como: hidratación y secado, calentamiento y enfriamiento, evapotranspiración e intemperización, erosión, lixiviación y depositación de material (sedimentación). Todos estos transcurso pueden estar presentes los organismos vivos, pero ciertamente pueden ser causales de alteraciones de corto y largo plazo de las relaciones climáticas y sobre los sistemas ambientales.

TIPOS DE RESIDUOS SÓLIDOS EN OPERACIONES UNITARIAS DE PRODUCCIÓN

En esta parte antes de comenzar es importante decir que aquellos residuos generados posteriores a las operaciones unitarias de preparación y beneficio de minerales, no son incluidos en las próximas secciones.

Dentro de aquellos materiales y rocas que se consideran estériles en minería, Williams (1996) explica que en el particular de los casos australianos se clasifican en residuos de rocas duras y rocas blandas. Las actividades mineras primarias en esta región generan estériles de cierta dureza, tanto a cielo abierto como en subterránea, sobre todo de metales base: oro, mineral de hierro y uranio. En muchos casos, ocurre en estos materiales: oxidación (por meteorización e intemperismo) y drenaje ácido de mina. La primera se origina de forma superficial y la segunda en minas profundas. Por otro lado, la minería de uranio u otros materiales radiactivos puede producir residuos con niveles significativos de radiación. De modo general, algunos de estos desechos (residuos) son ocasionados por la remoción del material en las operaciones unitarias de arranque (que algunas veces se ejecuta con perforación y voladura) y de carga (con palas hidráulicas o excavadoras eléctricas³⁴).

El concepto de roca dura es debido a que se considera al material esencialmente libre de humedad (su contenido está en el rango de entre 5 y 10 %), tiene un ángulo de fricción en el rango entre 35 y 50° (cohesión 0), la cual depende del grado de humedad y niveles de estrés (William y Walker, 1985 citados por Williams, 1996). En cuanto a la sub-clasificación de roca blanda, el mencionado autor explica que es aquella producida en primera instancia de las operaciones de remoción o destape del carbón por tiras o *stripping mining*. Debido a la génesis de estos elementos, pueden existir niveles significativos de sulfuros en los materiales de desecho. También, los componentes de los taludes y pendientes de la escombrera no presentan una distribución granulométrica representativa a lo largo de la misma, es posible deducir que esta condición favorece la erosión y la meteorización de las partículas expuestas.

Los cuerpos que cubren los mantos de carbón en estas regiones australianas estudiadas, están constituidas por rocas areniscas y lutitas poco consolidadas con cierto grado de

34 Las excavadoras eléctricas son palas frontales de cables montadas sobre orugas.

meteorización, de pobremente litificadas a areniscas cementadas (Seedsman y Williams, 1987 citados por Williams, 1996). Las litologías poco consolidadas y las rocas meteorizadas pueden ser extraídas por arranque directo (sin necesidad de perforación y voladura). Si se requiere en el avance para remover un material más duro (con mayor confinamiento) se emplea el arranque indirecto. Dependiendo de los patrones de voladura y el equipo de excavación empleado, el tamaño máximo de fragmentación de los estériles alcanza hasta un metro aproximado de diámetro. En las minas de carbón australianas, el método dominante de destape es con dragalinas³⁵, en un recubrimiento (*overburden*) previamente volado y la extracción se realiza con la combinación pala-camión. Adecuado a la poca consolidación de la roca que recubre el carbón, la misma tiende a reducirse de tamaño rápidamente. La meteorización de la misma ocurre con mayor énfasis entre 0,5-1 m de la superficie del estéril y puede ser persistente a considerables profundidades. Debido a que el material de los taludes y pendientes de la escombrera no presenta una distribución granulométrica representativa a lo largo de la misma, se alcanza deducir que esta condición favorece la erosión y la meteorización de las partículas expuestas.

Las rocas blandas y los suelos³⁶ estériles pueden no estar libres de humedad. Tienen un rango de ángulo de fricción (dependiendo de la litología, cementación y drenaje) de cerca de 20 a 37°. Esto puede verse debido a la pobre cohesión, la cual está estrechamente relacionada con el contenido de finos (arcillas). El drenaje juega un papel importante en la estabilidad de las pilas y en la conformación de las escombreras. Por ello, los equipos asignados a trabajos de alivio o de mantenimiento de drenajes y vías son de vital importancia.

Piña (2013) cita un informe de la UNEP³⁷ donde se explica que los materiales a ser depositados en escombreras es una de las cuatro categorías de residuos en los procesos mineros de fosfatos sedimentarios. La actividad minera, inevitablemente, genera rocas que son consideradas como estéril (escombros o mineral no conforme), que puede ser el que cubre la capa de interés o aquél material fosfático que no es posible procesar por su bajo contenido

35 La dragalina es un equipo de carga que se encuentra dentro de la sub-clasificación de excavadoras de cable.

36 El término "suelo" o "soil" empleado en el texto, se refiere más bien al comportamiento y tamaño del material.

37 UNEP: *United Nations Environment Programme*. www.unrptie.org

del mineral de utilidad. Por otra parte, el material que será dispuesto en la escombrera requiere ser identificadas apropiadamente de modo de garantizar su predicción, monitoreo y control. Las rocas minadas que se consideran estéril, son dispuestas en áreas cercanas³⁸ a la mina (escombreras). La principal preocupación de estas construcciones lo constituye la estabilidad de los terraplenes pues, estas rocas pueden sufrir altas tasas de erosión que consigan amenazar la parte baja (pie) de los taludes. Aparte de las inquietudes que valgan acontecer con respecto a la estabilidad, también la adecuada caracterización de las rocas permitirá efectuar monitoreo de tasas de erosión, de los residuos no sulfurosos, el tratamiento de efluentes y lixiviados, entre otros. (*op. cit.* Vance 2000). En la mayoría de los casos, los residuos rocosos no son peligrosos y se considera que no representan una amenaza ambiental, contienen concentraciones naturales elevadas de nutrientes, por lo que la restauración de los ambientes intervenidos puede ser más fácil de lograr. En Venezuela, esta información es pertinente a la hora de tomar decisiones en aprovechamientos mineros de fosfatos sedimentarios.

DISPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS ROCOSOS SÓLIDOS

El conocimiento de la composición y de las propiedades físico-químicas de cualquier residuo es fundamental para una correcta gestión del mismo (Marguí *et al.* 2006). Williams (1996) explica cómo han sido los métodos o modos de gestión en la disposición de residuos o estériles provenientes de explotaciones mineras en Australia. Los métodos a los que se refiere fueron adoptados a las disposiciones y gestión de residuos sólidos, el cual a su vez está relacionado con las operaciones unitarias de operación y procesamiento mineral, así como a las condiciones ambientales de interacción con la extracción. El material grueso es relativamente fácil de manejar, pues se consigue disponer convenientemente cargado y suelto en lugares dispuestos para ello.

Los métodos para la disposición de los residuos rocosos provenientes de las operaciones unitarias de producción³⁹ (sobre todo de la operación de voladura y los diseños de las

38 Lo que se espera es que las escombreras se encuentren cerca de los frentes de extracción, con la finalidad de disminuir las distancias de acarreo.

39 Las operaciones unitarias de producción a las que nos referimos son: arranque (directo o indirecto), carga y acarreo.

plantillas de perforación) tienen estrecha relación con el tamaño de grano (granulometría) y susceptibilidad a meteorización (deslabilidad). Todas estas preocupaciones se fundamentan en el cuidado que debe procurarse con los estériles a los procesos de insolación y soterramiento artificial al que serán sometidos, puesto que existe la posibilidad de ocurrencia productos como oxidación de sulfuros y subsecuente drenaje ácido de mina (o drenaje básico si se trata de otra litología) como lixiviados. Los anteriores son transformaciones a considerarse en la minería de carbón (independientemente del rango en que se clasifique el carbón que se extrae) y podría decirse que, en todos los tipos de formas de extracción minera, aparte del tipo de mineral o litología involucrada.

La mayor parte de las escombreras de material de minas de carbón como sigue exponiendo (Williams, 1996), son aquellos que proviene de los destapes de las capas superiores (*overburden*), el cual puede tener diversas granulometrías debido a las heterogeneidades propias de los procesos de génesis de estas rocas. Para el caso australiano, la carga y transporte se realiza con dragalinas, debido a que este material es relativamente suave y suelto (granulometría adecuada para el balde del equipo). En Venezuela, aplicadas a las capas de carbón de la cuenca de Guasare, ese *overburden* lo constituyen areniscas consolidadas de una dureza importante⁴⁰. El proceso de arranque es con perforación y voladura; la carga con palas frontales o retroexcavadoras hidráulicas y el acarreo con camiones rígidos. Dado que los mantos, a diferencia que el caso australiano cuyos mantos son casi horizontales, los ubicados en el país se encuentran inclinados y la forma de la explotación ha cambiado de tiras (*strip*) a fosa a cielo abierto (*open pit*).

El ángulo de reposo que tiene el material suelto proveniente del destape de carbón en estas explotaciones en Australia es 37°, aunque la configuración en que se dispone el material puede aumentar la erosión y la degradación de los fragmentos rocosos. El material grueso tiende a viajar más lejos desde el punto donde es arrojado hasta un punto final del talud, mientras que el material fino tiende a quedarse “pegado” a la superficie de la cresta, sobre

⁴⁰ Se puede encontrar mayor información sobre este yacimiento y sus características geológicas en los trabajos de Ávila (2008 a y b) y Quintero (2005).

todo aquella que se descarga rápidamente desde los camiones, por lo que un ángulo de 37° debe vigilarse que se mantenga con respecto a la altura del banco creado.

El ángulo de inclinación o reposo del material es una pendiente de potencial falla (*failing*), que puede requerir trabajos para asegurar su estabilidad a largo plazo (cambios de ángulo), debido a degradación o alteración del material por las exposiciones a factores climáticos, ambientales y sísmicos. Se advierte además tomar las respectivas precauciones para limitar los efectos erosivos sobre los materiales, provocados o desencadenados por acción del viento y lluvia.

La forma convencional de eliminación de residuos gruesos provenientes de la explotación minera, normalmente en forma de escombreras o vertederos, no es necesariamente el mejor enfoque para solucionar los problemas que se generan luego de la decisión en su disposición, como ya se explicó en secciones anteriores sobre la formación de suelos.

PLANIFICACIÓN DE LA ESCOMBRERA

Los aspectos operativos de Planificación de Soporte de Mina (Operaciones Auxiliares) son claves a la hora de la escogencia de los sitios de bote y de desarrollo de la escombrera. Estos espacios son dinámicos y dependen de las necesidades ocasionales de la mina como: tipo de material estéril, utilidad, distancia de acarreo, entre otros de índole económico.

Ayala y Rodríguez (1986) indican que las actividades mineras producen, tanto en superficie como subterráneas, una gran cantidad de residuos y de otros materiales de desecho, que plantean importantes problemas en su almacenamiento, condiciones de estabilidad, seguridad e integración al entorno. Estos estériles que proceden de las operaciones mineras bien sea a cielo abierto o subterráneas, se depositan generalmente como fragmentos gruesos en montones que se constituyen en las llamadas escombreras. Se parte del hecho que todos los materiales que se depositan en las escombreras están secos o libres de humedad.

Las escombreras pueden definirse de varias maneras, incluso hay diferentes acepciones dependiendo el país (referido a los países de Latinoamérica). Donaire *et al.* (s/f) define las escombreras como: *“Toda aquella acumulación de materiales sólidos de granulometría variable procedentes de las actividades humanas, bien como residuos de los procesos mineros (estériles rocosos) o*

de otros procesos industriales o urbanos (escombros de demolición, tierras de vaciado, etc.)”.

De alguna manera, una escombrera es una acumulación controlada o no, que contiene el material rocoso proveniente de una explotación minera, que no tiene valor económico (ganga o estéril) y se encuentra asociado a la mena o material de interés (Piña, 2007). Dado en otra bibliografía encontraremos que en países como Chile o Argentina emplean en el término botadero como sinónimo de escombrera, es necesario estar conscientes que este mismo término es empleado para botes no controlados de desechos de origen doméstico e industrial en Venezuela por ejemplo.

Los botaderos de mina son utilizados como lugares de acopio o apilamiento para colocar rocas estériles o pobres que deben eliminarse o removerse, para acceder a una mena o veta (manto) de carbón (Piña, 2007). En este contexto, los botaderos de mina han sido denominados vertederos, escombreras, entre otros. De hecho el término escombrera se emplea como término universal en muchos países. El término botadero parece ser oriundo de Norteamérica y es común en operaciones de minas metálicas, sin embargo, no siempre es utilizado en minas de carbón, donde aún puede hacerse referencia a escombrera (Infomine, 2007).

ASPECTOS OPERATIVOS

Entre las consideraciones más importantes a tener en cuenta a la hora de la construcción de una escombrera, es conocer las características geológicas del material con que se está trabajando. Ayala y Rodríguez (1986) describen que los materiales estériles que forman las escombreras son de litologías distintas y granulometrías variables, relacionadas con el anterior. Ávila (2008b) justifica con la siguiente explicación, la heterogeneidad de los materiales que se depositan y componen las escombreras: El material estéril proveniente de la actividad extractiva, generalmente posee una litología diversa, como consecuencia del mezclado que se efectúa durante las labores de arranque en los frentes de trabajo. La granulometría puede llegar a ser marcadamente heterogénea, sobre todo en aquellas minas en donde se ejecutan actividades de perforación y voladura de cuyo resultado se obtienen algunos bloques de dimensiones considerables.

Igualmente señala que la configuración adoptada en el vertido libre (descarga desde la cresta del talud) es: gruesos al pie y los finos en distintos espacios y lugares. Este mismo autor (Ávila, 2008b) explica que estos bloques grandes debido a la acción de la gravedad, pueden desplazarse grandes distancias que incluso, llegan a estar separadas del espacio asignado para la escombrera.

Además de la granulometría, otras propiedades físicas deben tenerse en cuenta: densidad, porosidad y permeabilidad. También las propiedades químicas que son importantes: contenido de metales tóxicos, contenido de nutrientes, salinidad, reacciones químicas, producción de drenaje ácido o alcalino. Estos últimos aspectos son de importancia a la hora de contemplar los métodos de recuperación, reforestación, nuevos usos del espacio y canalización de lixiviados.

CONSIDERACIONES BÁSICAS DE DISEÑO

Los canadienses proponen para el ordenamiento de sus acumulaciones de residuos y escombreras, seguir algunos lineamientos operativos y de diseño. Los factores básicos (Infomine, 2007) que se deben considerar en el diseño de un esquema de eliminación de rocas de mina y desmonte pueden dividirse en cinco categorías generales:

- Factores Mineros,
- Restricciones Físicas,
- Impacto Ambiental,
- Estabilidad a Corto y Largo Plazo, y
- Consideraciones Sociales/Políticas.

Los factores mineros incluyen aquellos aspectos relacionados al acarreo de materiales y programación de la mina. Por ejemplo, el transporte, por lo general, es muy importante para los costos de disposición final de rocas de mina y deforestación; así, se hace necesario ubicar las escombreras lo más cerca posible a la fuente, con acarreo a nivel o cuesta abajo hacia la escombrera. La flexibilidad de la programación de producción y de operaciones auxiliares también puede ser un factor importante, particularmente, para minas grandes donde se necesitan varias escombreras. Los requerimientos de equipos como tractores y motoniveladoras también pueden variar dependiendo del tipo y ubicación de la escombrera.

Las restricciones físicas tienen que ver con la cantidad de materiales de la escombrera y la configuración, ubicación y capacidad básicas de un determinado terreno donde se ubica la misma, tienen restricciones físicas importantes sobre el diseño. Los terrenos pueden estar limitados por características topográficas tales como corrientes o taludes de cimentación excesivamente inclinados. El acceso a algunos terrenos puede ser imposible o demasiado costoso. Dependiendo de la geometría del lugar, mantener varias escombreras es mejor que una grande. La configuración y ubicación del terreno también definen la técnica de construcción óptima.

Los impactos ambientales y la pérdida de servicios ambientales potenciales influyen y en muchos casos, controlan el diseño de la escombrera. Los requisitos para las instalaciones de sedimentación pueden favorecer más a un terreno que a otro. Cuando se predice el drenaje ácido, las medidas de mitigación requeridas pueden variar considerablemente entre los terrenos alternativos. El impacto potencial de las fallas en la escombrera también interviene en el diseño y debe ser evaluado. Adicionalmente, los requisitos de restauración y estética varían de un terreno a otro, lo cual debe ser considerado en el proceso de diseño.

La estabilidad a corto y largo plazo obedece a la configuración, ubicación, forma del terreno original y condiciones del mismo, así como de las características más importantes y la cimentación y su variación con el tiempo, metodología de la construcción, entre otros factores. Las consideraciones de estabilidad se modifican dependiendo del nivel percibido de peligro o del periodo de exposición de la escombrera (por ejemplo, a corto plazo construcción durable versus a largo plazo (abandono⁴¹)). De esta manera, se debe evaluar el potencial de varios tipos de inestabilidad, que tiene probabilidad de impacto en la seguridad de la operación o en el ambiente. Conviene tomar las medidas necesarias para reducir el riesgo de inestabilidad a un nivel aceptable. Así mismo, se ha de analizar la estabilidad de la escombrera, así como el potencial para la erosión superficial de las pendientes restauradas.

Las consideraciones sociales/políticas se corresponden a que los proyectos de desarrollo de

41 “Abandono” es un término que es anterior a “Cierre de Mina”. La acepción “correcta” a la luz de los paradigmas que debe enfrentar la Ingeniería de Minas a la luz del siglo XXI es la de “Planificación de Cierre de Mina”, aunque aún existen sus detractores.

recursos de cualquier lugar están sujetos a la creciente necesidad de regulación y permisos más estrictos. Los asuntos como protección ambiental, conservación de los recursos, concesión de explotación de tierras vírgenes, importancia arqueológica, estética, y competencia por usos de tierra reciben una mayor atención por parte del público y el Estado. Los operadores de unidades productivas mineras han de evaluar constantemente la percepción del público y la aceptación política de las alternativas de eliminación (disposición final) de rocas de mina y desmonte (deforestación) desde la primera etapa del proceso de diseño.

CLASIFICACIÓN Y TIPO DE ESCOMBRERAS

Existen diversas y diferentes formas de agrupar las escombreras. Muchos autores han tratado de establecer guías sobre métodos, técnicas y geometrías constructivas. En la siguiente parte hacemos un breve recorrido sobre los distintos criterios de clasificación y agrupación de las escombreras. Carreño (2008) propone la siguiente compilación sobre los depósitos de estériles (escombreras):

- Por sus dimensiones: Se considera escombrera cualquier acumulación de materiales que sobrepase los 25.000 m³ de volumen, los 15 m de diferencia de altura entre su pie y la parte superior del depósito, o bien cuyo espesor de estéril sea superior a 10 m.

Dentro de esta misma clasificación hay una sub-clasificación en cuanto al tamaño (altura):

1.a Grandes: >30 metros.

1.b Medianas: 20 > X > 30 metros.

1.c Pequeñas: 15 > X > 20 metros.

- Por su emplazamiento: relativo al lugar o topografía donde se emplazará la escombrera.
 - a De valle o cauce.
 - b De ladera. Situadas sobre pendientes con inclinaciones de hasta el 8 %.
 - c De divisoria.
 - d En llanura.
 - e De relleno de corta o hueco minero (retro-llenado).
- Por el tipo o sistema de vertido:
 - a De vertido libre o por gravedad. En general, no recomendable, excepto en el caso de escombreras de pequeñas dimensiones o en el interior de minas activas siempre y cuando no exista riesgo de deslizamiento o inestabilidad.

- b De vertido libre por fases adosadas. Método más recomendable debido a su mayor estabilidad.
- c Escombreras con dique de retención en pie o tacón de escollera. Recomendable cuando los estériles a verter presentan diferentes litologías.
- d De vertido por fases ascendentes compactadas y superpuestas. Implican capas horizontales compactadas.
- e Estructuras mixtas. Aquellas que combinan algunos de los métodos anteriores.
- Por el método constructivo:
 - a Por basculamiento final. Da lugar a franjas de material inclinadas de acuerdo con el ángulo de rozamiento interno del mismo.
 - b Por capas horizontales compactadas. Método más general y recomendable debido a su mayor estabilidad.
- Por su grado de riesgo potencial, estabilidad y coeficiente de seguridad: esta clasificación se refiere a posibles deslizamientos y están divididos en dos tipos:
 - Clasificación por riesgo (Tipo A):
 - 1 Escombreras Tipo AI. Sin riesgos para personas, bienes, entre otros.
 - 2 Escombreras Tipo AII. Presentan riesgo moderado para personas, bienes, entre otras.
 - 3 Escombreras Tipo AIII. Presentan un riesgo elevado para personas, bienes, entre otros.
 - Clasificación por seguridad ligada a la presencia de agua y problemas del cimiento (Tipo B):
 - 1 Escombreras normales (Tipo BI). Sin efecto de aguas freáticas y en cuya estabilidad no interviene el cimiento.
 - 2 Escombreras sometidas a filtración (Tipo BII). Agua en grietas o fisuras y riesgo de deslizamiento por la cimentación.
 - 3 Escombreras en situación de inundación, inestabilidad por riesgo sísmico, entre otros. (Tipo BIII).

Por otro lado Ávila (2008) propone una clasificación un poco más sencilla, que se centra en el tema de su trabajo: escombreras para yacimientos de carbón a cielo abierto y para ello toma como referencia el trabajo de Donaire *et al.* (s/f), el cual a su vez se sustenta en Ayala y Rodríguez (1986).

Clasificación de las escombreras según su forma y tamaño: este tipo de estructura está apoyada en el hecho operativo de algunos yacimientos de minerales metálicos y carbón,

donde las relaciones de remoción⁴² son muchos mayores a la unidad.

Según sea la localización de la escombrera con respecto a la explotación, estas pueden clasificarse en: a) interiores, si el material es depositado en las fosas desarrolladas tras la apertura de la excavación inicial y b) exteriores, si el material estéril es depositado en zonas fuera o diferentes de las ubicaciones de los frentes de excavados. Las escombreras exteriores son comunes en las grandes explotaciones. Pueden albergar millones de metros cúbicos. Los principales problemas de éstas suelen ser: el aumento progresivo en los tiempos de acarreo desde el frente de trabajo hasta el punto o frente de bote⁴³ designado en la escombrera y la necesidad permanente de un equipo de soporte en operaciones de alivio (un tractor de orugas) que permita garantizar el avance adecuado de los frentes de bote.

Las escombreras interiores están referidas al bote en puntos de la explotación que no serán trabajados a futuro, también conocidos como botes cortos debido a su relativa corta distancia desde el frente de trabajo hasta la zona determinada y que puede redundar en un ahorro en distancia y tiempo de acarreo, comparada con aquellas a realizar en dirección a escombreras exteriores. Otra forma de es aquella donde se efectúa retro-llenado, una operación que consiste en la construcción de un relleno con material de otros frentes de la mina, en una zona de la explotación en la que se ha llegado a una fosa final o límite, y que ya no tiene mineral económicamente útil. Una posible variación de escombrera interior posible es aquella construida en alguna zona interior de la explotación que no necesariamente es un hueco y puede tener alguna de las configuraciones constructivas de una escombrera exterior.

ASPECTOS AMBIENTALES Y SOCIO-CULTURALES RELATIVOS AL DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO DE ESCOMBRERAS. CAMBIOS EN EL USO DEL ESPACIO

En la minería como hecho social, se requiere estudiar aquellos aspectos sociales y culturales ligados a la misma y cuyo impacto puede ser positivo o negativo. En función de ello, el ser

42 La "relación de remoción" es aquella entre la cantidad en toneladas o metros cúbicos de estéril (u otro material que no devenga ganancia comercial) que deben moverse por cada unidad de extracción del mineral útil.

43 El "frente de bote" es aquél lugar que se ha designado para la descarga de los camiones en una zona específica de la escombrera. Este frente suele ser una línea relativamente irregular de cresta que abarca un área donde se prevé depositar el material de uno o más frentes de explotación para un momento dado.

humano como parte de la naturaleza y de las relaciones ambientales, debe conocer esta interacción y planificar de manera premeditada y responsable sus acciones.

Debido a las inquietudes de diversos grupos se ha tratado de estimar los impactos que se han causado en la naturaleza, luego del establecimiento y desarrollo de la sociedad industrial. Naredo (2004) explica en su compilación que las estimaciones que se han hecho son: “(...) a partir de estadísticas disponibles de las actividades implicadas (...). La falta de serie de datos solventes en este terreno denota una falta de apoyo administrativo que se muestra en flagrante contradicción con la extendida preocupación por los ‘problemas ambientales’ de que tanto hacen gala las administraciones nacionales e internacionales”. El levantamiento de datos y la creación de líneas base, son recursos informativos preciosos, necesarios para la toma de decisiones conscientes sobre enfrentar las problemáticas ambientales de las actividades extractivas minerales.

PROCESOS RELATIVOS A LA DEGRADACIÓN DE SUELOS Y TIERRAS

Rodríguez (2009) enuncia que la tierra es un recurso natural esencial, tanto para la sobrevivencia y prosperidad de la humanidad. A lo largo del tiempo la población se ha hecho progresivamente más experta en la explotación de los recursos de la tierra para satisfacer sus necesidades: “la creciente demanda, o sea, la presión sobre los recursos de la tierra, se asoma bajo la forma de producción declinante, de degradación de la tierra en calidad y cantidad, y de competencia por la tierra” (op cit. FAO, 2000).

“Tierra”⁴⁴ es definida por FAO-UNEP (2000) citado por Rodríguez (2009) “como una porción delimitada de la superficie terrestre, que incluye todos los atributos de la biosfera inmediatamente por encima y por debajo de la superficie”. Abarca el clima, el suelo, la morfología (formas del terreno natural), la hidrología superficial (lagos, ríos, pantanos y ciénagas), las capas sedimentarias cercanas a la superficie, las reservas de agua subterráneas asociadas, las poblaciones de flora y fauna, el patrón de asentamientos humanos y los cambios físicos resultantes de las actividades humanas pasadas y presentes (terrazas, estructuras de almacenamiento y drenajes de aguas, carreteras, edificios, infraestructuras, entre otras). Entre los componentes del recurso tierra se pueden mencionar: clima local, vegetación (flora), suelos, las aguas

44 El concepto de “tierra” es mucho más complejo que el de “suelo”, del cual se ha estado disertando en secciones anteriores.

superficiales y subterráneas, fauna (animales y su diversidad), el sustrato geológico y las mejoras hechas por la humanidad.

El Consejo de Europa, citado por FAO (2001) *op cit.* Rodríguez (2009), reconoce tres funciones ecológicas de los suelos y tres funciones relacionadas con actividades humanas, a saber:

- Funciones ecológicas:
 - Producción de biomasa (suplencia de nutrientes, agua y aire para las raíces de las plantas), que provee alimentos, energía renovable, materias primas y soporte de la naturaleza.
 - Funciones de filtraje, transformación, almacenaje y amortiguación. Cabe mencionar el almacenaje de agua de lluvia y el filtraje, amortiguación y retención de contaminantes.
 - Hábitat biológico y reservas de genes.
- Funciones relacionadas con las variables humanas:
 - Medio físico: las funciones del suelo como base espacial para estructuras industriales, técnicas y socioeconómicas (edificaciones, carreteras y vías ferroviarias, campos deportivos, áreas recreacionales, vertederos y depósitos de desechos, entre otros).
 - Fuentes de materias primas: agua, minerales y otros materiales.
 - Herencia cultural y científica (geo-genética): los suelos forman parte del paisaje y son depositarios de información geológica y geomorfológica.

Las tierras son un recurso finito, debido a características intrínsecas de éstas para distintos usos en distintas localizaciones. *“Su oferta es limitada por diversos factores tales como la falta de disponibilidad de agua, el mal drenaje interno y externo, la topografía, la baja fertilidad natural, el régimen de temperatura, la profundidad de los suelos, un alto potencial de contracción-expansión, la presencia de horizonte restrictivos, la salinidad y alcalinidad, bajos contenidos de materia orgánica, entre otras”.*

Al nivel de Venezuela (Rodríguez, 2009) la oferta de tierras es limitada, considerándose aptas para la agricultura sin limitaciones 2 % de la superficie del territorio nacional. Este autor cita a Comerma y Paredes (1978) quienes en sus estudios, coinciden en esa misma cifra de 2 %. Las principales limitaciones identificadas son la aridez, con una superficie del 4 %, el mal drenaje 18 %, la baja fertilidad 32 % y el relieve accidentado 4 % del territorio venezolano. La oferta

restringida de tierras y la posibilidad de que su escasez sea aún mayor debido a su deterioro por procesos de degradación hacen imperante un uso eficiente y eficaz de las mismas para asegurar las necesidades de las generaciones presentes y futuras (Rodríguez, 2009). Esta visión es ciertamente imperiosa a la hora de considerar el emplazamiento de una escombrera y debe ser parte de la actitud ética y formación en competencias para la Ingeniería de Minas.

PROBLEMAS O LIMITACIONES EN SUELOS

Entre los principales problemas que se presentan en los suelos se pueden mencionar AGL-FAO (2000) citado por Rodríguez (2009):

- Suelos calcáreos: aquellos que contiene alto porcentaje de carbonato de calcio. Presentan un horizonte con más de 15 % de carbonato de calcio, el cual es un criterio para su clasificación.
- Suelos ácidos: tienen pH menor a 5,5, baja capacidad de intercambio catiónico y baja saturación de bases.
- Histosoles⁴⁵: Estos suelos presentan horizontes con acumulaciones de materia orgánica superior al 30 %.
- Suelos afectados por sales: se refiere a aquellos suelos con altos contenidos de sales. Son frecuentes en zonas áridas y semiáridas donde la evapotranspiración excede con creces la precipitación.
- Suelos arenosos: se consideran suelos arenosos aquellos con más de 65 % de arena y menos de 18 % de arcilla en el primer metro de suelo. Presentan muy bajos contenidos de materia orgánica debido al escaso desarrollo de la vegetación de esos casos.
- Suelos inclinados: suelos con pendientes superiores al 12 % generalmente de poca profundidad.
- Vertisoles⁴⁶: son suelos ricos en arcilla montmorillonita con propiedades de contracción y expansión características. Presentan más del 30 % de arcilla en los primeros 50 cm o más de profundidad.

Otros suelos que pueden considerarse problemáticos, refiere Rodríguez (2009) son aquellos con alto contenido de piedras o suelos pedregosos, muy abundantes en las planicies de inundación de ríos y en las zonas montañosas de los Andes y de la Cordillera Central; y los

45 Los "histosoles" son suelos típicos de zonas húmedas que tienen un elevado contenido en materiales orgánicos más o menos descompuestos y una densidad aparente muy baja. Tomado de: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/12886/Histosoles.pdf?sequence=3>

46 Vertisoles, son aquellos suelos con un alto porcentaje de arcillas. Tomado de: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/12869/Vertisoles.pdf?sequence=3>

suelos inundados, los suelos con metales pesados y con otras limitaciones.

DEGRADACIÓN DE TIERRAS. CONCEPTO. TIPOS

Según FAO (1980) citado por Rodríguez (2009), *“la degradación de tierras es el resultado de uno o más procesos que disminuyen la capacidad actual o potencial de éstas para producir bienes o servicios. La degradación de tierras incluye el deterioro de cualquiera de sus componentes: degradación del suelo, la degradación de la biota, la degradación del agua, tanto en calidad como en cantidad y la distribución, el deterioro climático y las pérdidas debidas al desarrollo urbano-industrial”*.

La degradación del suelo, es un proceso que describe los fenómenos inducidos por actividades humanas, que disminuyen la capacidad del suelo para soportar la misma vida humana. Lal *et al.* (1989) citado por Rodríguez (2009), define la degradación del suelo como: una merma de sus cualidades, de su productividad actual o potencial, así como la reducción de sus habilidades y cualidades de ser un recurso multipropósito mediante causas naturales o inducidas por actividades humanas. Por otro lado, los tipos de degradación se refieren a la naturaleza y forma en que se dan los procesos que conllevan a la misma. El primer tipo tiene que ver con el desplazamiento de las partículas del suelo por factores de erosión hídrica (como los potenciados en la minería a cielo abierto) y eólica. La segunda es relativa a la deposición *in situ* debidas a procesos físicos, químicos y biológicos (FAO, 2001 *op cit.* Rodríguez, 2009).

Los fenómenos erosivos son parte de la degradación de suelos y son aumentados debido intervención por las actividades humanas, asociándose a los cambios de intensidad del uso de la tierra. Cuando se elimina la capa vegetal, se expone al suelo a los procesos erosivos por agua y viento. El aumento de las tasas de erosión conlleva muchas veces a la pérdida de la capacidad productiva de los suelos y cuerpos de agua, incremento en los volúmenes y velocidades de las escorrentías, lo cual puede generar inundaciones en los sitios bajos, contaminación y colmatación de cuerpos de agua naturales.

Las causas de degradación están relacionados con otros problemas de compactación, encostramiento, sellado, pérdidas de materia orgánica y nutrientes (Rodríguez, 2009). Este mismo autor define la erosión como transformaciones (físico y geológico) en el que ocurre la

separación de los materiales que componen el suelo, propiciando su movilización hasta el o los puntos donde se reubican o depositan, debido al cese o disminución (temporal) de la energía del agente erosivo (viento o agua), dando como consecuencia a la evolución de la sedimentación. Todos estos procesos pueden remodelar el relieve afectado por la repetición de estos procesos a lo largo de un tiempo dado.

¿QUÉ SERVICIOS SE DEJAN DE PRODUCIR CON EL EMPLAZAMIENTO DE UNA ESCOMBRERA?

Algunos de los servicios ambientales que se pueden perder debido al emplazamiento de escombreras son: cambios en el microclima, desforestación y desmonte (pérdida de la capa vegetal), migración de fauna, pérdida de diversidad biológica (flora y fauna), producción de lixiviados y de gases, magnificación de la erosión-sedimentación, cambios en el paisaje, la topografía y morfología, modificación del nivel freático superficial y subterráneo, contaminación del aire, degradación de suelos, entre otras. Naredo (2004) explica que *“la explotación y el uso masivo de la (...) corteza terrestre, hidrosfera, atmósfera, han causado huellas (a cada modelo de utilización de flujos físicos deja una huella territorial diferente) evidentes de deterioro sobre el territorio: reducción de la superficie de bosques (...) e interés paisajístico, avance de la erosión y pérdida de la cubierta vegetal, ocupación de suelos (...) para usos extractivos, urbanos, industriales, implementación de infraestructuras, entre otras”*.

En el caso de la utilización del espacio en actividades mineras produce huellas territoriales-ecológicas en el uso del suelo, distribución del agua, cambios en niveles freáticos e incidencia en el microclima. Rodríguez y Acero (2006) también mencionan que *“los diferentes contaminantes, las fuentes de contaminación y los impactos ambientales producidos por (...) las minero-metalúrgicas (afectan) dos elementos o ciclos que los relaciona entre sí: ciclo hidrológico y movimientos de masas de aire. (...) en el ciclo hidrológico está incluido el movimiento de las masas de aire que son las que transportan las nubes, los gases, los aerosoles y las partículas sólidas existentes en la atmósfera. (...) De los dos elementos el más importante es el ciclo hidrológico debido a que el agua es el disolvente universal y el principal elemento transportador de los contaminantes en el planeta. El agua transporta los diferentes contaminantes en suspensión y en disolución. (...) Las precipitaciones*

favorecen el transporte gran cantidad de sedimentos en suspensión mediante la esorrentía escurrimiento superficial. En las zonas donde el impacto sobre el suelo debido a la deforestación es importante, la magnitud de estos sedimentos en suspensión puede ser considerable”.

CAPÍTULO III

ELABORACIÓN DE LA PROPUESTA DE CAMBIO DE LABOREO A CIELO ABIERTO, DE UN PROGRAMA POR OBJETIVOS A UNO POR COMPETENCIAS

PASOS PARA LA ELABORACIÓN DE LA PROPUESTA

Anterior al esbozo de una propuesta sobre un programa que contenga elementos de la enseñanza por competencias, se pretende presentar en el siguiente esquema, un resumen de cuáles son los elementos que se deben considerar al momento de plantear un programa de estudios por competencias (Figura 20).

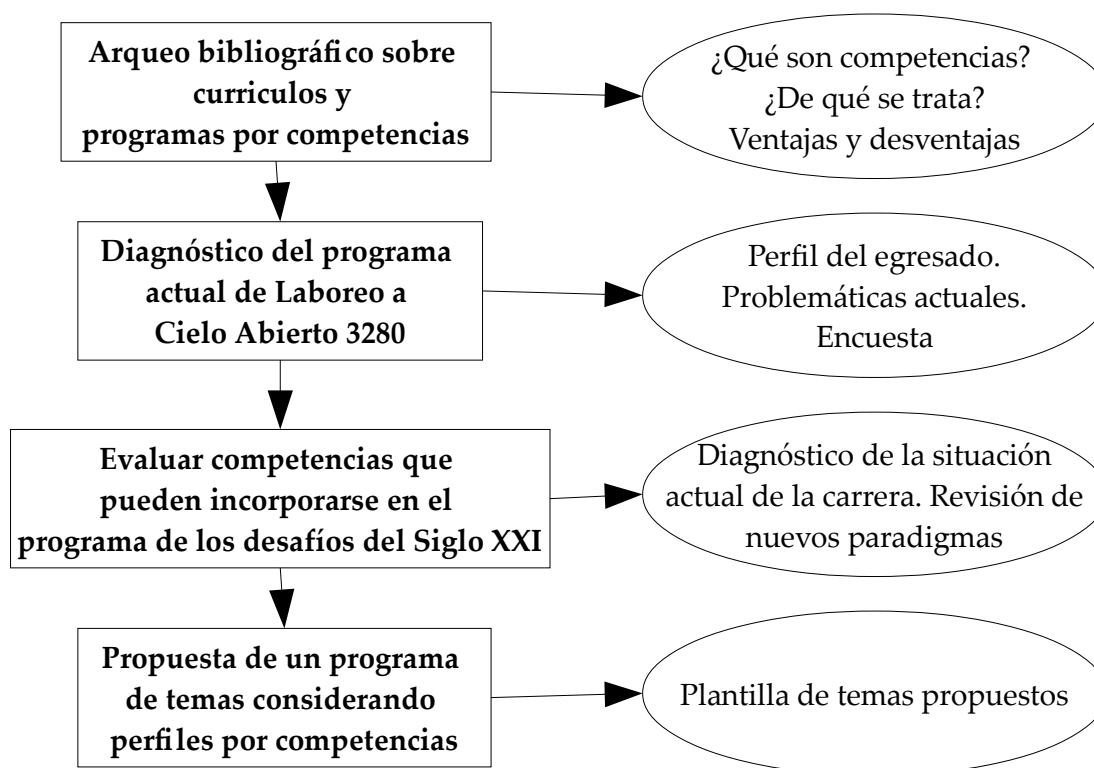


Figura 20: Elementos a considerar al plantear un programa de estudios por competencias.

Fuente: Elaboración propia.

De la investigación bibliográfica, el ordenamiento metodológico propuesto por Gómez (2007) es aquel que se considera más propicio al modelo que se quiere sugerir, debido a que es relativamente sencillo de implementar y con aquel donde se pudiera medir sus resultados en un período escolar establecido. En el siguiente Cuadro 4 se muestra resumidamente los elementos que conforman el proceso metodológico y sus elementos de gestión en el diseño de un programa de educación por competencias.

Cuadro 3: Elementos del proceso metodológico y elementos en el diseño de programas por competencias.

Proceso.	Elementos de gestión.
Evaluar el contexto.	Contexto país. ¿A quién va dirigido? ¿Quiénes participan en estos cursos?
Identificar las competencias.	¿Qué se busca? Elementos que componen las competencias.
Criterios de desempeño por competencias.	¿Qué competencias se requieren?
Diseño de estrategias para el aprendizaje.	Actividades.
Recursos disponibles.	Recursos didácticos. Laboratorios. Bibliotecas. Medios digitales. Repositorios. Personal requerido.
Sistemas de evaluación.	Métodos de evaluaciones. Medición de progresos.

Fuente: Modificado de Gómez (2007).

PREGUNTAS DE LA ENCUESTA

Para conocer las apreciaciones de los usuarios del programa LCA 3280 se plantean sendas encuestas dirigidas a estudiantes de la carrera de Ingeniería de Minas que hayan cursado Minería de Campo 3230 (MC 3230) que es la práctica profesional en el Departamento de Minas y a los profesionales egresados de la carrera que se encuentren o hayan ejercido en alguna etapa de su vida profesional. A continuación se desarrollan las preguntas que han aplicado a voluntarios pertenecientes a ambos grupos de interés en este trabajo.

ENCUESTA 1:

DIRIGIDA A ESTUDIANTES DE PREGRADO. REQUISITO QUE HAYA HECHO PASANTÍAS EN LA MODALIDAD MINERÍA DE CAMPO 3230 (MC 3230).

PREGUNTAS ABIERTAS Y CERRADAS

1) ¿Conoce el programa de la Asignatura LCA 3280?

- Si
- No
- NS/NR

2) De los temas de la Asignatura LCA 3280, ¿Cuál le parece más pertinente?

- Métodos de Explotación de Yacimientos a Cielo Abierto
- Diseño de Minas a Cielo Abierto
- Voladuras a Cielo Abierto
- Control en Minería

- Métodos para el Cálculo de Reservas de un Yacimiento

3) ¿Cuál de los temas de la Asignatura LCA 3280 considera usted le ha proporcionado más herramientas para resolver problemas en campo?

- Diseño de Minas a Cielo Abierto
- Control en Minería
- Voladuras a Cielo Abierto
- Métodos para el Cálculo de Reservas de un Yacimiento
- Planificación y Desarrollo de Minas a Cielo Abierto

4) Su trabajo de Minería de Campo 3230 tuvo relación en su mayor tiempo con alguna de estas áreas:

- Planificación Minera
- Perforación y Voladura
- Operaciones Auxiliares
- Producción y/o Operaciones Unitarias
- Planta de Beneficio Mineral

5) La unidad productiva minera donde realizó sus pasantías es del rubro

- Metálico
- No Metálico

6) Con un número catalogue cuál de los siguientes temas considera empleó más herramientas en su trabajo de campo (1 nada, 2 poco, 3 regular, 4 bastante, 5 mucho)

- Criterios para el Diseño de Minas a Cielo Abierto
- Índices Clave de Producción/Desempeño
- Problemas ambientales asociados a Explotaciones a Cielo Abierto
- Método para el Cálculo de Reservas en Yacimientos a Cielo Abierto
- Criterios para el Diseño de Voladuras a Cielo Abierto
- Diseño de vías de acarreo
- Cálculos para selección de equipos

7) Del contenido de la Asignatura LCA 3280, opine cuál es el porcentaje de pertinencia de sus temas en general

- 100 %
- 80 %
- 60 %
- 40 %
- 20 %

8) Del temario vigente de la Asignatura LCA3280 ¿Cuál de los siguientes temas considera con mayor pertinencia para la realización de MC3230?

- Criterios para el Diseño de Minas a Cielo Abierto
- Índices Clave de Producción/Desempeño
- Problemas ambientales asociados a Explotaciones a Cielo Abierto
- Método para el Cálculo de Reservas en Yacimientos a Cielo Abierto
- Criterios para el Diseño de Voladuras a Cielo Abierto
- Diseño de vías de acarreo
- Cálculos para selección de equipos
- Otro. Explique

9) Sobre las actividades prácticas de la Asignatura LCA3280, ¿Usted cree que son pertinentes?

- Si
- No
- NS/NR⁴⁷

10) Sobre las horas de actividades prácticas de la Asignatura LCA3280, ¿Usted cree que son suficientes?

- Si. Explique por qué
- No. Explique por qué.

ENCUESTA 2:

DIRIGIDA A EGRESADOS DE LA CARRERA DE INGENIERÍA DE MINAS. REQUISITO QUE HAYA TRABAJADO EN UNA MINA A CIELO ABIERTO POR UN TIEMPO MÍNIMO DE UN AÑO. PREGUNTAS ABIERTAS Y CERRADAS

1) ¿Conoce el programa de la Asignatura LCA3280?

- Si
- No
- NS/NR

2) De las herramientas adquiridas en la Asignatura LCA3280, ¿Cuál considera usted es la más importante? Explique.

3) Del temario vigente de la Asignatura LCA3280 ¿Cuál de los siguientes temas considera con mayor pertinencia para la realización de su trabajo?

- Criterios para el Diseño de Minas a Cielo Abierto
- Índices Clave de Producción/Desempeño
- Minería del Carbón a cielo abierto

47 NS/NR: no sabe/no responde.

- Método para el Cálculo de Reservas en Yacimientos a Cielo Abierto
- Criterios para el Diseño de Voladuras a Cielo Abierto
- Diseño de vías de acarreo
- Cálculos para selección de equipos
- Otro. Explique

4) Con un número catalogue cuál de los siguientes temas considera usted emplea más herramientas en su trabajo (1 nada, 2 poco, 3 regular, 4 bastante, 5 mucho)

- Criterios para el Diseño de Minas a Cielo Abierto
- Índices Clave de Producción/Desempeño
- Problemas ambientales asociados a Explotaciones a Cielo Abierto
- Método para el Cálculo de Reservas en Yacimientos a Cielo Abierto
- Criterios para el Diseño de Voladuras a Cielo Abierto
- Diseño de vías de acarreo
- Cálculos para selección de equipos
- Minería del Carbón a Cielo Abierto

5) ¿Su trabajo en Minería tiene o tuvo relación con alguna de estas áreas?

- Planificación Minera
- Perforación y Voladura
- Operaciones Auxiliares
- Producción y/o Operaciones Unitarias
- Planta de Beneficio Mineral

6) En su trabajo en Mina, ¿Ha empleado alguno de estos criterios, herramientas o técnicas? Puede seleccionar más de uno.

- Índices Clave de Producción
- Comparativos Producción Real vs. Planificado
- Control de Costos
- Cálculo de Reservas Minerales
- Planificación de Secuencias de Explotación
- Uso de Herramientas Informáticas
- Elaboración de Programas de Producción

7) En su criterio, ¿Usted considera que debe incorporarse al programa de la Asignatura LCA3280 alguno de estos criterios, herramientas o técnicas? Puede seleccionar más de uno.

- Índices Clave de Producción
- Comparativos Producción Real vs. Planificado

- Control de Costos
- Cálculo de Reservas Minerales
- Planificación de Secuencias de Explotación
- Uso de Herramientas Informáticas
- Elaboración de Programas de Producción

RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE LA ENCUESTA

Encuesta 1: Instrumento aplicado a la población estudiantil

La población a quienes se le aplicó el instrumento se corresponde a seis estudiantes de la carrera de Ingeniería de Minas, ubicados en el séptimo semestre, que han realizado en una unidad productiva minera a cielo abierto la pasantía industrial obligatoria: MC 3230. La mayoría de los encuestados expresa conocer el programa de LCA 3280 y se estima que la pertinencia del programa está entre un 60 y 80 %. La mayoría de las prácticas profesionales de los estudiantes del Departamento de Minas se han llevado a cabo en unidades productivas de rubros minerales no metálicos.

Hay una heterogeneidad en las experiencias de pasantías, sin embargo los encuestados manifiestan que las temáticas más empleadas en sus trabajos de prácticas profesionales fueron: Diseño de Minas a Cielo Abierto (criterios de planificación y diseño de minas); Control en Minería (Índices Claves de Producción-KPI) aplicados en planta, operaciones de producción y mantenimiento; Planificación de Minas a Cielo Abierto. Por otro lado, los estudiantes coinciden en sus opiniones al decir que los temas de: Métodos de Explotación de Yacimientos Superficiales, Diseño de Minas a Cielo Abierto y Control en Minería, aquellos temas con mayor aplicación en las minas donde hicieron sus pasantías. Esta parte proporciona idea de cuáles son los requerimientos operacionales de las unidades productivas “en tiempo real” y se constituyen como valiosos aportes para el reconocimiento de potenciales líneas de investigación.

Se sondea la opinión de los estudiantes con respecto a temáticas pertinentes y su peso (preguntas 7 y 8), que se han venido incluyendo en las clases de LCA 3280 y que utilizaron en sus pasantías, las cuales son: aplicaciones de Planificación Minera, estudio de Operaciones Unitarias, Operaciones Unitarias en Plantas de Beneficio Mineral, Problemas Ambientales

asociados a las prácticas operativas (indirectamente relacionadas con las Operaciones Auxiliares), Diseño y Construcción de Vías de Acarreo, Cálculo para la Selección de Equipos para Minería a Cielo Abierto. Hay que considerar que algunos de los temas que se han expresado son parte de otras asignaturas, pero será necesario que se incluyan en los cambios que requiere el pensum de la carrera de Ingeniería de Minas.

En cuanto a las prácticas, la mayoría de los estudiantes considera importantes y pertinentes las clases de práctica, siendo esta actividad acogida con beneplácito y dada como un hecho (aunque el programa no lo exprese tácitamente como se explicará en la sección del diagnóstico de LCA). En sus opiniones, estas clases requieren incluir el uso de las herramientas informáticas y programas especializados. Es perentorio decir que para que esta actividad sea realidad, el Laboratorio de Simulación Minera debe equiparse y que se tenga en cuenta efectuar renovación de los equipos periódicamente (estimado entre dos y tres años) debido a la obsolescencia tecnológica y a las exigencias de *hardware* de los *softwares* que se emplean en la enseñanza de LCA 3280.

Encuesta 2: Instrumento aplicado a egresados que ejercen o han ejercido la profesión

La encuesta aplicada a los egresados (tres voluntarios), puede que se constituya en el termómetro de medición de las necesidades de conocimientos y habilidades que se demandan en todos los ámbitos del mundo laboral. Este instrumento debe revisarse periódicamente de forma crítica y dirigida a las verdaderas necesidades nacionales.

Los egresados expresan conocer el programa de LCA3280. Responden que las temáticas más importantes son las relativas al Desarrollo de Minas a Cielo Abierto, Diseño de Minas, Perforación y Voladura, entre otras. En las preguntas de tópicos de mayor pertinencia y que emplea con más frecuencia en sus trabajos, esgrimen que la mayoría de los contenidos solicitados en la pregunta, a excepción del tema de Minería del Carbón por ser excesivamente específico. En estas preguntas no se han incluido los contenidos de Transporte en Camiones y Transporte en Ferrocarril, puesto que ya se han estudiado en otras asignaturas o en el contexto actual venezolano ya han perdido vigencia.

Por otra parte, los egresados han manifestado que emplean parte de las herramientas,

conocimientos y destrezas que han aprendido en las clases de LCA 3280 en sus empleos o lo han usado en sus propios negocios. Algunos de ellos han pasado por diversas experiencias de trabajo que van desde la industria, empresas propias, consultoría, entre otras. Han reflejado que LCA 3280 es una asignatura de gran importancia en el ejercicio profesional, por lo que es muy pertinente su revisión y actualización en pro de las mejoras del sector del ejercicio profesional de la minería.

Como parte de las diversas interrogantes que se generan en esta investigación, sobre cuáles deben ser los límites y el alcance de los cambios, se les invita a los colegas a exponer sus consideraciones sobre la pertinencia de abarcar algunas temáticas, bien sea en LCA 3280 o en el pensum en general. En este sentido han expresado que dos de ellas son: el Control de Costos en Minería y el Uso de las Herramientas Informáticas (propios en el ejercicio profesional y que se manejan en la resolución de las problemáticas propias de los trabajos mineros a cielo abierto). Este cuestionamiento puede emplearse no solo para la actualización del programa, sino como posible nicho de necesidades de conocimiento, para la oferta académica de Cursos de Extensión Profesional, diseño de Diplomados especializados y la concreción de Cursos de Posgrado, las cuales son exigencias sentidas de los profesionales en Ingeniería de Minas.

Los resultados obtenidos en esta encuesta no abarcan la mayoría de las opiniones, por lo que será necesario al momento de la revisión del programa y del pensum, ampliar el alcance de estos instrumentos a toda la población afectada por el cambio curricular.

DIAGNÓSTICO REFLEXIVO DEL ESTADO ACTUAL DEL PROGRAMA POR OBJETIVOS DE LA ASIGNATURA LABOREO A CIELO ABIERTO, LCA (3280)

El programa de la Asignatura LCA código 3280 está ubicada en el séptimo semestre de la Carrera de Ingeniería de Minas en la Universidad Central de Venezuela. Este programa se encuentra vigente desde el año 1996 (Ver Anexo 2). En aquel contexto histórico, la Asignatura LCA tal y como se estructuró temáticamente resultó pertinente, cambiando la situación en el nuevo escenario actual del nuevo siglo que comienza. El Siglo XXI tendrá múltiples y

variados retos cognitivos-tecnológicos difíciles de afrontar, por lo que requerirá de un Pensum y programas de las asignaturas más flexibles y adaptativos a estos desafíos.

Por otro lado, el contexto de LCA 3280 dentro del pensum de la carrera de Ingeniería de Minas se puede observar en la Figura 22, siendo los prerrequisitos: Perforación y Voladura de Rocas Código 3213 y Operaciones Mineras Código 3215; y las asignaturas que prela: Minería de Campo Código 3230, Minería y Ambiente Código 3224 y el grupo de electivas referentes a prácticas mineras específicas.

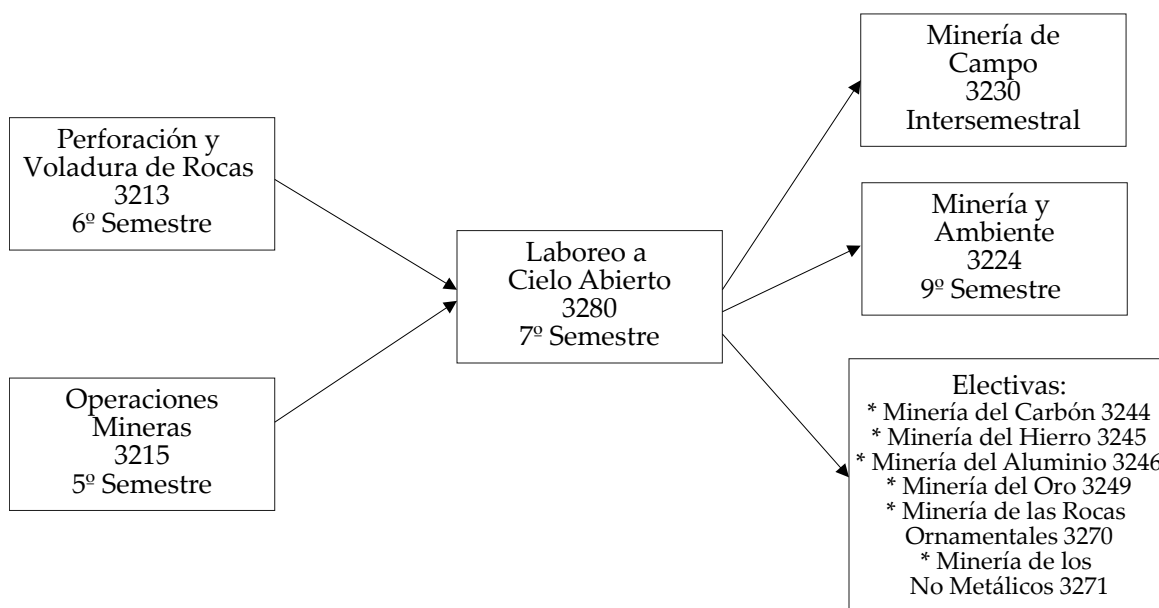


Figura 22: Contexto de prerrequisitos y prelación de la asignatura Laboreo a Cielo Abierto LCA 3280.

Fuente: Elaboración propia.

ESTRUCTURACIÓN DEL PROGRAMA ACADÉMICO DE LCA (3280)

La información contenida en el formato de presentación del programa es el siguiente:

- **Encabezado:** nombre de la Facultad, Escuela, Departamento, nombre de la asignatura, código, número de páginas del programa, requisitos formales, unidades créditos. Número y tipo de horas.
- **Pie de página:** fecha de emisión del programa, número de emisión, períodos de vigencia del programa, último período de vigencia, profesor de la asignatura, nombre del jefe de Departamento, Director de la Escuela, fecha de aprobación del Consejo de Escuela, fecha de aprobación por el Consejo de Facultad.
- **Cuerpo del programa:**
 - **Nombre de la asignatura.** Es el nombre que tiene el curso y que se describe también en el encabezado.

- **Propósito.** Indica cuáles son las visiones a la que se acerca la temática planteada en el curso. Se explica brevemente la finalidad para los profesionales de la Ingeniería de Minas.
- **Objetivos de aprendizaje.** Los objetivos abarcan los temas que se estudiarán en el curso. Con estos se definen cuáles son las valoraciones a las que deben llegar los estudiantes una vez finalizado el curso. Se describen a través de verbos en infinitivos, por lo que se habla de la consecución de objetivos y no de una descripción directa de competencias profesionales a adquirir.
- **Evaluación.** La forma evaluativa se corresponde a aquella descrita en la Ley de Universidades: exámenes parciales algunas veces cambiados por trabajos prácticos y un examen final. No se hace alusión a qué competencias se quieren lograr con estas evaluaciones.
- **Contenidos.** Se corresponden a un listado más detallado de temáticas que se describieron en la sección “Temario”. Describe la clasificación de cómo estarán constituidas las actividades y clases de Teoría y Práctica. En este programa se describen los dos debido a que LCA contiene ambas modalidades de aprendizaje.
- **Requisitos.** Menciona aquellos requisitos formales para la inscripción de LCA. Estas se corresponden a materias o asignaturas que se deben cursar y aprobar antes de poder inscribir LCA.
- **Bibliografía.** Es un listado de libros que se consideran pertinentes para las actividades y temas tratados en LCA.

ANÁLISIS DEL PROGRAMA DE LCA (3280)

a) Propósito: El “Propósito” del programa expresa que *“El ingeniero de minas tiene entre sus funciones la difícil tarea de extraer del subsuelo minerales útiles (...) que, en suficiente concentración, garanticen su explotación comercial”* ... Ciertamente esta afirmación no carece en parte de razón, más los profesionales de la Ingeniería de Minas (IM) tienen que comenzar a cambiar su propia percepción de su rol en el aprovechamiento de los “escasos” recursos minerales si queremos mirar los nuevos desafíos, a diferencia de lo expuesto en el texto sobre la “explotación comercial” de los minerales que es contrario a los conceptos de Desarrollo Sustentable y de Aprovechamiento Racional de Yacimientos Mineros, se puede comenzar a referirse como justamente como “aprovechamiento” o “encadenamiento comercial”. El cambio conceptual de “explotación” muy del discurso “desarrollista” de la década de los 90 del siglo XX, puede hacerse considerando los desafíos y complejidades propias de la minería a cielo abierto a la luz de los nuevos paradigmas de la sustentabilidad y sostenibilidad.

Por otro lado, el texto del “Propósito” de la asignatura, expresa que *“Esta asignatura suministrará al estudiante los conocimientos necesarios para seleccionar, planificar y desarrollar el método de explotación superficial que mejor se adapte a cada yacimiento”*, sin embargo, al evaluar someramente la estructura de los temas de este programa hay un cierto énfasis en algunos métodos de extracción de minerales a cielo abierto que no están presentes en Venezuela, por lo que se presume que la necesidad de aprendizaje de aquel momento fue la de fomentar la orientación del aprendizaje de los estudiantes hacia unidades de producción minera enfocadas a la llamada “Gran Minería”, aquella generalizada en las grandes explotaciones mineras: oro, hierro, bauxita, carbón y níquel. De hecho, siempre existió la discriminación y un sesgo aparente-preferente hacia la formación en esas áreas, diferentes a la minería de los no metálicos. Esto puede verse en la orientación preferente en los informes de pasantías de Minería de Campo MC código 3230, en los años de definitiva vigencia del programa por objetivos de LCA.

Otro aspecto resaltante en los paradigmas que acompañan este programa (LCA), es el hecho de que se menciona *“(…) el método que mejor se adapte a cada yacimiento”* y que a lo largo de su desarrollo, solo se ajuste en nuevas minas y que no incluya también la necesidad de replantar alguna de ellas en nuevos modos de extracción, ni considera el enfoque integrado de métodos, ni abre la posibilidad de proponer métodos adaptados a los problemas venezolanos.

b) Objetivos del Aprendizaje: Los objetivos están enfocados por temáticas. Las temáticas responden a unas “necesidades” de aprendizaje muy específicas. Algunas de ellas no están identificadas con las necesidades nacionales actuales.

b.1) Objetivo Tema 1: Métodos de explotación de yacimientos superficiales.

En este objetivo se observan dos verbos infinitivos: “diferenciar” y “seleccionar” aplicados a los yacimientos mineros superficiales.

“Objetivo General:

El estudiante podrá diferenciar y seleccionar adecuadamente el método de explotación que mejor se adapte a las características de un yacimiento en particular.

Objetivos Específicos:

El alumno será capaz de:

1. *Conocer la clasificación de los yacimientos de acuerdo a su morfología.*
2. *Conocer la clasificación de los métodos de explotación a cielo abierto.*
3. *Designar como se desarrolla cada uno de los métodos de explotación a cielo abierto.*

Las competencias de los objetivos específicos hablan de los verbos de “conocer” y “designar”. Para “conocer” los yacimientos se debe contar con los conocimientos sobre los tipos y morfologías de los mismos, pues la geología es el conjunto de información con mayor importancia a la hora de escoger e implementar algún método de explotación-extracción. Por otra parte, en el “conocer” la clasificación de los métodos de explotación a cielo abierto, depende el enfoque en el que esté inmersa dicha clasificación. En investigaciones posteriores para la preparación de los materiales de clases dejaron en claro, en experiencia de la autora de este trabajo, que existen más de una, al referirse sobre las clasificaciones de métodos de aprovechamiento de minería a cielo abierto (la norteamericana, SME y la española, expuesta por Herrera (2006)). Esta información es clave, debido a que no existe un consenso establecido sobre cuál es la forma más adecuada para hacer una clasificación venezolana. Cada enfoque tiene su propio establecimiento de características según las necesidades regionales. En el caso de “designar” el programa se refiere a cómo se desarrollan los métodos de explotación a cielo abierto, pero lo que no queda claro en base a cuál clasificación se haría o harían las designaciones, puesto que Venezuela carece de alguna propia.

b.2) Objetivo Tema 2: Diseño de minas a Cielo Abierto.

En este objetivo se distinguen cuatro verbos infinitivos: “conocer”, “aplicar”, “definir” y “diseñar”, esta vez atribuidos a los parámetros técnicos considerados en una excavación a cielo abierto.

“Objetivo General:

El alumno podrá conocer y aplicar las técnicas necesarias para definir el límite de explotación de un yacimiento, así como diseñar la geometría de la excavación.

Objetivos Específicos:

El alumno será capaz de:

1. *Conocer cuales son los elementos claves que intervienen en el estudio del diseño de mina.*
2. *Establecer la interrelación entre los elementos clave del diseño.*
3. *Fijar los límites de explotación del yacimiento en desarrollo.”*

Las competencias en los propósitos parecen estar bien identificados, en el sentido de “conocer y aplicar” para “definir y diseñar”. Para ello los objetivos específicos se basan en unos “elementos claves” del diseño minero, por lo que el programa propone los verbos: “conocer”, “establecer” y “fijar”.

En esta sección no están claramente establecidas las competencias, bien sea adquiridas o por adquirir. De forma indirecta, se puede deducir que se trataran de aquellas que le permitan integrar los conocimientos técnicos y geológicos necesarios para identificar los elementos clave para establecer un diseño minero apropiado para un yacimiento en particular.

b.3) Objetivo Tema 3: Planificación y Desarrollo de Minas a Cielo Abierto.

En el Tema 3 se introduce a una temática propia de la Economía Minera. En este punto, los estudiantes de LCA no tienen las competencias que se requieren para abordar estos conceptos, puesto que la asignatura Economía y Legislación Minera ELM código 3209 se encuentra ubicado en el pensum de estudios en el siguiente semestre (LCA se encuentra en el séptimo período, mientras que ELM está en el octavo).

“Objetivos Generales:

La unidad le permitirá al estudiante conocer como se desarrolla la secuencia de actividades de la explotación superficial, y aplicarla al diseño particular de cada yacimiento.

Objetivos Específicos:

El alumno será capaz de:

1. *Elaborar un cuadro económico comparativo de las diferentes alternativas de inversión.*
2. *Analizar el comportamiento de los parámetros económicos de selección.*
3. *Decidir cuál es la mejor inversión.”*

Debido a este detalle, muy poco se puede profundizar en las temáticas técnico-económicas relativas a la planificación minera: punto de equilibrio, Método del Cono Flotante, Método de Lerchs y Grossman, modelo de bloques, relación de remoción y ratio límite, tenor límite, *cut off*, entre otras. Probablemente, hubiese sido más saludable, establecer este objetivo como

introducción a las relaciones naturales entre las variables geológicas, técnicas y económicas. Los verbos de los objetivos específicos contemplan: “elaborar” un cuadro económico, “analizar” y “decidir” sobre alternativas económicas de posibilidades de configuraciones geométricas en extracciones mineras. Sin embargo, si el estudiante carece de los conocimientos o herramientas previas que le permita hacer un análisis de este tipo, puede resultarle confuso y engorroso. En todo caso, puede reforzarse el tema con la utilización de herramientas informáticas y *software* minero especializados y libres como: *RecMin* y *SGems*, que permitan conocer sus bondades, alcances y su relación con los criterios técnico-económicos que intervienen en la Planificación Minera.

b.4) Objetivo Tema 4: Minería del Carbón a Cielo Abierto.

La sección siguiente sobre Minería del Carbón, tiene como objetivos “obtener” conocimientos sobre las metodologías para la extracción de yacimientos carboníferos a cielo abierto.

“Objetivos Generales:

Al final del curso el alumno habrá obtenido los conocimientos básicos en cuanto a la metodología empleada de ordinario en la explotación de yacimientos carboníferos a cielo abierto.

Objetivos Específicos:

El alumno será capaz de:

- 1. Distinguir los diferentes métodos de explotación.*
- 2. Recomendar la aplicación del método apropiado según lo indique los factores de selección.*
- 3. Destacar las bondades operacionales del equipo de carga y transporte acorde al método escogido.”*

En Venezuela, los yacimientos carboníferos han sufrido diversos procesos tectónicos que los diferencian grandemente de todos los modelos conocidos de este tipo de yacimientos. En consideraciones de la autora de este trabajo, este tema pudo haber tenido una connotación de “conocimiento general”, pero al no abarcar la totalidad de las modalidades de extracción a cielo abierto, su cometido no parece estar claro en el contexto venezolano.

b.5) Objetivo Tema 5: Cálculo de Reservas de un Yacimiento Minero.

El término “Reservas” es un concepto de gran importancia para la minería, pero que a la vez debe tratarse con cuidado pues su significación es profundamente económico y de su certeza

y veracidad depende la vida de la mina. En este tema, se pretende que el estudiante sea capaz de “cubicar” reservas minerales. Para el abordaje de este objetivo, los estudiantes deberían tener conocimientos de la asignatura Evaluación de Yacimientos (EY) código 3235 ubicada un semestre posterior a este curso de LCA. La práctica ha señalado que esta falta de información puede ser determinante, pues, diferentes métodos se emplean para también distintos yacimientos.

“Objetivo General:

Permitir que el alumno al final del curso sea capaz de cubicar las reservas de mineral de un yacimiento.

Objetivos Específicos:

El alumno será capaz de:

- 1. Definir conceptualmente como pueden ser clasificadas las reservas de un yacimiento mineral.*
- 2. Conocer los diferentes métodos de cálculo y desarrollar su aplicación práctica.”*

El tema es abordado someramente en los objetivos específicos del programa, pues se trata de “definir” conceptos y de “conocer” método de cálculo. Esta deficiencia puede solventarse con clases de práctica con modelos de yacimientos a modo de ejemplo, que permitan la intervención y análisis de las opciones aprendidas para tomar decisiones. Conjuntamente, es conveniente incorporar el uso de un *software* minero especializado para la aplicación de las herramientas.

b.6) Objetivo Tema 6: Voladuras a Cielo Abierto.

Este tema sobre voladuras específicamente para cielo abierto, contempla solamente, aquellas voladuras de bancos. En extracciones a cielo abierto puede existir una amplia gama de variantes en los parámetros empleados en cálculos para voladuras. La implicación práctica de este objetivo es la “integración de variables significativas y procedimientos prácticos” en voladuras a cielo abierto, visto desde la producción y no desde la planificación.

“Objetivo General:

Al final del curso el alumno será capaz de integrar los principios básicos, las variables significativas y los procedimientos prácticos aplicables en la voladura de bancos.

Objetivos Específicos:

El alumno será capaz de:

1. *Definir las propiedades comparativas de los explosivos.*
2. *Conocer los tipos de explosivos usados comúnmente en la voladura de bancos.*
3. *Distinguir los métodos de carga de barrenos.*
4. *Evaluar los parámetros que rigen al éxito de la voladura.*
5. *Diseñar los patrones de voladura.”*

Se constituye en un tema de repaso de aquello visto en la asignatura Perforación y Voladura de Rocas (PVR) código 3213, pues los objetivos específicos contienen verbos como: “definir”, “conocer”, “distinguir”, “evaluar” parámetros y “diseñar” patrones.

Esta visión puede ampliarse, debido a que las competencias que requiere el profesional de Ingeniería de Minas deben ir más allá de la producción, puesta que previo a todas estas actividades, deben realizarse planificaciones que garanticen el éxito de las operaciones.

b.7) Objetivo Tema 7: Transporte en Camiones.

El acarreo con camiones es una modalidad muy común en minería, pero no es la única. Ciertamente, el transporte con camiones es una las formas más costosas de trasladar material útil y estéril de un punto a otro de la mina.

“Objetivo General:

Al final del curso el alumno será capaz de llevar a cabo un análisis de la conveniencia del empleo de camiones en la mina y establecer cual puede ser la mejor combinación pala-camión resultante.

Objetivos Específicos:

El alumno será capaz de:

1. *Definir los principios básicos de estimación de producción en camiones.*
2. *Conocer los diferentes tipos de unidades de acarreo y seleccionar entre diferentes combinaciones pala-camión cual es la más conveniente operacional y económicamente.”*

En este tema se pretende que los estudiantes hagan “análisis” de la conveniencia del uso de camiones en una mina, justamente una visualización limitada de todas las opciones disponibles en el mundo minero. En consideraciones de la autora, este objetivo no permite el estudio de otras alternativas a la luz de todos los inconvenientes surgidos por el cambio climático, el uso eficiente de la energía, mantenimiento de vías y canalización de aguas de

mina. Los objetivos específicos de “definir” principios de estimación y “conocer” diferentes tipos de unidades de acarreo, además de “seleccionar” la combinación pala-camión más conveniente, son temáticas aprendidas en la asignatura Operaciones Mineras (OM) código 3215, prelación de LCA.

b.8) Objetivo Tema 8: Transporte en Locomotoras.

“Objetivo General

El alumno será capaz de llevar a cabo un estudio de la factibilidad del empleo de locomotoras en la mina.

Objetivos Específicos:

El alumno será capaz de:

- 1. Conocer la función básica del equipo en la mina y las condiciones físicas que limiten su aplicación.*
- 2. Analizar la física del movimiento de acuerdo a las condiciones existentes en la mina que afecten la productividad.*
- 3. Seleccionar el equipo más adecuado previo análisis de costo y recomendar su utilización por comparación con otros métodos de transporte.”*

Aparte del objetivo 4, este tema 8 responde a una necesidad muy puntual de un yacimiento minero. La única explotación venezolana que emplea en su acarreo del material hasta planta es la empresa Ferrominera Orinoco, mina de hierro ubicada en Ciudad Piar. Durante la época de inicio de las explotaciones de carbón del estado Zulia, se planteó la construcción de una vía férrea para el traslado del material a los puertos de embarque. Este proyecto no se ha comenzado a construir a la fecha, por lo que este tema que tuvo su relevancia en la década de los noventa del siglo pasado, lo carece en este momento.

El objetivo de este tema es que el estudiante sea capaz de llevar a cabo un estudio de factibilidad (se presume sea desde el punto de vista técnico) para empleo de locomotoras en una mina.

b.9) Objetivo Tema 9: Control en Minería.

Uno de los temas con mayor importancia en este curso es justamente el tema 9, sobre el Control en Minería. En la última década se ha dado mucha difusión a la investigación sobre

los Índices Claves de Producción o *KPI* por sus siglas en inglés, debido a su indiscutible influencia en los costos operativos.

“Objetivo General:

Al final del curso el alumno será capaz de conocer como se maneja la información requerida para establecer un control adecuado y completo de una operación minera de explotación a cielo abierto.

Objetivo Específico:

El alumno será capaz de:

- 1. Conocer los distintos tipos de control usados comúnmente en una operación minera.*
- 2. Establecer los parámetros de control que definen una situación en particular.*
- 3. Detectar las diferencias y desviaciones importantes que permitan introducir los correctivos necesarios.”*

El objetivo general de este tema es “conocer” cómo se maneja la información requerida para “establecer” un control adecuado. Los objetivos específicos en este objetivo de aprendizaje son “conocer” los diferentes tipos de control, “establecer” parámetros de control y “detectar” diferencias y desviaciones. Básicamente, se pretende que el estudiante pueda percibir e identificar los *KPI* propios de una extracción minera. En general, se puede decir que existen temas en el programa vigente de LCA que han perdido vigencia en los contextos actuales. En la siguiente parte, se intentará a la luz de las necesidades actuales en Venezuela, exponer una propuesta para el cambio del programa de LCA de objetivos a competencias.

c) Evaluación.

La modalidad evaluación propuesta en el programa vigente de LCA es mediante la aplicación de exámenes. Como es una asignatura con práctica se cambia algunas evaluaciones a exámenes con trabajos prácticos. Al final, se aplica un examen final. Todo ello dentro del marco de la Ley de Universidades.

Últimamente, se ha comenzado a cambiar informalmente el esfuerzo y finalidad de los exámenes. Tradicionalmente, el examen es una modalidad de evaluación que permite corroborar la repetición de conceptos, lo cual a la luz de las nuevas tendencias de aprendizaje y a los propósitos que deben perseguirse con un curso de gran importancia como LCA, deben

mejorarse y ampliarse para garantizar el desarrollo de las competencias que se requieren en un profesional de la Ingeniería de Minas.

d) Contenido. Análisis del temario propuesto por el programa vigente de LCA 3280-1995.

En esta sección se hace la explicación desglosada de los contenidos a ser estudiado en los objetivos temáticos planteados (en el programa página 5, ver Anexo 2). Una primera parte corresponde a la teoría y la segunda muy corta a la práctica. Las clases teóricas se proponen se hagan con exposiciones “del profesor de cada uno de los nueve (9) temas”, actividades de participación de los estudiantes y consultas éstos con los tópicos relativos a los problemas formulados a modo de práctica. La parte pertinente a la práctica se programan como sesiones hechas por el mismo profesor de la asignatura, a través de ejercicios propuestos (a discreción de éste) e “inspirados en situaciones reales”, con cuya última afirmación se deduce que el profesor debe cumplir con un perfil de “experiencias” que le permita discernir sobre cuáles son aquellas “situaciones reales comunes” a las que se refiere el programa vigente de LCA.

Para el desarrollo de las clases teóricas, se muestra un temario desglosado que expone los contenidos que han de abordarse por objetivo temático del programa de LCA, se analiza a continuación:

d.1) Métodos de explotación de yacimientos.

En los métodos de “explotación” se indica algunos métodos empleados para trabajar yacimientos con valor económico.

- **Clasificación de yacimientos.** No indica cuál.
- **Factores que determinan la selección del método de explotación.** No explica detalles ni alcances, pero se puede establecer que son relativos al “modo de hacer”. Se presume que este método que menciona es aquél en el que ha estado inmerso “el profesor”.
- **Descripción, limitaciones y problemas ambientales de: minería de placer, minería en bancos, minería de descubierta, métodos especiales.** En esta sección, no hay información precisada sobre la clasificación a la que se hace referencia. Sin embargo, en la sección de bibliografía se recomienda el uso del libro de la SME (*Mining Engineering Handbook*), por lo que se deduce que la clasificación de los métodos a las que se hace referencia es la expuesta en este texto.
- **Minería a cielo abierto versus subterráneo.** Aunque no hay especificación de cuál es el punto o puntos que se quieren observar en esta sección, se estima sea a través de una

comparación de las ventajas y desventajas de los métodos.

d.2) Planificación y arreglo de una mina a cielo abierto.

- **Objetivo de la planificación.** En esta sección se ha pretendido que se pueda abordar las razones por las que se debe admitir la planificación minera o de mina (PDM), con cuál finalidad y rangos de tiempo-visión.
- **Elementos que intervienen en el estudio.** No queda claro a cuál estudio está referido, pero por la temática del objetivo 2, se deduce que se trata de los estudios para realizar PDM.
- **Compilación de la información básica para el diseño de una mina a cielo abierto.** Dado que la planificación de mina está íntimamente relacionada con el diseño de esta mina, se requiere que el profesional de Ingeniería de Minas sea capaz de identificación, mediante un cúmulo de criterios, aquellos que sean pertinentes y aplicables a casos particulares. En la “compilación” se puede entonces considerar todos aquellos aspectos técnicos, económicos, geológicos y tecnológicos que intervienen en la toma de decisiones para el diseño final.
- **Factores claves para la determinación de los límites óptimos de explotación.** En correspondencia con el punto anterior, los “factores” se pueden determinar de la “compilación”. En todo caso, no se hace mención que estos factores clave son casi todos de naturaleza económica, pero que se desarrollan en esta parte del temario.
- **Diseño de mina.** Habla de las configuraciones geométricas de éstos diseños, afectados por condiciones geológicas, económicas y tecnológicas.

d.3) Evaluación de alternativas de inversión de capital.

- **Importancia del tenor límite y la relación escombros mena en la economía del proyecto.** En esta sección se expone el análisis de las relaciones de variables geológicas, técnicas y económicas. Debe plantearse una ampliación de estos criterios del ámbito de los yacimientos metálicos al de los yacimientos no metálicos, debido a que son éstos últimos la mayoría de los casos mineros en el país.
- **Cuadro económico comparativo para: tonelaje fijo de extracción, producción por debajo de la máxima capacidad de la planta de concentración, producción a la máxima capacidad de la planta de concentración.** En este ítem no se describe cuáles serán los ejemplos técnicos-económicos que se concibieron originalmente. Este tipo de problemas es muy difícil de proponer y resolver sin las herramientas previas necesarias, particularmente, este tipo de ejercicios pudiera proponerse para un curso de Laboreo II o como complemento del curso de Economía y Legislación Minera.

d.4) Minería del carbón a Cielo Abierto.

- **Clasificación de los carbones según la ASTM.** En la sección sobre la clasificación de los carbones, se constituye como un aspecto técnico de calidad en el carbón mineral. Esta información permite distribuir por calidad los bloques del yacimiento estudiado.

- **Método de arranque longitudinal.** Se pretende abordar aquellos métodos de explotación empleados en yacimientos de carbón en el mundo, con unas configuraciones morfológicas muy particulares. Muchas de estas situaciones estudiadas no son las ocurrencias geológicas-estructurales planteadas en Venezuela.
 - **Minería en bancos-transversal. Diagonal, método alemán.**
 - **Minería de descubierta-método americano. Método convencional.**
 - **Minería de contorno-método movimiento lateral. Método de explotación en bloques, hundimiento de techo.**
 - **Métodos especiales-aplicación de extractores helicoidales.**
- **Equipos de carga, transporte y auxiliar.** En el estudio mismo de las relaciones morfológicas, geológicas, genéticas, en conjunto con los aspectos técnicos-económicos, la combinación de los equipos mineros requeridos.

d.5) Cálculo de Reservas de un Yacimiento Minero. El cálculo de volúmenes de materiales aprovechables y estériles es una parte de gran importancia en minería. Del cálculo de reservas depende la estimación de los recursos disponibles en el yacimiento para su utilización.

- **Clasificación de reservas.** Constituye el grado de certeza en un estudio técnico minero.
- **Métodos de Cálculo.** Los distintos métodos de cálculo de reservas, campos de aplicación, requerimiento de datos. El método admite aplicar fórmulas para la estimación de los volúmenes de material en un yacimiento minero.
 - **Estimación del volumen ponderado.** Volumen ponderado económico.
 - **Fórmula del prismaide.**
 - **Aplicación de curvas de nivel.**

d.6) Voladuras a Cielo Abierto.

- **Características de una relación explosiva.**
- **Propiedades de los explosivos.** Sus propiedades para que permitan el transporte y almacenamiento.
- **Tipos de explosivos.** Para determinar tipo de explosivo adecuado a un lugar y geología donde se quiera aplicar.
- **Parámetros de voladura.** Constituyen los parámetros necesarios para los diseños de voladuras a cielo abierto.
- **Métodos de carga.**
- **Diseño de una voladura.** Configuración geométrica, disposición y secuencia de salida de los barrenos.
- **Control de daños.** En las paredes de taludes de trabajo y en la generación de sobre tamaños.

- **Voladuras controladas.**

d.7) Transporte en Camiones.

- **Principios básicos en la estimación de la producción.** Uso de los ICP (KPI) para el cálculo de la producción real.
- **Características de los materiales.** Control de la producción con relación a las características de los materiales a ser transportados.
- **Física del movimiento.** Condiciones que pueden afectar la movilidad de los equipos de acarreo: mantenimiento, vialidades, clima, entre otras.
- **Estimación del ciclo de acarreo.** Tiempo de recorrido.
- **Estimación de la producción unitaria.** Estimación real.
- **Análisis comparativo de costos para selección de equipo.**⁴⁸

d.8) Transporte en Locomotoras.

- **Descripción y función básica.**
- **Aplicación general y condiciones físicas que limitan su empleo.**
- **Análisis de la física del movimiento.** Para su uso en el acarreo de material bajo condiciones de largos acarreo.
- **Estimación del ciclo de acarreo.**
- **Tipos de equipos comúnmente empleados.** Corresponde a las tecnologías disponibles en el uso de locomotoras.
- **Selección del equipo-Análisis de costos.**
- **Estimación de producción unitaria.**

d.9) Control de Minería.

- **Objetivos del control.** Para qué se emplea el control en los procesos productivos mineros y relacionados.
- **Tipos de control.** Diferentes tipos de control de procesos implicados en la minería.
- **Concepto de la eficiencia operativa.** Utilización de los ICP (KPI) en las operaciones unitarias de producción en minería a cielo abierto.
 - **Control técnico del mantenimiento.** Utilización de los ICP (KPI) en el control del mantenimiento y uso de los distintos índices en la toma de decisiones.
 - **Disponibilidad mecánica versus rendimiento horario.** Relación condiciones de los equipos y la producción real horaria-turno de trabajo.
 - **Control de costos y consumo.**
 - **Control de leyes.** ICP relativo a la planificación de control de calidad.

48 En el año 1995 puede que no fuera notable el costo de mantenimiento de camiones como equipos de acarreo, pero ya hoy se conoce que el peso que tiene el mantenimiento de éstos equipos en el presupuesto de las minas supera el 50 %.

Práctica.

En esta parte se explica extremadamente breve, en qué consistirán las sesiones de práctica de la asignatura LCA. Se ha propuesto en este programa que sean a partir de los conocimientos adquiridos en las clases teóricas, nuevamente propuestos por el “profesor de la materia” e “inspirados en situaciones reales comunes” que puede enfrentar el profesional de ingeniería de minas.

e) Requisitos.

Como cualquier asignatura de la carrera de Ingeniería de Minas tiene requisitos formales para su inscripción. Aquellas de LCA en el programa vigente son: Perforación y Voladura de Rocas (3213) y Operaciones Mineras (3215). Informalmente, el estudiante para la resolución de los problemas planteados en algunos temas de la asignatura LCA requiere herramientas de: evaluación de yacimientos, mecánica de rocas, economía minera, entre otras. Algunas de las asignaturas que contienen determinados temas de relevancia para LCA se encuentran dentro del pensum en semestres posteriores. Entre estas asignaturas se identifican: Economía y Legislación Minera Código 3209 y Evaluación de Yacimientos Código 3235.

f) Bibliografía.

La bibliografía en un 90 % (6 de 7) está en un idioma extranjero. Solo un libro recomendado en español. No hay revistas técnicas u otra fuente hemerográfica recomendada.

REFLEXIONES QUE PUEDEN CONTRIBUIR AL CAMBIO DEL PROGRAMA DE LCA

En plan de estudios de Ingeniería de Minas la asignatura LCA 3280 aparentemente tiene poca relación entre sus requisitos o prelación y de cuál o cuáles asignaturas, es requisito o prelación posterior. En el caso de las herramientas de las asignaturas de Mecánica de Rocas o Cálculos Geomineros, podrían solventarse solo en aquellos casos en los que los estudiantes hayan inscrito la carga académica del séptimo semestre tal y como se indica en el pensum. En el caso de Minería de Campo parece obvio, pero esta asignatura en ciertas circunstancias no necesariamente es su prelación. Va a depender del sitio donde el estudiantes realizará su pasantía obligatoria, siendo solamente aplicable en los casos de unidades productivas mineras a cielo abierto. Por otro lado, en el contexto país de dificultades de manutención,

transporte, acceso a conexión de internet, adquisición de equipos electrónicos (teléfonos inteligentes, tabletas, computador), rotación profesoral, oferta de asignaturas, entre otros, se constituye en obstáculos del desarrollo metódico del curso de la carrera siguiendo la distribución de asignaturas dispuestas en el pensum para muchos estudiantes, por lo que es posible encontrar algunos alumnos inscritos en asignaturas que se encuentran ubicadas de variados semestres y que no necesariamente completan la información necesaria para la comprensión de la asignatura LCA 3280.

PROPUESTA DE TEMARIO POR COMPETENCIAS PROFESIONALES EN EL CONTEXTO VENEZOLANO

En observación de la sección anterior de un programa de asignatura por objetivos, es deber escrutar sobre qué están referidas las competencias a las que se harán mención seguidamente. Se puede expresar que se observarán dos tipos de competencias en este análisis: didácticas y profesionales.

Sobre esta temática hay bastante información referencial, pero en el contexto del modelo profesional que requiere Venezuela en estas primeras décadas del Siglo XXI, se pretende elaborar una propuesta en función de aquellas competencias que contribuyan a:

- 1 **Aprender a conocer.** Dónde está ubicada la información requerida y cómo hacer uso de ella.
- 2 **Aprender a hacer.** Ser capaz de generar conocimiento, innovar y emprender.
- 3 **Aprender a convivir.** Hacer uso de la inteligencia emocional, capacidad de negociación y habilidad de gestionar grupos de trabajo con éxito.

Por otro lado, es necesario incluir en la propuesta los verbos “potenciar” y “fomentar” debido a que cada estudiante tiene diversos talentos y habilidades, que pueden verse beneficiosas y beneficiadas cuando se adquieren competencias que permitan impulsarlas.

En otro orden de ideas, en sociedades europeas y que se consideran pertinentes en el contexto venezolano, dado los desafíos a los que deberán enfrentarse los egresados de Ingeniería de Minas en el campo profesional, se ha estimado que las competencias claves son:

- **Competencia lingüística:** dialéctica, discurso, redacción, exposición, comunicación.
- **Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología.**

- **Competencia digital:** uso de TIC y de herramientas tecnológicas.
- **Aprender a aprender y aprender a desaprender,** de mucha pertinencia en la realidad país venezolana, debido a que en este cambio se pretende proponer la estimulación del pensamiento creativo y la habilidad de resolver problemas en distintos contextos.
- **Competencias sociales y cívicas:** normas de convivencia y legislación vigente.
- **Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor.** Muy relacionado con aprender a aprender.
- **Conciencia y expresiones culturales (lúdico y estética).**

En el proceso de encontrar elementos pertinentes a la realidad venezolana, se distinguen que el aspecto que puede encontrar mayor dificultad de expresión en la siguiente propuesta será el lúdico, sin que se considere imposible mediante la preparación del profesor de la asignatura la incorporación de actividades que incluyan estas competencias.

A continuación se resume en el Cuadro 5 la relación entre las habilidades-conocimientos y su contribución en la propuesta de cambio del programa de LCA 3280 por competencias, estableciendo un ámbito de aplicación o pertinencia. Se busca que todos los temas puedan potenciar y satisfacer los talentos de los profesores y estudiantes, en contexto y necesidad.

Cuadro 4: Relación competencias-propuesta.

Tipo de competencia	Ámbito de aplicación
Competencia lingüística.	Armar discurso, redactar opiniones, adquirir competencias de exposición.
Competencia digital.	Manejo y uso de <i>software</i> minero. Conocer en qué consisten. Realizar prácticas con el <i>software</i> .
Aprender a aprender.	Estimular a la curiosidad permanente y a la búsqueda de información pertinente y necesaria.
Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor.	Estimular el pensamiento crítico, el emprendimiento e innovación. Reconocimiento de nichos de conocimiento y necesidades de servicios.
Ética de la práctica profesional.	Reflexión sobre ética del ejercicio profesional.

Fuente: Elaboración propia.

Para establecer los cambios que se propondrán, para expresar el cambio de un programa por objetivos a uno por competencias, se habrá que considerar los casos que se pueden identificar:

- Caso en que no se incluyen ni se excluyen temas. Se realizará el cambio partiendo de los temas existentes dentro del programa de la asignatura.
- Inclusión de temáticas. Cambio parcial del programa de la asignatura.
- Cambio total de los temas del programa de la asignatura.

El caso de estudio es sobre un programa (LCA 3280) con cambio de algunos temas y es un cambio parcial, pues algunos temas se mantienen. En la Figura 23 se muestra gráficamente los elementos que se atendieron en el proceso de elaboración de la propuesta de cambio del programa de LCA 3280 de un programa por objetivos a uno por competencias, con actualización de los temas a estudiar.

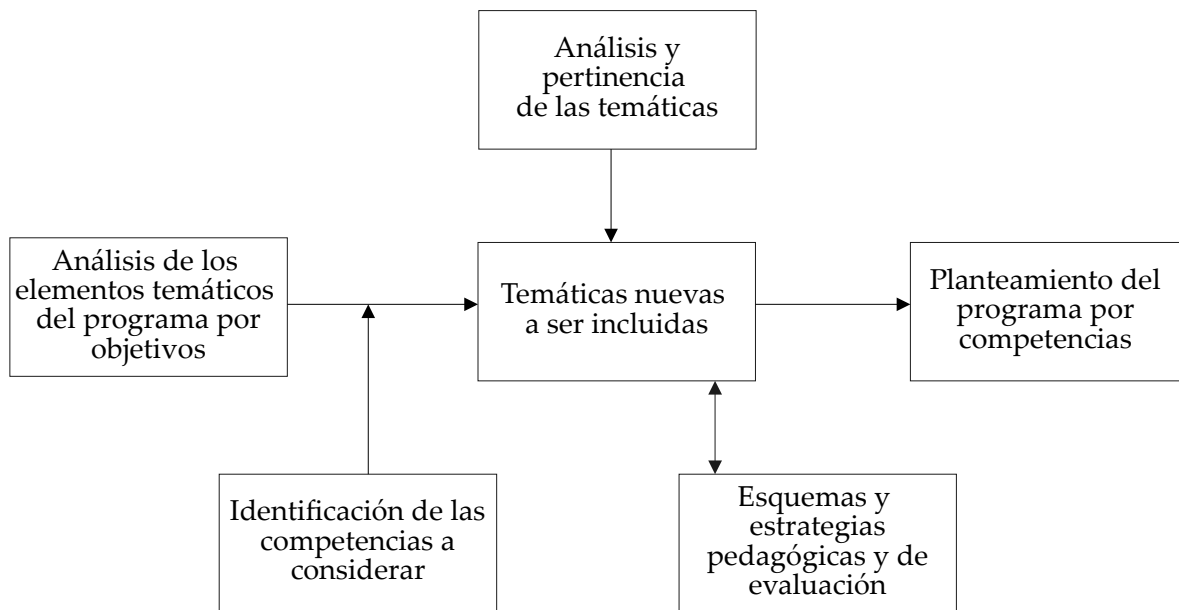


Figura 23: Proceso para la elaboración de la propuesta de cambio del programa de LCA3280.

Fuente: Elaboración propia.

Después de las consideraciones anteriores, se expone en el siguiente Cuadro 6 una comparación entre la conformación temática del programa de LCA 3280 de 1995 y la fórmula propuesta para el cambio de objetivos a competencias LCA modificado.

Cuadro 5: Comparación temática LCA 1995 y propuesta LCAM.

Pensum 1995. LCA	Fórmula de reforma propuesta LCAM
1. Métodos de explotación de yacimientos superficiales.	1. Métodos de aprovechamiento de yacimientos superficiales.
2. Diseño de minas a cielo abierto.	2. Métodos para el cálculo de reservas de un yacimiento minero.
3. Planificación y desarrollo de minas a cielo abierto.	3. Diseño, planificación y desarrollo de minas a cielo abierto. Diseño y planificación de voladuras a cielo abierto.
4. Minería del carbón a cielo abierto.	4. Planificación de operaciones auxiliares en minería a cielo abierto. Diseño y construcción de escombreras.
5. Cálculo de reservas de un yacimiento minero.	5. Indicadores de control en minería: Índices Clave de Producción.

6. Voladuras a cielo abierto.	6. Utilidad de los <i>softwares</i> mineros: bondades e inconvenientes.
7. Transporte en camiones.	***
8. Transporte en locomotoras.	***
9. Control en minería	***

Fuente: Elaboración propia.

La conformación de la plantilla de temas se plantea tenga los siguientes elementos:

- Nombre del tema.
 - Desarrollo descriptivo:
 - 1.1.1 Temario.
 - 1.1.2 Propósitos⁴⁹ o metas.
 - 1.1.3 Competencias necesarias-competencias a desarrollar.
 - 1.1.4 Modos de evaluación y medición de logros: abanico de ejemplos según las competencias a desarrollar.
 - 1.1.5 Guía de conceptos. Presentación-guía del profesor.
 - 1.1.6 Bibliografía-referencias investigativas recomendadas.
- Líneas de acción transversal:
 - 1.1 Criterios de Minería Responsable.
 - 1.2 Administración de recursos escasos.
 - 1.3 Uso creciente y ético de *softwares* especializados.

MALLA/TEMARIO PARA LA ASIGNATURA LABOREO A CIELO ABIERTO MODIFICADO (LCAM)

En la siguiente sección se esboza en sendos cuadros (Cuadros 7 al 12), la descripción de la propuesta de temario para la asignatura LCAM. El mismo consta de seis (6) temas, de los cuales cinco (5) son considerados necesarios para el entendimiento del entorno sobre LCAM.

⁴⁹ Espinal (2012). El propósito será “el logro que el alumno debe alcanzar al finalizar un proceso educativo, como resultado de experiencias de enseñanza-aprendizaje intencionalmente planificadas (...)”

Cuadro 6: Desarrollo propuesto Tema 1.

Tema 1. Métodos de aprovechamiento de yacimientos minerales.	Descripción: En este tema el estudiante adquiere competencias para diferenciar los distintos tipos de yacimientos y seleccionar de forma adecuada el método de extracción.
Temario propuesto.	<ul style="list-style-type: none"> • Clasificación de yacimientos minerales. • Métodos de extracción de yacimientos. Clasificaciones española y norteamericana. • Factores que determinan la selección del método de aprovechamiento. Criterios técnicos, ambientales y económicos.
Propósitos. Metas.	<ul style="list-style-type: none"> • Clasifica los yacimientos de acuerdo a su génesis y morfología. • Conozca cómo se establecen las clasificaciones de los métodos⁵⁰ de aprovechamiento de yacimientos a cielo abierto según clasificaciones de los norteamericanos y españoles. Determina y comprende las diferencias. • Establezca el desarrollo e implicaciones ambientales de cada uno de los métodos de aprovechamiento minero a cielo abierto.
Competencias.	<ul style="list-style-type: none"> • Comprender cuál es el método de aprovechamiento más adecuado para la ocurrencia mineral, según sus características geológicas, morfológicas y continuidad lateral. <p>Esta destreza permitirá en el objetivo de aprendizaje Tema 2, sobre los métodos para el cálculo de reservas, determinar cuál es aquél (método) más adecuado de acuerdo a sus características identificados en este tema.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aprender sobre las diferencias entre los distintos métodos y procedimientos de aprovechamiento, y cómo aplicarlos a distintos casos reales venezolanos. <p>Con ello, al estudiar las diversas clasificación y mediante un proceso reflexivo, estimular el pensamiento crítico de los modos de aprovechamiento clásicos versus la incorporación de variables diversas como los objetivos del milenio o los paradigmas sobre minería responsable.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estimular el aprendizaje, empleo de herramientas informáticas y el uso de <i>software</i> especializado, para el cálculo de reservas minerales, así como discernir las ventajas y desventajas de las metodologías empleadas por los <i>software</i> para la generación de estos datos. • Estimular la investigación digital en libros y revistas especializadas.
Modos de evaluación y medición de logros.	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluación de cuadro-ficha sobre los métodos expuestos en una clasificación escogida. Identificación de las afectaciones ambientales. • Identificación de minas venezolanas. Ubicación/nombre.

Fuente: Elaboración propia.

⁵⁰ Debido a que en Venezuela no hay una clasificación adecuada para los yacimientos nacionales.

Cuadro 7: Desarrollo propuesto Tema 2.

Tema 2. Métodos de cálculo de reservas de un yacimiento minero.	En este tema permitirá al estudiante adquirir capacidades y herramientas para calcular volúmenes de material que conlleven a determinación de las reservas de mineral de un yacimiento.
Temario.	<ul style="list-style-type: none"> • Estudio de los diferentes criterios para la clasificación de reservas. • Adquisición de las habilidades necesarias para el cálculo y aplicación de los métodos de cálculo para estimación de reservas y clasificación. • Empleo de <i>software</i> para el cálculo de volúmenes y reservas.
Propósitos. Metas.	<ul style="list-style-type: none"> • Define conceptualmente cómo pueden ser clasificados las reservas de un yacimiento mineral. • Conozca la aplicabilidad de los diferentes métodos de cálculo en distintos tipos de yacimientos. • Estudie bajo la óptica del aprovechamiento racional de los recursos mineros, los posibles “yacimientos” de recursos de origen antropogénico.
Competencias.	<ul style="list-style-type: none"> • Ejecutar ejercicios donde se deba tomar decisiones en escogencia de los métodos más adecuados para el cálculo de reservas y volúmenes de material. • Trabajo en equipo en el intercambio de opiniones en esa toma de decisiones. Para ello se debe considerar una clase práctica donde se discuten las diversas alternativas. • Aprender el uso y funcionamiento de los módulos de cálculo de reservas y volúmenes de material, en los diversos <i>software</i> que se emplean para ello. • Intercambio de opiniones sobre la pertinencia y alcance del análisis sobre la estimación de volúmenes de material y reservas en el proceso minero previo, durante y posterior a la producción. • Estimular la discusión sobre las “nuevas” fuentes de recursos mineros de origen antropogénico.
Métodos de evaluación y medición de logros.	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar una exposición que refuerce los diferentes métodos existentes, estimulando la asociación sobre los posibles casos de aplicación de yacimientos minerales. Estimular la discusión sobre las temáticas de otras formas de origen antropogénico de recursos “mineros”.

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 8: Desarrollo propuesto Tema 3.

Tema 3. Diseño, planificación y desarrollo de minas a cielo abierto. Diseño y planificación de voladuras a cielo abierto.	En este tema el estudiante adquiere y socializa conocimientos sobre los criterios para definir límites de aprovechamiento de un yacimiento y aquellos para determinar el diseño de la geometría de la excavación a cielo abierto. Se hará énfasis en el modo aplicado del diseño de plantillas de perforación y la toma de decisiones en el cálculo de explosivos necesarios para voladuras en minas a cielo abierto.
Temario.	<ul style="list-style-type: none"> • Objetivo de la planificación. • Objetivos de la planificación minera.

	<ul style="list-style-type: none"> • Compilación de información “básica” para el diseño de mina a cielo abierto. • Determinación de los factores clave para la definición de los límites óptimos de la extracción. • Diseño de una mina a cielo abierto. Criterios para el diseño y construcción de minas a cielo abierto. • Ejemplos de planificación minera venezolana. • Establecer la relación entre parámetros de diseño y variables ambientales afectados. • Repasar las variables a considerar en voladuras a cielo abierto (para minería a cielo abierto). • Discutir sobre procedimientos prácticos y lógicos en el diseño y ejecución de voladuras para minería a cielo abierto. • Diseñar patrones de voladura en función de los requerimientos prácticos de producción (carga-acarreo) y/o de parámetros de alimentación en planta (beneficio mineral).
<p>Propósitos. Metas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Define los límites de explotación de un yacimiento superficial. • Establezca la interrelación entre los elementos clave que intervienen del diseño de minas a cielo abierto. • Establezca una metodología para ordenar/discriminar la información requerida para el diseño de mina y determinación de los límites óptimos de aprovechamiento minero. • Determine los límites de extracción de yacimientos en desarrollo, considerando criterios técnicos y económicos. • Estudie los casos de planificación minera venezolana con trabajos de grado de la línea de investigación en planificación minera. • Efectúe un repaso de las variables a considerar para el diseño y ejecución de voladuras en minería a cielo abierto. • Establezca los procedimientos prácticos y sus variaciones que son requeridos en el diseño y ejecución de voladuras para minería a cielo abierto. • Emplee para el diseño de patrones de perforación y voladura <i>software</i> especializados, en función de requerimientos prácticos de producción y/o parámetros de alimentación en planta.
<p>Competencias.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Determinar y aplique los parámetros y criterios a ser observados para diseños de minas a cielo abierto. • Observe críticamente la interrelación de los criterios de diseño minero y las afectaciones sobre medios naturales. Establecimiento de procesos reflexivos-técnicos sobre diferentes escenarios de avance-afectación en minería a cielo abierto. • Determinar mediante lecturas críticas en revistas especializadas, la identificación de nichos de emprendimiento para profesionales de la Ingeniería de Minas, aplicando la teoría vista en clases. • Determine mediante lecturas críticas en revistas o medios digitales especializadas, la identificación de errores técnicos que propiciaron accidentes en minas a cielo abierto. Propiciar la reflexión ética profesional en el diseño óptimo de minas a cielo abierto (seguridad industrial). • El estudiante será capaz de aplicar los conocimientos y destrezas adquiridas en cursos anteriores, destinados a discernir: el diseño de planificación, perfilaje y construcción de taludes en minería a cielo abierto, y de asegurar material a las actividades de producción. • Aplica cálculos aprendidos en cursos anteriores para establecer de modo lógico y aplicable en diseños de voladuras a cielo abierto. • Comprende la utilización y utilidad del uso de <i>software</i> especializados para el diseño de patrones y modelamiento de

	<p>secuencias de encendido y disparo, desplazamientos de masas y determinación de granulometrías, en minería a cielo abierto y discutir su pertinencia y notable importancia en el logro de los objetivos de producción mineral.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mediante prácticas con unas condiciones dadas, establece criterios de aplicación lógica de los parámetros a considerar en voladuras para minería a cielo abierto.
Métodos de evaluación y medición de logros.	Con el empleo de una hoja de cálculo, realizar cálculos necesarios para el diseño de patrones. Emplear software minero especializado para ver estimaciones de desplazamientos, cantidad de material volado (volumen), cantidad de explosivo utilizado, granulometría, entre otros aspectos de interés.

Fuente: Elaboración propia.

En este tema, la voladura debe satisfacer dos (2) situaciones prácticas en producción mineral:

- 1 Debe poder ser cargada por el equipo de carga que trabajará en el frente designado y sin que este hecho constituya la disminución significativa de la capacidad del equipo de acarreo (lo cual afecta la producción efectiva).
- 2 Debe poder entrar sin dificultad en la boca del triturador primario, sin que esto signifique una sobre fracturación previa.

Hay una tercera situación que se corresponde con la construcción de escombreras y su permanencia en el tiempo.

Cuadro 9: Desarrollo propuesto Tema 4. Inclusión de tema novedoso.

Tema 4. Planificación de las operaciones auxiliares en minería a cielo abierto.	En esta sección, novedosa en la enseñanza de LCA, se pretende que el estudiante sea consciente de la importancia de las operaciones auxiliares, en el éxito de las operaciones de producción en minería a cielo abierto. Este tema se incorpora al temario puesto que, se requiere incorporar el cúmulo de criterios para toma de decisiones en minería, las actividades de operaciones auxiliares como hilos conectores para la consecución de los objetivos a lograrse en la Planificación de Cierre de Mina y los criterios de Minería Responsable. Conoce los criterios empleados para el diseño y construcción de escombreras. Adquiere elementos que le permitirán la toma de decisiones tanto en planificación como producción, incluyendo criterios ambientales y minería responsable.
Temario.	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar dentro y fuera de las operaciones unitarias de producción las actividades correspondientes a las operaciones auxiliares. • Establecer la relación entre la planificación de producción y las operaciones auxiliares. Estudiar su importancia y modos de análisis. • Estudiar las situaciones prácticas sobre la relación en las operaciones de producción y las operaciones auxiliares en minería a cielo abierto. • Identificar escenarios de afectación del cambio climático y su relación en la toma de decisiones en la planificación de operaciones auxiliares. • Definición de escombreras. Clasificación. Métodos de constructivos. Identificación de los materiales a ser depositados en escombreras. Diferenciación con otro tipo de acumulaciones de residuos mineros. • Criterios a considerar en el diseño y construcción de escombreras: mineros-estéticos. • Modos de fallas en la construcción de escombreras. Sistemas de seguridad e higiene en el diseño y construcción de

	escombreras (Agenda 2030. Trabajo decente, salud y bienestar).
Propósitos. Metas.	<ul style="list-style-type: none"> • Integración los criterios de Planificación Minera de Producción con aquellos concernientes a la Planificación de Operaciones Auxiliares, en minas a cielo abierto. • Establezca los criterios más idóneos para el diseño y construcción de escombreras, en minas a cielo abierto. • Determina los aspectos de seguridad e higiene en el diseño de escombreras en minería a cielo abierto. • Identifica los modos de afectación que se presentan en el diseño y construcción de escombreras emplazadas a cielo abierto.
Competencias.	<ul style="list-style-type: none"> • Reflexiona sobre la importancia de las operaciones auxiliares en el éxito de las operaciones de producción. • Identifica sobre la necesidad de atender práctica y científicamente las actividades vinculadas a las operaciones auxiliares, y establecer su relación con la Planificación de Cierre de Minas y los criterios de Minería Responsable. • Emplea herramientas de <i>software</i> minero especializado y otros como hojas de cálculo como apoyo en la planificación de operaciones auxiliares. • Propicia el aprendizaje reflexivo mediante la identificación de los criterios constructivos necesarios para las escombreras emplazadas a cielo abierto. • Dilucida mediante análisis de casos, aquellos aspectos vistos en la clase para la identificación de escenarios a ser considerados, en ámbitos de salud, seguridad e higiene, que deben incluirse en el diseño, planificación y construcción de escombreras.
Modos de evaluación y medición de logros.	<ul style="list-style-type: none"> • Identificación valorativa de situaciones reales o ideales sobre la relación entre la planificación en distintos ámbitos y ventanas de tiempo, y la planificación de operaciones auxiliares y de cierre de mina. • Mediante la aplicación de un caso de estudio, proponer acciones propias de las actividades de operaciones auxiliares a mina a cielo abierto. Propiciar la discusión reflexiva sobre los modos técnicos, lógicos, procedimientos de acción, medidas de seguridad, entre otros, todos aspectos a considerar en minería a cielo abierto. • Mediante el uso de software minero especializado, empleando un ejemplo de caso, diseñar un modelo de escombrera que incluya la amplitud de parámetros y criterios de minería responsable. • Establecer mediante el discurso reflexivo, cuáles deben ser los aspectos y criterios que deben ser considerados en el diseño de escombreras. Establecer un sistema de priorización y análisis de los criterios identificados, considerando los criterios de Minería Responsable y los objetivos de la Agenda 2030.

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 10: Desarrollo propuesto Tema 5.

<i>Tema 5. Indicadores de Control en Minería. Índices Clave de Producción (KPI).</i>	En esta sección se estudia sobre cómo obtener, sistematizar, ordenar y analizar la información generada en las actividades operativas, que permita el control adecuado y conveniente de las operaciones mineras a cielo abierto. Aquí se discutirá sobre los procedimientos, modos y técnicas para emplear estos indicadores como medidores de eficiencia y eficacia en las operaciones, así como reflexionar acerca de su conveniencia en utilización incorporando los paradigmas de la minería responsable y la administración racional de recursos escasos.
---	--

Temario.	<ul style="list-style-type: none"> • Conocer sobre los distintos tipos de control que se emplean comúnmente en minería. Reflexionar sobre su utilización y pertinencia. Estudiar las diferentes clasificaciones de los ICP. • Determinación y clasificación de los distintos tipos de horas de operaciones de producción en minería a cielo abierto.
Propósitos. Metas.	Aplica los diferentes ICP a diversas situaciones de planificación de producción, operaciones auxiliares, control de calidad y mantenimiento.
Competencias.	<ul style="list-style-type: none"> • Una vez impartida la clase teórica sobre los tipos de control en minería, propiciando la discusión reflexiva sobre su utilización de los ICP (KPI), sobre la utilización selectiva (paradigmas empresariales) y su importancia para medir la eficacia y eficiencia de operaciones mineras a cielo abierto. • Con la ayuda de herramientas informáticas y de las redes sociales, buscar información especializada donde se discuta sobre esta temática en la Internet. • Mediante el estímulo de investigación en los repositorios institucionales, buscar información sobre los ICP (KPI), utilización e impacto en los casos donde se han estudiado y aplicado en minería y/o mantenimiento de equipos. • Construir mediante un proceso de reflexión de casos de estudio una lista de ICP (KPI) de importancia, relevancia y contexto, sesgados mediante las características específicas de ejemplos en unidades productivas mineras.
Métodos de evaluación y medición de logros.	<ul style="list-style-type: none"> • Estimular con ejercicios sobre la utilización de los ICP (KPI) en situaciones reales o ideales. Estimular la discusión reflexiva sobre la pertinencia y alcance de los distintos ICP (KPI), además de sus posibles usos convenientes. • En virtud de los ejercicios de los temas: 3, 4, 5, 6 y 7 fomentando el pensamiento creativo y/o crítico, en la aplicación de los ICP (KPI) en los procesos productivos mineros involucrados. Discriminar los ICP (KPI) más influyentes y fomentar los constructos de pensamiento que incluyen los ICP (KPI) en los procesos productivos, mediante determinar/discernir sobre posible ámbitos de innovación tecnológica en minería.

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 11: Desarrollo propuesto Tema 6. Inclusión de tema novedoso.

<i>Tema 6. Utilización de softwares para minería. Tipos. Usos. Bondades e inconvenientes. Pros y contras.</i>	Este tema es de cultura general, debido a que las prácticas deben contener el uso de <i>software</i> minero. En este tema se busca propiciar la reflexión acerca del uso debido de las herramientas informáticas, así como en este conocimiento juega un papel de importancia la ética profesional, sobre en su utilización para la resolución de problemáticas de la minería a cielo abierto.
Temario.	<ul style="list-style-type: none"> • En qué consiste un <i>software</i> minero y las herramientas informáticas en el diseño, planificación y construcción de minas y escombreras a cielo abierto. • Ámbitos de aplicación de los <i>softwares</i>. Clasificación de los <i>softwares</i> mineros y otros programas que se pueden emplearse en minería. Reconocer la información de entrada-datos de salida, criterios para el discernimiento ético. • Conocer nombre comerciales de <i>softwares</i> empleados en minería. Determinación de pros y contras.

Propósitos. Metas.	<ul style="list-style-type: none"> • Conozca en qué consisten los <i>softwares</i> mineros y sus ámbitos de aplicación. • Establezca criterios para la identificación y control de datos que se emplean en el uso de <i>softwares</i> mineros. • Investiga e indaga en la Internet sobre los nombres comerciales de <i>softwares</i> que se emplean en minería.
Competencias.	<p>Mediante la investigación en revistas especializadas o medios digitales mineros, identificando <i>softwares</i> mineros y sus usos. Esto permite crear técnicas de investigación especializada en medios digitales, con miras a la aplicación en casos, la actualización de la información (aprender a aprender) y a la solución de problemáticas mineras o como determinación de nichos de emprendimiento (elaboración de <i>softwares</i> especializados y específicos).</p>
Métodos de evaluación y medición de logros.	<p>Establecer mediante una investigación dirigida en medios digitales: actualizaciones de y en <i>softwares</i>, enseñanza digital de <i>softwares</i> mineros especializados, identificación de nichos para resolver necesidades de la industria minera con criterio responsable, empleando <i>softwares</i>, entre otros temas. Exponer las opiniones en éstos y otros ámbitos pertinentes recomendados por el profesor y estudiantes, mediante la reflexión en clases sobre éstas temáticas propuestas.</p>

Fuente: Elaboración propia.

Este tema se incluye como aspecto novedoso, gracias a los avances tecnológicos que han ocurrido desde 1995. Se estructura este tema como transversal y que pueda cruzar todo el programa de LCAM.

En la propuesta expuesta se ha procurado mantener en vista las necesidades nacionales e incluir las problemáticas mundiales. Los criterios se basan en la expectativa de la Minería Responsable. Desde esta perspectiva se plantea hacer una discusión sobre el esquema de aprendizaje indicado para LCAM y las competencias que se esperan puedan desarrollarse en los futuros egresados de la carrera de Ingeniería de Minas (Cuadro 13). En el siguiente esquema (Figura 23) se puede visualizar la interrelación entre las temáticas propuestas para el cambio en el programa de LCAM.

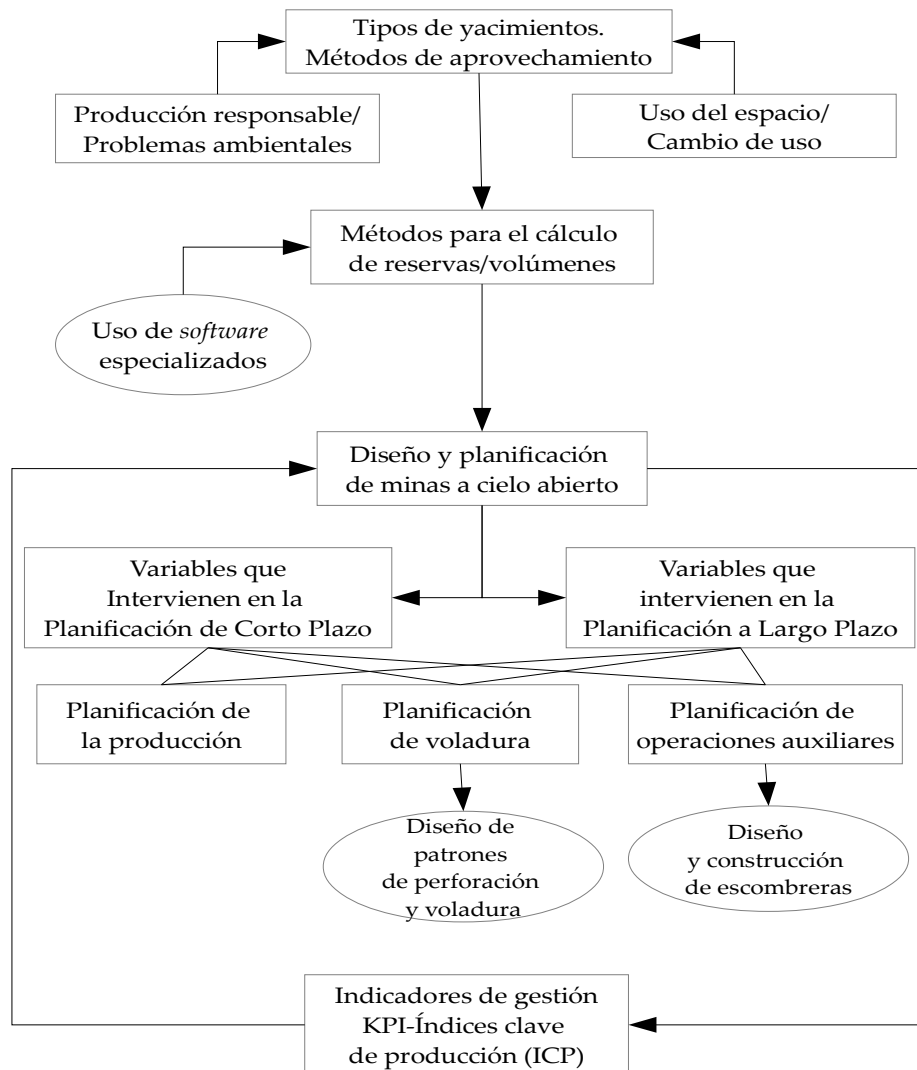


Figura 23: Esquema de aprendizaje propuesto en LCAM.

Fuente: Elaboración propia.

La estrategia de estructuración del programa de LCAM procede a responder a una visión integradora del conocimiento, que llega a surgir dependiendo de las necesidades que se requieran.

Cuadro 12: Discusión de Competencias de LCAM.

Tema.	Competencias.	6. Utilización de <i>software</i> para minería.
1. Métodos de aprovechamiento de yacimientos minerales.	<ul style="list-style-type: none"> • Competencia lingüística. • Competencias éticas de Minería Responsable. • Análisis crítico. 	Tipos. Usos.
2. Métodos de cálculo de reservas de un yacimiento minero.	<ul style="list-style-type: none"> • Competencias lingüísticas/analíticas. • Utilización de <i>software</i>. Competencias informáticas avanzadas. 	Bondades e inconvenientes. Pros y contras.
3. Diseño, planificación y desarrollo de minas a cielo abierto. Diseño y planificación de voladuras a cielo abierto.	<ul style="list-style-type: none"> • Competencias reflexivas-analíticas. • Competencias informáticas. • Análisis sobre nichos de emprendimiento. • Investigación/auto-aprendizaje. • Integrar habilidades y conocimientos en casos prácticos. • Evaluación crítica del uso de <i>software</i> especializado. 	Competencia transversal.
4. Planificación de las operaciones auxiliares en minería a cielo abierto. Diseño y construcción de escombreras.	<ul style="list-style-type: none"> • Competencias reflexivas-analíticas. • Competencias éticas de Minería Responsable. • Competencias sociales y cívicas al incluir parámetros de la Minería Responsable y el diseño de escombreras. • Análisis crítico y ético. 	
5. Indicadores de Control en Minería. Índices Clave de Producción (KPI).	<ul style="list-style-type: none"> • Competencias en investigación/reflexivo-analíticas. • Análisis crítico. • Análisis sobre nichos de emprendimiento. 	

Fuente: Elaboración propia.

Debido a que cada yacimiento es un individual y tiene sus propias características, se debe contar con la capacidad de discernimiento dentro de un conjunto complejo de informaciones, para discriminar las que más se adecúen en un contexto determinado. Para ello, se ha estimado separar en dos niveles de conocimientos el programa de LCAM.

Un “Nivel I” que establece en estadio de conocimiento primario y obligatorio, en el cual sin

su debida definición y estructuración es muy difícil pasar exitosamente al “Nivel II”. Parte de estas competencias parten de un cúmulo de conocimientos estudiados en cursos anteriores, por lo que se promueve con orientación del profesor de la asignatura al estudiante a establecer las relaciones necesarias. Éste último nivel se constituyen aquellos en los que es preciso construir métodos y estructurar planes. En la Figura 24 se puede observar gráficamente lo que se expone en las líneas anteriores.

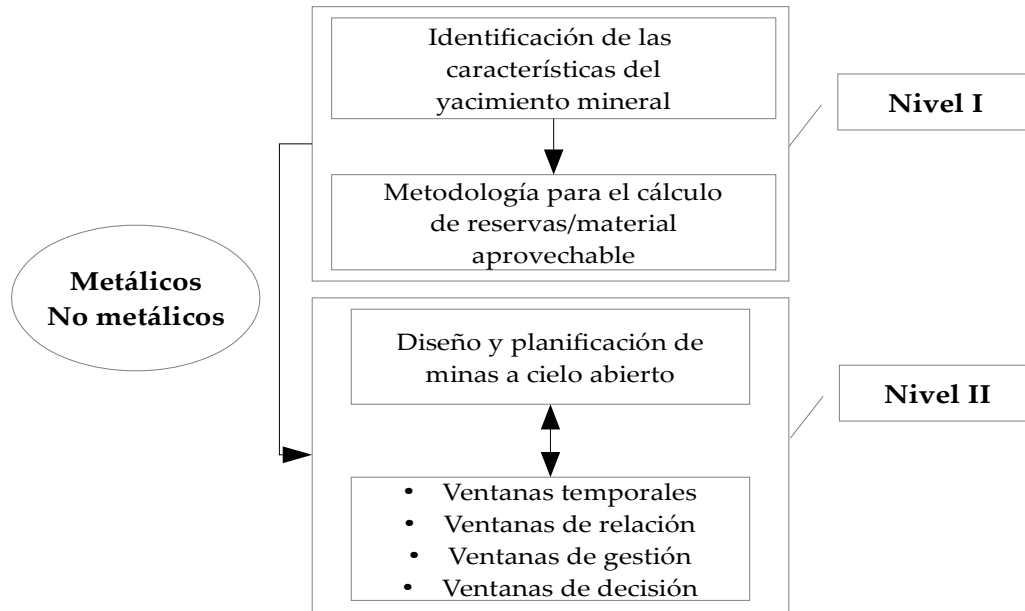


Figura 24: Resumen estratégico de enseñanza-aprendizaje de LCAM.

Fuente: Elaboración propia.

Para que el programa propuesto pueda completar el alcance esperado en la formación de un profesional íntegro, ético y con suficientes elementos para la toma de decisiones, para las evaluaciones de LCAM se sugiere la siguiente Cuadro 14 sobre los componentes de la apreciación:

Cuadro 13: Componentes de la evaluación propuesto para LCAM.

Evaluación.	
Componentes de la evaluación de LCAM.	<u>Baremo de evaluación.</u> Confeccionar un baremo que permita incluir la mayor cantidad de variables relevantes, necesarias y flexibles.
	<u>Inclusión</u> (flexibilidad) de la mayor cantidad de competencias en contenidos, actividades en el aula de clase y fuera de ella, y evaluaciones. Se recomienda que las evaluaciones sean distintas a los exámenes tradicionales.

	<u>Actividades a realizar</u> y su relación con las competencias que se requieren (que se buscan en un contexto determinado). Es necesaria la elaboración del perfil de competencias del profesor y preparador para construir (recomendar) éstas actividades.
--	---

Fuente: Elaboración propia.

La dedicación horaria que se propone para la modificación del programa de LCAM se encuentra resumida en el Cuadro 15 siguiente. En estas cargas horarias solamente se ha considerado aquellas que se emplean para las sesiones de clases con el profesor y las prácticas con el preparador.

Cuadro 14: Horas de contacto y evaluaciones propuestas para LCAM.

Tema.	Evaluaciones propuestas.	Horas de contacto/semana.
1. Métodos de aprovechamiento de yacimientos minerales.	<ul style="list-style-type: none"> • Tarea: elaboración de cuadro-ficha. • Investigación digital/discusión reflexiva. 	4 sesiones de clases. 1 sesión práctica.
2. Métodos de cálculo de reservas de un yacimiento minero.	<ul style="list-style-type: none"> • Exposición. • Investigación digital/discusión reflexiva. • Práctica. 	3 sesiones de clases. 1 sesión de práctica.
3. Diseño, planificación y desarrollo de minas a cielo abierto. Diseño y planificación de voladuras a cielo abierto.	<ul style="list-style-type: none"> • Investigación digital/discusión reflexiva sobre ética profesional. • Tarea sobre el diseño de plantillas de voladuras. • Discusión sobre resultados y ética profesional. • Práctica. 	9 sesiones de clases. 3 sesiones de práctica.
4. Planificación de las operaciones auxiliares en minería a cielo abierto. Diseño y construcción de escombreras.	<ul style="list-style-type: none"> • Estudio de casos. Discusión reflexiva y ética profesional. • Investigación digital/discusión reflexiva sobre escombreras y minería responsable. • Práctica. 	9 sesiones de clases. 2 sesiones de práctica.
5. Indicadores de Control en Minería. Índices Clave de Producción (KPI).	<ul style="list-style-type: none"> • Tarea con el uso de una hoja de cálculo. • Investigación digital/discusión reflexiva. • Práctica. 	2 sesiones de clases. 1 sesión de práctica.
6. Utilización de <i>software</i> para minería. Tipos. Usos. Bondades e inconvenientes.	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicación integral en el proyecto final sobre un caso minero real. 	Tema transversal. Todas las

Pros y contras.		prácticas/clases. Resolución de dudas, todas las clases.
------------------------	--	--

Fuente: Elaboración propia.

Para elaborar esta estimación de sesiones de clases, se consideran 16 semanas de clase por período lectivo (semestre) en dos turnos a la semana, para un total de 32 clases teóricas que incluyen el tiempo empleado para los exámenes de recuperación y reparación. En un horario compuesto por 3 horas de clase teórica semanal y de 27 clases por período, un total de 81 horas de clase (horas académicas de 45 minutos). En cuanto a las clases prácticas se constituyen en 8 sesiones de clase que guardan relación con la teoría y deberán ser dictadas por un preparador. Para calcular el número de créditos se emplea los criterios de la Comisión Central de Currículo (Polo y otros, 2006) mencionados anteriormente en el Cuadro 1.

Debido a la cantidad de tiempo necesario para el desarrollo de los temas propuestos, se ha detectado que luego de estudiar el cúmulo de variables y situaciones técnicas, que fueron expuestas en la encuesta para lo egresados, se deberá pensar en un curso posterior nuevo o existente que incluya: la administración minera, estimación de costos y elaboración de presupuestos, enmarcado en el contexto del cambio de pensum.

PERFIL DEL PROFESOR Y PREPARADOR DE LA ASIGNATURA LCAM EN FUNCIÓN DE LA PROPUESTA DE MODIFICACIÓN

- 1 **Perfil del profesor:** para el dictado de la asignatura LCAM el profesor-facilitador del aprendizaje debe ser Ingeniero de Minas, con experiencia de al menos un año en minería a cielo abierto o en su defecto haber realizado tres pasantías de seis meses en unidades productivas mineras a cielo abierto. Poseer habilidades de investigación digital y búsqueda por Internet, contar con suscripciones en revistas técnicas especializadas que le permitan estar al tanto de las novedades tecnológicas y económicas de la minería a cielo abierto. Tener la disposición al estudio y formación continua en las temáticas de LCA. Haber dirigido como tutor Trabajos Especiales de

Grado y Pasantías de Minería de Campo (3230) como tutor académico en las áreas de trabajo de LCA. Haber realizado su Trabajo Especial de Grado (TEG) en áreas estudiadas en LCAM en una línea de tiempo reciente al de la vigencia del programa, en especial aquellas que tengan que ver con la planificación minera en alguna de sus ventanas de tiempo, diseño y construcción de escombreras, empleo de los ICP (KPI), cálculo y estimación de recursos y reservas, entre los de mayor peso específico sin que esto se constituya una limitante para su implementación. Tener conocimientos del uso y existencia de *softwares* mineros u otros utilizados en trabajos mineros. Poseer habilidades pedagógicas y de socialización del conocimiento.

- 2 **Perfil del preparador:** Haber cursado LCA y aprobado con una nota superior a 16 puntos. Interés en el manejo y uso de *software* minero. Que se encuentre realizando investigación (Investigación Aplicada) y/o TEG en áreas de trabajo que se incluyen en la propuesta de LCAM. Que haya realizado su Pasantía (Minería de Campo) en una unidad productiva a cielo abierto y trabajado aplicando conocimientos adquiridos en el curso de LCA. Tener interés en la socialización del conocimiento y apertura al aprendizaje significativo. Habilidades pedagógicas.
- 3 **Perfil esperado del estudiante a cursar LCA:** Interés y vocación para el aprendizaje de la carrera de Ingeniería de Minas. Habilidades de búsqueda de información por la Internet. Conocer las herramientas 2.0, manejo de las Tecnologías de Información y Comunicación TIC. Habilidades para la comunicación, redacción y exposición. Habilidades para el trabajo en equipo. Conocimiento de sí mismo y dominio de técnicas de estudio⁵¹. Interés y conocimiento sobre los nuevos paradigmas de la Minería Responsable, consciente del compromiso ético de la carrera con el país y el ambiente.

GUÍAS PARA EL ABORDAJE DE LAS TEMÁTICAS PROPUESTAS EN LCAM

En la siguiente sección se propone un esquema para el abordaje de las temáticas de LCAM,

⁵¹ Una técnica que puede contribuir al aprendizaje de LCAM son los Mapas Mentales.

colocado en una tabla que permita la rápida visualización y la relación de los elementos que se constituyen como apoyo al profesor y/o preparador para las actividades a desarrollar en este programa.

El cuadro de apoyo está compuesto por seis (6) partes que se enumeran a continuación:

- 1 Nombre del Tema. Se coloca el número y nombre del tema. El mismo debe procurarse sea representativo e inclusivo.
- 2 Esquema del tema. Está compuesto por un esquema, flujograma o mapa mental que permita al profesor establecer cómo es la secuencia y relación de los tópicos incluidos dentro del tema.
- 3 Cuadro de competencias. En este ítem se pretende socializar sobre cuáles son las competencias, habilidades y conocimiento que se deben considerar de entrada para abordar el tema en cuestión, así como aquellas a ser potenciadas o “adquiridas” durante el desarrollo de la temática planteada.
- 4 Herramientas para el desarrollo de las clases. Intenta ser una guía para el establecimiento de estrategias de enseñanza.
- 5 Cuadro de partes que conforman el tema. Se incluye para orientar al profesor y/o preparador en cuáles áreas temáticas de conocimiento están inscritas las competencias que se pretenden “potenciar” o “adquirir”.
- 6 Cuadro de tareas, actividades y evaluaciones. En esta sección se procura establecer una relación entre una actividad o tarea propuesta para realizar por parte del estudiante, las competencias que se “potencian” o “adquieren” con esta actividad y una o varias formas de evaluación. En la evaluación se aprecia la posibilidad de medir también los logros, los cuales puede hacerlo el estudiante, de modo de llevar a cabo como parte interactuante y activa del proceso evaluativo.

El modelo de cuadro, conjuntamente con los cuadros modelos para los temas propuestos de LCAM se puede observar en el Anexo 3.

PROPUESTAS PARA LAS RECOMENDACIONES BIBLIOGRÁFICAS EN EL PROGRAMA DE LCAM

La bibliografía o referencias bibliográficas estarán direccionadas a apoyar el desarrollo y

como complemento a las temáticas planteadas en el programa o temario. Se exhorta que estas referencias sean sugeridas por temas, en vez de una sola en general para todo el programa como está planteada en LCA 3280 vigente, debido a que la aproximación temática puede ser más asertiva si se expresa de este modo.

Criterios recomendados para la selección de la bibliografía y pertinencia dentro de la temática del programa de LCAM propuesto:

- Libros, por lo menos 20 %.
 1. Instituto Geominero de España (s/f) *Manual de Restauración de terrenos y evaluación de impactos ambientales en minería*. España
 2. IGME (2000) *Guía de Restauración de Graveras*. 2da edición. España.
 3. Bustillo y López (1997) *Manual de Evaluación y Diseño de Explotaciones Mineras*. Madrid.
 4. Chacón (1991) *Técnicas de operaciones de minería de superficie*. Tomos 1 y 2
 5. Hustrulid y Kuchta (2006) *Open pit mine planning & desing*. 2da edición
 6. Herrera (2006) *Métodos de minería a cielo abierto*. Universidad Politécnica de Madrid
 7. ITGE (1994) *Manual de perforación y voladura de rocas*. Serie: Tecnología y Seguridad Minera. España.
 8. ITGE (1995) *Manual de Arranque, Carga y Transporte en minería a cielo abierto*. 2da edición
 9. Konya y Albarrán (1998) *Diseño de voladuras*. Ediciones Cuicatl. México
 10. SME (1992) *Mining Engineering Handbook*. Tomos I y II
 11. SME (1990) *Surface Mining*
 12. Ortiz y Herrera (2002) *Curso de Laboreo I*. Universidad Politécnica de Madrid
 13. Ortiz y otros (2001) *Curso de Evaluación y Planificación Minera*. España.
 14. Portal Minero (2006) *Manual General de Minería y Metalurgia*. Portal Minero Ediciones. www.portalminero.com
 15. Sarma, D. (2009) *Geostatistics with Applications in Earth Sciences*. Second Edition. Springer (disponible en línea)
 16. Vallejo L., Ferrer M., Ortuño L. y Oteo C. (2004) *Ingeniería geológica*. Prentice Hall
 17. NAVA, José D. (2004) *Teoría de Mantenimiento Fiabilidad*. 2da edición. Universidad de Los Andes.
- Revistas y publicaciones periódicas, por lo menos 20 %.
 1. *Engineering and Mining Journal*: www.e-mj.com
 2. *Construction Equipment*: www.constructionequipment.com

3. *Rock Products Magazine*: <http://rockproducts.com>
 4. *Coal Age*: www.e-mj.com
 5. *International Mining*: www.im-mining.com
- Memorias de Congresos y publicaciones especiales, a juicio del facilitador.
 1. Biblioteca Dr. Virgil Winckler: www.bibliogeo.ing.ucv.ve
 2. Biblioteca de la Facultad de Ingeniería: <http://biblioteca.ing.ucv.ve>
 3. Biblioteca Central de la UCV: www.ucv.ve/bibliotecacentral; www.sibucv.ucv.ve
 - Páginas *web* de empresas mineras y otras revistas, a juicio del facilitador.
 1. *Mining Weekly*: www.m-miningweekly.com
 - *Blogs* y páginas *web* especializados mineros, por lo menos 5 %.
 1. *Infomine*: www.infomine.com
 2. *Edumine*: www.mining.com
 - Repositorios institucionales y universitarios, por lo menos 5 %.
 1. Universidad Central de Venezuela, SaberUCV: <http://www.saber.ucv.ve>.
 2. Universidad de Los Andes, SaberULA: <http://www.saber.ula.ve>
 - Trabajos inéditos y de investigación, por lo menos 10 %. (Recomendación ídem ítem “Libros”).
 - Artículos técnicos, por lo menos 20 %.
 1. *ResearchGate*: www.researchgate.net
 2. *Elsevier*: www.elsevier.com
 - Informaciones publicadas en Redes Sociales, opcionales. El facilitador evaluará la pertinencia.
 1. *LinkedIn*.
 2. *Twitter*.
 3. *Telegram*.
 4. *Instagram*.
 5. *Pinterest*.
 6. *Facebook*.
 - Buscadores especializados.
 1. *Google Scholar*

CONCLUSIONES

Existe información por internet sobre trabajos elaborados, aplicados y ejecutados de experiencias de currículos por competencias en carreras de ingeniería, pero es necesario que haya más contribuciones de los estudiosos de estos temas en esta área de conocimiento para Ingeniería de Minas en Venezuela.

La información consultada sobre las experiencias de educación por competencias en ámbitos universitarios fue de gran utilidad para determinar la existencia y pertinencia de una o más metodologías para los cambios de currículos por objetivos a competencias y aplicaciones, en vista de aprovechar la oportunidad para redirigir los perfiles de profesionales que puedan hacer frente a las necesidades nacionales.

El programa de Laboreo a Cielo Abierto aprobado en 1995 se corrobora está desfasado en un buen porcentaje con la realidad actual de Venezuela en 2019.

Esta aproximación de cambio de pensum por competencias puede convertirse en un problema debido a que el facilitador o profesor de la asignatura debe cumplir con variadas competencias, habilidades y experiencias. Debido a la situación de crisis económica y social en el país esto puede ser contraproducente para el Departamento de Minas.

Debido a que el cambio tecnológico y la socialización del conocimiento es vertiginosa podrá ocurrir que exista bibliografía de gran valor y pertinencia del siglo pasado, por lo que deberán incorporarse competencias que faculten discernir a los estudiantes la información contenida en estos libros/revistas que aún sea pertinente y aplicable al quehacer profesional de la Ingeniería de Minas .

Es necesario además de la revisión de otros programas de asignaturas de la carrera de Ingeniería de Minas, incorporando un cronograma de estudio/revisión de los mismos. Para ello se propone continuar revisando, ampliando y enriqueciendo esta propuesta metodológica.

Se advierte efectuar la incorporación de las temáticas de informática-uso de *software* especializado y programación pertinente para la resolución de problemas mineros dentro del currículo del plan de estudios de Ingeniería de Minas. Esto a considerar, no solo en una asignatura o unidad curricular individual, sino como competencia transversal que permita el desarrollo de conocimiento, investigación y emprendimiento.

Se concluye que para determinar contundentemente un cambio o serie de cambios, se debe consultar no solo a las empresas empleadoras, sino a los egresados y a los estudiantes quienes son los usuarios más cercanos de los conocimientos y habilidades, de saberes “aprendidos” o socializados en las aulas universitarias. Esto se constituye en el principal cambio paradigmático dentro del Departamento de Minas y que será de gran avance para los profesionales de la carrera de Ingeniería de Minas.

Se concluye que la opinión de los usuarios del programa de Laboreo a Cielo Abierto son importantes para las consideraciones de cambio o ampliación, pues sus opiniones tienen peso específico en la exposición de las necesidades del gremio profesional, por lo que se recomienda que se mantenga regularmente revisiones del programa o pensum por parte de los egresados mediante la efectuación de encuestas y preguntas pertinentes, así como sugerirles escribir sobre temáticas o cambios a ser sopesados en nuevas revisiones. Para la aplicación de las mismas, se puede aprovechar y emplear herramientas de encuestas en línea y las redes sociales.

El sistema metodológico que se propone y utilizó en este trabajo es bastante sencillo, relativamente fácil de entender y también convenientemente factible de aplicar. Se requiere efectuar su aplicación para determinar su impacto.

RECOMENDACIONES

1. Se exhorta a las autoridades de la Facultad de Ingeniería, cuya tarea es la revisión de los programas, pensum y currículos de estudio universitarios, establecer un método o modo más expedito para acelerar los cambios que se requieran. Los nuevos desafíos no esperan y los modos de “hacer” en estos ámbitos son muy lentos y engorrosos.
2. Aplicar esta metodología a las asignaturas que componen la plantilla de materias obligatorias de la carrera de Ingeniería de Minas, que permita el cambio progresivo del pensum de estudios en el mediano plazo.
3. Exhortar a la CREPE Escuela a la revisión regular de la bibliografía de las asignaturas.
4. Crear “una comisión revisora de los programas y currículo de estudio especializada en enseñanza y diseño de programas y currículos por competencias”, que de forma

periódica evalúe y facilite los cambios requeridos en las temáticas impartidas en la carrera de Ingeniería de Minas. En esta comisión se debe incorporar a todos los miembros del cuerpo docente y a toda la comunidad afectada-usuaria. En la necesidad de formación para abordar el tema curricular por competencias, esta comisión debe convertirse en asesores de otros profesores para acelerar los cambios que se demandan a lo largo del tiempo y puedan coadyuvar en la celeridad que este tema amerita. Se sugiere efectuar acciones hacia un reglamento, por parte del Consejo de la Escuela de Geología, Minas y Geofísica, que facilite las revisiones, que no sea restrictivo ni excesivamente burocrático y se enmarque en el requerimiento institucional de los cambios curriculares de objetivos a competencias.

5. Estudiar la posibilidad con el cambio curricular de la carrera, aquella que permita establecer una salida de grado intermedia dentro de la carrera, así como, el de incorporar las “menciones” que permitan la formación en áreas particulares de ejercicio y especialización de la Ingeniería de Minas. En este sentido, el planteamiento de los cúmulos de competencias puede ser una oportunidad de un cambio, según las necesidades nacionales.
6. Llevar a cabo pruebas de operacionalización para evaluar la factibilidad real de ejecución de esta propuesta u otra modificada, en el corto plazo y que conlleve al cambio de facto del currículo de estudio por competencias de la carrera de Ingeniería de Minas.

REFERENCIAS

- Anónimo. *Textos científicos*. Obtenido de Textos científicos:
<http://www.textoscientificos.com/mineria/escombreras/tipos>. Consulta 24/02/2015.
- Ávila, G. (2008a) *Evaluación de planes de ejecución de desarrollo y construcción de escombreras Mina Paso Diablo*, Carbones del Guasare, S.A., Municipio Mara, estado Zulia. Caracas: Universidad Central de Venezuela. Minería de Campo. Inédito.
- Ávila, G. (2008b) *Diseño y Plan de desarrollo de escombreras para el área Sur de la Mina Paso Diablo*; municipio Mara, estado Zulia. Caracas: Universidad Central de Venezuela. Departamento de Minas. Trabajo Especial de Grado. Inédito.
- Ayala, F., y Rodríguez, J. (1986). *Manual para el Diseño y Construcción de Escombreras y Presas de Residuos Mineros*. España: IGME.
- Badillo, J. y Rodríguez, R. (2000) *Mecánica de suelos. Tomo I*. Limusa, Noriega Editores. México.
- Barrera, M. (2018) *Un modelo con enfoque ontológico para la Gestión de Currículos por Competencias*. Tesis doctoral. Postgrado en Ciencias de la Computación. Facultad de Ciencias. Universidad Central de Venezuela. Inédito.
- Bian, Z.; Miao, X.; Lei, S.; Chen, S.; Wang W. y Struthers, S. (2012) *The Challenges of Reusing Mining and Mineral-Processing Wastes*. Revista Science 337. Disponible en línea en: www.sciencemag.org fecha de consulta 06/2016. DOI: 10.1126/science.1224757
- Brunner, P. (2014) *Urban Mining A Contribution to Reindustrializing the City*. En: *Journal of Industrial Ecology*. Vol. 15 N°3, Yale University. Pp 339-341. Disponible en: [http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/\(ISSN\)1530-9290/issues](http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/(ISSN)1530-9290/issues)
- Buol, S. W.; Hole, F. D. y McCracken, R. J. (2004) *Génesis y clasificación de suelos*. Editorial Trillas. 2da. Edición.
- Carter, R. (2019) *Shrinking the Waste Line, Producers and service providers are mapping out pathways to more eco-friendly handling of mining's solid-waste materials ranging from tires to trash*. En: *Engineering and Mining Journal*, Abril 2019. Disponible en: www.e-mj.com
- Carreño, J. (2008) *Diseño de escombreras de la mina de roca fosfática (Consección Riecito), Cerro Riecito, municipio Jacura, estado Falcón*. Caracas: Universidad Central de Venezuela. Trabajo Especial de Grado. Inédito.
- Caterpillar (2008) *Guía de referencia rápida para aplicaciones de máquinas de minería*. Guía de campo. Caterpillar Global Mining.
- Caudillo, L. (2007) *Desarrollo de estrategias de aprendizaje en la universidad. De la utopía a la pragmatopía*. Disponible en: Revista DIDAC, Nueva Época. N°49. Formación por competencias. Universidad Iberoamericana. Disponible en línea: www.didac.uia.mx

- Chadwick, J. (1996) *Pistas de arrastre*. *International Mining Journal*. Noviembre 1996, páginas 28-31.
- Consejo de la Facultad de Medicina (2010) *Acta de la Sesión Ordinaria Ampliada No. 10/19*. Implicaciones para la Facultad de Medicina de la Política Curricular de la Universidad Central de Venezuela, presentación del Dr. Juan F. Pérez G. Comisión de Currículo Central de la Facultad de Medicina.
- Cossu, R. y Williams, I. (2015) *Urban mining: Concepts, terminology, challenges*. Editorial en *Waste Management Journal*. Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/283294422_Urban_mining_Concepts_terminology_challenges
- Das, B. (2001) *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica*. International Thomson Editores, S.A. México, D.F.
- Decreto 1.257. *Normas sobre Evaluación Ambiental de Actividades Susceptibles de Degradar el Ambiente*. Gaceta Oficial N° 35.946 25/04/1996. Disponible en:
<http://www.vitalis.net/Normas%20sobre%20evaluaci%C3%B3n%20ambiental%20de%20actividades%20susceptibles%20de%20degradar%20el%20ambiente.pdf>. Consulta 02/07/2016.
- Decreto 2.226. *Normas para la apertura de picas y construcción de vías de acceso*. Gaceta Oficial N° 4.418 27/04/1992. Disponible en: <http://www.vitalis.net/Normas%20Ambientales%20para%20la%20Apertura%20de%20Picas%20y%20Construcci%C3%B3n%20de%20V%C3%ADas%20de%20Acceso.pdf>. Consulta 02/07/2016.
- Decreto 295. *Decreto con rango valor y fuerza de Ley de Minas*. Gaceta Oficial N° 5.382 28/09/1999. Disponible en: <http://www.ingegomin.gob.ve/descarga/leydeminas.pdf>. Consulta 02/07/2016.
- Decreto 883. *Normas para la clasificación y el control de la calidad de los cuerpos de agua y vertidos o efluentes líquidos*. Gaceta Oficial Extraordinaria N° 5.021 18/12/1996. Disponible en:
<http://www.adan.org.ve/documentos/decreto-883.pdf>. Consulta 02/07/2016.
- Departamento de Minas (1995) *Programa de la asignatura Laboreo a Cielo Abierto* código 3280. Disponible: saberUCV.
- Díaz, C. (s/f) *Curso de características técnicas y aplicaciones de motoniveladoras*. Disponible en:
<http://www.maquinariaspesadas.org/blog/1653-curso-caracteristicas-tecnicas-aplicaciones-motoniveladoras>. Consulta 02/07/2016.
- Díaz, R. (2017) *Las políticas académicas y el cambio curricular en la UCV*. Memorias de la XIV Jornada de Investigación Educativa y el V Congreso Internacional de Educación. UCV-Centro de Investigaciones Educativas.

- Donaire, M.; López, C.; Anduvire, O.; García, P. y Vaquero, I. (s/f) *Guía para el diseño y construcción de escombreras*. Junta de Andalucía. España.
- Eaton, T., Broughton, S., & Crippen, K. (2007) *Diseño y operación de grandes botaderos*. En Edumine. Obtenido de Infomine:
<http://www.edumine.com/courses/online-courses/disen-y-operacion-de-grandes-botaderos/>
- Espinal, A. (2012) *¿Construir objetivos, propósitos o competencias? Una propuesta orientadora*. EFDeportes.com Revista Digital. Buenos Aires. Año 17 – N.º 170.
<http://www.efdeportes.com/>
- Facultad de Agronomía (2013) *Pensum de estudios Ingeniería Agronómica*. Universidad Central de Venezuela. www.ucv.ve
- Facultad de Agronomía (2019) *Pensum de estudios Ingeniería Agronómica*. Actualización. Universidad Central de Venezuela. www.ucv.ve
- Facultad de Ingeniería (2008) *Proyecto de Diseño Curricular e Implementación de la Carrera de Ingeniería de Procesos Industriales*. Coordinación Académica de la Facultad de Ingeniería de la UCV.
- Facultad de Medicina (2014) Circular No. ED-04/2014. Documento facilitado por el Dr. A. D'Alessandro.
- Gómez, T. (2007) *El trabajo docente en la formación por competencias*. De la utopía a la pragmatopía. Revista DIDAC, Nueva Época. N°49. Formación por competencias. Universidad Iberoamericana. Disponible en línea: www.didac.uia.mx
- González, R. y Rojas, P. (2009) *Diseño y validación de un programa de formación por competencias en género y educación*. X Congreso Nacional de Investigación Educativa. México.
- Graedel, T. E. (2011) *The Prospects for Urban Mining*. En: *The Bridge Journal. National Academy of Engineering*. ISSN-0737-6278. Vol. 41 N°1, Spring 2011. pp. 43-50. Disponible en:
<https://www.nae.edu/Publications/Bridge/43180.aspx>
- Guillén y Perdomo (2015) *Análisis de impacto del uso de los medios virtuales de la UCV en una carrera con un perfil basado en competencias, experiencias en Ingeniería de Procesos Industriales años 2012 y 2014*. Artículo. Revista de la Facultad de Ingeniería Vol. 29 No 4.
- Guillen A. y Nieves, J. (2015) *Estudio e interpretación de la evolución del rendimiento estudiantil de una carrera planificada bajo el perfil de competencias y su comparación con otras de pensum por objetivos*. Artículo. Revista de la Facultad de Ingeniería Vol. 30 No 4.
- Guzmán, C.; Galindo, M.; Martínez, F.; Carolla, C.; Amaro, S.; Bustamante, Y.; Campos, J.; Goncalves, J.; Nessi, A. y Vásquez, A. (2020) *Perfil de Competencia profesional: Experiencia de Creación de la Escuela de Bioanálisis-UCV*. Revista de la Facultad de Medicina.

Volumen 43. No. 2, 2020.

- Guzmán, O.; Caballero, T. Y Mosle, H. J. (2006) *El comportamiento ante los residuos del planeta: un camino entre la vida y la muerte*. En el libro *Bioética y Medio Ambiente*. Editorial Félix Varela. La Habana. Cuba.
- Haddock, K. (2007) *The Earthmover Encyclopedia: The Complete Guide to Heavy Equipment of the World*. MBI Publishing Company. Minneapolis, USA. www.motorbooks.com
- Infomine. (2007) *Infomine-Edumine. Curso en línea: Diseño y operación de grandes botaderos*. Obtenido de Infomine: <http://www.edumine.com/courses/online-courses/diseno-y-operacion-de-grandes-botaderos/>
- Instituto de Geología y Minería INGEOMIN (2016) *Decreto 295. Decreto con rango valor y fuerza de Ley de Minas*. Gaceta Oficial N° 5.382 28/09/1999. Disponible en: <http://www.ingeomin.gob.ve/descarga/leydeminas.pdf>. Consulta 02/07/2016.
- Marguí, E.; Hidalgo, M.; Queralt, I. y Rodríguez, R. (2006) *Métodos de evaluación del riesgo ambiental de los residuos minero-metalúrgicos sólidos*. En: *Los residuos minero-metalúrgicos en el medio ambiente*. Instituto Geológico Minero de España.
- Naredo, J. M. (2004) *Crecimiento insostenible, desarrollo sostenible*. Capítulo 9. En: *Geografía Humana. Procesos, Riesgos e Incertidumbres en un mundo globalizado*. (Primera ed.). Barcelona, España: Ariel, S.A.
- Navarrete, J. (2013) *Diagnóstico y guía ambiental del manejo y disposición final de los escombros sólidos desechables generados por las canteras entre km 10 al 14 vía Guayaquil – Salinas*. Ecuador: Universidad de Guayaquil. Escuela de Ciencias Geológicas y Ambientales.
- Levy, S. (2011) *Informe de Gestión FaCES 2008-2011*. Facultad de Ciencias Económicas y Sociales, Universidad Central de Venezuela. www.ucv.ve
- López Marinas, J. y Perrón, M. (2002) *Glosario y Vocabulario. Español, Inglés y Francés de términos habituales en geología aplicada a la Ingeniería Civil*. CEI inversiones editoriales Dossat 2000, S.L. España.
- Papatzikos, M. y Hernández, E. (2012) *Diseño curricular por Competencias. Una propuesta de formación profesional de la Escuela de Bibliotecología y Archivología de la Universidad Central de Venezuela*. IV Convención Internacional de Archivistas, COINDEAR.
- Patiño, M.; Miguel, V.; Uzcátegui, Z.; Pérez G., P.; Medero, N.; Insignares, J.; Montes de Oca, I.; Mota, M.; Alarcón, B.; Echezuría, L.; Palencia, A. y Niño, P. (2008) *Propuesta para la transformación curricular de la Escuela de Medicina “Luis Razetti” de la Universidad Central de Venezuela*. Revista de la Facultad de Medicina. Volumen 31. No. 1, 2008.
- Paz, H. (2007) *El Aprendizaje Situado como una alternativa en la formación de Competencias en Ingeniería*. Revista de Educación en Ingeniería. Diciembre 2007, No. 4. ISSN 1900-8260.

www.acofi.edu.co

- Pinilla, K. (1999) *Alternativas para el manejo y disposición de minerales no conformes en el Cuadrilátero Ferrífero San Isidro, estado Bolívar C.V.G. Ferrominera Orinoco, C.A.* Caracas. Universidad Central de Venezuela. Departamento de Minas. Trabajo Especial de Grado. Inédito.
- Piña, A. (2013) *Identificación de variables para toma de decisiones en fosfatos sedimentarios, mediante correlación de condiciones genéticas y técnicas de beneficio mineral.* Caracas. Universidad Central de Venezuela. Departamento de Minas. Trabajo de Ascenso. Inédito.
- Piña, A. (2007) *Taller de Diseño y Manejo de Escombreras.* Caracas, Venezuela: Material de Clases Laboreo a Cielo Abierto. Inédito. Disponible en SaberUCV.
- Piña, A. y Casal, S. (2015) *Curso Criterios para el diseño y manejo de escombreras*, versión 2015 AP SC. Noviembre 2015. Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/283856566_Criterios_para_el_diseno_y_manejo_de_escombreras_2015_AP_SC. Consulta 03/07/2016.
- Piña, A.; Silva, K. y colaboradores (2015). *Resultados, Investigación sobre maquinaria minera en Venezuela 2012-2014.* Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/275583578_Resultados_Investigacion_sobre_maquinaria_minera_en_Venezuela_2012-2014.
- Polo, M.; Fernández, A.; Buonaffina, N.; Zambrano, N.; Wills, L. y otros (2006) *Lineamientos curriculares para formular diseños de carreras o rediseños curriculares en la UCV.* Comisión Central de Currículo, Vicerrectorado Académico. Universidad Central de Venezuela.
- Puig, I.; Calaf, M. y Jofra, M. (2014) *Minería Urbana: extracción de recursos de los vertederos.* Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/296431576_Mineria_urbana_extraccion_de_recursos_de_los_vertederos?ev=prf_pub
- Quintero, K. (2005) *Geoquímica orgánica de los carbones del yacimiento Paso Diablo (Formación Marcelina – Paleoceno), estado Zulia. Venezuela.* Tesis, Departamento de Geoquímica, Escuela de Química. Facultad de Ciencias, UCV. Inédito.
- Rodríguez, O. (2009) *Conservación de suelos y agua. Una premisa para el desarrollo sustentable.* Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.
- Rodríguez, R. y Acero, P. (2006) *Impacto y riesgo ambiental de las Actividades minero-metalúrgicas.* En: Los residuos minero-metalúrgicos en el medio ambiente. Instituto Geológico Minero de España.
- Romero, J.; Fernández, M.; Hernández, I.; González, F.; Ramos, H.; Valls, J.; Petralanda, I.

- (2009) *Propuesta de Diseño Curricular de la Escuela de Biología*. Comisión de Currículo Escuela de Biología, Facultad de Ciencias. UCV.
- Sánchez, L.E.; Silva-Sánchez, S.S. y Neri, A.C. *Guía para la Planificación del Cierre de Mina*. Brasilia, 2015: Instituto Brasileiro de Mineração. Disponible en: www.ibram.org.br. Consulta 29/06/2016.
- Sánchez, A. (2001) *Transición energética y expansión minera en España*. Capítulo IX. En: *Naturaleza transformada*. Icaria editorial. Barcelona, España.
- Serna, G. (2007) *Programas educativos basados en competencias y su compromiso con el desarrollo humano*. De la utopía a la pragmatopía. Disponible en: *Revista DIDAC, Nueva Época*. N°49. Formación por competencias. Universidad Iberoamericana.
- Silva, A. (2008) *Competencias gerenciales*. Universidad Metropolitana. Caracas, Venezuela.
- Silva, K. y Piña, A. (2016) *Residuos mineros, qué son y posibilidades de valorización*. Presentación en Coloquio sobre Valorización de Residuos Mineros, Industriales y Urbanos, IMME-UCV. Disponible en www.researchgate.net DOI: 10.13140/RG.2.1.3481.0489
- Solanilla, J. (2003) *Gerencia de equipos para obras civiles y minería*. Primera Edición. Bhardar Editores. Bogotá-Colombia.
- Torres, M. (2008) *Transporte en pulpas*. Material Docente: Análisis de Sistemas Particulados. Universidad de Chile. Disponible en: https://www.u-cursos.cl/ingenieria/2008/1/MI42C/1/material_docente/. Consulta: 03/07/2016.
- Universidad Nacional del Centro del Perú (2008) *Currículo de estudios Facultad de Ingeniería de Minas bajo un enfoque de competencias 2009-2013*. Junta de la Facultad de Ingeniería de Minas.
- Valladares, L. (2011) *Las competencias en la educación científica, Tensiones desde el pragmatismo epistemológico*. *Revista: Perfiles Educativos*. UNAM. www.perfileseducativos.unam.mx
- Williams, D. (1996). *Management of Solid Wastes*. En D. Mulligan, *Environmental Management in the Australian Minerals and Energy Industries* (pág. 785). Sydney: *University of New South Wales Press*.
- Yániz, C. (2007) *Competencias en la universidad*. De la utopía a la pragmatopía. Disponible en: *Revista DIDAC, Nueva Época*. N°49. Formación por competencias. Universidad Iberoamericana. Disponible en línea: www.didac.uia.mx

ANEXOS

ANEXO 1

Programaciones Docentes del Departamento de Minas desde 2015 a 2020

PROGRAMACIÓN DOCENTE

Semestre 2015-III

DEPARTAMENTO: MINAS

Jefa de Departamento: Profa. Katherine Silva

Asignatura	Código	Sec.	Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes		Profesor	C.I.	Cupo	
			Hora	Aula	Hora	Aula	Hora	Aula	Hora	Aula	Hora	Aula				
Introducción a la Minería	3208	O1			7-9 am	311			7-9 am	311			Franklin Plata		15	
Economía y Legislación Minera	3209	O1			1-4 pm	310-A							José Duque		35	
Docimasia	3210	O1			11-1 pm	311			2-5 pm	Laboratorio Metalurgia 310C			Katherine Silva		10	
Preparación y Concentración de Menas	3211	O1	11-1 pm	312			9-12 m	224-A					Katherine Silva		10	
							9-12 m	Laboratorio Metalurgia								
Perforación y Voladura de Rocas	3213	O1	8-10 am	305							5-7 pm	305	José Luis Contreras		15	
Operaciones Mineras	3215	O1	11-1 pm	310-B			11-2 pm	305					Sasha Cazal		10	
Infraestructura para Minería	3218	O1									5-7 pm	224-A	María Teresa Artigas		10	
Cálculos Geomineros	3219	O1	2-4 pm	310-B			2-4 pm	312					Omar Márquez		10	
Máquinas y Motores	3222	O1									7-11 am	310-C	Isidro Barboza		10	
Obras Subterráneas	3223	O1							5-7 pm	310-B	5-7 pm	310-B	Spic Limo		10	
Minería y Ambiente	3224	O1					5-7 pm	311			5-7 pm	311	Alba Castillo		10	
Mecánica de Rocas	3225	O1			2-4 pm	Dirección de Petróleo							Miguel Castillejo		10	
Evaluación y Gerencia de Proyectos Mineros	3229	O1									5-8 pm	310-C	José Luis De Abreu		10	
Minería de Campo	3230	O1									8-9 am	310B	Omar Márquez		15	
Trabajo Especial de Grado	3231	O1	PROFESORES DEL DEPARTAMENTO													
Evaluación de Yacimientos	3235	O1	10-12 m	305			10-12 m	310-B						Omar Márquez		15
Seminario de Trabajo Especial de Grado	3238	O1									9-11 am	310-B	Gladys Martínez		15	
Minería del Carbon	3249	O1							2-4 pm	310-B			Aurora Piña		10	
Tópico Especial I: Mecánica de Suelos	3272	O1	A Convenir										Jéssica López		5	
Tópico Especial II: Geostadística para Minería	3273	O1	A Convenir										Luis Araya		5	
Tópico Especial III	3274	O1	A Convenir										Trino Baloa Nélsion Urdaneta		5	
Laboreo a Cielo Abierto	3280	O1	9-11 am	310-B	10-12 m	310-B								Aurora Piña		10
Diseño Geotécnico de Taludes y Túneles	3292	O1							10-1pm	310-B			Sasha Cazal		10	

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA: GEOLOGÍA, MINAS Y GEOFÍSICA

PROGRAMACIÓN DOCENTE

Semestre 2016-I

DEPARTAMENTO: MINAS

Jefa de Departamento: *Profa. Aurora B. Piña D.*

Asignatura	Código	Sec.	Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes		Profesor(a)	C.I.	Cupo	
			Hora	Aula	Hora	Aula	Hora	Aula	Hora	Aula	Hora	Aula				
Introducción a la Minería	3208	O1			7-9 am	311			7-9 am	311			Franklin Plata		15	
Economía y Legislación Minera	3209	O1			1-4 pm	310-A							José Duque		35	
Docimasia	3210	O1			10-12 m	311			2-5 pm	Laboratorio Metalurgia / 310C			Katherine Silva		10	
Preparación y Concentración de Menas	3211	O1	11-1 pm	312			9-12 m	224-A					Katherine Silva		10	
							9-12 m	Laboratorio Metalurgia								
Perforación y Voladura de Rocas	3213	O1	8-10 am	305							5-7 pm	305	José Luis Contreras		15	
Operaciones Mineras*	3215	O1	11-1 pm	310-B			11-2 pm	305					Sasha Cazal		10	
Infraestructura para Minería	3218	O1									5-7 pm	224-A	María Teresa Artigas		10	
Cálculos Geomineros	3219	O1	2-4 pm	310-B			2-4 pm	312					Omar Márquez		10	
Máquinas y Motores	3222	O1									7-11 am	310-C	Isidro Barboza		10	
Obras Subterráneas	3223	O1							5-7 pm	310-B	5-7 pm	310-B	Spic Limo		10	
Minería y Ambiente	3224	O1					8-10 am	311			8-10 am	311	Alba Castillo		10	
Mecánica de Rocas	3225	O1			2-4 pm	Dirección de Petróleo							Miguel Castillejo		10	
Evaluación y Gerencia de Proyectos Mineros	3229	O1			2-4 pm	310-B	2-4 pm	310-B					Aurora Piña		12	
Minería de Campo	3230	O1									8-9 am	310B	Coordinador de Pasantías		15	
Trabajo Especial de Grado	3231	O1	PROFESORES DEL DEPARTAMENTO													
Evaluación de Yacimientos	3235	O1	10-12 m	305			10-12 m	310-B						Omar Márquez		12
Investigación Aplicada	3283	O1	A Convenir										Profesores del Departamento		5	
Seminario de Trabajo Especial de Grado	3238	O1									9-11 am	310-B	Gladys Martínez		10	
Minería de los no metálicos	3271	O1	A Convenir										José Luis De Abreu		10	
Tópico Especial I: Diseño y manejo de escombreras	3272	O1	A Convenir										Jéssica López		5	
Tópico Especial II: Tópico especial en Geoestadística Minera	3273	O1	A Convenir										Luis Araya		5	
Tópico Especial III: Criterios para Minería Racional	3274	O1	A Convenir										Trino Baloa; Nelson Urdaneta		5	
Laboreo a Cielo Abierto*	3280	O1	9-11 am	310-B	10-12 m	310-B								Aurora Piña		10
Diseño Geotécnico de Taludes y Túneles	3292	O1							10-1pm	310-B			Sasha Cazal		10	

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA: GEOLOGÍA, MINAS Y GEOFÍSICA

PROGRAMACIÓN DOCENTE

Semestre 2016-3

DEPARTAMENTO: MINAS

Jefa de Departamento: *Prof. Aurora B. Piña D.*

Asignatura	Código	Sec.	Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes		Profesor(a)	C.I.	Cupo
			Hora	Aula	Hora	Aula	Hora	Aula	Hora	Aula	Hora	Aula			
Introducción a la Minería	3208	O1	8-10 am	310-B			8-10 am	310-B					Freddy Moya		15
Economía y Legislación Minera	3209	O1	9-11 am	311			9-11 am	305					Sasha Cazal		30
Docimasia	3210	O1			10-12 m	311			2-5 pm	Laboratorio Metalurgia / 310C			Katherine Silva		10
Preparación y Concentración de Menas	3211	O1	11-1 pm	312			9-12 m	224-A					Katherine Silva		10
							9-12 m	Laboratorio Metalurgia							
Perforación y Voladura de Rocas	3213	O1	8-10 am	305							5-7 pm	305	José Luis Contreras		15
Operaciones Mineras*	3215	O1	11-1 pm	310-B			11-2 pm	305					Néilson Urdaneta		10
Infraestructura para Minería	3218	O1									5-7 pm	224-A	María Teresa Artigas		10
Cálculos Geomineros	3219	O1	10-12 m	310-B			10-12 m	312					Omar Márquez		10
Máquinas y Motores	3222	O1									7-11 am	310-C	Isidro Barboza		10
Obras Subterráneas	3223	O1							5-7 pm	310-B	5-7 pm	310-B	Spic Limo		10
Minería y Ambiente	3224	O1			8-10 am	310-B			8-10 am	310-B			Alba Castillo		10
Mecánica de Rocas	3225	O1			2-4 pm	Dirección de Petróleo							Miguel Castillejo		10
Evaluación y Gerencia de Proyectos Mineros	3229	O1			2-4 pm	310-B	2-4 pm	310-B					Aurora Piña		12
Entrenamiento Profesional	3278	O1	A Convenir										Jéssica López		5
Minería de Campo	3230	O1									9-12 m	310C	Coordinador(a) de Pasantías		15
Trabajo Especial de Grado	3231	O1	PROFESORES DEL DEPARTAMENTO												
Evaluación de Yacimientos	3235	O1	2-4 pm	310B			2-4 pm	305					Omar Márquez		12
Investigación Aplicada	3283	O1	A Convenir										Profesores del Departamento		5
Seminario de Trabajo Especial de Grado	3238	O1									9-11 am	310-B	Gladys Martínez		10
Minería del Oro	3249	O1							2-4 pm	310-B			Alba Castillo		10
Minería de los no Metálicos	3271	O1	A Convenir										José Luis De Abreu		10
Tópico Especial en Minería I: Minería Sostenible	3272	O1			1-4 pm	310-A							José Duque		15
Tópico Especial en Minería II: Principios de Geostatística	3273	O1									2-4 pm	310B	Luis Araya		5
Tópico Especial en Minería III: Valorización de Residuos Mineros	3274	O1			10 -1 pm	IMME							Trino Baloa		5
Laboreo a Cielo Abierto*	3280	O1	9-11 am	310-B	10-12 m	310-B							Aurora Piña		10
Diseño Geotécnico de Taludes y Túneles	3292	O1							10-1pm	310-B			Sasha Cazal		10

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA: GEOLOGÍA, MINAS Y GEOFÍSICA

PROGRAMACIÓN DOCENTE

Semestre 2017-1

DEPARTAMENTO: MINAS

Jefa de Departamento: *Profa. Aurora B. Piña D.*

Asignatura	Código	Sec.	Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes		Profesor(a)	C.I.	Cupo	
			Hora	Aula	Hora	Aula	Hora	Aula	Hora	Aula	Hora	Aula				
Introducción a la Minería	3208	O1			11-1 pm	310-B			11-1 pm	310-B			Alba Castillo		12	
Economía y Legislación Minera	3209	O1			1-4 pm	310-C							José Duque		20	
Economía y Legislación Minera	3209	O2			1-3 pm	330			1-3 pm	330			Sasha Cazal		20	
Docimasia	3210	O1			10-12 m	311			2-5 pm	Laboratorio Metalurgia / 310C			Katherine Silva		10	
Preparación y Concentración de Menas	3211	O1	11-1 pm	312			9-12 m	224-A					Katherine Silva		10	
							9-12 m	Laboratorio Metalurgia								
Perforación y Voladura de Rocas	3213	O1	8-10 am	305							2-4 pm	305	José Luis Contreras		15	
Operaciones Mineras*	3215	O1	9-11 am	330							2-4 pm	310-B	Freddy Moya		10	
Infraestructura para Minería	3218	O1									5-7 pm	224-A	María Teresa Artigas		10	
Cálculos Geomíneros	3219	O1	2-4 pm	310-B				2-4 pm	310-B				Omar Márquez		10	
Máquinas y Motores	3222	O1									7-11 am	310-C	Isidro Barboza		10	
Obras Subterráneas	3223	O1							5-7 pm	310-B	5-7 pm	310-B	Spic Limo		10	
Minería y Ambiente	3224	O1			9-11 am	310-B			9-11 am	310-B			Alba Castillo		10	
Mecánica de Rocas	3225	O1			2-4 pm	Dirección de Petróleo							Miguel Castillejo		10	
Evaluación y Gerencia de Proyectos Mineros	3229	O1							2-4 pm	310-B	10-12 m	310-B	Aurora Piña		12	
Minería de Campo	3230	O1									8-10 m		Coordinador(a) de Pasantías		10	
Trabajo Especial de Grado	3231	O1	PROFESORES DEL DEPARTAMENTO													
Evaluación de Yacimientos	3235	O1	10-12 m	305				10-12 m	310-B					Omar Márquez		12
Seminario de Trabajo Especial de Grado	3238	O1									8-10 am	310-B	Gladys Martínez		10	
Minería del Hierro	3245	O1	A Convenir										Jessica López		10	
Minería de los no Metálicos	3271	O1	A Convenir										José Luis De Abreu		10	
Tópico Especial en Minería I: Introducción al desgaste en maquinaria minera	3272	O1	A Convenir										Katherine Silva		5	
Tópico Especial en Minería II: Principios de Geostatística	3273	O1	2-4 pm	305										Luis Araya		5
Tópico Especial en Minería III: Valorización de Residuos Mineros	3274	O1			10 -1 pm	IMME							Yeslin Azuaje		5	
Laboreo a Cielo Abierto*	3280	O1	9-11 am	310-B	2-4 pm	310-B							Aurora Piña		10	
Investigación Aplicada	3283	O1	A Convenir										Yeslin Azuaje		5	
Diseño Geotécnico de Taludes y Túneles	3292	O1	11-2 pm	310-B									Sasha Cazal		10	

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA: GEOLOGÍA, MINAS Y GEOFÍSICA

PROGRAMACIÓN DOCENTE

Semestre 2018-1

DEPARTAMENTO: MINAS

Jefe de Departamento: *Prof. Aurora B. Piña D.*

Asignatura	Código	Sec.	Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes		Profesor(a)	C.I.	Cupo
			Hora	Aula	Hora	Aula	Hora	Aula	Hora	Aula	Hora	Aula			
Introducción a la Minería	3208	O1			11-1 pm	310-B			11-1 pm	310-B			Alba Castillo		15
Economía y Legislación Minera	3209	O1	9-11 am	311			9-11 am	305					Sasha Cazal		30
Docimasia	3210	O1			10-12 m	311			2-5 pm	Laboratorio Metalurgia / 310C			Katherine Silva		10
Preparación y Concentración de Menas	3211	O1	11-1 pm	312			9-12 m	224-A					Katherine Silva/Yeslin Azuaje		10
							9-12 m	Laboratorio Metalurgia							
Perforación y Voladura de Rocas	3213	O1			11-1 pm	310-C			11-1 pm	305			José Luis De Abreu		15
Operaciones Mineras*	3215	O1	5-7 pm	310-B			5-7 pm	310-B					Marianne Garrido		10
Infraestructura para Minería	3218	O1									5-7 pm	224-A	María Teresa Artigas		10
Cálculos Geomineros	3219	O1	10-12 m	310-B			10-12 m	312					Omar Márquez		10
Máquinas y Motores	3222	O1									7-11 am	310-C	Isidro Barboza		10
Obras Subterráneas	3223	O1							5-7 pm	310-B	5-7 pm	310-B	Spic Limo		10
Minería y Ambiente	3224	O1			9-11 am	310-B			9-11 am	310-B			Alba Castillo		10
Mecánica de Rocas	3225	O1			2-4 pm	Dirección de Petróleo							Miguel Castillejo		10
Evaluación y Gerencia de Proyectos Mineros	3229	O1							2-4 pm	310-B	10-12 m	310-B	Aurora Piña		10
Minería de Campo	3230	O1					12-1 pm	310-B					Coordinador(a) de Pasantías		10
Trabajo Especial de Grado	3231	O1	PROFESORES DEL DEPARTAMENTO												
Evaluación de Yacimientos	3235	O1	2-4 pm	305			2-4 pm	310-B					Omar Márquez		15
Investigación Aplicada	3283	O1	A Convenir										Profesores del Departamento		5
Seminario de Trabajo Especial de Grado	3238	O1									8-10 am	310-B	Gladys Martínez		10
Minería del Hierro	3245	O1	A Convenir										Jessica López		10
Tópico Especial en Minería I: Minería Sostenible	3272	O1			1-4 pm	310-C							José Duque		10
Tópico Especial en Minería II: Geostatística y diseño de experimentos	3273	O1	A Convenir										Luis Araya		5
Tópico Especial en Minería III: Valorización de Residuos Mineros	3274	O1			10 -1 pm	IMME							Trino Baloa		10
Laboreo a Cielo Abierto*	3280	O1	8-10 am	310-B	2-4 pm	310-B							Aurora Piña		10
Diseño Geotécnico de Taludes y Túneles	3292	O1							10-1pm	310-C			Sasha Cazal		10

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA: GEOLOGÍA, MINAS Y GEOFÍSICA

PROGRAMACIÓN DOCENTE

Semestre 2018-III

DEPARTAMENTO: MINAS

Jefe de Departamento: *Profa. Aurora B. Piña D.*

Asignatura	Código	Sec.	Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes		Profesor(a)	C.I.	Cupo	
			Hora	Aula	Hora	Aula	Hora	Aula	Hora	Aula	Hora	Aula				
Introducción a la Minería	3208	O1			11-1 pm	310-B			11-1 pm	310-B			Alba Castillo		10	
Economía y Legislación Minera	3209	O1			1-4 pm	305							José Duque		30	
Docimasia	3210	O1			10-12 m	311			2-5 pm	Laboratorio Metalurgia / 310C			Katherine Silva/Magda Acosta		10	
Preparación y Concentración de Menas	3211	O1	10-12 am	312 / Metalurgia			8-12 m	224-A					Katherine Silva/Yeslin Azuaje		10	
							8-12 m	Laboratorio Metalurgia								
Perforación y Voladura de Rocas	3213	O1			11-1 pm	310-C			11-1 pm	311			José Luis De Abreu		15	
Cálculos Geomineros	3219	O1	10-12 m	310-B			10-12 m	310-B					Omar Márquez		10	
Máquinas y Motores	3222	O1							8:30-11 am	311			Leoner Azuaje/Isidro Barboza		10	
Obras Subterráneas	3223	O1							5-7 pm	310-B	5-7 pm	310-B	Spic Limo		10	
Minería y Ambiente	3224	O1			9-11 am	310-B			9-11 am	310-B			Alba Castillo		10	
Mecánica de Rocas	3225	O1			2-4 pm	Dirección de Petróleo							Miguel Castillejo		10	
Evaluación y Gerencia de Proyectos Mineros	3229	O1			2-4 pm	310-B			2-4 pm	310-B			Aurora Piña		10	
Minería de Campo	3230	O1									1-3 pm	310-B	Aurora Piña		15	
Trabajo Especial de Grado	3231	O1	PROFESORES DEL DEPARTAMENTO													
Evaluación de Yacimientos	3235	O1	2-4 pm	311			2-4 pm	310-B						Omar Márquez		15
Seminario de Trabajo Especial de Grado	3238	O1									8-10 am	310-B	Gladys Martínez		10	
Laboratorio de Mecánica de Rocas	3262	O1	A Convenir/Laboratorio de Mecánica de Rocas 222										Miguel Castillejo		5	
Minería de las Rocas Ornamentales	3270	O1	8-10 am	310-B									Cristian Sánchez		10	
Minería de los No Metálicos	3271	O1									3-6 pm	310-B	María Teresa Artigas		15	
Tópico Especial en Minería I: Diseño y construcción de escombreras	3272	O1							9-12m	310-A			Jessica López		5	
Tópico Especial en Minería II: Geoestadística para minería	3273	O1	1-3 pm	310-B									Luis Araya		5	
Entrenamiento Profesional	3278	O1									1-3 pm	310-B	Aurora Piña		5	
Laboreo a Cielo Abierto*	3280	O1					11-1 pm	310-B			10-12 m	310-B	Aurora Piña		10	
Investigación Aplicada	3283	O1	A Convenir										Yeslin Azuaje		5	
Diseño Geotécnico de Taludes y Túneles	3292	O1	A Convenir 310-B										Pietro de Marco/Sasha Cazal		10	

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA: GEOLOGÍA, MINAS Y GEOFÍSICA

PROGRAMACIÓN DOCENTE

Semestre 2019-I

DEPARTAMENTO: MINAS

Jefe de Departamento: *Profa. Aurora B. Piña D.*

Asignatura	Código	Sec.	Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes		Profesor(a)	C.I.	Cupo	
			Hora	Aula	Hora	Aula	Hora	Aula	Hora	Aula	Hora	Aula				
Introducción a la Minería	3208	O1			11-1 pm	310-B			11-1 pm	310-B			Alba Castillo		10	
Economía y Legislación Minera	3209	O1			1-4 pm	305							José Duque		30	
Docimasia	3210	O1			10-12 m	311			2-5 pm	Laboratorio Metalurgia / 310C			Katherine Silva/Yeslin Azuaje		10	
Preparación y Concentración de Menas	3211	O1	10-12 am	312 / Metalurgia			8-12 m	224-A					Katherine Silva/Magda Acosta		10	
							8-12 m	Laboratorio Metalurgia								
Perforación y Voladura de Rocas	3213	O1			11-1 pm	310-C			11-1 pm	311			José Luis De Abreu		15	
Operaciones Mineras*	3215	O1	5-7 pm	310-B				5-7 pm	310-B				Marianne Garrido		10	
Infraestructura para Minería	3218	O1									5-7 pm	312	María Teresa Artigas		10	
Cálculos Geomíneros	3219	O1	2-4 pm	305				2-4 pm	310-B				Omar Márquez		10	
Máquinas y Motores	3222	O1									8-12 m	312	Isidro Barboza		10	
Obras Subterráneas	3223	O1	On line - A Convenir										Spic Limo		10	
Minería y Ambiente	3224	O1			9-11 am	310-B			9-11 am	310-B			Alba Castillo		10	
Mecánica de Rocas	3225	O1						1-4 pm	235 (Petróleo)				Diego Marchán		10	
Evaluación y Gerencia de Proyectos Mineros	3229	O1			2-4 pm	310-B			2-4 pm	310-B			Aurora Piña		10	
Minería de Campo	3230	O1									1-3 pm	310-B	Aurora Piña		5	
Trabajo Especial de Grado	3231	O1	PROFESORES DEL DEPARTAMENTO													
Evaluación de Yacimientos	3235	O1	10-12 am	310-B				10-12 am	311					Omar Márquez		15
Minería del Hierro	3245	O1	On line - A Convenir										Jessica López		5	
Minería del Oro	3249	O1							1-4 pm	310-B			José Hernández		10	
Seminario de Trabajo Especial de Grado	3238	O1									9-11 am	310-B	Gladys Martínez		10	
Minería de las Rocas Ornamentales	3270	O1	8-10 am	310-B									Cristian Sánchez		10	
Tópico Especial en Minería I: Minería de minerales pesados	3272	O1											Carlos Utches		5	
Tópico Especial en Minería II: Geoestadística para minería	3273	O1	1-3 pm	310-B									Luis Araya		5	
Laboreo a Cielo Abierto*	3280	O1					9:30 am-12 m	310-B			11-12 m	310-B	Aurora Piña /José Hernández		10	
Diseño Geotécnico de Taludes y Túneles	3292	O1			2-4 pm	Dirección de Petróleo							Miguel Castillejo		10	

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA: GEOLOGÍA, MINAS Y GEOFISICA

PROGRAMACIÓN DOCENTE

Semestre 2019-III

DEPARTAMENTO: MINAS

Jefe de Departamento: Profa. Aurora B. Piña D.

Asignatura	Código	Sec.	Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes		Profesor(a)	C.I.	Cupo	
			Hora	Aula	Hora	Aula	Hora	Aula	Hora	Aula	Hora	Aula				
Introducción a la Minería	3208	O1			11-1 pm	310-B			11-1 pm	310-B			Alba Castillo		10	
Economía y Legislación Minera	3209	O1			1-4 pm	305							José Duque		30	
Docimasia	3210	O1			9-11 am	311			9-12 m	Laboratorio Metalurgia / 310C			Katherine Silva/Yeslin Azuaje		10	
Preparación y Concentración de Menas	3211	O1	10-12 am	312 Teoría				9-12 m	Laboratorio Metalurgia				Magda Acosta		10	
Perforación y Voladura de Rocas	3213	O1			11-1 pm	310-C			11-1 pm	310-C			José Luis De Abreu		15	
Operaciones Mineras*	3215	O1						9-12 m	310-B				Aurora Piña		10	
Infraestructura para Minería	3218	O1									5-7 pm	310-B	María Teresa Artigas		10	
Cálculos Geomineros	3219	O1	2-4 pm	305				2-4 pm	310-B				Omar Márquez		10	
Máquinas y Motores	3222	O1									8-12 m	312	Isidro Barboza		10	
Obras Subterráneas	3223	O1	On line - A Convenir										Spic Limo		10	
Minería y Ambiente	3224	O1			9-11 am	310-B			9-11 am	310-B			Alba Castillo		10	
Mecánica de Rocas	3225	O1			2-4 pm	Dirección de Petróleo							Miguel Castillejo		10	
Evaluación y Gerencia de Proyectos Mineros	3229	O1			2-4 pm	310-B			2-4 pm	310-B			Aurora Piña		10	
Minería de Campo	3230	O1	On line - A Convenir										Aurora Piña		5	
Trabajo Especial de Grado	3231	O1	PROFESORES DEL DEPARTAMENTO													
Evaluación de Yacimientos	3235	O1	10-12 am	310-B				10-12 am	310-C					Omar Márquez		15
Minería del Hierro	3245	O1	On line - A Convenir										Jessica López		5	
Minería del Oro	3249	O1							1-4 pm	312			José Hernández		10	
Seminario de Trabajo Especial de Grado	3238	O1									9-11 am	310-B	Gladys Martínez		10	
Minería de las Rocas Ornamentales	3270	O1	8-10 am	310-B									Cristian Sánchez		5	
Minería de los No Metálicos	3271	O1	On line - A Convenir										Marianne Garrido		5	
Tópico Especial en Minería I: Minería de minerales pesados	3272	O1									11-1 pm	310-B	Carlos Utches		5	
Tópico Especial en Minería II: Diseño de experimentos	3273	O1	1-3 pm	310-B									Luis Araya		5	
Tópico Especial en Minería III: Valorización de Residuos Mineros	3274	O1			10-1 pm	IMME							Trino Baloa		5	
Laboreo a Cielo Abierto*	3280	O1			7-9 am	310-B			7-9 am	310-B			José Hernández		10	
Investigación Aplicada	3283	O1	A Convenir										Yeslin Azuaje		5	
Diseño Geotécnico de Taludes y Túneles	3292	O1	On line - A Convenir										Por Asignar		10	

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA: GEOLOGÍA, MINAS Y GEOFÍSICA

PROGRAMACIÓN DOCENTE

Semestre 2020-I

DEPARTAMENTO: MINAS

Jefe de Departamento: Profa. Aurora B. Piña D.

Asignatura	Código	Sec.	Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes		Profesor(a)	C.I.	Cupo
			Hora	Aula	Hora	Aula	Hora	Aula	Hora	Aula	Hora	Aula			
Introducción a la Minería	3208	O1			11-1 pm	310-B			11-1 pm	310-B			Alba Castillo		10
Economía y Legislación Minera	3209	O1			1-4 pm	305							José Duque		30
Docimasia	3210	O1	9-12 m	Laboratorio Metalurgia / 310C	9-11 am	312							Katherine Silva/Yeslin Azuaje		10
Preparación y Concentración de Menas	3211	O1	10-12 am	312 Teoría			9-12 m	Laboratorio Metalurgia					Magda Acosta		10
Perforación y Voladura de Rocas	3213	O1			11-1 pm	310-C			11-1 pm	310-C			José De Abreu		15
Operaciones Mineras*	3215	O1					9 am-12:30 pm	310-B					Aurora Piña		10
Infraestructura para Minería	3218	O1									5-7 pm	310-B	María Artigas		10
Cálculos Geomineros	3219	O1	2-4 pm	305			2-4 pm	310-B					Omar Márquez		10
Máquinas y Motores	3222	O1									8-12 m	312	Isidro Barboza		10
Obras Subterráneas	3223	O1	On line - A Convenir										Spic Limo		10
Minería y Ambiente	3224	O1			9-11 am	310-B			9-11 am	310-B			Alba Castillo		10
Evaluación y Gerencia de Proyectos Mineros	3229	O1			2-4 pm	310-B			2-4 pm	310-B			Aurora Piña		10
Trabajo Especial de Grado	3231	O1	PROFESORES DEL DEPARTAMENTO												
Evaluación de Yacimientos	3235	O1	10-12 am	310-B			10-12 am	310-C					Omar Márquez		15
Minería del Hierro	3245	O1	On line - A Convenir										Jessica López		5
Minería del Oro	3249	O1							1-4 pm	312			José Hernández		10
Seminario de Trabajo Especial de Grado	3238	O1									9-11 am	310-B	Gladys Martínez		10
Minería de las Rocas Ornamentales	3270	O1	8-11 am	310-B									Cristian Sánchez		5
Minería de los No Metálicos	3271	O1	On line - A Convenir										Marianne Garrido		5
Tópico Especial en Minería I: Minería de minerales pesados	3272	O1									11-1 pm	310-B	Carlos Utches		5
Tópico Especial en Minería II: Geostatística para Minería	3273	O1	1-3 pm	310-B									Luis Araya		5
Tópico Especial en Minería III: Valorización de Residuos Mineros	3274	O1			7:30-10:30am	IMME							Trino Baloa		5
Laboreo a Cielo Abierto*	3280	O1			7-10 am	310-B			7-10 am	310-B			José Hernández		10
Investigación Aplicada	3283	O1	A Convenir										Yeslin Azuaje		5

ANEXO 2

Programa de Laboreo a Cielo Abierto 3280, vigente desde 1995

Facultad: Ingeniería	Escuela: Geología, Minas y Geofísica	Departamento: MINAS			
Asignaturas: LABOREO A CIELO ABIERTO		Código: 3280	Pag: 1 de: 9		
Requisitos: -3213-3215			Unidades: 3		
HORAS					
Teoría	Práctica	Trabajos Supervisados	Laboratorio	Seminario	Totales de Estudio
2	2	-	-	-	

LABOREO A CIELO ABIERTO

1.- PROPÓSITO:

El ingeniero de minas tiene entre sus funciones la difícil tarea de extraer del subsuelo minerales útiles al hombre que, en suficiente concentración, garanticen su explotación comercial. Los minerales que se encuentran en yacimientos superficiales o de relativo poco recubrimiento, son extraídos mediante métodos y técnicas propias del laboreo a cielo abierto. Es necesario que el ingeniero de minas conozca y domine tales métodos y técnicas con objeto de garantizar la correcta explotación de los yacimientos.

Esta asignatura suministrará al estudiante los conocimientos necesarios para seleccionar, planificar y desarrollar el método de explotación superficial que mejor se adapte a cada yacimiento.

2.- OBJETIVOS DEL APRENDIZAJE:

2.1.- Métodos de explotación de Yacimientos superficiales

2.1.1 Objetivo General

El estudiante podrá diferenciar y seleccionar adecuadamente el método de explotación que mejor se adapte a las características de un yacimiento en particular.

2.1.2.

Objetivos Específicos.

El alumno será capaz de:

2.1.2.1. Conocer la clasificación de los yacimientos de acuerdo a su morfología.

2.1.2.2. Conocer la clasificación de los métodos de explotación a cielo abierto.

2.1.2.3. Designar como se desarrolla cada uno de los métodos de explotación a cielo abierto.

2.2. Diseño de Minas a Cielo Abierto

2.2.1. Objetivo General:

Fecha de Emisión: 96	N° de Emisión:	Períodos Vigentes: DESDE I-95	Último Periodio:	
Profesor:	Jefe del Depart.: JOSÉ LUIS DE ABREU	Director: MIGUEL CASTILLEJO	Aprob. Cons.Esc.	Aprob.Cons. Facultad

Facultad: Ingeniería	Escuela: Geología, Minas y Geofísica	Departamento: MINAS			
Asignaturas: LABOREO A CIELO ABIERTO		Código: 3280	Pag: 2 de: 9		
Requisitos: -3213-3215				Unidades: 3	
HORAS					
Teoría	Práctica	Trabajos Supervisados	Laboratorio	Seminario	Totales de Estudio
2	2	-	-	-	

El alumno podrá conocer y aplicar las técnicas necesarias para definir el límite de explotación de un yacimiento, así como diseñar la geometría de la excavación.

2.2.2. Objetivos Específicos:

El alumno será capaz de:

- 2.2.2.1. Conocer cuales son los elementos claves que intervienen en el estudio del diseño de mina.
- 2.2.2.2. Establecer la interrelación entre los elementos clave del diseño.
- 2.2.2.3. Fijar los límites de explotación del yacimiento en desarrollo.

2.3.- Planificación y Desarrollo de Minas a Cielo Abierto.

2.3.1. Objetivos Generales:

La unidad le permitirá al estudiante conocer como se desarrolla la secuencia de actividades de la explotación superficial, y aplicarla al diseño particular de cada yacimiento.

2.3.2. Objetivos Específicos:

El alumno será capaz de:

- 3.2.1. Elaborar un cuadro económico comparativo de las diferentes alternativas de inversión.
- 3.2.2. Analizar el comportamiento de los parámetros económicos de selección.
- 3.2.3. Decidir cuál es la mejor inversión.

4.- Minería del Carbón a Cielo Abierto

4.1.- Objetivos Generales:

Al final del curso el alumno habrá obtenido los conocimientos básicos en cuanto a la metodología empleada de ordinario en la explotación de yacimientos carboníferos a cielo abierto.

4.2. Objetivos Específicos:

El alumno será capaz de:

- 4.2.1. Distinguir los diferentes métodos de explotación.

Fecha de Emisión: 96	N° de Emisión:	Períodos Vigentes: DESDE I-95	Último Periodio:	
Profesor:	Jefe del Depart.: JOSÉ LUIS DE ABREU	Director: MIGUEL CASTILLEJO	Aprob. Cons.Esc.	Aprob.Cons. Facultad

Facultad: Ingeniería	Escuela: Geología, Minas y Geofísica	Departamento: MINAS			
Asignaturas: LABOREO A CIELO ABIERTO		Código: 3280	Pag: 3 de: 9		
Requisitos: -3213-3215				Unidades: 3	
HORAS					
Teoría	Práctica	Trabajos Supervisados	Laboratorio	Seminario	Totales de Estudio
2	2	-	-	-	

4.2.2. Recomendar la aplicación del método apropiado según lo indique los factores de selección.

4.2.3. Destacar las bondades operacionales del equipo de carga y transporte acorde al método escogido.

5.- Cálculo de Reservas de un Yacimiento Minero

5.1. Objetivo General:

Permitir que el alumno al final del curso sea capaz de cubicar las reservas de mineral de un yacimiento.

5.2. Objetivos Específicos:

El alumno será capaz de:

5.2.1. Definir conceptualmente como pueden ser clasificadas las reservas de un yacimiento mineral.

5.2.2. Conocer los diferentes métodos de cálculo y desarrollar su aplicación práctica.

6.- Voladuras a Cielo Abierto

6.1. Objetivo General

Al final del curso el alumno será capaz de integrar los principios básicos, las variables significativas y los procedimientos prácticos aplicables en la voladura de bancos.

6.2. Objetivos Específicos:

El alumno será capaz de:

6.2.1. Definir las propiedades comparativas de los explosivos.

6.2.2. Conocer los tipos de explosivos usados comúnmente en la voladura de bancos.

6.2.3. Distinguir los métodos de carga de barrenos.

6.2.4. Evaluar los parámetros que rigen al éxito de la voladura.

6.2.5. Diseñar los patrones de voladura.

7.- Transporte en camiones.

7.1.- Objetivo General:

Fecha de Emisión: 96	Nº de Emisión:	Períodos Vigentes: DESDE I-95	Último Periodio:	
Profesor:	Jefe del Depart.: JOSÉ LUIS DE ABREU	Director: MIGUEL CASTILLEJO	Aprob. Cons.Esc.	Aprob.Cons. Facultad

Facultad: Ingeniería	Escuela: Geología, Minas y Geofísica	Departamento: MINAS			
Asignaturas: LABOREO A CIELO ABIERTO		Código: 3280	Pag: 4 de: 9		
Requisitos: -3213-3215				Unidades: 3	
HORAS					
Teoría	Práctica	Trabajos Supervisados	Laboratorio	Seminario	Totales de Estudio
2	2	-	-	-	

Al final del curso el alumno será capaz de llevar a cabo un análisis de la conveniencia del empleo de camiones en la mina y establecer cual puede ser la mejor combinación pala-camión resultante.

7.2.- Objetivos Específicos:

El alumno será capaz de:

- 7.2.1. Definir los principios básicos de estimación de producción en camiones.
- 7.2.2. Conocer los diferentes tipos de unidades de acarreo y seleccionar entre diferentes combinaciones pala-camión cual es la más conveniente operacional y económicamente.

8.- Transporte en Locomotoras

8.1.- Objetivo General

El alumno será capaz de llevar a cabo un estudio de la factibilidad del empleo de locomotoras en la mina.

8.2.- Objetivos Específicos:

El alumno será capaz de:

- 8.2.1. Conocer la función básica del equipo en la mina y las condiciones físicas que limiten su aplicación.
- 8.2.2. Analizar la física del movimiento de acuerdo a las condiciones existentes en la mina que afecten la productividad.
- 8.2.3. Seleccionar el equipo más adecuado previo análisis de costo y recomendar su utilización por comparación con otros métodos de transporte.

9.- Control de Minería.

9.1.- Objetivo General:

Al final del curso el alumno será capaz de conocer como se maneja la información requerida para establecer un control adecuado y completo de una operación minera de explotación a cielo abierto.

9.2.- Objetivo Específico:

El alumno será capaz de:

- 9.2.1. Conocer los distintos tipos de control usados comúnmente en una operación minera.

Fecha de Emisión: 96	N° de Emisión:	Períodos Vigentes: DESDE I-95	Último Periodio:	
Profesor:	Jefe del Depart.: JOSÉ LUIS DE ABREU	Director: MIGUEL CASTILLEJO	Aprob. Cons.Esc.	Aprob.Cons. Facultad

Facultad: Ingeniería	Escuela: Geología, Minas y Geofísica	Departamento: MINAS			
Asignaturas: LABOREO A CIELO ABIERTO		Código: 3280	Pag: 5 de: 9		
Requisitos: -3213-3215				Unidades: 3	
HORAS					
Teoría	Práctica	Trabajos Supervisados	Laboratorio	Seminario	Totales de Estudio
2	2	-	-	-	

9.2.2. Establecer los parámetros de control que definen una situación en particular.

9.2.3. Detectar las diferencias y desviaciones importantes que permitan introducir los correctivos necesarios.

3.- EVALUACIÓN:

La evaluación de los alumnos se hará en base a:

- 1.- Promedio de tres (3) exámenes parciales que constituirá el 40% de la nota final.
- 2.- Promedio de tres (3) trabajos prácticos que constituirá el 20% de la nota final.
- 3.- Un (1) examen final con un valor de 40% de la nota final.

4.- CONTENIDOS

A.- Teoría

A.1.- Programa Sinóptico

Las clases teóricas constituirán en la exposición del profesor de cada uno de los nueve (9) temas que conforman la asignatura. Se complementará con la participación del alumno y la consulta acerca de tópicos relacionados con problemas y/o trabajos propuestos por el profesor de la materia.

A.2.- Temario

A.2.1. Métodos de explotación de Yacimientos

A.2.1.1. Clasificación de Yacimientos

A.2.1.2. Factores que determinan la selección del método de explotación.

A.2.1.3. Descripción, limitaciones y problemas ambientales de:

- a) Minería de Placeres
- b) Minería en bancos
- c) Minería de descubierta
- d) Métodos Especiales.

A.2.1.4. Minería a Cielo Abierto vs. Subterráneo.

Fecha de Emisión: 96	N° de Emisión:	Períodos Vigentes: DESDE I-95	Último Periodio:	
Profesor:	Jefe del Depart.: JOSÉ LUIS DE ABREU	Director: MIGUEL CASTILLEJO	Aprob. Cons.Esc.	Aprob.Cons. Facultad

Facultad: Ingeniería	Escuela: Geología, Minas y Geofísica	Departamento: MINAS			
Asignaturas: LABOREO A CIELO ABIERTO		Código: 3280	Pag: 6 de: 9		
Requisitos: -3213-3215				Unidades: 3	
HORAS					
Teoría	Práctica	Trabajos Supervisados	Laboratorio	Seminario	Totales de Estudio
2	2	-	-	-	

A.2.2. Planificación y arreglo de una mina a Cielo Abierto

A.2.2.1. Objetivo de la planificación

A.2.2.2. Elementos que intervienen en el estudio

A.2.2.3. Compilación de la información básica para el diseño de una mina a cielo abierto.

A.2.2.4. Factores claves para la determinación de los límites óptimos de explotación.

A.2.2.5. Diseño de la mina.

A.2.3. Evaluación de alternativas de Inversión de Capital

A.2.3.1. Importancia del tenor límite y la relación escombro mena en la economía de un proyecto.

A.2.3.2. Cuadro Económico Comparativo para:

- Tonelaje fijo de extracción
- Producción por debajo de la máxima capacidad de la planta de concentración.
- Producción a la máxima capacidad de la planta de concentración.

A.2.4. Minería del Carbón a Cielo Abierto

A.2.4.1. Clasificación de los carbones según la A.S.T.M.

A.2.4.2. Método de Arranque Longitudinal

a) Minería en bancos - Transversal

- Diagonal
- Método Alemán

b) Minería de descubierta - Método Americano

- Método Convencional

c) Minería de Contorno - Método Movimiento Lateral.

- Método Explotación en Bloques.
- Hundimiento de Techo y

d) Métodos Especiales - Aplicación de Extractores Helicoidales.

Fecha de Emisión: 96	Nº de Emisión:	Períodos Vigentes: DESDE I-95	Último Periodio:	
Profesor:	Jefe del Depart.: JOSÉ LUIS DE ABREU	Director: MIGUEL CASTILLEJO	Aprob. Cons.Esc.	Aprob.Cons. Facultad

Facultad: Ingeniería	Escuela: Geología, Minas y Geofísica	Departamento: MINAS			
Asignaturas: LABOREO A CIELO ABIERTO		Código: 3280	Pag: 7 de: 9		
Requisitos: -3213-3215				Unidades: 3	
HORAS					
Teoría	Práctica	Trabajos Supervisados	Laboratorio	Seminario	Totales de Estudio
2	2	-	-	-	

A.2.4.3. Equipos de carga, transporte y auxiliar.

A.2.5. Cálculo de Reservas de un Yacimiento Minero.

A.2.5.1. Clasificación de reservas.

A.2.5.2. Métodos de Cálculo

- a) Estimación del volumen ponderado
- b) Formula del prismaide
- c) Aplicación de curvas de nivel.

A.2.6. Voladura a Cielo Abierto

A.2.6.1. Características de una relación explosiva

A.2.6.2. Propiedades de los explosivos

A.2.6.3. Tipos de explosivos

A.2.6.4. Parámetros de voladura

A.2.6.5. Métodos de carga

A.2.6.6. Diseño de una voladura

A.2.6.7. Control de daños

A.2.6.8. Voladuras controladas

A.2.7. Transporte en Camiones.

A.2.7.1. Principios básicos de estimación de la producción

A.2.7.2. Características de los materiales

A.2.7.3. Física del movimiento.

A.2.7.4. Estimación del ciclo de acarreo

A.2.7.5. Estimación de la producción unitaria

A.2.7.6. Análisis comparativo de costos para selección de equipo.

A.2.8. Transporte en Locomotoras

A.2.8.1. Descripción y función básica

A.2.8.2. Aplicación general y condiciones físicas que limitan su empleo.

A.2.8.3. Análisis de la física del movimiento

Fecha de Emisión: 96	N° de Emisión:	Períodos Vigentes: DESDE I-95	Último Periodio:	
Profesor:	Jefe del Depart.: JOSÉ LUIS DE ABREU	Director: MIGUEL CASTILLEJO	Aprob. Cons.Esc.	Aprob.Cons. Facultad

Facultad: Ingeniería	Escuela: Geología, Minas y Geofísica	Departamento: MINAS			
Asignaturas: LABOREO A CIELO ABIERTO		Código: 3280	Pag: 8 de: 9		
Requisitos: -3213-3215				Unidades: 3	
HORAS					
Teoría	Práctica	Trabajos Supervisados	Laboratorio	Seminario	Totales de Estudio
2	2	-	-	-	

A.2.8.4. Estimación del ciclo de acarreo

A.2.8.5. Tipos de equipos comúnmente empleados

A.2.8.6. Selección del equipo - Análisis de costos

A.2.8.7. Estimación de producción unitaria.

A.2.9 Control de Minería

A.2.9.1. Objetivos del control

A.2.9.2. Tipos de control

A.2.9.3. Concepto de la eficiencia operativa

a) Control técnico del mantenimiento

b) Disponibilidad mecánica vs. rendimiento horario

c) Control de costos y consumo

d) Control de leyes

B.- Práctica

Las clases prácticas consistirán en sesiones en la que el alumno aplicará los conocimientos adquiridos en las clases teóricas, a través de ejercicios propuestos por el profesor de la materia, inspirados en situaciones reales comunes en la profesión del ingeniero de minas.

Requisitos:

1.- FORMALES

Para cursar esta materia el alumno debe haber aprobándolas asignaturas Perforación y Voladura y Operaciones Mineras.

BIBLIOGRAFÍA:

- BOKY, B. (1967) "Mining", Mir Publighers, Moscú.
- CUMMINS, A. (1973) "Mining Engineering Hand book". SME, New York Vol. I y II .
- DURST, W y VOGT (1988) "Bucket Wheel Excavator" Trans Tech Publications, Alemania.

Fecha de Emisión: 96	N° de Emisión:	Períodos Vigentes: DESDE I-95	Último Periodio:	
Profesor:	Jefe del Depart.: JOSÉ LUIS DE ABREU	Director: MIGUEL CASTILLEJO	Aprob. Cons.Esc.	Aprob.Cons. Facultad

Facultad: Ingeniería	Escuela: Geología, Minas y Geofísica	Departamento: MINAS			
Asignaturas: LABOREO A CIELO ABIERTO		Código: 3280	Pag: 9 de: 9		
Requisitos: -3213-3215				Unidades: 3	
HORAS					
Teoría	Práctica	Trabajos Supervisados	Laboratorio	Seminario	Totales de Estudio
2	2	-	-	-	

- FRANKLIN, J y M. DUSSEAUULT (1991) "Rock Engineering y Applications", Mc Graw Hill. New York
 - KENNEDY, B.A. (1990) "Surface Mining", AIME, Colorado, 2da. Edic.
 - PERNIA, J.M. y otros (1987). "Factores Geomecánicos que influyen en la selección de Equipos de Arranque, IGME, España
- PFLEIDER, E. (1968) "Surface Mining", AIME, Colorado

Fecha de Emisión: 96	N° de Emisión:	Períodos Vigentes: DESDE I-95	Último Periodio:	
Profesor:	Jefe del Depart.: JOSÉ LUIS DE ABREU	Director: MIGUEL CASTILLEJO	Aprob. Cons.Esc.	Aprob.Cons. Facultad

ANEXO 3

Esquemas de Temario Propuesto para Laboreo a Cielo Abierto Modificado (LCAM)

TÍTULO DEL TEMA		ESQUEMA DEL TEMA	
COMPETENCIAS			
NECESARIAS	POR "ADQUIRIR"		
HERRAMIENTAS PARA EL DESARROLLO DE CLASES		PARTES QUE CONFORMAN EL TEMA	
TAREAS, ACTIVIDADES Y EVALUACIONES			
ACTIVIDADES	COMPETENCIAS	EVALUACIONES	

ÚLTIMA FECHA DE REVISIÓN/CAMBIO REALIZADO:

TEMA 1. MÉTODOS DE APROVECHAMIENTO DE YACIMIENTOS SUPERFICIALES.

COMPETENCIAS (dónde)

NECESARIAS	POR "ADQUIRIR"
<ul style="list-style-type: none"> * Geología. Génesis de yacimientos. Criaderos. * Ciclo de vida de una mina. * Investigación básica por internet. 	<ul style="list-style-type: none"> * Elementos de toma de decisiones. Escogencia del método/métodos de aprovechamiento más adecuado. * Relación/establecer la relación entre geología y tecnología minera.

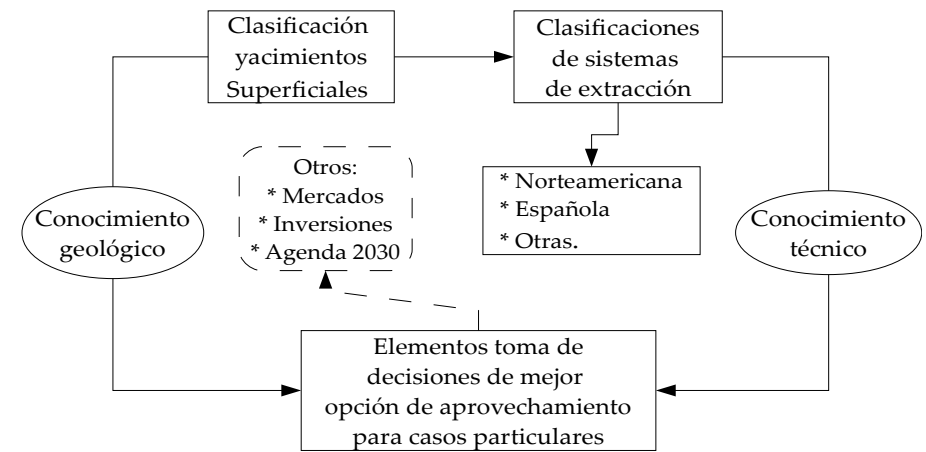
HERRAMIENTAS PARA EL DESARROLLO DE CLASES

- * Estudios de casos. Discusión. Socialización de conocimientos/experiencias.
- * Clases magistrales-compilación bibliográfica.
- * Investigación digital. Discusión de casos

TAREAS, ACTIVIDADES Y EVALUACIONES

ACTIVIDADES	COMPETENCIAS	EVALUACIONES
<ul style="list-style-type: none"> * Elaboración de un cuadro o ficha técnica. 	<ul style="list-style-type: none"> * Uso de internet para investigación digital. * Discusión de resultados. 	<ul style="list-style-type: none"> * Tarea-discusión. Autoevaluación. * Baremo para la evaluación de la investigación digital. Coevaluación. Discusión de los resultados del cuadro. * Evaluación colectiva.

ESQUEMA DEL TEMA 1



PARTES QUE CONFORMAN EL TEMA

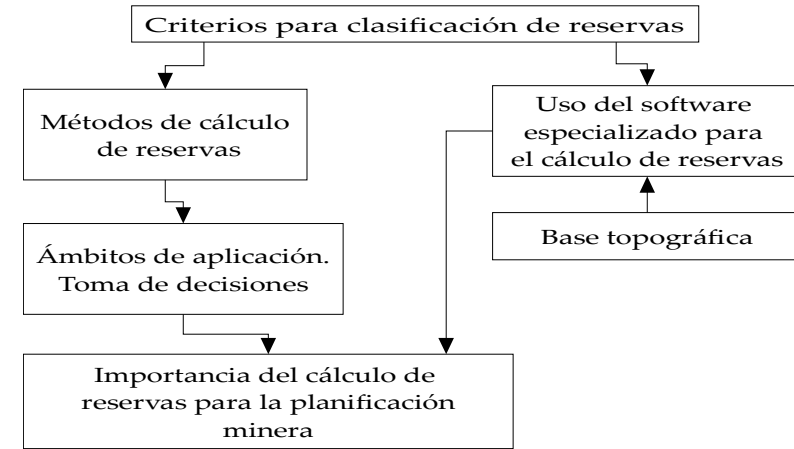
* Geología.	Clasificación de Yacimientos superficiales.
* Técnicos-económicos.	Clasificaciones de sistemas de extracción.
* Ambiente.	Consecuencias de la aplicación de los sistemas de extracción.

TEMA 2. MÉTODOS PARA EL CÁLCULO DE RESERVAS DE UN YACIMIENTO MINERO.

COMPETENCIAS (dónde)

NECESARIAS	POR "ADQUIRIR"
<ul style="list-style-type: none"> * Comprender el uso de programas. * Trabajo en equipo. * Investigación básica. * Relación entre geología y tecnología minera. 	<ul style="list-style-type: none"> * Establecer el método más adecuado de cálculo de volumen de un yacimiento dado. * Establecer modo de pensamiento para la toma de decisiones.

ESQUEMA DEL TEMA 2



HERRAMIENTAS PARA EL DESARROLLO DE CLASES

- * Discusión de la aplicación del cálculo de reservas y cálculo de volúmenes de material aprovechable.
- * Investigación digital-clasificaciones de recursos y reservas.
- * Discusión sobre reservas y su relación con el financiamiento minero.

PARTES QUE CONFORMAN EL TEMA

* Geología.	Características de la geología en el interés minero: geomorfología, hidrogeología, geotécnica, geomecánica, mineralogía, petrología, geometalurgia.
* Topografía	Red topográfica actualizada. Requerimientos y necesidades.
* Técnico-económicos.	Cálculo de volúmenes de material aprovechable. Aprovechamiento integral de recursos minerales.

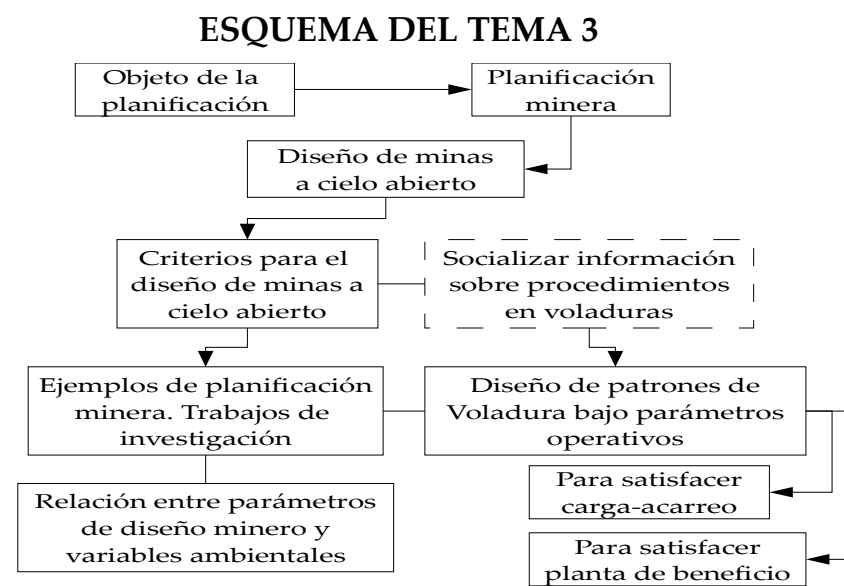
TAREAS, ACTIVIDADES Y EVALUACIONES

ACTIVIDADES	COMPETENCIAS	EVALUACIONES
* Exposición.	<ul style="list-style-type: none"> * Habilidades lingüísticas y de expresión. * Habilidades estéticas de diagramación. * Toma de decisiones sobre estudio de casos. 	<ul style="list-style-type: none"> * En equipos. Autoevaluación y coevaluación. * Empleo de un baremo para la concientización de competencias.
* Práctica.		* Práctica individual-colectiva. Ejercicio de cálculo de reservas por el método de los perfiles.

TEMA 3. DISEÑO, PLANIFICACIÓN, DESARROLLO DE MINAS Y VOLADURAS A CIELO ABIERTO.

COMPETENCIAS (dónde)

NECESARIAS	POR "ADQUIRIR"
<ul style="list-style-type: none"> * Utilización de software de dibujo. * Competencias de topografía. * Economía. * Geología. Geomecánica. * Parámetros y variables a considerar de voladuras a cielo abierto. 	<ul style="list-style-type: none"> * Relación entre los parámetros económicos y los parámetros técnicos en el diseño de minas a cielo abierto. * Elementos técnicos, económicos y ambientales a considerar en la planificación minera. * Determinar variables técnicas de diseño minero y su relación con perforación y voladura.



HERRAMIENTAS PARA EL DESARROLLO DE CLASES

- * Clases magistrales.
- * Discusión-socialización de conocimiento recíproco.
- * Discusión-socialización de casos.
- * Exposición-discusión en clases.

PARTES QUE CONFORMAN EL TEMA

* Geología.	Geomecánica-geotécnica de macizos rocosos.
* Planificación.	Elementos de la planificación aplicada a la minería. Plan de explotación versus Planificación minera.
* Técnico-económicos.	Establecer la relación entre la información geológica y las variables técnico-económicas de la mina. Relación voladura de producción-planta. Establecer las afectaciones ambientales de las voladuras.
* Ambiente-Minería Responsable.	Relación entre los parámetros del diseño minero y las variables ambientales locales. Relación de las operaciones auxiliares y las operaciones de perforación y voladura.

TAREAS, ACTIVIDADES Y EVALUACIONES

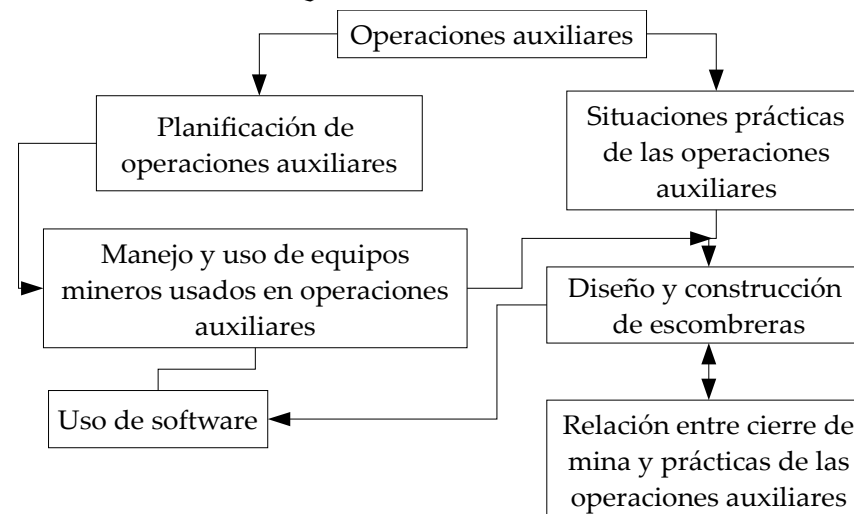
ACTIVIDADES	COMPETENCIAS	EVALUACIONES
* Tarea-Análisis-Exposición-Discusión.	* Análisis lógico de diseño para minas y voladura. * Toma de decisiones. * Comunicación-exposición.	* Individual. Autoevaluación. Baremo de evaluación-respuestas razonadas. * Discusión de respuestas.
* Práctica.	* Práctica de herramientas de construcción y diseño de fosas con software. * Diseño de plantilla de perforación con <i>software</i> .	* Diseño lógico de perforación y voladura.

TEMA 4. PLANIFICACIÓN DE LAS OPERACIONES AUXILIARES EN MINERÍA A CIELO ABIERTO. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE ESCOMBRERAS.

COMPETENCIAS (dónde)

NECESARIAS	POR "ADQUIRIR"
<ul style="list-style-type: none"> * Diseño de minas a cielo abierto. * Establecer la relación entre la geología, producción y voladura con la construcción de escombreras. 	<ul style="list-style-type: none"> * Inducir el manejo de escenarios mineros con criterios de toma de decisiones a corto y largo plazo en operaciones auxiliares en minería a cielo abierto. * Manejar los criterios necesarios para la toma de decisiones con respecto a diseño y construcción de escombreras.

ESQUEMA DEL TEMA 4



HERRAMIENTAS PARA EL DESARROLLO DE CLASES

- * Clases magistrales.
- * Investigación digital.
- * Investigación e identificación de casos en experiencias de pasantías industriales.
- * Discusión-socialización de casos.
- * Discusión de artículos-sistematización de criterios para la socialización de conocimientos.
- * Visualización de videos usando redes sociales pertinentes para el tema.

PARTES QUE CONFORMAN EL TEMA

* Ambiente-Minería Responsable.	Operaciones auxiliares y cierre de mina. Planificación de corto y largo plazo. Clima, pluviosidad, afectaciones, erosión, agua, suelos, cambios en microclimas locales, cambio climático, deslizamientos y otros procesos.
* Salud.	Afectaciones a la salud. Medidas de higiene.
* Técnico-económicos.	Parámetros de diseño de escombreras. Equipos, planificación, métodos de construcción, toma de decisiones.

TAREAS, ACTIVIDADES Y EVALUACIONES

ACTIVIDADES	COMPETENCIAS	EVALUACIONES
<ul style="list-style-type: none"> * Análisis de artículos. * Compilación sobre actividades auxiliares. * Discusión de casos. Socialización de experiencias. 	<ul style="list-style-type: none"> * Investigación digital. * Toma de decisiones. 	<ul style="list-style-type: none"> * Individual. Autoevaluación. * Discusión de opciones. Toma de decisiones. Coevaluación.
<ul style="list-style-type: none"> * Práctica. 	<ul style="list-style-type: none"> * Diseño de vialidad y drenajes con <i>software</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> * Ejercicio. Autoevaluación-coevaluación.

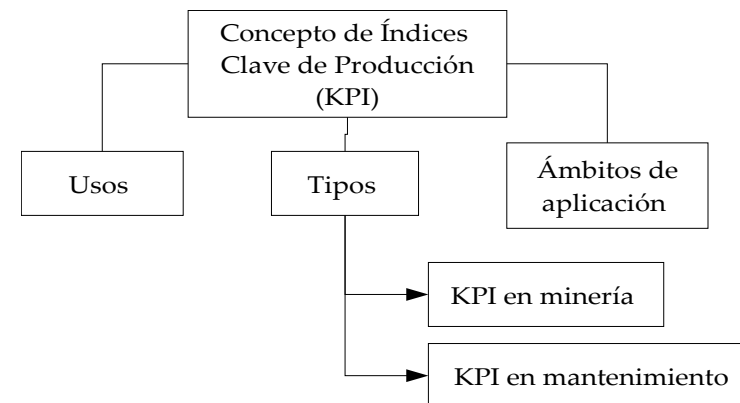
	* Diseño de escombreras con uso de <i>software</i> .	
--	--	--

**TEMA 5. INDICADORES DE CONTROL EN MINERÍA.
ÍNDICES CLAVE DE PRODUCCIÓN.**

COMPETENCIAS (dónde)

NECESARIAS	POR "ADQUIRIR"
* Toma de decisiones en diseño de minas y voladuras. * Toma de decisiones en operaciones auxiliares.	* Establecer la relación entre la planificación de minería y los índice clave de producción (KPI). * Establecer la relación entre la minería responsable y los índice clave de producción (KPI).

ESQUEMA DEL TEMA 5



HERRAMIENTAS PARA EL DESARROLLO DE CLASES

- * Clases magistrales.
- * Investigación digital.
- * Estudio de casos.
- * Ejercicios de aplicación de los índice clave de producción (KPI).

PARTES QUE CONFORMAN EL TEMA

* Minería.	Tipos de KPI. Actividades en las que se recomiendan aplicar los KPI. Diseño, planificación, voladura, operaciones auxiliares.
* Mantenimiento.	Utilización de los KPI en las actividades y planificación del mantenimiento mecánico.

TAREAS, ACTIVIDADES Y EVALUACIONES

ACTIVIDADES	COMPETENCIAS	EVALUACIONES
* Evaluación individual-grupal. Exposición. Investigación digital pertinente. * Cuadro-resumen clasificación-uso KPI por actividad-planificación en minería.	* Investigación digital. * Trabajo en equipo.	* Aplicación en el proyecto final. * Cuadro-resumen. Autoevaluación. Evaluación colectiva.
* Práctica.	* Uso de software/hoja de cálculo.	* Ejercicio. Coevaluación-Evaluación colectiva.

TEMA 6. UTILIZACIÓN DE SOFTWARE PARA MINERÍA. TIPOS. USOS. BONDADES E INCONVENIENTES. PROS Y CONTRAS.

COMPETENCIAS (dónde)

NECESARIAS	POR "ADQUIRIR"
<ul style="list-style-type: none"> * Entender como funcionan los software. * Toma de decisiones. * Entender los criterios de diseño en todos los ámbitos de minas a cielo abierto. 	<ul style="list-style-type: none"> * Discriminar datos a introducir en el software. * Uso de los KPI en los diseño de minas con softwares. * Discriminar y discernir sobre situaciones para el uso de software en el manejo de minas a cielo abierto.

ESQUEMA DEL TEMA 6



HERRAMIENTAS PARA EL DESARROLLO DE CLASES

- * Investigación digital el estado del arte/actualización de softwares mineros.
- * Estudio de casos.
- * Desarrollo transversal en todos los temas de la asignatura.
- * Desarrollo y propuesta de investigaciones con softwares aplicadas a minería.

PARTES QUE CONFORMAN EL TEMA

* Minería.	Criterios de diseño de minas, voladura y operaciones auxiliares. Discernimiento para la introducción de datos en software minero.
* Software minero.	Tipos de softwares mineros y que se utilizan en situaciones vinculadas a la minería. Usos y utilización. Diseño de minas a cielo abierto con software.

TAREAS, ACTIVIDADES Y EVALUACIONES

ACTIVIDADES	COMPETENCIAS	EVALUACIONES
* Cuadro-resumen.	<ul style="list-style-type: none"> * Investigación digital. * Trabajo grupal. * Comprensión de los alcances y potencialidades del software minero. 	<ul style="list-style-type: none"> * Aplicación integral en el proyecto final de la asignatura. * Autoevaluación. Coevaluación. Evaluación colectiva.
* Práctica.	* Uso de software minero.	* Ejercicios todos los temas.



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
COMISIÓN CLASIFICADORA CENTRAL
TRABAJO DE ASCENSO CATEGORIA SUPERIOR A INSTRUCTOR

VEREDICTO

Quienes suscriben, miembros del Jurado designado por el Consejo de la Facultad de Ingeniería y por el Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad Central de Venezuela, para examinar el Trabajo de Ascenso presentado por la Profesora **Aurora Betzabé Piña Díaz**, bajo el Título “PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EL CAMBIO DE UN PROGRAMA DE ESTUDIO DE ENSEÑANZA POR OBJETIVOS A ENSEÑANZA POR COMPETENCIAS, CASO: LABOREO A CIELO ABIERTO”, a los fines de su Ascenso en el escalafón docente universitario a la categoría de **AGREGADO**, dejan constancia de lo siguiente:

1.- Leído como fue dicho trabajo por cada uno de los miembros del Jurado, se fijó el día 23 de abril de dos mil veintiuno, a las 10:30 am hora de Venezuela, para que la Autora lo defendiera en forma pública, lo que esta hizo a través de la plataforma Zoom (Zoom Video Communications, Inc), mediante un resumen oral de su contenido, luego de lo cual respondió a las preguntas que le fueron formuladas, todo ello conforme a lo dispuesto en el Artículo 94 del Reglamento del Personal Docente y de Investigación de la Universidad Central de Venezuela.

2.- Finalizada la defensa del Trabajo de Ascenso, el Jurado decidió por Unanimidad, de acuerdo al Artículo 95 del Reglamento citado, el **Admitirlo**, por considerar sin hacerse solidario de las ideas expuestas por la Autora, que se trata de un trabajo personal que significa un aporte por cuanto la Autora propone un enfoque y desarrollo que constituye una contribución valiosa tanto en la materia de Educación para Ingeniería, como para la discusión de la Enseñanza de la Minería Responsable, formalizando una práctica que durante años el Profesorado del Departamento de Minas ha llevado a cabo, todo de conformidad a lo pautado en los Artículos 75 y siguientes del Reglamento del Personal Docente y de Investigación de la Universidad Central de Venezuela.

En fe de lo cual se levanta la presente Acta, en Caracas a los 23 días del mes de abril dos de mil veintiuno, dejándose también constancia de que, conforme al Artículo 91 del Reglamento citado, que actuó como Coordinadora del Jurado la Profesora Katherine Silva.

Por el Consejo de Facultad

Coordinadora
Profra. Katherine L. Silva V.
N° C.I. 14.409.942
Agregado

Profra. Alba Castillo
N° C.I. 5.894.107
Agregado

Por el Consejo de Desarrollo

Profra. Yolanda Serres
N° C. I. 9.483.428
Titular