

# ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL TÍTULO MINERO 6823



## CAPÍTULO 10.1.4. PLAN DE CIERRE

Rev. 0

Noviembre 2021

**EINGETEC**  
INGENIERÍA & DISEÑO

## TABLA DE CONTENIDO

10.1.4. PLAN DE CIERRE	4
10.1.4.1. Plan de Cierre Inicial.	4
10.1.4.1.1. Estabilidad física del Pit Minero	5
10.1.4.1.2. Manejo y control de aguas de escorrentía superficial	7
10.1.4.1.3. Instalación de instrumentación geotécnica	7
10.1.4.1.4. Protección de taludes. Cuidado y mantenimiento para la etapa posterior al cierre	8
10.1.4.1.5. Retiro de maquinaria y equipos de explotación	9
10.1.4.1.6. Cierre social	9
10.1.4.1.7. Plan de Cierre Progresivo.	9
10.1.4.1.8. Reconformación morfológica	9
10.1.4.1.9. Rehabilitación ecológica	10
10.1.4.2. Plan de Cierre Temporal.	12
10.1.4.3. Actualizaciones del Plan de Cierre.	13
10.1.4.4. Plan Post - Cierre.	14
10.1.4.5. Áreas Contiguas o Vecinas.	18
10.1.4.6. Participación Ciudadana.	18
10.1.4.7. Consulta de las Normas Locales.	18
10.1.4.8. Actualización Final del Plan de Cierre.	18
10.1.4.9. Actividades Post - Cierre.	19
10.1.4.10. Cronograma	19

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Diseño final del Pit de explotación Titulo Minero 6823.

Figura 1. Diseño final del Pit de explotación Titulo Minero 6823.

Figura 2. Secciones hidráulicas típicas para cunetas y zanjas de coronación.

Figura 3. Configuración taludes de Cierre Título Minero 6823

Figura 4. Distribución en planta de las etapas de avance de explotación proyectada para el Título Minero 6823 (izquierda) y la configuración geométrica del diseño de los taludes de avance

Figura 5. Diseño conceptual plan de cierre final mina La Esmeralda

Figura 6. Equipamiento Título 6823 Plan de Cierre Final mina La Esmeralda

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Resumen Factores de seguridad taludes de cierre Título Minero 6823.

Tabla 1. Resumen Factores de seguridad y grado de amenaza de los taludes de cierre Título Minero 6823.

Tabla 2. Inclínó metros proyectados a instalar en Pit La Esmeralda.

Tabla 3. Piezómetros proyectados a instalar Mina La Esmeralda.

Tabla 4. Medidas y actividades del Plan de Cierre Final y Post Cierre (Ecoparque)

Tabla 5. Cronograma Plan de Cierre y Post Cierre

## LISTA DE ANEXOS

CAP10-PCIE-LES6823-AN#10.001 Configuración morfologica avance intermedio

CAP10-PCIE-LES6823-AN#10.002 Configuración morfologica avance final

CAP10-PCIE-LES6823-AN#10.003 Planos Diseño Conceptual Plan de Cierre y Post Cierre

### 10.1.4. PLAN DE CIERRE

En la actualidad, la empresa CEMEX Colombia S.A., se encuentra desarrollando un proyecto minero de caliza y arenas puzolánicas en la cantera La Esmeralda, la cual está compuesta por tres títulos mineros, uno de ellos es el 8-6823. Aunque se tienen dos títulos mineros de extracción de caliza y un título minero de extracción de arenas puzolánicas, la cantera es una sola y no se pueden independizar desde el punto de vista del aprovechamiento.

La infraestructura requerida para el proyecto de explotación se encuentra instalada y es la misma que se utiliza para el contrato 8-4205 (incluye zonas de disposición de material estéril), título que cuenta con Plan de manejo ambiental aprobado y vigente por ANLA mediante resolución 855 de 2017, por lo que este plan de cierre se concentra en el cierre progresivo de la zona de explotación del título 6823 y se acoge al plan de cierre final establecido en la resolución 855 de 2017 del título 8-4205.

El presente Plan de Cierre busca establecer las estrategias y procedimientos técnicos, ambientales y sociales que CEMEX deberá contemplar para el cierre de los elementos y procesos que se ejecutaron en el territorio durante el desarrollo del proyecto.

El Plan de Cierre es parte integral del proyecto minero y dentro de su instrumento ambiental se presenta como uno de los elementos a modificar. Incluye todos los componentes hasta el final de las actividades operativas de extracción de material aprovechable, reconformación morfológica, y restauración de áreas.

A continuación, se presentan los componentes del plan de cierre: Plan de cierre inicial, cierre progresivo, cierre temporal, y las actividades posteriores al cierre.

En el presente capítulo se establecen las estrategias de manejo que buscarán rehabilitar las condiciones ecológicas de los ecosistemas de importancia asociados al proyecto y las condiciones ambientales compatibles con los posibles usos del suelo de las áreas intervenidas.

#### 10.1.4.1. Plan de Cierre Inicial.

Como se mencionó en el Capítulo 3 Descripción del Proyecto, las actividades planteadas en la presente modificación son transversales a las actividades asociadas al Título minero 745 e integra la totalidad del área intervenida. La explotación tendrá una duración de 20 años.

El sistema de explotación se diseñó para que fuera geotécnicamente estable, considerando aspectos como la pendiente y altura de las excavaciones a realizar en el macizo rocoso y los intervalos de niveles adecuados para lograr equilibrio en el desarrollo del acceso para las actividades mineras (perforación y voladura); también se diseñó para alcanzar los objetivos sostenibles en el tiempo de programación de la explotación (tasa de producción, grado del mineral, etc.).

El plan de cierre inicial contempla en general las siguientes intervenciones:

- Estabilidad física del pit minero
- Manejo y control de aguas de escorrentía superficial
- Instalación de instrumentación geotécnica
- Protección de taludes
- Retiro de maquinaria y equipos de explotación
- Cierre social

### 10.1.4.1.1. Estabilidad física del Pit Minero

El Pit Minero tendrá una capacidad total de producción aproximadamente de 2,3 millones de toneladas de material sobrante. Se ha adoptado un ancho de berma al interior de Pit de hasta 20,0 m para facilitar las actividades de explotación y facilitar el tráfico de equipos pesados. El diseño final del tajo se ilustra en la Figura 1.

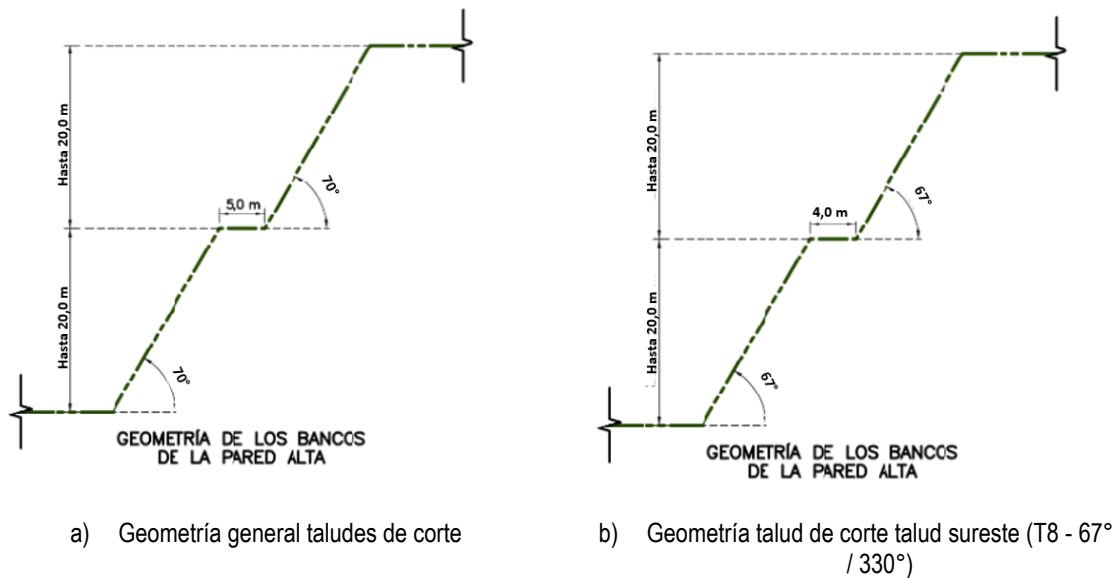


Figura 1. Diseño final del Pit de explotación Titulo Minero 6823.

Fuente: Elaboración Propia

La geometría del Pit para la etapa de cierre es la siguiente:

- Elevación del fondo del pit: 600 msnm.
- Ancho de la berma 4,0 a 15,0 m
- Pendiente talud:  $\geq 67^\circ$
- Altura máxima entre bermas: 20 m.

El diseño toma en consideración un sismo asociado a un periodo de retorno de 475 años. Lo anterior, se reflejó en el análisis de estabilidad pseudo-estático, utilizando un coeficiente horizontal para el sismo máximo creíble asociado a ese periodo de retorno de 0,20 g para las condiciones de cierre a largo plazo y un valor equivalente al 50 % de este valor para el coeficiente vertical de aceleración.

Los análisis se realizaron con los softwares Slide, RocPlane y Swedge desarrollado por RocScience Inc. de Canadá. Los factores de seguridad para los análisis de estabilidad de los taludes de cierre para el Título Minero 6823, en cada uno de los escenarios evaluados según los TdR de la Autoridad Ambiental se presentan en la Tabla 1. El detalle de los análisis de estabilidad se presenta en el capítulo 5.1.8. Geotecnia.

Tabla 1. Resumen Factores de seguridad y grado de amenaza de los taludes de cierre Título Minero 6823.

Zona	Talud	FS y Nivel de Amenaza					
		Condición Normal	Amenaza	Condición Extrema - Aguasmax	Amenaza	Condición Extrema - Sismo	Amenaza
Zona Extracción	T1	1,45	Media	1,41	Baja	1,00	Media
	T2	1,45	Media	1,41	Baja	1,03	Media
	T3	1,45	Media	1,43	Baja	1,00	Media
	T4	1,45	Media	1,41	Baja	1,03	Media
	T5	1,45	Media	1,41	Baja	1,03	Media
	T6	1,45	Media	1,41	Baja	1,00	Media
	T7	>2,00	Baja	>2,00	Baja	>2,00	Baja
	T8	1,37 (*)	Media	1,24(*)	Media	1,01(*)	Media
	T9	>2,00	Baja	>2,00	Baja	>2,00	Baja
	T10	>2,00	Baja	>2,00	Baja	>2,00	Baja

Nota (\*): Los factores de seguridad incluidos en el talud 8 tienen en cuenta el resultado obtenido mediante el mecanismo de falla por corte global. Sobre este talud se deberá realizar la reducción de la inclinación del talud a 67°.

Fuente: Elaboración propia

Los resultados del análisis de estabilidad de los taludes indican que los factores de seguridad establecidos cumplen con los criterios de diseño para las condiciones analizadas. Los factores de seguridad permiten asociar los taludes a un nivel de amenaza baja y media según los Términos de Referencia para la Elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA Proyectos de Explotación Minera. Minambiente.(2016).

En el evento que los taludes del tajo no cumplan con los factores de seguridad mínimos establecidos, se procederá a intervenirlos mediante el retiro de material y la reconfiguración de las pendientes de corte, con el propósito de aumentar el factor de seguridad, y por ende, estabilizar las zonas intervenidas.

10.1.4.1.2. Manejo y control de aguas de escorrentía superficial

Estas obras están encaminadas a realizar una adecuada captación de aguas provenientes de las partes altas de los tajos, para disponerlas adecuadamente de forma tal que no afecten la estabilidad general de los taludes de las obras.

Dentro de estas obras se encuentran:

Zanjas de coronación: Las cuales deberán ser conformadas en tierra, a una distancia entre 1 a 5 m de las crestas de los cortes del tajo.

Cunetas: Las cuales deberán ser implantadas en las bermas del tajo. También serán conformadas en tierra, con una pendiente longitudinal del 0,20% y permitiendo una adecuada entrega de las aguas captadas para su entrega en el sumidero del PIT. La Figura 2 muestra las secciones transversales típicas que pueden ser implementadas para la conformación de estas obras.

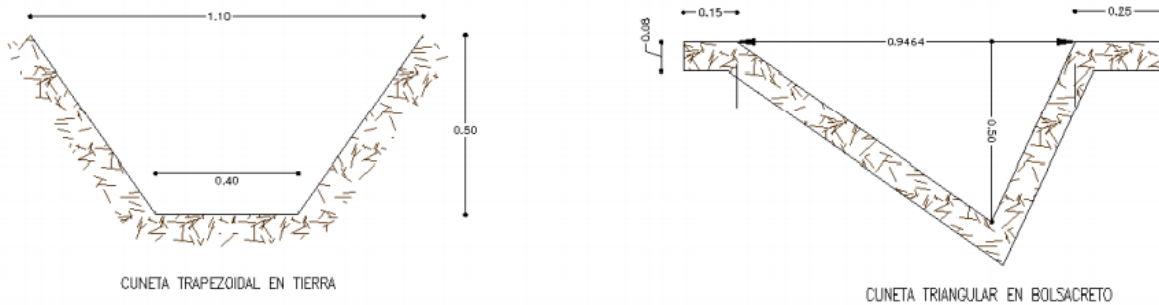


Figura 2. Secciones hidráulicas típicas para cunetas y zanjas de coronación.

Fuente: Elaboración Propia

10.1.4.1.3. Instalación de instrumentación geotécnica

Adicionalmente a la instrumentación de la mina Esmeralda, se instalarán dos inclinómetros, dos piezómetros y un acelerómetro triaxiales que registrarán el desplazamiento en la base de las instalaciones, los niveles piezométricos y la aceleración o velocidad pico de partícula en las zonas de extracción y en cercanías al casco urbano de Payandé. Esta instrumentación permanecerá para el monitoreo y seguimiento en la etapa de cierre y el monitoreo posterior al cierre.

Tabla 2. Inclinómetros proyectados a instalar en Pit La Esmeralda.

Sitio de Instalación	Inclinómetro	Sist. Coord. Origen Único		Coord. Sistema Magna Sirgas Origen Bogotá	
		Este	Norte	Este	Norte
PIT	INC1	4 766 793	2 033 806	886 265	967 659
	INC2 (*)	4 765 248	2 032 953	884 720	966 806

Nota (\*): El inclinómetro INC2 se cuantifica dentro de las labores de extracción asociadas a la exploración del Título Minero 745.

Tabla 3. Piezómetros de hilo vibrátil proyectados a instalar Mina La Esmeralda.

ID	Sist. Coord. Origen Único		Coord. Sistema Magna Sirgas Origen Bogotá		Cota (msnm)
	Este	Norte	Este	Norte	
Piezo-11	4 766 649	2 033 963	886 121	967 816	665
Piezo-12 (*)	4 766 275	2 033 707	885 747	967 560	715

Nota (\*): El piezómetro Piezo-12 se cuantifica dentro de las labores de extracción asociadas a la exploración del Título Minero 745.

Cuando inicie la operación de la mina y durante los siguientes 20 años, el material de estéril de la operación será almacenado en la extensión de la escombrera superior y retrollenado Chicalá, los cuales se encuentran licenciados en la resolución 855 de 2017 correspondiente al título minero 4205 de mina La Esmeralda. La ubicación de la instrumentación proyectada es estimativa y deberá ser evaluada en función de las condiciones identificadas en campo.

#### 10.1.4.1.4. Protección de taludes. Cuidado y mantenimiento para la etapa posterior al cierre

En los taludes que no requieren medidas de estabilización y cuyo uso final propuesto está en armonía con actividades de revegetalización, se consideran medidas para la protección frente a la erosión, el uso de mantos biodegradables, que generen un sustrato mientras se desarrolla la capa vegetal, evitando que la misma se lave y/o erode por la acción de las lluvias.

A medida que avance el cierre y la rehabilitación de los componentes del proyecto, se llevará a cabo un programa posterior al cierre que comprende el mantenimiento, cuidado y monitoreo de las medidas de cierre ejecutadas. El desarrollo de dichas actividades necesita de una serie de acciones a realizar durante esta etapa, con el fin de garantizar el éxito y el cumplimiento del cierre.

Este plan contempla evaluar la efectividad de las medidas de recuperación y rehabilitación de las áreas intervenidas por el proyecto.

Los objetivos específicos del plan de monitoreo y mantenimiento, son los siguientes:

- Lograr que las áreas utilizadas para la explotación conserven su estabilidad a largo plazo con el fin de que no se presenten problemas de inestabilidad a futuro.
- Desarrollar las acciones necesarias para la rehabilitación de las áreas intervenidas, buscando integrar las zonas rehabilitadas a los usos establecidos en las directrices del Plan de Ordenamiento Territorial.
- Devolver las áreas utilizadas para la explotación de materiales en lo posible con un aspecto similar al paisaje que existía antes de los trabajos en la mina, e igualmente el restablecimiento de especies de flora y fauna.
- Dar alcance y cumplimiento a lo establecido en la normativa nacional referente a los planes de cierre de minas.
- Incluir dentro del programa social, las acciones y actividades a realizar, con el fin de mantener informada a la población del área directa o indirecta de la mina, sobre el proceso de reconfiguración y cierre progresivo.
- Proponer las investigaciones y programas de monitoreo y seguimiento a llevar a cabo, en la etapa de cierre y post-cierre de la mina, que garanticen el éxito de la rehabilitación de las áreas que se utilizaron, con la finalidad de integrarlas progresivamente al entorno o al uso futuro proyectado para estas áreas.

#### *10.1.4.1.5. Retiro de maquinaria y equipos de explotación*

Se realizará inventario de maquinaria y equipos para posteriormente proceder al retiro gradual una vez finalice la fase de explotación de material. El destino de esta maquinaria podrá ser el traslado a otras minas de propiedad de Cemex o venta a otras empresas.

Adicionalmente, la infraestructura de apoyo minero licenciada en el título minero 4205 que constituyen todos los elementos fijos o móviles que se encuentran en la operación para apoyar las actividades de extracción, beneficio y reconfiguración, como áreas de mantenimiento, áreas administrativas, baterías sanitarias, estructuras de manejo de aguas residuales domésticas, EDS de combustible serán retiradas en su totalidad a menos que estas tengan utilidad para el uso de suelo del área. Para el retiro las estructuras serán desmanteladas, demolidas y retiradas para ser dispuestas o aprovechadas por gestores certificados.

Una vez efectuada esta actividad, las zonas serán reconfiguradas de acuerdo con la planificación presentada en el Capítulo de Descripción del Proyecto.

#### *10.1.4.1.6. Cierre social*

Corresponde a las actividades para dar cumplimiento a compromisos o acuerdos establecidos dentro del EIA y de la gestión social del proyecto. Se plantean actividades de socialización de las actividades y cronograma de cierre, en reuniones con las comunidades y autoridades municipales del área de influencia, detallando el manejo final de todas las áreas del Proyecto; definición e implementación de estrategias comunitarias de conservación de las áreas recuperadas que eventualmente podrían coordinarse con la autoridad ambiental, evaluación progresiva y participativa de los resultados de los cierres parciales.

#### *10.1.4.1.7. Plan de Cierre Progresivo.*

El cierre progresivo y de recuperación será aplicado para la protección del ambiente y la reducción de los riesgos asociados al proyecto; será el proceso donde se recuperarán las áreas que fueron utilizadas a lo largo de su vida útil. Para las operaciones que estén permitidas, se planea iniciarlo en paralelo a la fase de operación del proyecto, para lograr minimizar los impactos ambientales (por ejemplo: reducción del área de intervención, mejoramiento en las emisiones de aire y ruido y control de la erosión), así como reducción en costos de cierre y entrega del sitio sin pasivos ambientales.

Este Plan se enfoca en la reconfiguración morfológica y posterior rehabilitación ecológica de las áreas que han finalizado la etapa de extracción del material aprovechable. En este sentido, el plan se divide en dos etapas principales que se describen a continuación:

#### *10.1.4.1.8. Reconfiguración morfológica*

Esta etapa consiste en la adecuación de las áreas intervenidas por el proyecto, con el fin de llegar a una condición que permita contemplar la estabilidad futura de los taludes de corte. Las actividades de cierre para esta instalación son las siguientes:

- Limpieza del área cumpliendo todas las normas de seguridad indicadas para esta zona, procediendo a retirar el material residual que haya quedado para ser trasladado a las escombreras.

- Demolición: las estructuras de hormigón serán demolidas y los restos retirados del área y manejados como residuos sólidos especiales. Se mantendrán aquellas estructuras que aporten a la estabilización de la zona, en caso de existir.

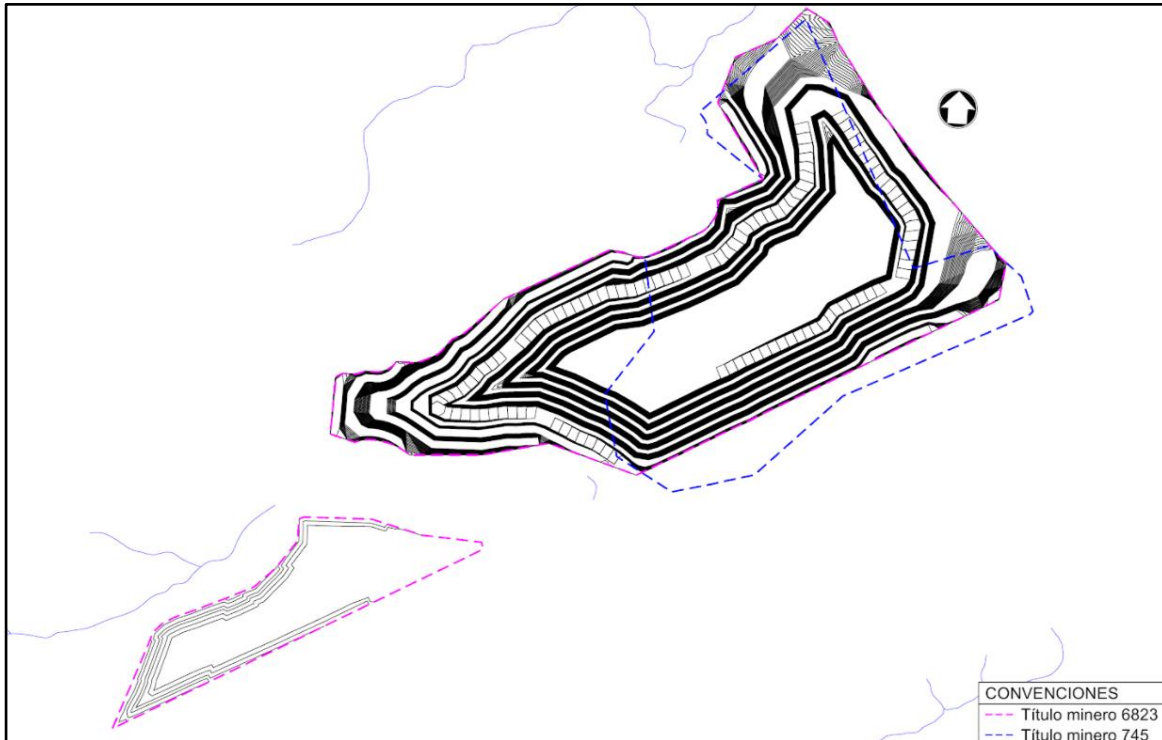


Figura 3. Configuración taludes de Cierre Título Minero 6823

Fuente: Elaboración propia

#### 10.1.4.1.9. Rehabilitación ecológica

A medida que se vayan liberando áreas intervenidas por el proyecto y que se clasifiquen como zonas donde no se requieren actividades posteriores que permitan el establecimiento de acciones de recuperación ambiental por parte del departamento encargado de planeación minera, se deberá proporcionar un substrato edáfico que permita el desarrollo del tipo de formación vegetal deseado, para lo cual será utilizada la capa de suelo orgánico retirada para la explotación del material y la cual se encontrará almacenada y preservada conforme los lineamientos establecidos en el programa de manejo de suelos PMA-ABI-02 y el Programa de manejo de cobertura vegetal PMA-BIO-01 del presente estudio. La distribución en planta de la secuencia de explotación se presenta en la Figura 4.

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.1.4. PLAN DE CIERRE

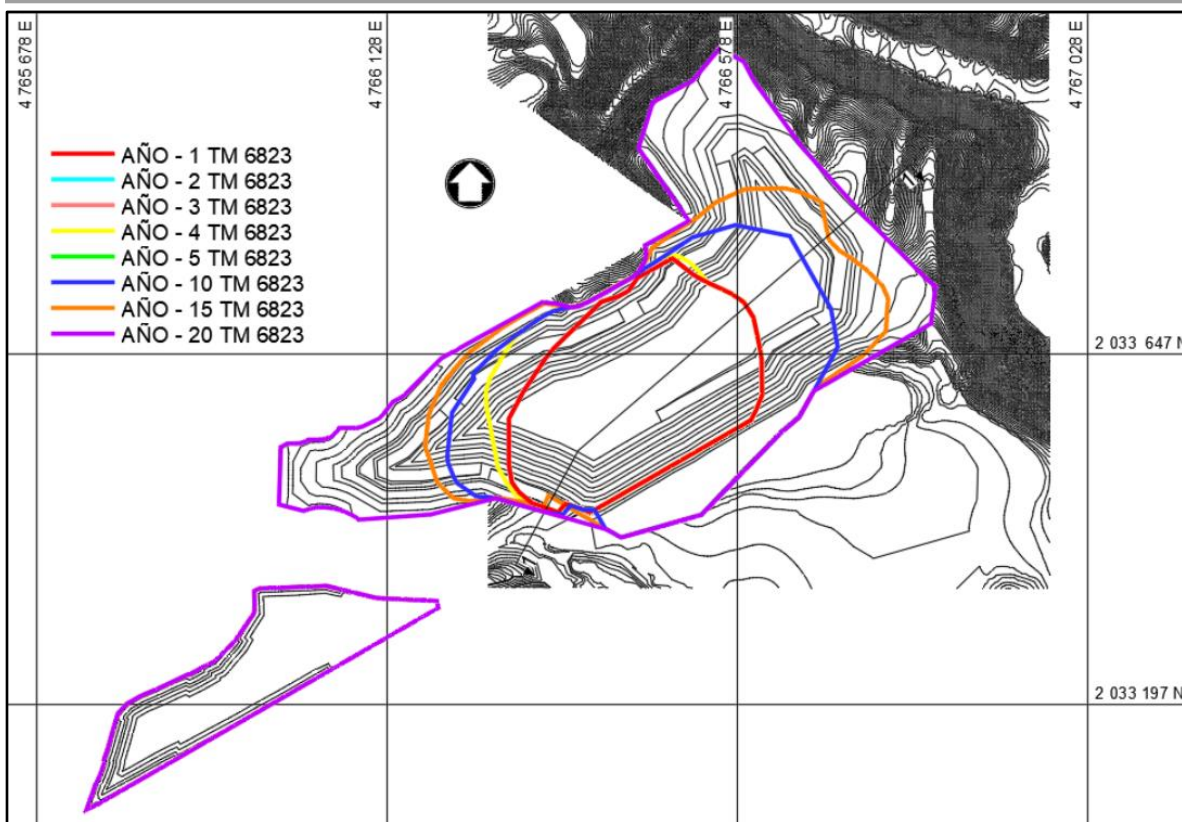


Figura 4. Distribución en planta de las etapas de avance de explotación proyectada para el Título Minero 6823.

Fuente: Adaptado y modificado del PTO TM6823, 2018

Las áreas liberadas para revegetalización podrán establecerse con un carácter anual y deberán asociarse también a los procesos de colocación de suelos. Durante cada periodo anual se debe verificar por medio de los informes de actividades de siembra, manejo de suelos, conformación de taludes, coordenadas de ubicación, fotografías y planos de coberturas del área de influencia biótica, el área en proceso de revegetalización. Se debe establecer la etapa del proceso de revegetalización que se encuentra y establecer si existen zonas que no requieren el proceso de manejo de coberturas por requerir adecuaciones técnicas como manejo de aguas o ubicación de vías de acceso (entre otras).

Las siembras tienen diferentes finalidades. La cubierta vegetal reduce la escorrentía superficial y la erosión. En condiciones susceptibles de presentarse procesos erosivos importantes (taludes de gran pendiente con substratos muy erosionables), las siembras iniciales tienen como objetivo principal la fijación del substrato. Se suelen utilizar especies de rápido crecimiento, con frecuencia denominadas especies estérter, capaces de formar un estrato herbáceo denso con relativa rapidez. Entre estas especies, las gramíneas tienen un papel relevante, ya que son capaces de formar numerosas hojas a ras del suelo y porque enraízan densamente en el suelo. También tienen interés las leguminosas, a causa de su capacidad de utilizar el nitrógeno atmosférico, y por tanto de crecer en substratos pobres en nutrientes y de mejorarlos. El incremento de la biodiversidad y la instalación de las especies autóctonas que promuevan la evolución de los ecosistemas naturales (sucesión secundaria) debe ser también el objetivo de la revegetación y en consecuencia también de las siembras. Así pues, es importante que las especies estérter no limiten el establecimiento de las autóctonas. El uso de especies estérter anuales o que persistan poco en las zonas sembradas puede generar cubiertas vegetales iniciales importantes y posteriormente pueden permitir la introducción espontánea o forzada de las especies presentes en los ecosistemas naturales de referencia.

El principal objetivo de las plantaciones en las canteras, en el contexto de la restauración ecológica o paisajística, es acelerar la sucesión creando la composición, la estructura física y la función del ecosistema preexistente. Se asume que

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.1.4. PLAN DE CIERRE

esta combinación de estructura y función será capaz de aportar una serie de servicios a la sociedad (depuración del agua, control hidrológico, protección del suelo, etc.).

Con la plantación se pretende acelerar la fase de colonización, introduciendo plantas seleccionadas y creando mejores condiciones para su establecimiento. Por otro lado, las plantas introducidas deben generar una comunidad funcional que requiera la mínima intervención (en todo caso, un nivel de intervención análogo al del ecosistema preexistente). Por ello, la plantación debe considerar simultáneamente una perspectiva temporal inmediata (que garantice la supervivencia de suficientes plantas y la presencia de suficientes especies) y una visión a largo plazo (representada por un ecosistema autosostenible).

Además de una mejor integración paisajística y ecológica, la plantación de especies locales ofrece otras ventajas importantes como son su mayor adaptabilidad a las condiciones edáficas, climáticas y una mejor resistencia a los agentes bióticos (insectos polinizadores, herbívoros, micorrizas, plagas, potenciales, etc.) de la zona a recuperar. En consecuencia, son las especies que mejor garantizan una sucesión sostenible de la nueva comunidad vegetal. Las plantaciones también son necesarias para incorporar especies de difícil introducción por siembra.

Los criterios para definir la composición y la densidad de las plantaciones se basan, obviamente, en los sistemas de referencia. Debe favorecerse la diversidad de las especies (tipo funcional, formas de ocupación del espacio, interacción con la fauna) teniendo en cuenta las respectivas respuestas a las condiciones adversas o a perturbaciones naturales como el fuego (capacidad de supervivencia, de competencia, de rebrote, etc.), así como los requerimientos o condicionantes específicos de la zona a restaurar (pedregosidad del sustrato, pendiente).

Se garantizará la continuidad de la revegetación siguiendo las recomendaciones de mantenimiento presentadas a continuación:

1. Definir un sistema de riego para taludes en fase de revegetación
2. Definir las bases para controlar las especies vegetales no deseadas que puedan comprometer la evolución de la vegetación autóctona.

#### 10.1.4.2. Plan de Cierre Temporal.

Este tipo de cierre requiere de medidas principalmente enfocadas en el cuidado y mantenimiento de las áreas de intervención por extracción. Las razones de cierre temporal podrían ser:

- Variaciones drásticas en el mercado de los agregados que imposibilite la comercialización de este
- Conflictos laborales prolongados
- Conflictos comunitarios prolongados
- Cambios normativos
- Restricciones de tipo ambiental

Durante estas condiciones de cierre temporal se buscará mantener los equipos e instalaciones en buen estado para el reinicio de actividades y se mantendrá el aseguramiento, mantenimiento, seguimiento y monitoreo de este.

Se mantendrá la vigilancia sobre toda el área del proyecto con el fin de evitar el ingreso no autorizado a las instalaciones.

Ante la ocurrencia de cualquier condición que genere un cierre temporal, la operación informará a las autoridades competentes y ejecutará las siguientes actividades:

- Se informará a las comunidades aledañas, autoridades competentes, proveedores y personal subcontratado y de contratación directa. De igual manera se les informará de la reapertura.
- Se restringirá el acceso de personal no autorizado a los predios e instalaciones.

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.1.4. PLAN DE CIERRE

---

- Se generará el bloqueo físico y eléctrico de todos los equipos y maquinaria del proyecto.
- Se generarán restricciones de paso a el área de riesgo (Pit).
- Se mantendrá el seguimiento de instrumentación geotécnica, estructuras de manejo de aguas y se realizará mantenimiento de las obras de manejo de aguas.

Continuar implementando las medidas de mitigación y los programas de monitoreo identificados en el PMA según corresponda.

Se presentará un informe de cierre temporal con la evidencia de las inspecciones rutinarias de seguridad y ambientales y se presentará el análisis de la información geotécnica.

A corto plazo las actividades de cuidado y mantenimiento ocurrirán cuando el proyecto cese sus operaciones por un periodo típicamente menor a un año y con la intención de reanudar actividades operacionales. Para esta fase de cierre temporal, a corto plazo, el objetivo principal es mantener todos los equipos e instalaciones en estado de preparación para reanudar operaciones con un tiempo mínimo de retraso.

Un cierre temporal, por lo general se puede ocasionar por condiciones que están por fuera de control por parte del operador del proyecto; esto podría ser un cambio adverso y prolongado en las condiciones económicas que reducen la viabilidad de la operación minera sobre un periodo largo, es decir, más de año. Si este fuera el caso, en las instalaciones se realizaría aseguramiento, mantenimiento, seguimiento y monitoreo, de tal manera que se puedan reiniciar las actividades en un periodo corto de preparación.

La salud y seguridad de los trabajadores y la comunidad aledaña será una prioridad constante durante el cierre temporal. Al lugar del proyecto se proporcionará vigilancia y seguridad. En cuanto a los equipos, si requiere de alguno para la seguridad de la infraestructura o sistemas del proyecto, se mantendrán en condiciones de operación durante el cierre temporal.

En caso del cierre temporal del proyecto minero, será necesario por este periodo, asegurar la estabilidad física y controlar cualquier riesgo sobre la comunidad y el medio ambiente. Se realizarán inspecciones rutinarias de seguridad y ambientales.

En el caso de una suspensión temporal de la operación, CEMEX notificará a las entidades competentes. Aunque CEMEX puede tener la intención plena de reanudar sus operaciones lo antes posible, una suspensión temporal podría implicar un largo período en el que las circunstancias que llevan a la interrupción de las operaciones están fuera del control de CEMEX.

En cuanto a la estabilidad de la mina, será evaluada por un ingeniero geotécnico antes de entrar a la fase de cierre temporal. De ser necesario, realizar el tratamiento correctivo a las pendientes inestables. Adicionalmente, se realizará monitoreo operacional de los requerimientos, para continuar a la fase de cierre.

#### 10.1.4.3. Actualizaciones del Plan de Cierre.

Al considerar el dinamismo y progresividad que caracterizan los proyectos mineros y la conceptualización del presente plan de cierre, es necesario desarrollar un mecanismo que permita actualizar los planes de cierre y adaptarlos a los cambios generados y a la realidad de posible afectación en la medida que se ejecuta y avanza el proyecto, de esta manera se genera un proceso de transición de un plan de cierre a un plan detallado de cierre.

Ya que las condiciones de cierre pueden variar con el tiempo ya sea por factores externos o internos a la operación es importante plantear estrategias que permitan mantener actualizado el Plan de Cierre a ejecutar.

De acuerdo con lo anterior, el Plan de Cierre se evaluará cada cinco años, en esta evaluación se considerarán los avances en los programas de cierre progresivo y las condiciones externas e internas del proyecto que sean relevantes para la ejecución de las actividades de cierre minero ambiental.

De esta manera se entregará en un informe contrastando el cronograma comprometido en el presente plan de cierre, las acciones ejecutadas y las condiciones del proyecto que hayan tenido alguna modificación relevante para la definición del uso del suelo o el manejo del agua. A continuación, se resumen los puntos a revisar:

- Modificaciones en las acciones operacionales: cambios en el proceso, la escala, o el ritmo de extracción minera.
- Cambios en los diseños operacionales
- Aumento o disminución de la vida útil del Proyecto.
- Adición de nueva infraestructura al proceso.
- Identificación de nuevos riesgos sociales.
- Cambios en la estructura de la comunidad.
- Ritmo de rehabilitación respecto al ritmo planeado.
- Identificación de nuevos riesgos ambientales.
- Aumento o disminución de los impactos previstos en la evaluación.
- Consideración de las investigaciones realizadas.
- Cambios en las directrices de uso del suelo

Por último, es importante anotar que los aspectos financieros pueden requerir actualizaciones y esto puede conllevar a revisar los costos del plan de cierre.

#### 10.1.4.4. Plan Post - Cierre.

Este plan debe considerar las actividades que el titular debe continuar ejecutando en el área del proyecto, una vez este finalice las actividades de cierre anteriormente mencionadas.

Estas acciones deben ir dirigidas a asegurar la estabilidad física del área y evitar riesgos ambientales y a las comunidades aledañas. Para el proyecto estas acciones deben ir en pro de monitorear el talud de corte final del pit y del funcionamiento de las obras de manejo de aguas finales del proyecto.

Durante la etapa posterior al cierre, el proyecto implementará un programa de mantenimiento y monitoreo de la mina, cuya frecuencia inicial se propone de manera mensual para inclinómetros y bimestral para piezómetros, pero la frecuencia final se precisará con las actualizaciones del plan de cierre y dependerá de las condiciones de estabilización de cada componente minero, o si la operación minera y sus instalaciones están siendo modificadas de tal forma que requiera afinar este monitoreo a largo plazo.

La verificación de la estabilidad de los componentes se basará en mediciones, por medio de la instrumentación de las condiciones físicas de estas. Estas condiciones físicas mediante monitoreo, definirán a través de la evaluación la necesidad de modificar la frecuencia de muestreo. Todo el programa de muestreo se implementará en cumplimiento con la normativa ambiental vigente, los estándares internacionales y teniendo en cuenta los estándares operativos de la Compañía.

El monitoreo programado para la etapa posterior al cierre será similar al monitoreo realizado durante la operación y la rehabilitación progresiva. Una vez que todas las actividades del plan de cierre hayan sido completadas, se prosigue a la implementación del plan de la etapa posterior al cierre, por un periodo determinado y prudente para cerrar todos los pasivos ambientales; periodo que será acordado entre CEMEX y la Autoridad Ambiental.

A futuro, el uso de las áreas intervenidas por el Proyecto tendrá en cuenta los aspectos ambientales de la región, los servicios ecosistémicos y el desarrollo sostenible de las poblaciones aledañas. A continuación, se describen las actividades Post - Cierre planteadas:

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.1.4. PLAN DE CIERRE

---

- Monitoreo estabilidad física: Durante el cierre del Pit es necesario contar con elementos de control para monitorear su comportamiento, para lo que se plantea un esquema piezómetros/inclinómetros que tendrán la función de controlar deformaciones y la presencia del nivel freático.
- Se realizará el mantenimiento de señalización preventiva e informativa hasta tanto se llegue al final de las actividades de seguimiento topográfico de la totalidad de los taludes.
- Seguimiento de la cobertura de pastos establecida en el proyecto, esto con el fin de verificar su prendimiento. Esta actividad se mantendrá por un periodo de tres años, posterior al establecimiento de la cobertura en cada una de las zonas.
- Seguimiento de la cobertura vegetal nativa establecida en el proyecto, con el fin de verificar su supervivencia y la integración de esta al medio circundante. Esta actividad se mantendrá por un periodo de tres años, posterior al establecimiento de la cobertura en cada una de las zonas y una vez se pueda verificar la supervivencia del 80% de los individuos plantados.
- Seguimiento y mantenimiento de obras de manejo de aguas: Para estas obras se ejecutarán labores de mantenimiento y seguimiento por un periodo de tres años.

La explotación minera a cielo abierto modifica la geomorfología del espacio en explotación (cambio de formas, red hidrográfica, pendientes y vertientes pre-existentes). No sólo se crean unos espacios degradados, con una morfología nueva y unas dinámicas propias, sino que se crea un espacio singular, disimilar de su entorno. Es por esta razón que dentro de las actividades post cierre se contempla la integración de los espacios degradados en su entorno natural, enfocada a una recuperación paisajística.

El planteamiento abarca el diseño conceptual de un ecoparque en el área de los tres títulos de mina La Esmeralda (Anexo CAP10-PCIE-LES6823-AN#10.001), con la construcción de una zona de lago en el área del título 6823, áreas de reserva ecológica y plataforma que complementarán la otra infraestructura prevista en el resto de la mina La Esmeralda, el cual tiene como objetivo potencializar la actividad turística de la zona. Este ecoparque será entregado a las autoridades pertinentes para su administración. Para el área del título 6823 las áreas de ecoparque se presentan en la Figura 5. Cabe resaltar que se presenta tanto el título 6823 como 745, teniendo en cuenta que el cierre del título 745 se dará hasta que se realice el cierre del título minero 6823.

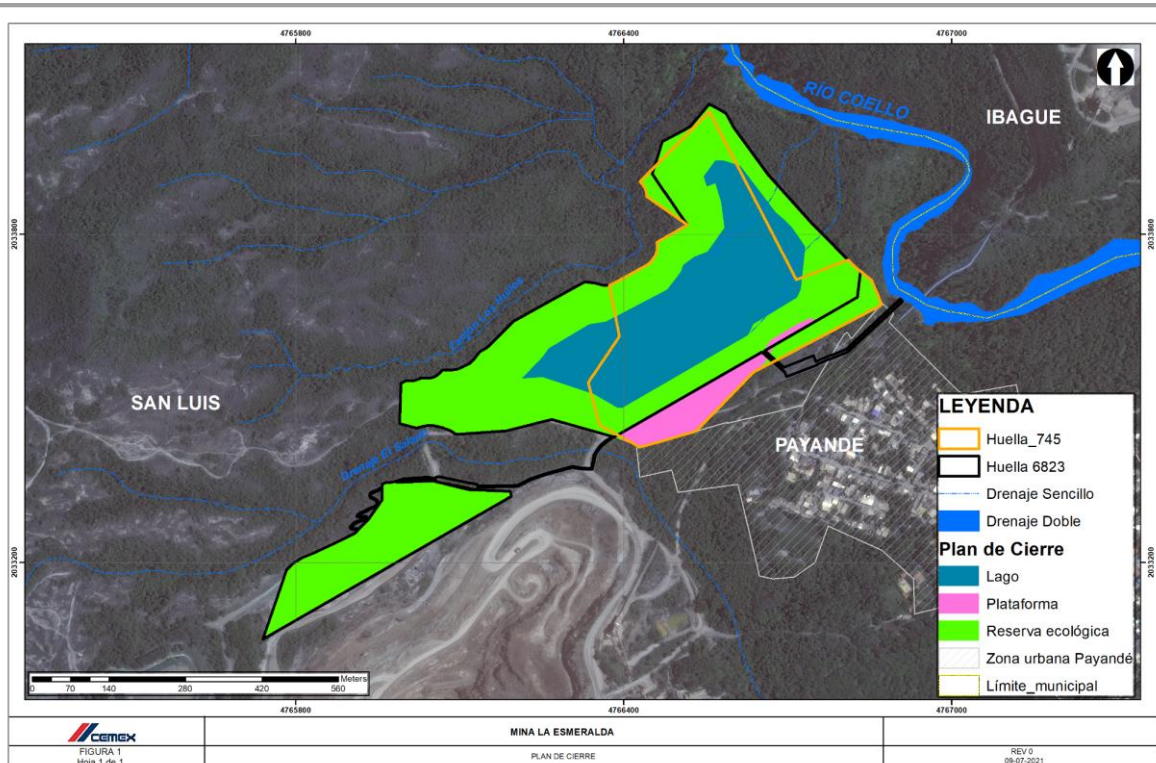


Figura 5. Diseño conceptual plan de cierre final mina La Esmeralda  
Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta este proyecto de uso final propuesto y equipamientos del ecoparque en el área de explotación del título 6823, se propenderá por la reutilización del suelo orgánico removido y almacenado en la etapa operativa del proyecto en las zonas destinadas para reserva ecológica las cuales suman un área de 16,53 ha.

Para que la aplicación de los programas de reconfiguración de suelo orgánico en las zonas previstas para reserva ecológica y cobertura vegetal sea exitosa, es necesario que estos vayan acompañados del manejo de aguas de escorrentía. Con esto se evita la pérdida del suelo orgánico, se evita el desprendimiento de las especies arbóreas sembradas y se evita la formación de cárcavas y caminos preferenciales del agua. Adicionalmente, el monitoreo y seguimiento posterior al cierre deberá ser aplicado permanentemente para que el sistema de drenaje funcione adecuadamente.

Las actividades previstas de post cierre relacionadas con el ecoparque se muestran en Tabla 4.

Tabla 4. Medidas y actividades del Plan de Cierre Final y Post Cierre (Ecoparque)

Medidas	Actividades	Periodo estimado (1)	Detalle de las medidas de recuperación
Construcción obras de drenaje (Sector Frente Nuevo Norte)	Instalación de infraestructura de drenaje, tales como flautas con tubo de PVC de 12 pulgadas de diámetro, geotextil, box-couvert, etc.	Se estima de 0,5 años, después de las actividades de pre-cierre	Alternativa con Relleno Parcial
Construcción Lago recreacional	Conformación área del fondo del PIT y llenado del área	Se estima de 1,5 años; a partir del primer año del cierre final	
Construcción obras civiles e instalaciones de amoblamiento del Ecoparque	Área para museo, conformación de senderos ecológicos, áreas para restaurantes, áreas para actividades lúdicas, entre otras.	Se estima de 3 años, partir del segundo año del cierre final	
Retiro de maquinaria y equipos de explotación	Se retirarán gradualmente las máquinas y equipos listados en el capítulo 5 de este informe.	A partir del primer año de la fase de cierre final (se estima en 0,5 años)	De acuerdo con lista de máquinas y equipos de la Cantera.
Instalación señalización y restricción	En los accesos, vías y zonas de interés del Ecoparque	Se estima un año. En el año 5 del proyecto de restauración de la Cantera	
Mantenimiento, vigilancia y monitoreo y abandono (actividades de post-cierre)	Reparaciones locativas a construcciones civiles, mantenimiento de taludes, pintar y arreglar paneles informativos, arreglo de accesos a Ecoparque, etc. (2)	Se estima de 0,5 años a partir del cuarto año del proyecto.	
Mantenimiento, vigilancia y monitoreo y abandono (actividades de post-cierre)	Inspección visual detectando grietas y derrumbes en taludes, monitoreo de estabilidad física (taludes), Instalaciones de manejo de residuos, etc. (3)	Se estima de 0,5 años a partir del cuarto año del proyecto	

- (1) Se proyecta el periodo de restauración de mínimo 5,5 años luego de finalizada la explotación a cielo abierto, antes de ser entregado el ECOPARQUE a las autoridades pertinentes para su administración.
- (2) Actividades para ser contratadas por una empresa de servicios temporales, por precio global.
- (3) Actividades para ser desarrolladas por un Geólogo o Ing. Geotecnista por horas – hombre.

Fuente: PTO, Cemex Colombia, 2018

#### 10.1.4.5. Áreas Contiguas o Vecinas.

Considerando que el título 6823 hace parte de la mina La Esmeralda, compuesta por tres títulos mineros para explotación de materiales de caliza y de arenas puzolánicas, el plan de cierre propuesto es común para toda la Cantera "La Esmeralda", cuyas actividades mineras se desarrollan simultáneamente bajo los Títulos 0745-73; 8-6823 y 8-4205, por lo que el cierre y abandono del proyecto minero no se puede hacer de manera independiente en cada Título, salvo los frentes de explotación que vayan agotando reservas, sobre los cuales podrán ir ejecutándose las medidas de manejo planteadas en el Plan de cierre inicial y Progresivo, pero el Cierre Final solo puede llevarse a cabo una vez se agoten las reservas totales del proyecto.

#### 10.1.4.6. Participación Ciudadana.

El proceso de monitoreo socioeconómico permitirá identificar, verificar y corregir cualquier aspecto con implicaciones sociales de manera que se minimicen los impactos posteriores al cierre y los pasivos de orden social. Para llevarlo a cabo, se realizará a través de los registros de cumplimiento de las actividades propuestas en el Plan operativo de comunicaciones y participación mediante el control y verificación a través de soportes documentales como actas de reunión, registros de asistencia, registros fotográficos o filmicos.

Las actividades de información y comunicación del Programa de información y participación comunitaria PMA-SOC-01 están dirigidas a informar sobre las diferentes etapas del proyecto, y el avance de ejecución, las cuales se llevarán a cabo con los actores institucionales y sociales del área de influencia.

El cierre contempla el desmantelamiento de las instalaciones provisionales y específicas de la actividad minera y la destinación del área ocupada. Esta tarea se desarrollará a partir de especificaciones que obedecen al potencial que establezca el Esquema de Ordenamiento Territorial del municipio de San Luis, y la dinámica económica de la región y el país. De esta manera se complementará el plan de cierre con la consulta a las partes interesadas, con el fin de determinar el futuro que se quiera dar a las instalaciones, y con miras a aprovechar el recurso y mejorar la calidad de vida de las poblaciones del área de influencia.

#### 10.1.4.7. Consulta de las Normas Locales.

Para elaborar la propuesta inicial de uso futuro del suelo se consultó el esquema de ordenamiento territorial del municipio de San Luis, 2001, no obstante, se precisa que el plan de cierre deberá actualizarse cada cinco años y se realizará el respectivo ajuste al plan de acuerdo con la vigencia de los Esquemas de Ordenamiento Territorial en caso de ser necesario.

#### 10.1.4.8. Actualización Final del Plan de Cierre.

El Plan de Cierre se debe considerar como un documento en constante cambio que debe ser compatible con las directrices de uso del suelo establecidas por las autoridades locales y regionales. CEMEX presentará ante la autoridad minera y ante la autoridad ambiental la actualización final del plan de cierre tres (3) años antes de terminadas las operaciones mineras el cual incluirá y comprenderán las actividades que serán definitivamente ejecutadas para el cierre.

La actualización final del plan de cierre permite evaluar claramente los riesgos relacionados con el cierre de la actividad minera, establecer las especificaciones detalladas de las medidas de cierre y efectuar consultas con respecto al cierre de la mina, para incorporar cualquier cambio relacionado con las operaciones mineras. Por esta razón, CEMEX elaborará el

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.1.4. PLAN DE CIERRE

plan de cierre final con una antelación de tres años a la terminación de la concesión minera, el cual consiste en la actualización completa de los planes de cierre precedentes. Este plan de cierre final contendrá:

- Objetivos ambientales, de uso de la tierra y socioeconómicos finales para cada componente de las actividades mineras.
- Actividades ambientales que se implementarán durante el periodo de cierre para cumplir con los objetivos ambientales.
- Actividades ambientales que se implementarán durante el periodo de cierre para cumplir con los objetivos de estabilidad para los taludes y terrenos rehabilitados y verificar que no sea susceptible a condiciones de inestabilidad.
- Nivel de monitoreo posterior al cierre, cuidado y mantenimiento requerido por cada componente para cumplir estos objetivos.
- Costos estimados para las actividades de cierre y programas de cuidado y mantenimiento en la etapa posterior al cierre.

10.1.4.9. Actividades Post - Cierre.

Las actividades de esta etapa están encaminadas a la realización de campaña de monitoreo del estado de los recursos naturales y de la efectividad de las medidas implementadas y su corrección si es el caso, a mediano y largo plazo. Estas actividades deben ser ejecutadas una vez se haga entrega de las áreas restauradas.

10.1.4.10. Cronograma

En la Tabla 5 se presenta el cronograma de ejecución del plan de cierre y post cierre.

Tabla 5. Cronograma Plan de Cierre y Post Cierre

Actividad	Años						
	1	5	10	15	20	25	+30
<b>Actividades de Cierre</b>							
Estabilidad física del pit minero							
Control de aguas de escorrentía superficial							
Instalación de instrumentación geotécnica							
Protección de taludes							

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.1.4. PLAN DE CIERRE

Actividad	Años						
	1	5	10	15	20	25	+30
Retiro de maquinaria y equipos de explotación							
Cierre social							
Actualización del plan de cierre (cada 5 años)							
Actualización final del plan de cierre (3 años antes de termina la explotación)							
<b>Actividades Post Cierre</b>							
Monitoreo de inclinómetros							
Monitoreo de piezómetros							
Seguimiento a la cobertura vegetal establecida							
Seguimiento y mantenimiento de obras de manejo de aguas							
Mantenimiento a la señalización preventiva e informativa							
Construcción de ecoparque (5,5 años)							
Construcción obras de drenaje (Sector Frente Nuevo Norte)							
Construcción Lago recreacional							
Construcción obras civiles e instalaciones de amoblamiento del Ecoparque							

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.1.4. PLAN DE CIERRE

Actividad	Años						
	1	5	10	15	20	25	+30
Instalación señalización y restricción							
Mantenimiento, vigilancia y monitoreo y abandono (actividades de post-cierre)							

Fuente: Elaboración Propia