

LA ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS EN LAS ACTIVIDADES DE EXPLOTACIÓN MINERA Y LOS COMPROMISOS DE MITIGACIÓN Y PREVENCIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES EN EL CASO DE LA MINA LA ZORRA, MÉXICO

JOSÉ DE JESÚS BERNAL-CASILLAS¹, WALTER RAMÍREZ-MEDA¹, GILBERTO ÑIGUEZ COVARRUBIAS¹ y J. RAMÓN MUÑOZ-DÍAZ²

(1) *Departamento de Ingeniería de Proyectos, Universidad de Guadalajara, profesores-investigadores, Walter.ramirez@cucei.udg.mx*

(2) *Grupo Minero Sierra de Halo, S.A. de C.V.*

RESUMEN: Este estudio analiza las dificultades que puede atravesar un proyecto de explotación y beneficio de mineral de cobre al tratar de incorporar las actividades generadas por las medidas de mitigación y prevención de impactos ambientales negativos al desarrollo del proyecto. La falta de conocimiento en la administración de proyectos se convierte en un obstáculo para diseñar un modelo sencillo que permita ejecutar las actividades propias del objetivo general del proyecto, y cumplir a la par con los requerimientos de la Manifestación de Impacto Ambiental para prever y mitigar los impactos negativos generados por la extracción y purificación del mineral de cobre. En la era actual de los sistemas de información, la propuesta en este estudio es: la incorporación del enfoque de la administración de proyectos para mejorar el desarrollo de los programas de actividades de explotación y beneficio del mineral; así como las actividades a realizar para mitigar y prevenir los impactos negativos generados por el proceso. Un administrador de proyecto puede visualizar la ejecución conjunta de las actividades de ambos proyectos (proceso minero y mitigación de impactos ambientales), y de esta forma diseñar el mejor modelo para aprovechar los recursos. Además, las relaciones existentes entre proyectos, sociedad y gobierno son complejas y pueden caracterizarse por tener sistemas abiertos que pueden presentar caos en sus interacciones, con organizaciones propias pero interdependientes. El caso presentado en este estudio como referencia corresponde a la mina llamada La Zorra ubicada en el municipio de Ayutla en el estado de Jalisco, en la zona occidente de México. Es objetivo general del proyecto explotar y beneficiar mineral de cobre en un área de aproximadamente 100 hm². En este caso se aplicó la metodología de estructura para el desglose del trabajo, un modelo de organización para conformar los equipos de trabajo, la ruta crítica para optimizar la programación de actividades y uso de los recursos. La aplicación de la metodología de la administración de proyectos puede mejorar el desempeño de las actividades en el medio ambiente de las explotaciones subterráneas y a tajo abierto, ya que permite detectar problemas y plantear soluciones al plan maestro de explotación a abandono de los sitios mineros.

PALABRAS CLAVE: manifestación de impacto ambiental, mina de cobre, administración de proyectos.

RESUMO: Este livro analisa as dificuldades que podem passar por um projeto de exploração e beneficiamento de minério de cobre na tentativa de integrar as atividades geradas pelas medidas de mitigação e prevenção de impactos ambientais negativos para o desenvolvimento do projeto. A falta de conhecimento em gerenciamento de projetos torna-se um obstáculo para projetar um modelo simples que permite a execução de atividades do objetivo geral do projeto e ao mesmo tempo estar em conformidade com os requisitos da manifestação de impacto ambiental para prever e atenuar os impactos negativos gerados pela extração e purificação do mineral de cobre. Nos atuais sistemas da era da informação, a proposta deste estudo é: a incorporação da abordagem da administração de projetos para melhorar o desenvolvimento dos programas de atividades de exploração e beneficiamento de minério. Assim como as atividades desenvolvidas para atenuar e prevenir os impactos negativos gerados pelo processo. Um administrador do projeto pode exibir a realização conjunta das atividades de ambos os projetos (processo de mineração e mitigação de impactos ambientais) e assim criar o melhor modelo para tirar proveito dos recursos. Além disso, as relações entre projetos, sociedade e governo são complexas e podem ser caracterizadas por ter sistemas abertos que podem estar presentes caos em suas

interações com organizações mas interdependentes. O caso apresentado este estudo como uma referência é chamado a raposa de minas no município de Ayutla no estado de Jalisco, na área oeste do México. É o objectivo geral da exploração do projeto e benefício em uma área de símbolo de minério de cobre aproximadamente 100. Neste caso aplicada a metodologia da estrutura para a repartição do trabalho, um modelo de organização para formar equipes de trabalho, o caminho crítico para otimizar a programação de atividades e uso dos recursos. A aplicação da metodologia de gerenciamento de projetos pode melhorar o desempenho das atividades no ambiente das explorações

PALAVRAS-CHAVE: manifestação do impacte ambiental, mina de cobre, gerenciamento de projetos.

INTRODUCCIÓN

El concepto de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) se refiere a la inspección, análisis y actividades planeadas con el fin de asegurar la solidez ambiental y desarrollo sustentable de un proyecto. Es un medio valioso de promover la integración del ambiente y los asuntos relacionados con los recursos a la planeación y ejecución de un programa de proyecto [1].

Como procedimiento administrativo, para la ejecución de un proyecto industrial en México, el EIA debe concluir con la emisión de la Manifestación del Impacto Ambiental (MIA). Por lo que la MIA es un documento que debe presentarse y someterse a evaluación por las autoridades gubernamentales relacionadas (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales –SEMARNAT- para México y otras unidades involucradas) y por el sector social involucrado e interesado.

De acuerdo a la legislación mexicana la MIA debe aplicarse a todas las actividades del proyecto que puedan potencialmente provocar impactos adversos al medioambiente. La MIA debe analizar, en la medida de lo posible, todas las etapas de diseño del proyecto, con especial importancia en la tecnología que se empleará. El documento final de la MIA debe proveer de la información necesaria para tomar decisiones que protejan el ambiente y preserven y restauren los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo los efectos negativos ocasionados por las actividades del proyectos en todas sus etapas.

En este sentido, las operaciones unitarias de la industria minera deben diseñarse de tal forma que tengan un impacto mínimo negativo sobre los individuos y el ambiente, ya que las

actividades mineras están relacionadas directamente con su ambiente circundante. La prevención o en su caso la reducción de los efectos destructivos al inicio, en la explotación y al final de los proyectos mineros es la meta principal de la MIA. En forma general se pueden resumir los principales propósitos de la MIA:

- a) Prevenir los efectos destructivos que son resultado de las actividades mineras.
- b) Considerar las leyes y normas ambientales en todas las etapas en la vida de la mina.
- c) Establecer el conocimiento necesario acerca de la importancia de los aspectos ambientales en la administración del proyecto.
- d) Estimar los costos requeridos para la prevención de los efectos adversos al ambiente.
- e) Evaluar cualitativa y cuantitativamente los parámetros reales de las operaciones unitarias del proceso minero sobre el ambiente, y al final, proponer medidas de prevención de la contaminación de los recursos naturales.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en su Artículo 28 [17], establece la realización de una EIA, y a partir del cual, la SEMARNAT puede establecer las condiciones a las que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidas en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente. De igual forma, preservar y restaurar los ecosistemas, al fin de evitar o

reducir al mínimo los efectos negativos sobre el mismo, y para quienes pretendan llevar a cabo alguna obra o actividad, que dicho lineamiento ambiental enlista, se requerirá previamente de la autorización de la MIA.

LA ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS EN LA INDUSTRIA MINERA

En las últimas décadas la administración de proyectos ha ganado terreno en la práctica cuando se requiere planear y controlar tareas múltiples y complejas, y donde la administración tradicional ha fracasado. Sin embargo, la administración de proyectos no es aplicable en todas las situaciones organizacionales porque su implantación y operación requiere del uso de recursos adicionales y pueden rebasar los presupuestos establecidos.

Cuando una organización opera bajo una estructura funcional tradicional y está alcanzando sus objetivos de forma satisfactoria sin la administración de proyectos, entonces no hay razón para adoptarla [3].

La industria minera pareciera caer dentro de estas condiciones, pero la obligatoriedad de cumplir con los requisitos impuestos por la MIA multiplican las tareas a realizar y en algunos casos las vuelve más complejas. En pocas palabras crecen en magnitud y recursos, y los objetivos deben cumplirse en términos explícitos de tiempo, costo y calidad. La integración de los cumplimientos de la reglamentación ambiental al proceso de extracción y beneficio de mineral de cobre obliga a la organización a tratar ambos enfoques como una sólo proyecto. La administración de proyectos es integradora por naturaleza y se convierte en la red de todas las actividades tanto externas como internas que afectan al proyecto. Es un mecanismo administrativo que no reemplaza las actividades funcionales de la organización tradicional, sino que las complementa.

Por las razones antes mencionadas, integrar las actividades mineras y las actividades de la MIA en un solo proyecto justifica la aplicación del enfoque de la

administración de proyectos a estos ambientes industriales complejos y de tareas múltiples.

El enfoque de la administración de proyectos en las organizaciones industriales mexicanas no está ampliamente aceptado. Sólo las organizaciones industriales grandes y transnacionales aplican la administración de proyectos. El nivel de uso de las prácticas y métodos de la administración de proyectos está relacionado directamente con el éxito del proyecto, aunque las prácticas que hacen la diferencia no son las más usadas. El tipo de industria puede también afectar el uso de las diferentes prácticas y métodos de la administración de proyectos [4]. El entendimiento de la posición del proyecto en el ambiente externo y las posibles amenazas que pudieran alterarlo delimitan en gran medida la estrategia de proyecto a seguir.

Como estrategia de proyecto debe entenderse la dirección que contribuye al éxito del proyecto en su ambiente. Ya que algunos factores pueden tener un impacto importante en el éxito del proyecto durante su administración, es importante identificar los que sean críticos. Los factores críticos pueden ser características, condiciones o variables que puedan tener un impacto directo sobre el éxito del proyecto. Algunos de estos factores incluyen el tamaño de la organización, tamaño del proyecto, experiencia del administrador de proyecto, la estructura del proyecto, entre otros.

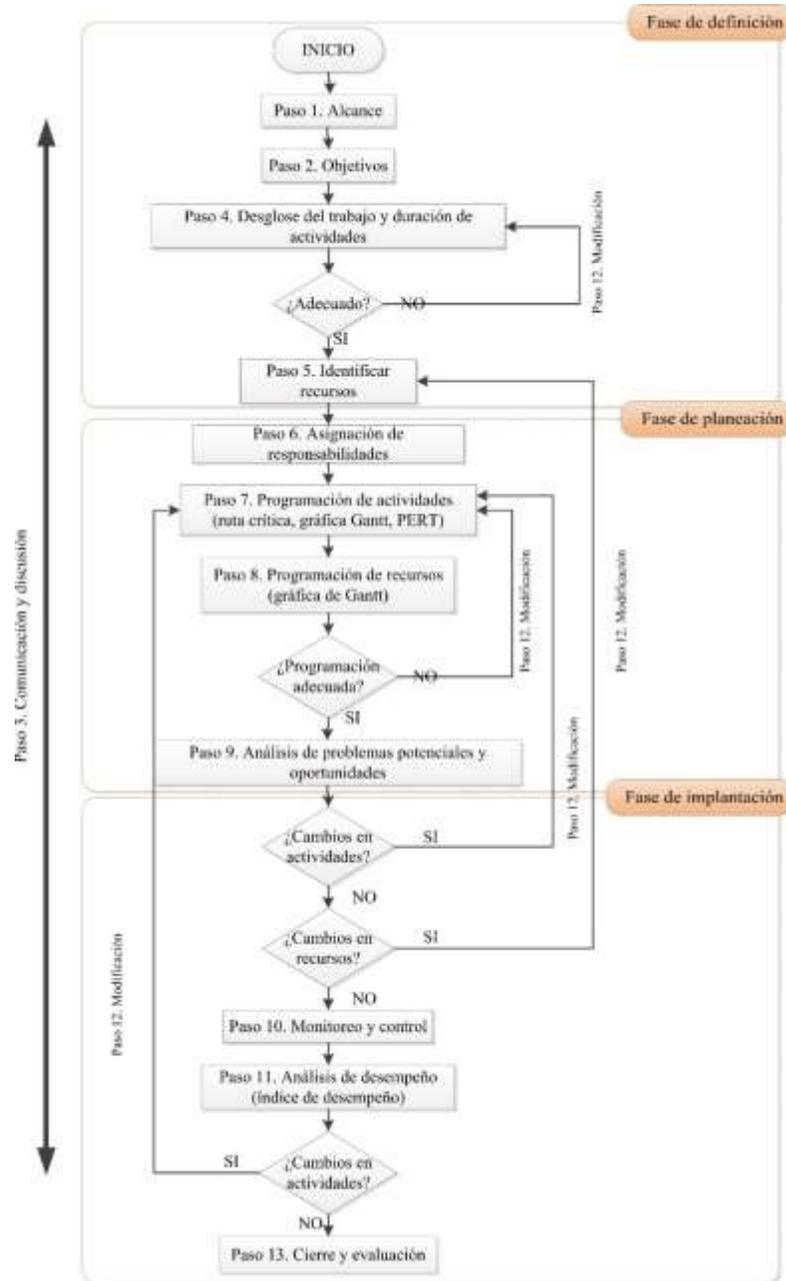
Trece pasos para una administración de proyectos efectiva

Una manera sencilla de dividir un proyecto es hacerlo en tres etapas o fases: fase de definición, fase de planeación y fase de implantación. Estas tres fases agrupan trece pasos que deben seguirse para lograr una administración de proyecto efectiva [2]. Es importante mencionar que estos pasos deban ejecutarse de forma consecutiva, tal como está descrito en la Figura 1, algunos de estos pasos son puntos de revisión y conexiones para cambiar actividades, recursos o su programación.

Tal como ocurre en la mayoría de los proyectos industriales o de inversión, el tiempo y los recursos financieros están restringidos. Por tal razón, la planeación se vuelve una fase muy importante, no escatimar

el tiempo dedicado hasta obtener un plan maestro y un programa general adecuado a los ambientes interno y externo del proyecto [5].

Figura 1. Diagrama de las fases y pasos para un enfoque particular de la administración de proyectos.



Fase de definición

Paso 1. Alcance del proyecto. En el alcance del proyecto debe explicarse clara y resumida los resultados deseados, el costo y los requerimientos en tiempo para completar el proyecto. Provee de un centro para los esfuerzos de la administración del proyecto. Aquí deben incluirse las actividades de mitigación de la MIA.

Paso 2. Objetivos del proyecto. Los objetivos del proyecto describen, en términos específicos, el valor que se pretende entregar con el proyecto. Ayudan a los inversionistas a entender porque el proyecto es llevado a cabo y como debe completarse. Los objetivos también identifican, tan preciso como sea posible, los resultados esperados del proyecto. Los requerimientos ambientales normativos deben incluirse en los objetivos generales.

Paso 3. Comunicación y discusión en la administración del proyecto. La comunicación es esencial en el proyecto. Las discusiones pueden y deben ocurrir a través de las tres fases del proyecto. Las discusiones y la comunicación, en la administración del proyecto, ayudan al flujo constante de información, a ganar y probar la comprensión del plan y determinar la acción requerida por todos los involucrados.

Paso 4. Desglose del trabajo a realizar. La estructura para el desglose del trabajo proporciona un marco escalable para la planeación y el control del proyecto. Establece y organiza todas las actividades para asegurar que todos los objetivos del proyecto se logren. La estructura para el desglose del trabajo ayuda la comprensión común del alcance del proyecto y ayuda a comunicar, establecer y confirmar las expectativas con los recursos y los inversionistas.

Paso 5. Identificar los recursos requeridos. En este paso se crean estimados del esfuerzo total requerido para completar cada actividad del proyecto. A través de la identificación de los recursos requeridos, un administrador de proyecto puede desarrollar una base para evaluar el costo total del proyecto relativo a sus beneficios. La identificación de los

recursos (humanos, materiales y financieros) requeridos asegura que éstos sean los apropiados y estén disponibles cuando se necesiten.

Fase de planeación

Paso 6. Asignación de responsabilidades. Los recursos humanos requeridos para cumplir con el trabajo son asignados a las actividades a través de un ciclo iterativo de negociación que continúa a través de toda la planeación y con frecuencia hasta el fase de implantación. La tabla de responsabilidades es una herramienta invaluable para los equipos del proyecto.

Paso 7. Programación de las actividades. Los documentos base para el control y la comunicación en las actividades del proyecto son la gráfica de Gantt y el diagrama de red. Los gráficos de Gantt representan la duración de cada tarea en el tiempo; los diagramas de red representan las interrelaciones entre las tareas, las cuales permiten identificar las tareas críticas más fácilmente.

Paso 8. Programación de los recursos. La negociación final del trabajo se lleva a cabo con los administradores de recursos de tal forma que los recursos humanos y los recursos físicos pueden estar enlazados a los esfuerzos del proyecto. La red lógica de actividades es una herramienta esencial en la programación de los recursos.

Paso 9. Análisis de problemas potenciales y oportunidades. Este paso, a su nivel más elemental, demanda que el administrador de proyecto o inclusive el equipo de proyecto, se pregunte: ¿Qué pasa si? Con la ayuda de este enfoque en los problemas potenciales, los planes deben hacerse e implantarse para evitar el problema potencial, y pueden desarrollarse acciones de contingencia por si el problema potencial ocurriera. Por el lado de la oportunidad, vemos la posibilidad de impulsar el éxito continuo y que el plan capitalice en nuestro futuro bien.

Fase de implantación

Paso 10. Monitoreo y control del proyecto. La reunión, la valoración y el reporte de datos, la ejecución real del proyecto comparado contra el plan del proyecto ocurre durante este paso. El progreso real es rastreado, contra las referencias y estándares de desempeño, y el uso del tiempo y recursos se evalúa en las actividades realizadas.

Paso 11. Análisis del desempeño. Las condiciones que rodean el desempeño humano se monitorean para que los esfuerzos favorezcan las salidas deseadas por el proyecto, de tal forma, que se provea de la retroalimentación en tiempo, relevante y de manera consistente. El índice de desempeño es una herramienta útil en esta etapa.

Paso 12. Modificación del proyecto. Ningún proyecto se ejecuta sin cambios. La modificación del proyecto basada en un acuerdo previo, es la respuesta que el administrador de proyecto tiene contra amenazas específicas u oportunidades que surgen durante la implantación. Esto habilita al administrador de proyecto para responder a los cambios en los objetivos del proyecto, en la disponibilidad de los recursos, en el alcance o en las necesidades del cliente y en la cronología del proyecto.

Paso 13. Cierre y evaluación. Cuando el proyecto se completa, es importante realizar el cierre. El trabajo del proyecto se evalúa contra los objetivos del proyecto para entender el éxito global. El administrador de proyecto asegura que todo el trabajo del proyecto se complete y se cierre para balancear las cuentas del proyecto. Hay que reconocer las contribuciones del equipo de proyecto y compartir las lecciones aprendidas para que los esfuerzos puedan servir como una huella en el éxito del próximo proyecto.

APLICACIÓN DEL ENFOQUE DE LA ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS AL CASO: MINA “LA ZORRRA”

La mina llamada “La Zorra” se encuentra ubicada en el municipio de Ayutla, en el estado mexicano de Jalisco, y abarca un área aproximada de 100 hm². El Grupo Minero Sierra de Halo S.A. de C.V. pretende explorar, explotar y beneficiar principalmente mineral de cobre y otros valores de la mina.

La mina “La Zorra” fue explorada y explotada en las décadas de 1950 y 1970, por lo que el tiempo de vida útil actual, de preparación del sitio y recuperación de valores (beneficio) del material extraído se estima en 3 años. No obstante, un valor estimado del proyecto global se calcula en cerca de 12 años, esto quedará determinado cuando los resultados demuestren la factibilidad de explotación del recurso.

El proyecto se localiza 19°58’04.25” N y 104°27’45.69” está vinculado con la Región Hidrológica Prioritaria (RHP) 25; “Ríos Purificación-Armería” en los estados mexicanos de Jalisco y Colima, con una extensión total de 15 052.41 km². El proyecto sólo cubre el 0.0066% con respecto a la superficie total de la RHP.

Es objetivo general del proyecto explotar y beneficiar el mineral de cobre de la mina, asimismo cumplir con las medidas de mitigación y preservación descritas en la MIA.

En la Figura 2 se muestran las principales actividades del proyecto de acuerdo a la clasificación general de la metodología propuesta por la ingeniería ambiental subterránea sustentable [16].

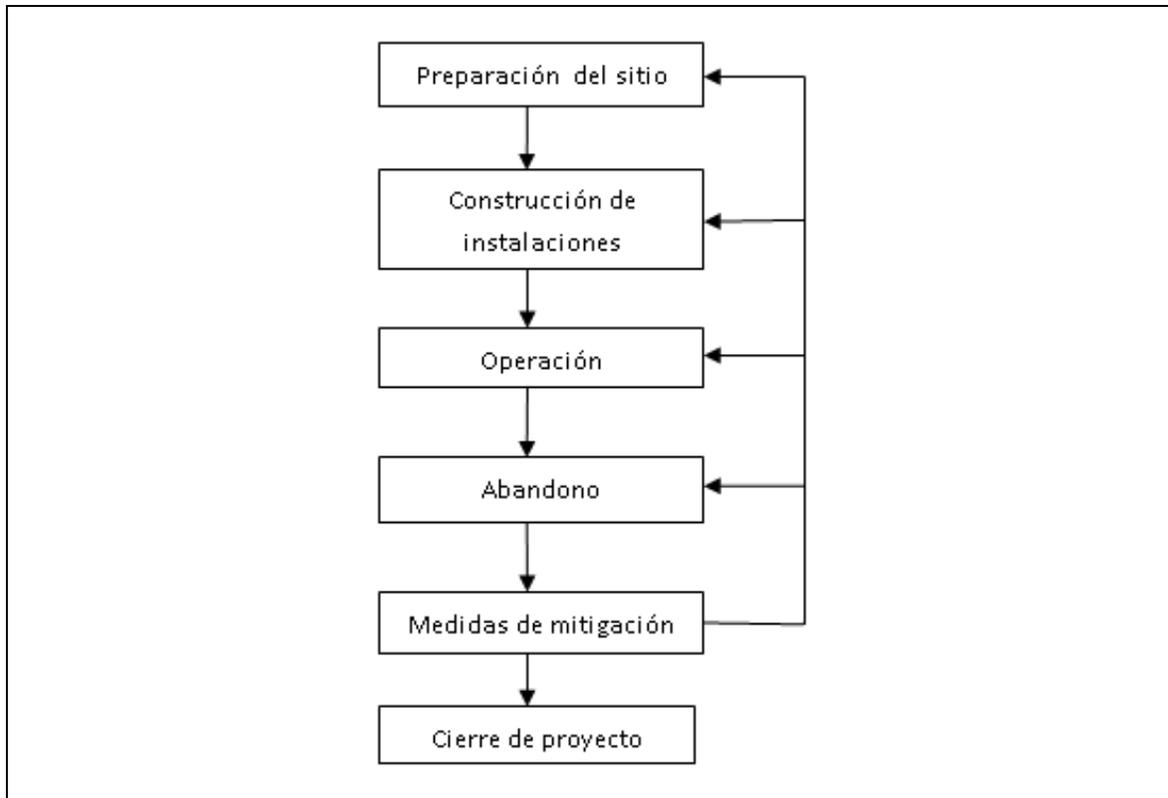


Figura 2. Descripción general de actividades del proyecto de la Mina “La Zorra”

Para este efecto se construirá una zanja para descubrir la veta del mineral y cuyas dimensiones son 8 m de ancho, 5 m de alto y 20 m de largo. Es importante resaltar que el proyecto no contempla el uso de explosivos, para la preparación del sitio sólo se usan equipos y maquinaria para la construcción de la zanja.

De igual forma, se construye la infraestructura necesaria para el beneficio del material extraído después de su trituración y molienda. El proceso involucra la aplicación de unidades de recuperación electrostática, lixiviación con ácido sulfúrico y neutralización con cal hasta obtener los valores del mineral para su envío al horno de fundición fuera de la mina.

Entre las obras asociadas provisionales se rehabilitan 33.55 km líneas de caminos de acceso a las obras que no tienen más de 5 m de anchura, a excepción de las áreas con curvas y pendientes pronunciadas. El área total de caminos a rehabilitar es de 6 071 m².

Durante la etapa de construcción se crea un campamento cuya forma y administración depende del Grupo Minero Sierra de Halo sobre una superficie de 894 m².

Actividades del proyecto

El primer paso para dar el enfoque expuesto en este trabajo es considerar la secuencia de actividades del proceso de extracción y beneficio del mineral, así como las medidas de mitigación y reservación de la MIA, con un principio y un final común. Esta secuencia debe estar limitada por el tiempo, los recursos y los resultados deseados. En otras palabras, desarrollar las actividades como un proyecto con un objetivo específico, una fecha límite y un presupuesto que limita la cantidad de personal, suministros y dinero que pueden utilizarse.

La mina se localiza en el predio llamado El Cuapastle, en el municipio de Ayutla. Las etapas generales del proyecto incluyen: preparación del sitio, construcción, operación y abandono. Para detalles de la

estructura para el desglose del trabajo del proceso de extracción y beneficio ver Tabla 1, y para las actividades de mitigación y prevención de la MIA ver Tabla 2 y Tabla 3.

Para llevar por buen camino hacia el éxito el desarrollo del proyecto es necesario tener un líder con habilidades especiales, que por lo general no las reúnen los gerentes tradicionales de las empresas. El administrador de proyecto es cualquier persona que asume la responsabilidad global de coordinar un proyecto, sin importar su tamaño, para asegurar el resultado final deseado se logre en tiempo y dentro del presupuesto. Entre las habilidades especiales del administrador de proyecto se requiere una capacidad para adaptarse al cambio, ser tolerante ante la ambigüedad, ser un buen negociador, entre otras.

El proyecto se encuentra en un área previamente impactada donde es manifiesta la deforestación previa al desarrollo del proyecto. La zona del proyecto no se ubica en ningún área natural protegida de acuerdo a la normatividad.

El proyecto se encuentra en una zona ubicada a más de 50 km de las regiones hidrológicas prioritarias más cercanas, como la No.24 “Cajón de Peñas Chamela” y la No. 25 “Río Purificación Armería”.

La zona donde se ubica el proyecto está catalogada como Unidad de Gestión Ambiental Fo₃36 C, uso predominantemente forestal (Fo) con fragilidad ambiental media(3), Número de Unidad de Gestión Ambiental 36. La política territorial correspondiente es: Conservación (C), no registra ningún tipo de incompatibilidad con el proyecto.

Una vez que se tienen descritas todas las actividades a realizar en el proyecto es sencillo hacer el análisis de cada una de ellas para establecer los recursos humanos, materiales y financieros. Para este paso puede ser de gran ayuda un programa de computadora o formatos específicos como los mostrados en las Figuras 2 y 3 [7].

En la Figura 3 está la descripción general de la actividad codificada como A.1.1., que corresponde al trabajo de

preparación del camino que servirá de vía de comunicación de la zona de explotación. Cada una de las actividades tiene la opción de enlistar los recursos necesarios para llevarla a cabo. Estas actividades son de control y corresponden a las obtenidas en el último nivel de desglose de paquetes de actividades generales. Las actividades de control son la base de las herramientas de la administración de proyectos.

A su vez, se cuenta con un formato para relacionar los recursos particulares con otras actividades del proyecto (Figura 4) y evitar así problemas de uso de recursos, ya sea de subutilización o conflicto entre dos o más actividades.

A la par con la designación de recursos, se determina la duración de cada actividad con el propósito de elaborar el programa general del proyecto. A partir de este programa determinar la duración total del proyecto. Si en registro de actividad o de recurso se asienta también el costo por actividad, es posible calcular un costo total del proyecto.

La fase de planeación es la más revisada y modificada durante toda la vida del proyecto. Los programas de computadora especializados en administración de proyectos suelen ser herramientas muy útiles en esta tarea de revisión y modificación del programa general. Asimismo, en la asignación de fechas específicas de inicio de actividades.

El proyecto de la Mina “La Zorra”, a la fecha de esta publicación, se encuentra en la etapa de planeación. Es importante que todos los responsables de las diferentes áreas del proyecto, al administrador del proyecto y los inversionistas se reúnan con frecuencia para realizar las revisiones y modificaciones a la planeación. Desde el desglose de las actividades, los recursos a emplear y los límites en el presupuesto y en el tiempo de terminación del proyecto.

ACTIVIDAD No. ____ I			Fecha:	Código:		
Descripción: Romper el piso como se encuentra con un rotomartillo montado en una excavadora			A.1.1.			
Duración optimista: 38 días			Responsable: Ingeniero de campo 1			
Duración pesimista: 50 días			Radio, teléfono de localización: 125-53-69 Estación base			
Duración normal: 42 días						
RECURSOS						
Cantidad	Clave	Descripción	Disponible (fecha)	Duración	Costo unitario	Costo total
1	ROT-1	Rotomartillo 1				
1	OPR-1	Operador de rotomartillo 1				
COSTO TOTAL DE LA ACTIVIDAD						
DEPARTAMENTOS INVOLUCRADOS / COMPROMETIDOS						
Departamento	Recursos	Duración	Responsable	Fecha de entrega		

Figura 3. Formato de ejemplo para la descripción de las actividades del proyecto.

Los registros de ejemplo mostrados en este documento son tan sólo una idea de la información requerida para el planeación y el control de un proyecto. Los campos deben adaptarse a las necesidades propias de cada situación.

RECURSOS					
CODIGO O CLAVE ROT-1					
DESCRIPCION Rotomartillo 1					
LOCALIZACION Almacén general de equipo pesado					
RELACION EN ACTIVIDADES					
Código de la actividad	Descripción de la actividad	Fecha de uso	Duración de uso	Costo unitario	Costo total
A.1.1.	Romper el piso como se encuentra con rotomartillo montado en una excavadora		42 días		
B.1.1.	Hacer una plantilla rompiendo el piso natural con rotomartillo		7 días		
B.2.1.	Romper el piso natural con rotomartillo		7 días		
B.6.1.	Excavar con rotomartillo y el tractor de oruga empujará el material cortado para		10 días		
B.7.1.	Excavar con rotomartillo y tractor de oruga que empujará el material cortado		7 días		

Figura 4. Formato de ejemplo para la descripción de los recursos requeridos por el proyecto.

La programación establece las metas y provee del método por el cual la implantación del proyecto se mide en el tiempo. Con la programación de las actividades puede conocerse el flujo de efectivo a lo largo del tiempo de duración del proyecto. Toda programación está ligada a una red de actividades hecha a detalle con base en la secuencia lógica entre ellas.

Entre las herramientas más usadas en la programación son: la red lógica de actividades, la ruta crítica (CPM por sus siglas en inglés), la técnica de revisión y evaluación de programas (PERT por sus siglas en inglés), las gráficas de Gantt y otras. El administrador de proyecto debe tener especial cuidado en la aplicación de estas herramientas, ya que si bien contribuyen a una mejora en la planeación y control durante la implantación, si no son diseñadas al tamaño del proyecto, pueden volverse demasiado molestas de aplicar y consumir mucho tiempo para mantenerlas.

Las actividades de control para el proyecto de la mina están divididas en cinco grupos identificados en el código de cada actividad con una letra mayúscula: “A” relacionado con la preparación del sitio; “B” etapa de construcción de las caminos, estructura y edificios de apoyo para la extracción del mineral; “C” operaciones relacionadas con la extracción y beneficio del mineral de cobre; “D” relacionada con todas las actividades de abandono de la mina y la ejecución de las medidas de mitigación de la MIA; y “E” para las actividades generadas por la MIA para la prevención y mitigación de los impactos negativos del proyecto.

No es común que el ciclo de vida de un proyecto abarque el tiempo de vida de la mina. Pero es la propuesta de este enfoque considerar la vida de la mina y las actividades de la MIA como paquetes de actividades incluidos en el proyecto de explotación y beneficio, de esta forma la ejecución de estas actividades deberán tener las mismas herramientas de control que el proyecto general.

La preparación de los diferentes programas del proyecto que van de lo general a lo específico, es decir, desde las metas generales hasta la programación detallada, dependen en gran medida de la definición del trabajo involucrado. En la mayoría de los proyectos, la definición detallada del programa depende de información que aún no se tiene porque el proyecto no ha iniciado. Por lo que el detalle va desarrollándose de forma incremental con el inicio del proyecto.

Tabla 1. Estructura para el desglose del trabajo del proyecto de extracción y beneficio de la mina La Zorra.
En algunas actividades se especifican algunos recursos materiales importantes.

Etapas	Actividades generales	Actividades de control
A. Preparación del sitio	A.1. Rehabilitación del camino	A.1.1. Romper el piso como se encuentra con un rotomartillo montado en una excavadora.
		A.1.2. Remover el producto con un tractor oruga a través de 33.5 km lineales de caminos de acceso a las obras, los cuáles no tendrán una anchura mayor a 5 m.
B. Construcción	B.1. Construcción de campamento	B.1.1. Hacer una plantilla rompiendo el piso natural con rotomartillo.
		B.1.2. Limpiar con tractor de oruga hasta nivelar.
		B.1.3. Construir la losa.
		B.1.4. Desplantar sobre la losa la estructura que dará forma al edificio que contendrá: comedor, dormitorios, baños, laboratorios, almacenes y oficinas en una superficie de 2.5 ha.
	B.2. Apertura de zanja	B.2.1. Romper el piso natural con rotomartillo.
		B.2.2. Rezagar el material cortado con cargador frontal para cargarlo a los camiones góndola que lo trasladarán al patio (<i>stock pile</i>) de mineral en el área de recuperación de valores. El corte se hace respetando los taludes que deberá tener la zanja a su término. Las dimensiones serán 8 m de ancho por 5 m de alto y 20 m de largo.
	B.3. Pozo profundo	B.3.1. Perforar pozo con una máquina de perforación rotatoria que será contratada una vez obtenida la autorización de la Comisión Nacional del Agua (CNA). Las dimensiones estarán en función del gasto que aporte.
		B.3.2. Realizar trámite para obtener la autorización de la CNA para la perforación del pozo.
	B.4. Instalación de quebradora de quijadas	B.4.1. Construir bases de concreto armado para el soporte y estabilización de la quebradora de quijadas de 0.80 m x 1.20 m x 2.00 m, de 16" x 36" de 110 Hp para trituración.
		B.4.2. Realizar montaje de la quebradora de quijadas.
	B.5. Instalación del molino de martillos	B.5.1. Construir bases de concreto armado para el soporte y estabilización del molino de martillos de 0.60 m x 1.20 m x 2.00 m, martillos 300 m ³ / 8 h de 60 Hp.
		B.5.2. Realizar montaje del molino de martillos.
	B.6. Pila de lixiviación	B.6.1. Excavar con rotomartillo y el tractor de oruga empujará el material cortado para formar la tina de 2m de profundidad y 27m x 32m de lado, volumen total de 1296 m ³ .
		B.6.2. Compactar suelo, encementar y cubrir con geomembrana para tener una permeabilidad conjunta de 2x10 ⁻⁷ m/s.
	B.7. Pila de cementación	B.7.1. Excavar con rotomartillo y tractor de oruga que empujará el material cortado para formar la tina de 2.5 m de profundidad y 20m x 20 m de lado.
		B.7.2. Recircular la disolución de ácido sulfúrico que se encuentra en la pila de cimentación compensando al 4% la disolución. Para iniciar una nueva etapa de proceso (<i>batch</i>).
		B.7.3. Lavar el material inerte, secar la pila y con el cargador frontal trasladarlo por medio de camiones a la tepetatera.
	B.8. Tepetatera	B.8.1. Usar un espacio del que se extrajo material para balastre hace ya 5 años, debidamente acondicionado.

Continúa...
Continuación...

C. Operación	C.1. Producción de mineral	C.1.1. Romper piso natural con rotomartillo y rezagar material cortado con un cargador frontal.
		C.1.2. Cargar el material a los camiones góndola que los trasladan al patio (<i>stock pile</i>) de mineral en el polígono de recuperación de valores. Este corte se hace respetando los taludes que deberá de tener la zanja a su término.
	C.2. Molienda de mineral (primera etapa)	C.2.1. Realizar molienda con una quebradora de quijadas de 16 x 36 pulgadas donde se produce una molienda de 2 pulgadas a finos.
	C.3. Molienda de mineral (2da etapa)	C.3.1. Realizar molienda en molino de martillos con capacidad para 800 m ³ / 8 h construido a propósito.
	C.4. Recuperación electrostática	C.4.1. Recuperar con un rectificador de 3000 A y dos electrodos: uno de plomo y otro de acero inoxidable. Ambos no son atacados por el ácido por lo que no se tendrá desperdicio de estos metales.
	C.5. Neutralización con cal	C.5.1. Disolver en un recipiente de fibra de vidrio de 20 000 L con agua, los costales de cal necesarios para saturar la disolución.
		C.5.2. Bombear la disolución de cal sobre el material sin disolución lixivante hasta un pH de 7±0.5.
	C.6. Lixiviación	C.6.1. Bañar por recirculación con una disolución lixivante de ácido sulfúrico al 4% el mineral antes quebrado hasta que la disolución tenga los valores que se tenían en el mineral.
C.7. Cementación con chatarra	C.7.1. Transportar la disolución con valores a la pila de lixiviación y agregar chatarra de fierro limpia para precipitar el cobre metálico.	
	C.7.2. Sedimentar el cobre metálico y bombear la disolución a la pila de lixiviación para empezar el ciclo nuevamente y sacar el cobre metálico.	
C.8. Secador	C.8.1. Secar 1.2 m ³ a 200°C de fierro para que Y de material.	
	C.8.2. Aplicar proceso de recuperación de cobre con el método de lixiviación con ácido sulfúrico que forma sulfato de cobre, el cual es reducido a cobre metálico con chatarra de fierro.	
D. Abandono	D.1. Desmantelamiento de maquinaria y equipo	D.1.1. Limpiar las máquinas y el equipo en general. Recuperar equipo y maquinaria ya que podrán ser útiles en otro proyecto semejante.
		D.1.2. Desmontar y demoler las bases. El producto de la demolición en términos generales son pedazos de concreto que se enviarán a relleno autorizado. El fierro de refuerzo se venderá como chatarra.
	D.2. Retiro de materiales y tuberías	D.2.1. Disponer los materiales sobrantes que no puedan ser reusables o venderse, como residuos a empresas autorizadas de acuerdo a la normatividad aplicable. Asimismo, disponer de los residuos de lavado de las tuberías y mangueras.
Continúa... Continuación...	D.3. Campamento	D.3.1. Construir de acuerdo al diseño original para usar las instalaciones como habitaciones para el dueño del terreno, no se piensa en demoler puesto que representa un beneficio a futuro para estas personas. Las áreas de almacenamiento puesto que serán zonas niveladas también servirán para corrales y establos.

	D.4. Instalaciones de lixiviación y cementación	D.4.1. Neutralizar los residuo de lixivante con lechereada de cal hasta completa neutralización y serán usadas como reservorios de agua por el dueño del terreno.
	D.5. Plantillas (<i>stock piles</i>) almacenamiento de mineral	D.5.1. Construir las áreas niveladas de almacenamiento, para que sirvan como corrales y establos siendo también beneficio para el dueño del rancho.
	D.6. Tepetatera	D.6.1. Construir la tepetatera día a día para que cuando sea necesario abandonarla no cause problemas de deslave.
		D.6.2. Neutralizar el líquido en cada viaje para que no representará problema alguno.
	D.7. Disposición final de equipo y residuos generados	D.7.1. Aplicar programa para el desmantelamiento que incluya limpieza de tuberías y equipos, que incluya evaluación de la operación del equipo para venta final como equipo o chatarra.
		D.7.2. Evaluar el estado de los residuos generados y determinar su disposición final, de igual forma aplicar un programa de orden y limpieza en las áreas.

Manifestación del Impacto Ambiental

En cumplimiento de las disposiciones legales el Grupo Minero Sierra de Halo, S.A. de C.V. sometió a evaluación de la SEMARNAT la MIA modalidad particular para el proyecto de explotación y beneficio de la mina La Zorra.

En resumen, los principales criterios ecológicos marcados por la normatividad mexicana que se vinculan con las actividades del proyecto están descritos en los siguientes párrafos [6].

Criterio agrícola

No posee ninguna vinculación con las actividades agrícolas. Debido a que el estudio trata de obras y actividades del sector minero en la explotación de cobre, sólo entra en la evaluación por exploración y explotación mineral, no promoverá ninguna diversificación de cultivos o cualquier otro criterio agrícola, de acuerdo a las condiciones ecológicas del sitio.

Criterio sobre asentamientos humanos

No posee ninguna vinculación con la actividad de asentamientos humanos. No involucra el establecimiento de asentamientos humanos en suelos de alta fertilidad. Las obras asociadas al proyecto sólo contemplan la instalación de personal en el sitio por menos de una semana

para llevar a cabo las actividades de explotación.

Criterio sobre flora y fauna

El programa de reforestación, después del abandono del sitio, promueve el uso de especies nativas y si es posible restablecer dichas especies en una densidad igual a la existente antes del deterioro. En el cumplimiento de las condicionantes, medidas de mitigación NOM-059-SEMARNAT-2001, Capítulo IV, aspectos bióticos relacionados a flora, NOM-120-SEMARNAT-1997.

Criterio sobre infraestructura

La infraestructura para el proyecto es principalmente proveer de energía e instalaciones para los procesos productivos, servicios básicos de agua potable, alcantarillado, drenaje, saneamiento, comunicaciones, educación, salud y atención en caso de eventualidades adversas como desastres naturales o antrópicos para los asentamientos humanos.

Las actividades relacionadas con las instalaciones de agua potable, drenaje, alcantarillado, educación, comunicación, salud dotación, energía eléctrica, e infraestructura de saneamiento son proporcionadas por el propio municipio en el ámbito de sus facultades y responsabilidades de proporcionar alguno de los servicios básico.

En lo respectivo a energía eléctrica se tendrán generadores de electricidad, por lo que el fabricante de la maquinaria, según su normatividad, deberá proveer de las medidas de seguridad para evitar cualquier riesgo.

Como medidas preventivas y para evitar posibles riesgos, se implementará las medidas necesarias para cumplir con la normatividad expresa de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS) y la Ley de Protección Civil del Estado de Jalisco y los reglamentos respectivos que estén vinculados directamente al proyecto.

Criterio forestal

El proyecto no posee ninguna vinculación en el sector forestal. Se pretende proteger o reponer la cobertura vegetal y/o forestal a lo largo de los cauces temporales y permanentes para evitar la fragmentación del ecosistema por las actividades del proyecto.

En la delimitación de la influencia ambiental del proyecto a lo largo de la microcuenca, se consideran aspectos abióticos, la parte hidrológica, y el cumplimiento de las NOM-059-SEMARNAT-2001 y NOM-120-SEMARNAT-1997, clasificación de las especies que se localicen en un estatus especial.

Criterio pecuario

No posee ninguna vinculación con la actividad pecuaria.

Normas mexicanas aplicables y su vinculación con el proyecto

En los referente al Artículo 6 de la Ley Minera señala [18]: la exploración, explotación y beneficio de los minerales o sustancias a que se refiere esa ley son utilidad pública, serán preferentes sobre cualquier otro uso o aprovechamiento del terreno, con sujeción a las condiciones que establece las misma, y únicamente por ley de carácter federal podrán establecerse contribuciones que graven estas actividades.

Dicho artículo esclarece que el uso minero tendrá preferencia sobre otro uso que posee en este caso el mismo predio (agrícola o pecuario), debido a que la explotación del mineral es de utilidad a los ciudadanos mexicanos. Se reitera que donde se lleva dicha explotación antes realizada tanto de manera de explotación como exploración, se localiza descubierta de vegetación sólo con vestigios de pastizal, por lo que la explotación y beneficio es viable resaltando la importancia de la actividad minera en la zona, y estado como una actividad estratégica del país.

En la Tabla 2 están listadas las normas mexicanas relacionadas con el proyecto, su campo de aplicación y el tipo de vinculación con el proyecto minero. Estas normas son importantes porque son base de la normatividad que afecta al proyecto de la Mina “La Zorra”, y que contribuyen a la generación de las medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales.

La construcción de equipos es un resultado natural para que de manera consensual se comparta la autoridad y la responsabilidad con el personal del proyecto. Y con esto los conflictos surgen de manera irremediable.

En todo tipo de proyectos, el conflicto es producto inevitable del proceso de la dinámica de grupo. Mientras que todo el personal y cada uno de los grupos de trabajo en un proyecto pueden compartir la misma meta, sus prioridades individuales y su visión de la importancia de las contribuciones de otros varía significativamente.

El primer paso al dibujar la red lógica del proyecto es listar las actividades de control que se desglosaron y poner esos trabajos en secuencia de ejecución apropiada en un formato de red o diagrama de flechas y nodos. La red contiene dos actividades ficticias llamadas “Inicio” y “Final” sin duración pero que sirven para cerrar la red lógica del proyecto. Todas las actividades deben caer entre de estas dos actividades ficticias. En la elaboración intervienen los responsables de cada equipo técnico que ejecutará el proyecto, y la interacción que ocurre entre los integrantes puede ser difícil de sobrellevar.

Tabla 2. Relación de las normas mexicanas aplicables al proyecto de la Mina “La Zorra” y el tipo de vinculación.

Norma	Aplicación	Vinculación con el proyecto
NOM-120-SEMARNAT-1997	Establece las especificaciones de protección ambiental para las actividades de exploración minera directa, en zonas de climas secos y templados en donde se desarrolle vegetación de matorral xerófilo, bosque tropical caducifolio, bosques de coníferas o encinos [9].	Es considerada como punto de referencia para las obras o actividades previas a la explotación, como pueden ser pozos, zanjas plantillas y brechas de acceso.
NOM-059-SEMARNAT-2001	Determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial, estableciendo especificaciones para su protección [10].	En la cuenca general donde se localiza el predio del proyecto, se documentó la presencia de especies de fauna sujeta a protección especial, tal como: <i>Crotalus basiliscus</i> Serpiente de cascabel Pr (E), <i>Harpyliateus solitarius</i> Águila solitaria P, hirundo, <i>Parabuteo unicinctus</i> Aguillilla rojinegra Pr, <i>Vireo belli</i> Vireo de Bell A. Sin embargo, ninguna de las especies anteriores se localizó dentro del área específica del proyecto. En cuanto a flora no se documentó ninguna especie sujeta a protección.
NOM-041-SEMARNAT-2006	Establece los límites máximos permisibles de emisiones de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible [11].	El programa del proyecto se ajustará a la normatividad. Las actividades serán sólo diurnas y de manera reducida, la actividad vehicular será controlada y regulada por los responsables de proyecto.
NOM-042-SEMARNAT-2003	Establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos no quemados, CO, NO, NO ₂ y partículas suspendidas provenientes del escape de vehículos automotores nuevos en planta, así como de hidrocarburos volátiles provenientes del sistema de combustible que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y diesel de los mismos [12].	La maquinaria usada para el proyecto será adecuada a las actividades, cumpliendo con las regulaciones ambientales, tecnología y cantidad de emisiones a la atmósfera. Las actividades serán diurnas solamente y de manera reducida, la actividad vehicular será controlada y regulada por los responsables de proyecto.
NOM-080-SEMARNAT-1994	Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición [13].	Las actividades son solamente diurnas y de manera reducida, la actividad vehicular será controlada y regulada por los responsables del proyecto.
NOM-138-SEMARNAT/SS-2003	Establece los límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación [14].	Los responsables de la supervisión de las actividades del proyecto vigilarán y se asegurarán que se cumplan con las medidas preventivas, en caso de la ocurrencia de algún derrame se seguirán las medidas de mitigación y prevención adecuadas.

NOM-052-SEMARNAT-2005	Establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos [15].	El responsable del proyecto será el encargado de supervisar u asegurarse de que se cumpla con las disposiciones establecidas en la normatividad aplicable a los residuos peligrosos.
-----------------------	--	--

Tabla 3. Relación de medidas de mitigación propuestas para los impactos generados por el proyecto. Incluidas como actividades del proyecto.

Impactos negativos generados	Medidas de mitigación propuestas
<p>E. Modificación del entorno: fuerte deforestación y explotación de acuíferos en la parte media y baja de la cuenca y menor en la parte alta correspondiente a la cuenca río Ayuquila-Almería.</p> <p>Crecimiento demográfico; conflictos por tenencia de la tierra con respecto al uso de suelo urbano, ganadero y agrícola.</p>	<p>E.1. Reforestación con especies del lugar de áreas aledañas que se encuentren impactadas.</p> <p>E.2. Aplicar un programa de manejo de los residuos generados, En los que se refiere a materiales de consumo, aditivos, aceites, grasas y combustibles, éstos y sus residuos, no se dispersará o derramará en el área de trabajo o fuera de ella, por lo que no será necesaria su recolección rutinaria. La disposición de los residuos se hará en recipientes cerrados y resguardados en lugares aislados y seguros, dentro de alguna de las superficies ocupadas por las obras que se llevarán a cabo y su manejo deberá sujetarse a las disposiciones de la normatividad aplicable.</p> <p>E.3. Aplicar un programa de orden y limpieza en las áreas.</p> <p>E.4. Aplicar un programa de seguridad e higiene laboral mediante la entrega de equipo de protección personal, capacitación a los trabajadores, así como, la instalación de señalización restrictiva, informativa e indicativa en las áreas.</p> <p>E.5. Se colocarán señalizaciones dentro del predio de acuerdo a las distintas normas de seguridad y protección en las zonas de trabajo. El cumplimiento de esta especificación se llevará a cabo en los informes de vigilancia ambiental.</p> <p>E.6. Aplicará un programa de mantenimiento preventivo, correctivo a instalaciones, maquinaria y equipo. Se realizará la revisión y mantenimiento periódico de los vehículos y maquinarias que sean utilizados, con la finalidad de no rebasar los límites máximos para la emisión de contaminantes a la atmósfera y ruido que establecen las normas oficiales mexicanas aplicables. En caso de realizar actividades de mantenimiento y reparación en el sitio del proyecto, se adoptarán las medidas necesarias para evitar la contaminación de los suelos por aceites y grasas, combustibles o similares. Cuando se deba hacer almacenamiento de combustibles, éste se realizará dentro del área del proyecto, en recipientes cerrados que estén en perfectas condiciones, garantizándose que no existirán fugas. Se considerarán las medidas necesarias de seguridad para el almacenamiento, transporte y manejo de sustancias de conformidad a la normatividad aplicable.</p> <p>E.7. Se llevará a cabo un Programa de supervisión en el cuál se designe un responsable técnico en el sitio del proyecto, para detectar aspectos críticos desde el punto de vista ambiental y que puede tomar decisiones, definir estrategias o modificar actividades nocivas.</p>

Con la red lógica pueden aplicarse otras herramientas para calcular los tiempos de inicio y terminación de cada paquete de actividades durante la duración total del proyecto, ya sea CPM o PERT. Estos tiempos de inicio y término pueden convertirse en fechas específicas cuando se contrastan con los calendarios que cada recurso.

Una vez completada estas rutas se pueden elaborar los programas a detalle, junto con sus flujos de efectivo.

En el caso del proyecto de la Mina “La Zorra” se usó el programa Microsoft Project 2010® con un calendario de trabajo estándar, es decir, trabajo regular de 8 horas diarias de lunes a viernes. No se consideran días festivos especiales, excepto sábados y domingos. En la Figura 5 se encuentra el Diagrama de Gantt correspondiente a la programación del proyecto. Para fines de este ejemplo se consideró una fecha de inicio arbitraria que puede cambiarse de acuerdo a las necesidades. En total se consideraron 51 actividades de control que según la red lógica, y el cálculo de la ruta crítica arrojan una duración total estimada del proyecto de 1010 días laborables (3 años y 46 semanas con base en el calendario laborable).

Las actividades integradas que corresponden a las medidas de mitigación y prevención sugeridas por la MIA del proyecto, corresponden al paquete de actividades E y que en el Diagrama de Gantt están coloreadas de verde claro. De esta forma deberán ser ejecutadas de acuerdo al plan maestro del proyecto de explotación y beneficio.

Puede usarse este Diagrama de Gantt para programar también los recursos humanos, materiales, equipamiento y financieros. Con la programación de las erogaciones de dinero se tendrán los flujos de efectivo por paquete de actividades y por recursos.

CONCLUSIONES

Muchos factores pueden afectar el éxito de un proyecto minero, incluye la calidad de los datos, el factor humano, el factor administrativo, el presupuesto y las herramientas para la programación. Algunos de éstos son subjetivos y otros son objetivos.

Por lo general, la percepción juega un papel importante en la definición de éxito en un proyecto, porque no sólo deben cumplirse con las especificaciones técnicas y los objetivos planteados, a la par del cumplimiento de la normatividad ambiental vigente. También debe existir un alto nivel de satisfacción entre toda la gente involucrada: administradores, equipos de proyecto, usuarios directos e inversionistas.

Ya que una planeación efectiva del proyecto es absolutamente esencial para el éxito, el administrador de proyecto debe integrar a través del plan maestro del proyecto el alcance y objetivos del proceso minero y las exigencias expuestas por la MIA. A la par, en la fase de implantación, es necesario establecer patrones efectivos de coordinación y relaciones humanas. Establecer controles estrictos y compromisos claros con los objetivos y metas descritos en la planeación para elevar el nivel de éxito percibido. La medición del éxito de un proyecto siempre conlleva el análisis de dos puntos de vista, uno cuantificable y otro no cuantificable. Donde los cambios son adversos, la evaluación del proyecto puede tener valores negativos [8].

Tener siempre en cuenta que los métodos de la ruta crítica son tan sólo modelos de interacción dinámica del mundo real de dinero, gente, materiales y máquinas, dirigidos en el tiempo para alcanzar un objetivo establecido por el proyecto minero.

La introducción del enfoque de la administración de proyectos a una empresa minera con actividades tradicionales, pondrá en movimiento un “sistema de efectos” con actitudes de cambio, valores, creencias y sistemas administrativos que conducen a un comportamiento efectivo diferente.

La aplicación de la herramienta de administración de proyectos, al caso de la Mina “La Zorra”, es una alternativa que puede aumentar la confiabilidad y credibilidad en las actividades mineras entre los actores que intervienen en la ingeniería minera sustentable: la sociedad, el medioambiente y el gobierno.

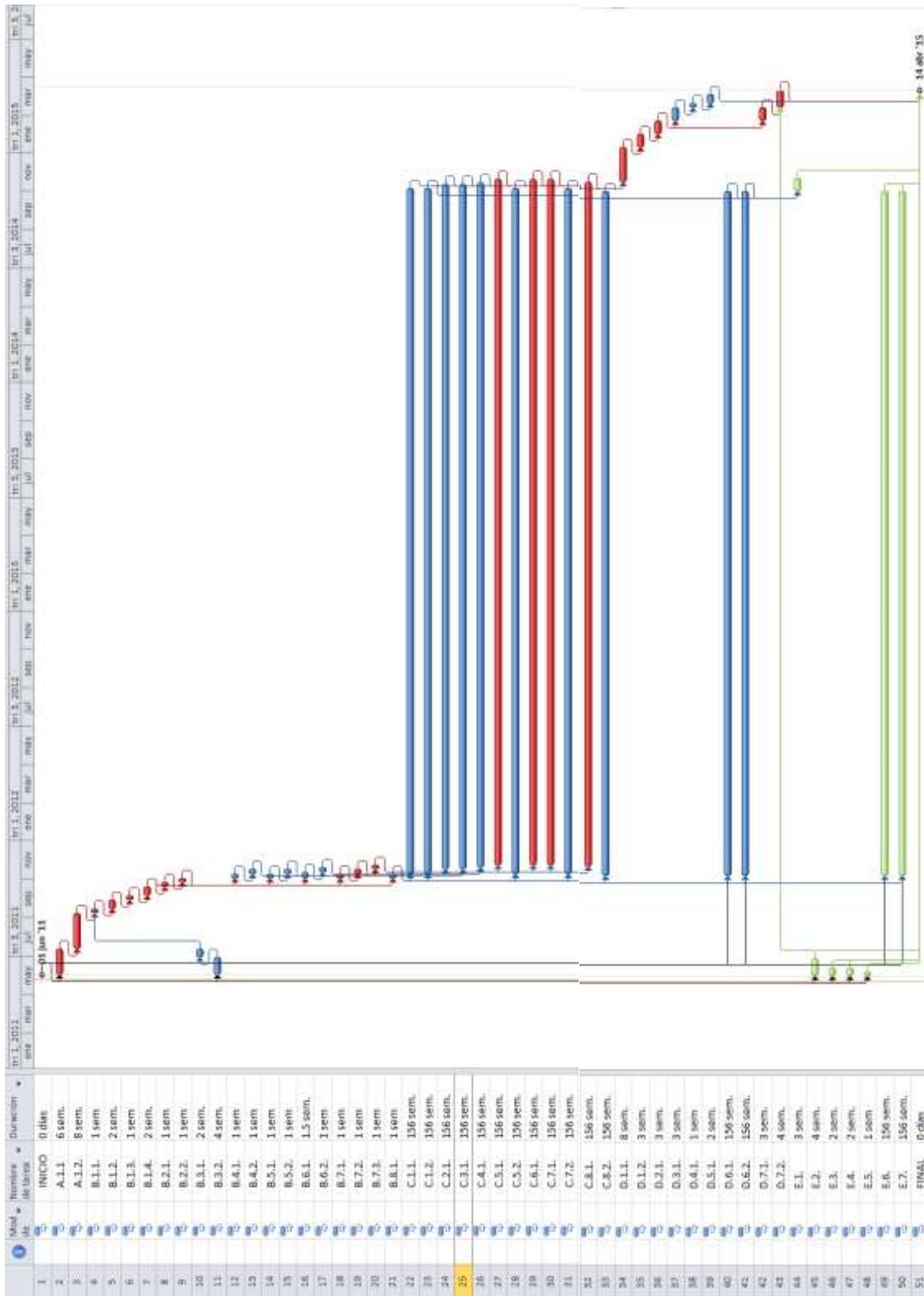


Figura 5. Diagrama de Gantt con la programación de las 51 actividades del proyecto Mina “La Zorra”.
Elaborado con Microsoft Project 2010®.

REFERENCIAS

- [1] MIRSALEH MIRMOHAMMADI, et.al. Designing of an environmental assessment algorithm for surface mining projects. Journal of Environmental Management. Elsevier Science Direct. Internet. 2008. 14p.
- [2] FUJINAMI, CHRIS Y MARSHALL, ANDREW. Software doesn't manage projects. IIE Solutions 33 No.9. H.W. Wilson Web Company. Septiembre 2001. P. 36-40.
- [3] KING, W.R. Y CLELAND, D.I. Visión general de aplicaciones de la administración de proyectos. Manual para la administración de proyectos. México, D.F. CECSA. 1990. P. 695-720.
- [4] PAPKE-SHIELDS, KAREN E. et. al. Do project managers practice what they preach, and does it matter to project success? International Journal of Project Management. Elsevier. Available online at ScienceDirect. 2009. P. 650-662.
- [5] KERZNER, HAROLD. Project Management. A systems approach to planning, scheduling and controlling. Seventh edition. USA. 2001. 1203 p.
- [6] SEMARNAT. DELEGACIÓN JALISCO. Expediente. Asunto: Se resuelve de manera condicionada la Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Particular del proyecto denominado "Explotación y beneficio Mina la Zorra" en el municipio de Ayutla, Jalisco. Guadalajara. Jalisco. México. 19 de julio de 2010. 37 p.
- [7] BERNAL-CASILLAS, JOSÉ DE JESÚS. Administración de Proyectos. Segunda Edición. Guadalajara, México. Amate Editorial. 2005. 209 p.
- [8] HEISLER, SANFORD I. The Wiley Project engineer's desk reference. New York, USA. Wiley-Interscience. 1994. 503 p.
- [9] SEMARNAT. NOM-120-SEMARNAT-1997. Establece las especificaciones de protección ambiental para las actividades de exploración minera directa, en zonas de climas secos y templados en donde se desarrolle vegetación de matorral xerófilo, bosque tropical caducifolio, bosques de coníferas o encinos. México, D.F. 19 de octubre de 1998. Disponible en: www.economia-noms.gob.mx.
- [10] SEMARNAT. NOM-059-SEMARNAT-2001. Determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial, estableciendo especificaciones para su protección. México, D.F.
- [11] SEMARNAT. NOM-041-SEMARNAT-2006. Establece Disponible en: www.economia-noms.gob.mx. los límites máximos permisibles de emisiones de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible. México, D.F. 6 de marzo de 2007. Disponible en: www.economia-noms.gob.mx.
- [12] SEMARNAT. NOM-042-SEMARNAT-2003. Establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos no quemados, CO, NO, NO₂ y partículas suspendidas provenientes del escape de vehículos automotores nuevos en planta, así como de hidrocarburos volátiles provenientes del sistema de combustible que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y diesel de los mismos. México, D.F. 7 de septiembre de 2005. Disponible en: www.economia-noms.gob.mx.
- [13] SEMARNAT. NOM-080-SEMARNAT-1994. Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición. México, D.F. 13 de enero de 1995. Disponible en: www.economia-noms.gob.mx
- [14] SEMANART. NOM-138-SEMARNAT/ SS-2003. Establece los límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación. México, D.F. 29 de marzo de 2005. Disponible en: www.economia-noms.gob.mx
- [15] SEMARNAT. NOM-052-SEMARNAT-2005. Establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. México, D.F. 23 de junio de 2003. Disponible en: www.economia-noms.gob.mx