

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ



**OPINIÓN TÉCNICO-CIENTÍFICA
SOBRE LOS COMPONENTES AMBIENTALES DEL
PROYECTO CERRO DE SAN PEDRO
DE MINERA SAN XAVIER**

<http://ambiental.uaslp.mx/desc/pdfs.html>

http://www.slp.gob.mx/uaslp/parte_1.html

Comisión de la UASLP
para la revisión del
Proyecto Cerro de San Pedro
de Minera San Xavier

San Luis Potosí, S.L.P
Diciembre de 1998

COMISIÓN DE LA UASLP PARA LA REVISIÓN DEL PROYECTO CERRO DE SAN PEDRO DE MINERA SAN XAVIER

Comisión de Medio Ambiente de la UASLP

Ing. Jaime Valle Méndez

Rector de la UASLP
Presidente de la Comisión

Ing. Arnoldo González Ortiz

Director de la Facultad de Ingeniería
Vocero de la Comisión

Dr. Jorge Fernando Toro Vázquez

Director de la Facultad de Ciencias Químicas

Dra. Beatriz Velásquez Castillo

Directora de la Facultad de Medicina

Coordinación de la Comisión para la revisión del proyecto CSP-MSX

M.C. Luz María Nieto Caraveo

Profesora Investigadora del Centro de Investigación y Estudios de Posgrado
de la Facultad de Ingeniería

Miembros de la Comisión

(en orden alfabético)

Dr. Juan Rogelio Aguirre Rivera

Encargado de la Dirección del Instituto de Investigación en Zonas Desérticas

Dr. Fernando Díaz-Barriga Martínez

Jefe del Departamento de Biología Celular de la Facultad de Medicina

Dra. Luisa María Flores Vélez

Profesora Investigadora del Centro de Investigación y Estudios de Posgrado
de la Facultad de Ciencias Químicas

Lic. Mario García Valdez

Secretario General de la UASLP

Ing. Guillermo Labarthe Hernández

Director del Instituto de Geología

Dr. Alejandro López Valdivieso

Profesor Investigador del Instituto de Metalurgia

Dr. Pedro Medellín Milán

Profesor Investigador del Centro de Investigación y Estudios de Posgrado
de la Facultad de Ciencias Químicas

Ing. Ricardo Medina Cerda

Secretario Académico de la Facultad de Ciencias Químicas

Ing. Joel Milán Navarro

Jefe del Área de Ciencias de la Tierra
de la Facultad de Ingeniería

Dr. Marcos Gustavo Monroy Fernández

Jefe del Área de Metalurgia Extractiva
del Instituto de Metalurgia

Dr. José de Jesús Negrete Sánchez

Director del Instituto de Metalurgia

Arq. Manuel Fermín Villar Rubio

Director de la Facultad del Hábitat

CONTENIDO

CONTENIDO	iii
ACRÓNIMOS	viii
ABREVIATURAS	ix
PREÁMBULO	1
PARTE I	
ANTECEDENTES	
OBJETIVOS DE LA REVISIÓN SOLICITADA	3
PROCEDIMIENTO PARA LA REVISIÓN	4
CONSIDERACIONES	5
DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO	8
PARTE II	
OPINIÓN TÉCNICO-CIENTÍFICA	
1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA DOCUMENTACIÓN ENTREGADA A LA UASLP	10
1.1. Documentación en que se basa la presente opinión	10
1.2. Características generales de la documentación revisada	10
1.3. Manifestación de Impacto Ambiental	10
1.4. Estudio Detallado de Riesgo	11
1.5. Información complementaria solicitada por la UASLP	11
2. ESCENARIOS Y COMPROMISOS	11
2.1. Escenarios	11
2.2. Compromisos y supervisión	12
2.3. Alcances de la opinión emitida	12
3. CARACTERIZACIÓN BÁSICA	12
3.1. Delimitación del área de influencia	12
3.2. Caracterización química y mineralógica	12
3.3. Balance de masa de metales	15
3.4. Contaminación previa	15
4. IMPACTOS Y RIESGOS RELACIONADOS CON LOS ACUÍFEROS	16
4.1. Ubicación del proyecto CSP en relación con los acuíferos del valle de San Luis	16

4.2.	Consumo de agua y comportamiento del acuífero profundo del valle de SLP-VDR.....	16
4.3.	Posibilidades de infiltración y derrames en el área de patios, así como de contaminación del acuífero profundo y superficial.....	17
a)	Estudios geotécnicos en el área de patios.....	17
b)	Ingeniería para la impermeabilización en zona de patios y piletas, así como para el control de avenidas	17
b.1	Obras para el control de escorrentías	18
b.2.	Elementos para la impermeabilización del sitio mediante membranas	19
b.3.	Monitoreo de la contaminación del acuífero superficial y profundo.....	19
b.4	Riesgos de contaminación del acuífero SLP-VDR.....	20
4.4.	Potencial de generación de ácidos (PGA) en rocas y minerales	21
5.	IMPACTOS BIÓTICOS	21
5.1.	Opinión general.....	21
5.2.	Superficie impactada directa e indirectamente	22
5.3.	Impacto en la vegetación	22
a)	Especies vegetales protegidas.....	22
b)	Especies vegetales sin protección	23
5.4.	Impacto en la fauna	23
6.	RIESGOS DERIVADOS DEL MANEJO DE ELEMENTOS PELIGROSOS.....	24
6.1.	Riesgos del uso y manejo del cianuro de sodio.....	24
a)	Monitoreo y atención a contingencias.....	24
b)	Recepción y transporte del cianuro de sodio.....	24
c)	Preparación de las soluciones de cianuro de sodio	24
d)	Control del cianuro de sodio en los patios de lixiviación	25
e)	Cianuro de sodio en las piletas	25
6.2.	Explosiones	26
7.	POLVOS Y CONTAMINANTES EN LA ATMÓSFERA	26
7.1.	Control de la generación de polvos.....	26
7.2.	Generación de contaminantes en la retorta, fundición y laboratorio químico	26
7.3.	Monitoreo de la contaminación atmosférica (polvos y gases).....	27
8.	OTROS IMPACTOS Y RIESGOS.....	27
8.1	Riesgos crónicos, efectos en cascada y radios de afectación	27
8.2.	Plan integral de monitoreo, y atención a riesgos y contingencias	28
8.3.	Derrames de combustibles y lubricantes	28
9.	CONTROL DE CALIDAD.....	28
9.1.	Control de calidad en el proceso de construcción	28
9.2.	Control de calidad del laboratorio.....	28

9.3	Calidad de la empresa en su conjunto	29
9.4.	Supervisión y auditoría	29
10.	PLAN DE CIERRE	29
10.1	Detoxificación de soluciones y montones de lixiviación.....	29
10.2	Restauración biótica	30
a)	Volúmenes de suelo recuperado para la restauración	30
b)	Reforestación	31
c)	Integración de las acciones de prevención, reducción, rehabilitación y compensación	31
10.3	Mantenimiento y seguimiento del proyecto minero abandonado	32
10.4.	Costos del cierre y abandono	32
11.	ALTERNATIVAS PLANTEADAS POR EL PROYECTO Y LA EMPRESA	33
11.1	Utilización de aguas grises.....	33
11.2	Continuación de las actividades mineras en la zona	34
PARTE III:		
RESUMEN EJECUTIVO		35
 ANEXOS		
ANEXO I:	DOCUMENTACIÓN ENTREGADA POR MSX	43
ANEXO II:	INFORMACIÓN ADICIONAL REQUERIDA POR LA UASLP A LA SEMARNAP	44
ANEXO III:	RESUMEN DE LOS <i>CURRICULA VITARUM</i> DE LOS PROFESORES INVESTIGADORES PARTICIPANTES.....	47
ANEXO IV:	GLOSARIO	62

ACRÓNIMOS

CNA	Comisión Nacional del Agua, SEMARNAP
CO	Estado de Colorado, Estados Unidos
CSP	Cerro de San Pedro
EDR	Estudio Detallado de Riesgo
EMEGs	Guías Ambientales para el Manejo de Metales en Suelo, de la Agencia para las Sustancias Tóxicas y del Registro de Enfermedades del Departamento de Salud Pública de los Estados Unidos
EE.UU.	Estados Unidos de América
Gob. SLP	Gobierno del Estado de San Luis Potosí
INE	Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAP
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
LGEEPA	Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente
MIA	Manifestación de Impacto Ambiental
MSX	Compañía Minera San Xavier, también referida como “la empresa”
POR	Potencial de Oxido-Reducción
PGA	Potencial de Generación de Ácidos
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
PROFEPA	Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, SEMARNAP
SEMARNAP	Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca
UASLP	Universidad Autónoma de San Luis Potosí
VDR-SLP	Villa de Reyes-San Luis Potosí

ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS

a	año
Art.	Artículo
As	Arsénico
Co.	<i>company</i>
fracc.	fracción
g	gramos
ha	hectáreas
Hg	Mercurio
kg	kilogramos
l	litros
m	metros
m ³	metros cúbicos
mm	milímetros
Mn	Manganeso
p.	páginas
Pb	Plomo
s	segundos
t	toneladas
Vol.	Volumen

PREÁMBULO

La Universidad Autónoma de San Luis Potosí considera de vital importancia formular las siguientes precisiones sobre el presente documento:

1. La participación de la Universidad en el análisis de los documentos que aportó la Minera San Xavier dentro del proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto de Explotación Minera "Cerro de San Pedro", obedece a dos razones fundamentales:
 - a) En primer lugar, a la solicitud que en tal sentido dirigió el Gobierno del Estado a la Universidad, para contar con la opinión calificada de expertos en el aspecto técnico-científico del proyecto, así como de su impacto ambiental.
 - b) A la convicción de la Universidad, de que una de sus funciones más importantes como institución pública de educación superior, formadora de profesionistas y generadora de conocimientos, es la de participar en la medida de sus posibilidades y competencias, en la aportación de propuestas que coadyuven a solucionar problemas o a mejorar situaciones que impacten directamente a nuestra sociedad, de la cual es parte y a la que se debe.
2. Para atender de la mejor manera la solicitud de análisis técnico-científico del expediente del proyecto MSX-Cerro de San Pedro, la Comisión de Medio Ambiente de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí que preside el Rector y está integrada por los Directores de las Facultades de Ciencias Químicas, Ingeniería y Medicina, integró una comisión más amplia que incluye a dicha Comisión de Medio Ambiente y a los Directores de los Institutos de Geología, Metalurgia y de Investigación de Zonas Desérticas, así como profesores e investigadores de la Universidad con experiencia y formación del más alto nivel en geología, metalurgia, impacto ambiental, riesgo a la salud y desarrollo sostenible.

Es en el seno de esta Comisión, donde se analizó el expediente del "Proyecto Cerro de San Pedro", y dada su interdisciplinariedad, se generaron múltiples opiniones sobre el Proyecto y sus impactos, opiniones que, muchas de las veces, no eran coincidentes; por lo que en un esfuerzo responsable y académico se conjugaron los diversos criterios técnicos-científicos para consensarse a través de este documento.

3. La Universidad quiere precisar que aceptó libremente, de acuerdo con su autonomía, la solicitud del Gobierno del Estado para realizar el análisis ya citado; y por lo mismo, se trabajó sin demandar ni obtener ninguna compensación económica. A pesar de esto, no se escatimó ningún recurso académico. Lo anterior, sin menoscabo de considerar que el costo de un análisis de esta naturaleza y magnitud, puede ser elevado.

En ese contexto es importante resaltar que la Comisión ha tomado como premisa fundamental para el desarrollo de su trabajo, la búsqueda del conocimiento y el beneficio de la sociedad.

-
4. Para la Universidad es fundamental precisar el alcance y contexto del análisis del expediente del “Proyecto de Cerro de San Pedro”. En este sentido, se establece que el presente documento contiene una opinión técnico-científica surgida del análisis de los documentos “Manifestación de Impacto Ambiental” (MIA) y “Estudio Detallado de Riesgo” (EDR), así como la información complementaria que la Minera San Xavier entregó a la SEMARNAP, con la finalidad de determinar si dichos documentos contenían la información suficiente para conocer los impactos ambientales y los riesgos del Proyecto en cuestión, con exclusión de los aspectos económicos, de patrimonio histórico, las implicaciones sociales o políticas u otros aspectos que en este Proyecto puedan incidir.

En este orden de ideas, la opinión que se emite va dirigida al Gobierno del Estado, a fin de que formule su propia opinión ante las autoridades que conocen y que habrán de resolver sobre la solicitud del “Proyecto Cerro de San Pedro”. En otras palabras, no debe tomarse este documento como un dictamen o resolución a favor o en contra de dicho Proyecto, toda vez que dicha resolución corresponde a las autoridades gubernamentales competentes.

5. **Por lo anterior y por la importancia que para la sociedad de San Luis Potosí implica este proyecto, la Universidad precisa de manera muy categórica, que ninguna parte de este documento debe utilizarse en forma aislada, tomando párrafos y visiones parciales, ya que esto puede distorsionar su sentido integral y llevar a conclusiones técnicas equivocadas. Es muy importante que el documento siempre se considere de manera completa e integral. La Universidad Autónoma de San Luis Potosí no acepta, por ningún motivo, que se analice o utilice el documento en forma parcial, sin considerar el aporte total del mismo.**

PARTE I ANTECEDENTES

Objetivos de la revisión solicitada

A principios de mayo de 1998 el Gobierno del Estado de San Luis Potosí (Gov. SLP) solicitó a la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP) una opinión técnico-científica de la documentación presentada por la compañía Minera San Xavier (MSX) ante el Instituto Nacional de Ecología (INE) de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) como parte del procedimiento de evaluación de impacto ambiental* del proyecto "Cerro de San Pedro".

Dicha solicitud fue recibida por la Comisión de Medio Ambiente de la UASLP, que es presidida por el Rector y está integrada por los directores de las facultades de Ciencias Químicas, Medicina e Ingeniería. Esta comisión convocó a varios profesores investigadores de la UASLP, buscando que entre todos aportaran conocimientos y experiencia sobre los diferentes tópicos relacionados con este proyecto. Así, con el objetivo de atender la solicitud del Gobierno del Estado se constituyó una Comisión más amplia e interdisciplinaria, que de aquí en adelante será llamada sencillamente "**Comisión**", a menos que se requiera una distinción entre ambas.

Una vez integrada, la Comisión procedió a analizar la solicitud del Gobierno del Estado. La Comisión decidió aceptarla porque consideró que el fin primordial de la UASLP es poner el conocimiento y la cultura al servicio de la sociedad. Una manera de hacerlo es respondiendo a demandas de instituciones específicas, con la aportación de elementos técnicos y científicos para el análisis de proyectos. En este caso se trata de la explotación de los recursos minerales de oro y plata en el Cerro de San Pedro. La Comisión considera que este proyecto es muy importante para el estado de San Luis Potosí por los impactos económicos, sociales y ambientales que de él se derivan, los cuales han generado reflexiones diversas en torno a temas de gran actualidad, entre los que se incluyen el de impacto ambiental*, riesgos de salud y riesgos de operación. Y es precisamente por la gran trascendencia de estas reflexiones y por la diversidad de los actores involucrados, que la Comisión decidió analizar los documentos presentados por MSX en un marco de imparcialidad, de manera objetiva, clara y razonada, y sin que exista cobro alguno a instituciones externas a la UASLP por los trabajos que se han desarrollado.

En concreto, la tarea de la UASLP fue analizar los documentos "Manifestación de Impacto Ambiental" (MIA*) y "Estudio Detallado de Riesgo" (EDR*) -así como la información complementaria que la empresa MSX entregó- en términos técnicos y científicos, para determinar si estos documentos cumplen con sus objetivos de despejar dudas razonables sobre los impactos ambientales y los riesgos del proyecto, e infundir confianza al gobierno y al público en general. Aunque se acordó que la UASLP podría plantear recomendaciones a MSX, quedó claro que su pertinencia sería decidida por el Gobierno del Estado y en su momento por la SEMARNAP.

* Las palabras marcadas con esta señal se explican con más detalle en el glosario (Anexo IV).

Así, el papel de la UASLP fue emitir una opinión de los aspectos ambientales más relevantes para la protección de la salud de la población y de los ecosistemas* en general, que pueden verse afectados por el proyecto de MSX. Esta opinión va dirigida al solicitante, es decir, el Gobierno del Estado, quien a su vez la utilizará para formular su propia opinión ante las autoridades competentes, dentro del proceso de evaluación de impacto ambiental*. El papel de la UASLP no fue dictaminar sobre si MSX puede o no instalarse en Cerro de San Pedro, pues esto compete solamente a las autoridades. Tampoco fue el de llevar a cabo estudios detallados adicionales a los ya presentados por la empresa, pues esto quedaría fuera de los tiempos y objetivos previstos por dicho proceso. Por lo anterior, y porque no le fueron solicitados, la UASLP no incluyó aspectos de sostenibilidad económica y social, ni histórico-arquitectónicos.

Procedimiento para la revisión

Una vez que la Comisión aceptó llevar a cabo la revisión, la SEMARNAP hizo entrega de una copia de la documentación, que a su vez le había sido presentada por la empresa MSX [Anexo I] y que en su mayoría fue elaborada por la empresa Behre Dolbear de México, S.A. de C.V.

El 12 de mayo de 1998 la Comisión se reunió con autoridades del INE con el propósito de precisar los objetivos y acordar los elementos básicos de la relación que se establecería entre las instituciones involucradas y la empresa. Uno de los acuerdos estableció la necesidad de llevar a cabo una primera revisión para verificar si la información era suficiente para que la Comisión pudiera proceder a emitir una opinión suficientemente fundamentada. Esta primera revisión se llevó aproximadamente un mes.

El 19 de junio de 1998, la Comisión entregó a la SEMARNAP un documento que incluyó varias consideraciones y una lista de la información adicional requerida [Anexo II]. El 13 de julio la SEMARNAP envió un oficio a la Comisión en donde indicó su acuerdo con la información requerida por la Comisión y señaló que procedía a solicitarla, por única vez, a MSX. El 24 de agosto la SEMARNAP entregó a la Comisión un paquete conteniendo la respuesta de la empresa.

Como puede verse, si bien existían elementos de juicio obtenidos a partir de la revisión de la documentación entregada desde el principio, fue hasta finales de agosto que la Comisión pudo comenzar una revisión técnica y científica más completa y cuidadosa, como la requerida por el Gobierno del Estado de San Luis Potosí.

Durante todo este proceso la Comisión se organizó de manera que fuera posible distribuir el trabajo en grupos y al mismo tiempo generar un análisis multidisciplinario completo. Todos los miembros de la comisión tuvieron acceso a la documentación entregada por MSX. Se formaron cuatro equipos de trabajo: [a] geología y minería; [b] metalurgia; [c] riesgo y toxicología, y [d] recursos naturales. Estos equipos analizaron la documentación y generaron las primeras propuestas por escrito. Además de este trabajo individual y por grupos, la Comisión se reunió en pleno en 17 ocasiones para analizar el proyecto a profundidad y generar la presente opinión.

Consideraciones

La Comisión quiere dejar constancia de las reflexiones que ha generado a lo largo de este proceso, con la intención de clarificar el alcance y el sentido de esta opinión técnico-científica.

A) Sobre la evaluación de impactos y riesgos ambientales en general:

- a) La Comisión está consciente de que la **evaluación de impacto ambiental*** es una disciplina de aplicación reciente en el mundo (escasos 25 años), de manera que los enfoques, metodologías y técnicas que se utilizan para ella se encuentran en proceso de continua revisión y actualización. Lo mismo ocurre con las metodologías de **análisis de riesgo**. Esto es importante porque la Comisión se vio en la necesidad de asumir los enfoques de impacto ambiental* y de riesgo bajo los que se lleva a cabo la gestión federal y estatal de este tipo de proyectos en México, ya que es el contexto en el que se solicita opinión a la UASLP. Para el caso del impacto ambiental*, en México se asume un enfoque que se circunscribe al ámbito de los ecosistemas* y sus componentes biofísicos*. En otros países como Canadá y Estados Unidos, se están discutiendo e incorporando nuevos conceptos y componentes entre los que sobresalen:
 - i) el análisis de los impactos acumulativos*,
 - ii) la evaluación estratégica* del impacto ambiental,
 - iii) el análisis de la sostenibilidad* de los proyectos (componentes económicos, sociales y culturales), y
 - iv) la aplicación del Principio Precautorio*.

El Programa de las Naciones Unidas para Medio Ambiente (PNUMA) introduce los conceptos anteriores en la mayor parte de sus documentos técnicos. En los países en donde se han adoptado, esos nuevos componentes y conceptos dan a los actores involucrados (autoridades, proponentes, sociedad civil, instituciones académicas) una panorámica que les permite formarse un juicio mucho más amplio, realista y ponderado. La Comisión piensa que sería útil que las autoridades tomaran en cuenta los componentes mencionados y otros que considere pertinentes, además de la opinión que se presenta aquí estrictamente en términos de **riesgo a la salud e impacto a los ecosistemas* y sus componentes biofísicos***.

- b) La comisión considera necesario señalar que cuando una empresa desea contribuir efectivamente al desarrollo económico y social de la región en donde se encuentra, debe reconocer honestamente los riesgos e impactos ambientales que su actividad puede producir, aceptando el análisis público y transparente del proyecto, y buscando identificar (en la medida de lo posible) **alternativas de prevención, mitigación y monitoreo, así como el establecimiento de compromisos concretos**, que más adelante permitan plantear criterios básicos para la sostenibilidad de dichas actividades productivas.

En particular, el hecho de que en un documento de esta naturaleza se identifiquen **riesgos y contingencias** no implica necesariamente que éstas se presentarán, aun cuando sea posible establecer el grado de probabilidad de que ocurran. Por el contrario, en la medida que se detectan todos aquellos eventos no deseados es posible tomar las precauciones y medidas necesarias para que no lleguen a constituirse en un peligro para la población y los ecosistemas*. Sin embargo, ni el proponente, ni las autoridades, ni un agente técnico externo (por ejemplo la UASLP), pueden garantizar que no se presentarán.

Por esas razones, lo importante de una MIA* y de un EDR* es su grado de **confiabilidad, que a su vez depende de dos factores fundamentales**:

- i) de los **elementos científico-técnicos** que se aporten (en la documentación correspondiente) sobre aquellos componentes del impacto ambiental* o del riesgo, para los que sí se cuente con suficiente información y grado de certidumbre; y
- ii) de la claridad y formalidad con que se establezcan **compromisos** de:
 - (1) **mitigar, compensar o restaurar** los impactos y riesgos reconocidos por el proyecto, mediante acuerdos explícitos, detallados y debidamente cotizados en el corto, mediano y largo plazo.
 - (2) **evitar** impactos adversos significativos no mitigables o no compensables, y riesgos fuera de control, sobre todo en los casos en que no sea posible contar con la información necesaria o en donde los grados de incertidumbre sean muy altos.
- c) Aunque la UASLP no estuvo encargada de llevar a cabo un análisis legal o normativo de la documentación entregada, no pudo dejar de advertir la obsolescencia e imprecisión de la **legislación federal y estatal en la materia**. En particular, la Comisión *recomienda* a la SEMARNAP y al Gobierno del Estado, actualizar a la brevedad posible la legislación ambiental correspondiente, los criterios e instrumentos normativos que de ella emanan y sus procedimientos. Tanto la Ley de Protección Ambiental del Estado de San Luis Potosí como el Reglamento de Impacto Ambiental en el ámbito federal y sus instructivos, son anteriores a la nueva Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), lo que sin duda dificulta todavía más este tipo de procesos. En su caso, los nuevos instructivos y guías para presentación de las MIA* y los EDR* *deben* elaborarse por giros específicos*, tal como se encuentran ya en muchos países del mundo. Además, la metodología mexicana podría contribuir introduciendo a los EDR* nuevos capítulos. Así, sería ejemplar que las evaluaciones de riesgo incluyeran aspectos toxicológicos y de salud de manera más detallada.

B) Sobre el proyecto Cerro de San Pedro de MSX:

- a) La Comisión considera que **éste es un proyecto que requiere atención especial**, porque se ubica cerca de zonas urbanas, utilizará agua de un acuífero que es fuente de abastecimiento para dichas zonas urbanas, impactará en forma directa e indirecta a los ecosistemas* donde se asentará y en su proceso

utilizará y producirá elementos que, mal manejados, son peligrosos para la salud. Por ello, la Comisión consideró analizar la documentación, suponiendo un máximo riesgo e independientemente de que el proyecto puede representar una oportunidad para el crecimiento económico de la región.

- b) La Comisión se dio a la tarea de analizar cuidadosamente la documentación entregada por la SEMARNAP. En ello participó el personal académico de la UASLP con más experiencia y conocimientos sobre las diversas ciencias y tecnologías abarcadas por un proyecto de esta naturaleza. Sin embargo, la presente opinión se emite con los **alcances y las limitaciones** del estado actual de dichos campos de conocimiento, y de las capacidades técnico-científicas de quienes formaron parte del grupo de trabajo. Por esta razón se anexan los *curricula vitarum* de los miembros de la Comisión, para que el Gobierno del Estado, y en su momento la sociedad en general, puedan evaluar la formación, experiencia y capacidad del equipo que elaboró esta opinión (Anexo III). La Comisión de Medio Ambiente de la UASLP avala la calidad del trabajo llevado a cabo por los demás miembros de la Comisión especial formada para analizar el caso de MSX; pero considera, que si existiera alguna duda sobre ello, cualquiera de los actores involucrados en este caso estaría en su derecho de pedir terceras opiniones, sin que esto fuera en menoscabo del trabajo realizado por la UASLP.
- c) La Comisión está consciente de la **trascendencia** del análisis ambiental de este proyecto, así como de la importancia de la presente opinión para la sociedad potosina, y en particular para los habitantes del área de influencia inmediata del proyecto Cerro de San Pedro. Por tal razón considera necesario llamar la atención sobre el hecho de que otros proyectos, empresas y procesos productivos en operación no siempre han sido objeto de un escrutinio tan minucioso como éste. La Comisión opina que *es necesario* establecer con claridad los **criterios ambientales y de sostenibilidad bajo los que deben iniciar y operar tanto las nuevas empresas como las ya establecidas**, sobre todo en el caso de los giros productivos de importancia para la economía estatal. La tarea de establecer dichos **criterios** es urgente, ya que una opinión como la presente sólo cobra sentido en el contexto de una política socialmente clara y técnicamente actualizada de aplicación decidida y equitativa de los instrumentos de gestión ambiental previstos por la Ley, tanto por parte de las autoridades como de las empresas, y en general de los diversos actores sociales involucrados en la construcción del desarrollo sostenible* de nuestro Estado. Evidentemente, debido a que los fines, principios y propósitos de la UASLP son fundamentalmente académicos, sería imposible que ésta asumiera la responsabilidad de analizar todos los casos o de formular dichos criterios. Sin embargo, puede colaborar con las instituciones responsables si se le invita.
- d) La Comisión considera importante sugerir a la autoridad y a la sociedad en general sobre la necesidad de actualizar el **plano regulador** de la ciudad de San Luis Potosí y zonas conurbadas, con el propósito de prevenir futuros problemas de crecimiento urbano, sobre todo en el Municipio de Cerro de San Pedro, hacia la zona cercana al proyecto de MSX.

Descripción general del proyecto

Según la información aportada por MSX, el proyecto Cerro de San Pedro prevé inicialmente procesar en 8 años, 77 millones de toneladas de mineral que contienen en promedio 0.67 gramos por tonelada (g/t) de oro y 25 g/t de plata (considerado como de mineral de baja ley*). La inversión para este proyecto sería de \$65 millones US Dlls. La capacidad de operación es de 32,000 t por día, equivalentes a 9.92 millones de t por año (t/a). El objetivo es obtener un producto metálico denominado **doré***, constituido por el oro y la plata recuperados como una aleación metálica.

El proyecto puede describirse como un proyecto minero-metalúrgico, que inicia con la utilización de la minería a cielo abierto para la explotación del mineral en gran escala, y que continúa con un proceso metalúrgico mixto que implica operaciones de preparación de minerales (**trituración y cribado***), hidrometalúrgicas* (**lixiviación en montones*** y precipitación química) y operaciones pirometalúrgicas para la obtención del **doré***.

Se trata de una explotación que en total ocupará aproximadamente 360 hectáreas (ha) y producirá 144,000 kilogramos (kg) de doré* al año.

Dos poblaciones se encuentran dentro del área de explotación:

1. Poblado La Zapatilla
2. Poblado Cerro de San Pedro

El proyecto presentado por MSX en la MIA* prevé cuatro etapas, las dos primeras con una duración aproximada de 25 meses:

- ◇ Los estudios preliminares y la **selección** del sitio (concluidos)
- ◇ La preparación del sitio y **construcción** de caminos, mina, oficinas, etc. (1998)
- ◇ La **operación** y mantenimiento de la mina (1999-2007)
- ◇ El **abandono** del sitio (tentativamente 2008).

De acuerdo con los datos aportados por MSX, los elementos más sobresalientes de la etapa de **operación**, incluyendo la superficie que ocuparán, son:

1. La **mina** que incluye: la barrenación de bancos y el derribo ("tumbe"*) de mineral en el **tajo***, así como el posterior acarreo y quebrado del mineral. Lo anterior cubre una extensión de 67.6 ha para la mina propiamente, más 3.5 ha para la planta de trituración* y el *stock* de mineral;
2. Los **terrereros**, en donde se colocarán los minerales estériles*, que formarán un cerro de aproximadamente 117 millones de toneladas de rocas fragmentadas en diversos tamaños, que cubrirán 178 ha con 30 m de alto;
3. Los **patios de lixiviación***, en donde se formarán **montones*** de mineral hasta un máximo de 65m de altura, que se bañarán continuamente con una solución de baja concentración de cianuro de sodio* para extraer el oro y la plata (en sus tres fases cubrirán una superficie de 98.4 ha, y al final tendrá 77 millones de toneladas de material triturado hasta un tamaño de 12.7 mm);
4. Las **bandas** transportadoras de 2km de largo entre el tajo* y los montones* de mineral;

-
5. Las **piletas**, que son de dos tipos: las de solución “rica”, en donde se recoge la solución “preñada” de oro y plata que escurre de los montones*; y las piletas de solución “estéril”, en donde se recoge la solución de la planta metalúrgica para reciclarse hacia los patios de lixiviación* (1 ha);
 6. La **planta metalúrgica**, en donde se separará el oro y la plata de la solución (3.5 ha) y se obtendrá el doré*.
 7. Las **oficinas**, almacenes, laboratorios y talleres de mantenimiento.

Dentro de la industria minero-metalúrgica, el proceso antes descrito es un proceso convencional utilizado en forma tradicional para la recuperación de oro y plata, a partir de minerales con bajos contenidos de estos metales.

Cabe mencionar que el doré* no es un producto final, ya que a partir de él, y por medio de refinación electrolítica o química*, se separan la plata y el oro en sus formas refinadas. Sin embargo, estas últimas operaciones de refinación de plata y oro no están previstas a realizarse en el proyecto CSP de MSX.

De acuerdo con lo declarado por MSX en la MIA* (Vol. I), para la etapa de abandono del sitio se tiene previsto la formulación de un plan de restauración que incluya:

- a) la **remoción** de las construcciones existentes
- b) la **estabilización** física y química de terreros, tajo* y patios,
- c) la **neutralización** de las soluciones de las piletas.
- d) la **restauración** progresiva de las áreas perturbadas
- e) la **restitución** de suelo y
- f) la **reforestación** del área

En lo sucesivo, la Comisión denominará **plan de cierre*** al conjunto de actividades que tienen como propósito la **rehabilitación del sitio**, y que entre otras acciones incluyen las mencionadas por MSX.

PARTE II

OPINIÓN TÉCNICO-CIENTÍFICA

1. Características generales de la documentación entregada a la UASLP

1.1. **Documentación en que se basa la presente opinión:** La Comisión basa la presente opinión en la revisión cuidadosa de los documentos entregados por MSX a la SEMARNAP (Anexo I), a saber:

- a) La **Manifestación de Impacto Ambiental (MIA*)**, que incluye: 1) los volúmenes principales elaborados en 1997 por la empresa Behre Dolbear de México, S.A. de C.V.; 2) la respuesta a la información complementaria (sin fecha) solicitada por la SEMARNAP como parte del proceso de evaluación de impacto ambiental*; y 3) varios anexos técnicos específicos.
- b) El **Estudio Detallado de Riesgo (EDR*)**, que incluye documentos elaborados también en 1997 por la empresa Behre Dolbear de México, S.A. de C.V., así como varios anexos técnicos específicos.
- c) La **información complementaria** presentada por MSX en agosto de 1998 como respuesta a la solicitud de información planteada por la UASLP a la SEMARNAP en junio de ese mismo año.

1.2. **Características generales de la documentación revisada:** En términos generales, además de contener información sobre la ingeniería básica y en detalle del proyecto, la documentación revisada ofrece parte de la información y de los compromisos que se requieren en cuanto a la mitigación o compensación de impactos ambientales del proyecto, y la prevención de riesgos agudos* y crónicos*. Sin embargo existen algunos puntos para los que MSX no aporta suficiente información o no establece compromisos claros y explícitos.

Así, la presente opinión la Comisión señala:

- a) los puntos en donde **MSX presenta información** importante y compromisos explícitos en torno a las diferentes fases previstas para el proyecto, y
- b) los puntos en donde la Comisión considera imprescindible que **MSX aporte información adicional** a la autoridad o establezca compromisos claros y explícitos con ésta. Para cada uno de dichos puntos la Comisión formula ciertas recomendaciones que en el presente documento se indican en letras *cursivas*. Corresponde a la autoridad evaluar si dichas recomendaciones son aplicables o no, en cualquiera de los escenarios previstos en el apartado 2.1.

Tanto para los compromisos establecidos por la empresa, como para los recomendados por la UASLP, en el caso de que la autoridad competente decida autorizar el proyecto, la Comisión considera necesario enfatizar la necesidad de que se establezca un sistema de seguimiento confiable. La Comisión presenta una propuesta al respecto en el apartado 2 del presente documento.

1.3. **Manifestación de Impacto Ambiental:** En particular la **MIA*** y sus anexos (presentados originalmente) ofrecen abundante información sobre el proyecto en

sí y sobre el medio natural; pero en los apartados de identificación de los impactos ambientales y de establecimiento de medidas de mitigación la información es insuficiente. Hace falta una argumentación explícita y articulada de las relaciones causales [causa-efecto] existentes entre las diferentes etapas del proyecto, las condiciones actuales del medio natural, los impactos identificados y las medidas de mitigación propuestas. En los capítulos que se ocupan de estos dos últimos puntos, se ofrecen descripciones cualitativas y opiniones con un alto grado de subjetividad. Además se omiten razonamientos y compromisos claros, como se requiere en un documento como éste, elaborado para servir como instrumento técnico-profesional de apoyo para la toma de decisiones en materia ambiental y para su consulta pública. En particular, la Matriz de Leopold* aparece aislada y sin relación orgánica explícita con la información ofrecida en el resto del documento o, en su lugar, con referencias bibliográficas especializadas. Además, dicho documento tiene inconsistencias y subestimaciones importantes, sobre todo en lo que respecta a impactos bióticos.

- 1.4. **Estudio Detallado de Riesgo:** Por lo que respecta al **EDR***, la mayor parte de los factores de riesgo se analizan conforme a escalas cualitativas subjetivas, sin respaldo documentado [cálculos, referencias, etc.] y sin detallar las probabilidades y magnitud de ocurrencias, producto de la incompleta utilización de la metodología HAZOP*. El documento deja sin analizar los riesgos crónicos* para la salud y para el ambiente, y no contiene medidas de atención a contingencias.
- 1.5. La **información complementaria solicitada por la UASLP** y presentada por MSX en agosto de 1998 subsanó varias de las deficiencias planteadas arriba, y ofreció información completa y detallada sobre algunos puntos necesarios para que la Comisión llevara a cabo el análisis cuidadoso del proyecto. Sin embargo, MSX no ofreció suficiente información en otros puntos que se le solicitaron, y que también son importantes para la identificación y evaluación de impactos ambientales y riesgos a la salud. En la presente opinión se explicarán cada uno de estos casos.

2. Escenarios y compromisos

- 2.1. **Escenarios:** La Comisión considera sumamente importante dejar claramente establecido que en este caso **existen dos posibilidades** para la toma de decisiones: que se niegue o que se otorgue la autorización del proyecto a MSX. La Comisión considera que el recuento que se presenta en este documento sobre los compromisos establecidos por la empresa y otros que sería necesario establecer, es de utilidad para la toma de decisiones de la autoridad competente, en cualquiera de los dos escenarios mencionados. Es decir, la autoridad puede basarse en la presente opinión para establecer los términos de la autorización del proyecto, en su caso, o para justificar la negativa emitida a la empresa. En cualquier caso debe quedar claro que la UASLP no reconoce ninguna responsabilidad legal, toda vez que ésta es una opinión técnico-científica solicitada por la autoridad estatal y llevada a cabo en forma voluntaria, gratuita, sin intereses particulares a favor o en contra del proyecto, y con reconocimiento explícito de las limitaciones y de los alcances con que se formula.

2.2. **Compromisos y supervisión:** Ante el escenario de que la autoridad competente autorice el proyecto a partir de la información entregada hasta hoy por la empresa MSX, la Comisión quiere llamar la atención sobre dos cuestiones **fundamentales**:

- a) la necesidad de definir todos y cada uno de los **compromisos** con suficiente **claridad y precisión**, de manera que tanto la autoridad como la sociedad en general tengan elementos legales y concretos para exigir, en su caso, su cumplimiento. Por esta razón es necesario resaltar cada uno de los compromisos planteados por MSX y los demás que esta Comisión considera imprescindible establecer en el caso de que tal aprobación se otorgue.
- b) la necesidad de formular un **sistema confiable de supervisión y aseguramiento del cumplimiento** de los compromisos definidos, paralelo a los mecanismos legales establecidos al respecto. Para ello, la Comisión propone:
 - i) Establecer un **Comité *ad hoc**** para el seguimiento de los compromisos y acuerdos que se establezcan, así como de los mecanismos de control de calidad propuestos en esta opinión. Este comité podría requerir apoyo de personal técnico científico o la contratación de servicios con empresas especializadas.
 - ii) Fijar **fianzas y garantías**, con el propósito fundamental de asegurar la restauración y mantenimiento del área del proyecto y de sus alrededores, así como la atención a contingencias durante el proceso, o a cualquier otro compromiso que deba establecerse formalmente.

2.3. **Alcances de la opinión emitida:** En este documento la Comisión emite una opinión sobre **los posibles efectos sobre la salud y al ambiente**. Sin embargo, el hecho de que la Comisión, basada en información proporcionada por la empresa, exprese que no es probable que se afecte la salud o el ambiente, no libera a MSX de responsabilidades en el caso de que sí ocurran. Por esta razón, la autoridad debe comprometer formalmente a la empresa a llevar a cabo las acciones de mitigación, rehabilitación o compensación que procedan en cada caso, y a darle seguimiento tanto a la ocurrencia de tales efectos como al cumplimiento de los compromisos. Esto es, la autoridad *debe* conseguir estos compromisos independientemente de que los posibles efectos se estimen con alta o baja probabilidad de ocurrencia.

3. **Caracterización básica**

3.1. **Delimitación del área de influencia:** La información proporcionada por la empresa en la caracterización de la zona, muestra que no hay elementos para suponer que los ecosistemas* de la zona del proyecto sean los mismos que los de la Sierra de Álvarez, ni para plantear dudas sobre si ésta será afectada por el proyecto. Esto indica que en términos generales la delimitación del área de influencia de la MIA* es correcta. Sin embargo, es *necesario* resolver algunas incongruencias en la superficie de terreno involucrada directa e indirectamente en el proyecto, lo que se argumenta con más detalle en el apartado de impactos bióticos.

3.2. **Composición química y mineralógica** del yacimiento: MSX presenta en detalle las características químicas y mineralógicas de los distintos tipos de mena* que serán

explotados. Estas menas* constituirán los montones* que serán lixiviados con soluciones de cianuro de sodio* y quedarán como residuos una vez finalizada la extracción del oro y de la plata.

- a) **Mena***: Está constituida principalmente por caliza (45-47% del volumen del yacimiento). En este material se encuentran los valores de oro y plata. Los metales plomo [Pb], arsénico [As], mercurio [Hg] y manganeso [Mn]], potencialmente tóxicos, se encuentran en concentraciones menores de 0.1%:
- i) El **plomo** estará presente en concentraciones de 450 a 1200 g/t de mena*, muy probablemente como carbonatos y sulfatos, y menos probablemente como sulfuros. El carbonato de plomo presenta una solubilidad muy baja, del orden de dos miligramos por metro cúbico (mg/m³), bajo las condiciones de pH 10.5 de las soluciones de cianuro de sodio* que se riegan sobre los montones*. Dado que la mena* está constituida principalmente por caliza, este material tenderá a estabilizar los carbonatos de plomo durante el período: 1) de lavado del montón, que se planea realizar con agua natural y 2) de abandono del montón, por percolación del agua de lluvia a través del montón. En caso de presentarse, el sulfuro de plomo tenderá a oxidarse para formar carbonatos y sulfatos de plomo, bajo las condiciones del proceso de lixiviación* y de restauración.
 - ii) En el caso del **manganeso**, se recomienda identificar sus compuestos o especies minerales y verificar su disolución durante el proceso y durante la etapa de restauración.
 - iii) El **arsénico** en los montones* tendrá una concentración de 100 a 600 g/t de mena*, muy probablemente como arseniatos de hierro y menos probablemente como sulfuros. Los arseniatos de hierro son muy estables bajo las condiciones del proceso, restauración y abandono de los montones*. Así, la solución de cianuro de sodio* que se obtendrá de los montones* contendrá arsénico, en un nivel que se estima será del orden de 100 mg/m³.
 - iv) El **mercurio** en los montones*, presentará concentraciones de 1.4 a 3.7 g/t de mena*. El mercurio es soluble en soluciones de cianuro, y en este tipo de menas*, se puede presentar incluido en el mineral de zinc o como una especie mineral de mercurio. En el primer caso, la solubilidad del mercurio dependerá de la disolución del mineral de zinc; y en el segundo caso, la solubilidad del mercurio dependerá de la exposición del mineral de mercurio a las soluciones de cianuro de sodio*. En ambos casos, se espera una baja concentración de mercurio en la solución de cianuro de sodio*, del orden de algunos miligramos de mercurio por metro cúbico de solución. El mercurio disuelto en las soluciones de cianuro de sodio*, se depositará junto con el oro y la plata sobre polvo de zinc, generando un precipitado durante la etapa de recuperación de oro y plata. La instalación de retortas para el tratamiento de los precipitados de oro y plata permite la recuperación del mercurio en forma líquida para ser comercializado, y evita la transferencia de este elemento al ambiente. MSX se compromete a instalar equipos apropiados para asegurar que la emisión de mercurio a la atmósfera en el sistema de

retortas será abajo de los límites permisibles por normas internacionales. Se estima que el contenido de mercurio en los montones* al final de la lixiviación* con cianuro, será menor a un gramo por tonelada, y quedará sin reaccionar en las etapas de restauración y abandono de los montones debido a que las especies minerales con mercurio serían lixiviadas durante la operación del montón. Por otro lado, el mercurio en las soluciones de cianuro de sodio* no será motivo de preocupación durante la restauración de dicha solución, debido a que se recupera en la etapa de precipitación de oro y plata.

Es importante asegurarse que el plomo, manganeso, arsénico y mercurio permanezcan estables bajo las condiciones del proceso de lixiviación*, de detoxificación y de restauración, evitando su movilidad a otros medios del ambiente*,

- b) **Terreros:** El material que constituirá los terreros será principalmente roca caliza. Se estima que únicamente el 4% de los terreros estará constituido por material con potencial de generación de ácido, debido a la presencia de sulfuros de fierro.
 - i) Dado el alto porcentaje de roca caliza en el material que conformará el terrero, la **generación de ácido** puede neutralizarse con un apropiado plan que asegure que el material con potencial de generación de ácido esté mezclado con roca caliza, y en el cual se considere que dicho material será extraído durante los últimos años de la operación. Por tanto, MSX *debe* asegurar la prevención y el control de los drenajes que se generen a partir de los materiales con potencial para ello, no sólo durante los primeros años de su operación sino también, y especialmente, en los últimos años de la misma.
 - ii) En lo que respecta a la **disolución de metales pesados** de los terreros, la alta relación de roca caliza/material generador de ácido favorece que no existan condiciones de disolución de estos metales durante la operación, restauración y abandono de los terreros.
- c) La **concentración total** de los metales arsénico, plomo y manganeso, en la mena y posteriormente en el estéril*, superan los valores de las Guías Ambientales para Metales en Suelo (EMEG's*), de la Agencia para las Sustancias Tóxicas y del Registro de Enfermedades del Departamento de Salud Pública de los Estados Unidos (ATSDR*). Esto supone un riesgo en salud. Sin embargo, la absorción real de los metales en los seres humanos, es decir, su biodisponibilidad*, podría ser muy baja, tanto por su forma química como por el tamaño de partícula del mineral donde se encuentra el metal. En consecuencia, la Comisión *considera* importante que la empresa realice estudios de biodisponibilidad* de los metales en los polvos que se generan de la mena y el terrero, utilizando animales de experimentación. Una biodisponibilidad* baja significaría un bajo riesgo en salud. Es muy importante tomar en cuenta que la simple descripción química y/o mineralógica de los metales, no es suficiente para establecer su comportamiento en los seres vivos.

3.3. **Balance de masa de metales** para seguir y analizar la ruta de iones metálicos durante el proceso.

El comportamiento de los metales pesados de interés en la operación, restauración y abandono de los montones*, se presenta en el inciso 1.a. Al respecto, MSX *debe* establecer compromisos sobre el tratamiento de los metales Pb, As, Hg y Mn en la detoxificación de las soluciones de cianuro de sodio* y en la estabilización de estos metales en los montones* al finalizar la etapa de operación del proyecto.

MSX *debe* presentar los resultados sobre el balance de masa de los metales Pb, As, Hg y Mn, que se obtengan de las pruebas piloto que tiene proyectado hacer para su evaluación metalúrgica. Esto permitirá conocer el comportamiento de dichos metales durante la cianuración de los metales oro y plata*.

3.4. **Contaminación previa:** Para tratar de evaluar de manera preliminar el estado actual de la contaminación, MSX efectuó algunos estudios geoquímicos en arroyos cercanos a la zona del proyecto. Dichos estudios muestran el comportamiento de algunos metales en las arterias de distribución de contaminantes. De la misma manera se hizo un muestreo de algunos pozos profundos* en el área de influencia de Cerro de San Pedro. De los pozos analizados, sólo en uno se encontraron algunos metales, pero con concentraciones por debajo de la norma para agua potable (NOM CE-CCA-00189). Esto sugiere que la minería que se ha venido dando en el Cerro de San Pedro, no ha ocasionado contaminación de los pozos más próximos en el valle. Asimismo, MSX indica haber llevado a cabo un muestreo de suelos.

MSX reconoce que es importante contar con análisis ambientales y toxicológicos que permitan conocer el estado actual de contaminación de la zona y propone realizar una convocatoria para concursar los estudios necesarios. Sin embargo, en lo que corresponde al ambiente, la empresa parece estarse enfocando a la biota.

La Comisión considera que MSX *debe* llevar a cabo un estudio de caracterización ambiental y de salud antes de iniciar la etapa de operación, porque esto permitirá:

- i) deslindar la responsabilidad de la empresa respecto a posibles daños futuros, y
- ii) conocer la tolerancia tanto del medio como de las personas a nuevas acciones que pudieran causar deterioro y contaminación adicional, y los consiguientes efectos en el ambiente y en las personas.

MSX menciona que hará este estudio para cubrir el primer punto, pero no se compromete a entregar los resultados necesarios para poder establecer su seguimiento formal, ni menciona el segundo. Por lo tanto, y siguiendo las mejores prácticas institucionales establecidas (con antecedentes aun en nuestro país), este estudio de caracterización ambiental y de salud *debe* presentarse de forma completa, incluyendo los siguientes rubros y tal vez otros que la propia autoridad considere necesarios: tipos de muestreo, sitios exactos del muestreo y número de muestras, así como el cálculo del tamaño de muestra respectivo,

precauciones en el manejo de las muestras, los métodos analíticos utilizados, y la confiabilidad de los resultados.

4. Impactos y riesgos relacionados con los acuíferos

4.1. Ubicación del proyecto CSP en relación con los acuíferos del valle de San Luis.

La zona donde se ubican la mina y las instalaciones de MSX, se encuentra localizada fuera de la zona de los acuíferos superficial y profundo del valle de San Luis Potosí-Villa de Reyes (SLP-VDR). La zona del proyecto se ubica sobre una secuencia de rocas volcánicas de un espesor superior a los 120 m, que a su vez descansan sobre formaciones calcáreas cretácicas*; este conjunto de rocas es considerado de baja permeabilidad, y por su origen y composición, podría servir para atenuar el paso de soluciones acuosas. De acuerdo con la información de los barrenos exploratorios perforados por MSX en el área de La Zapatilla (que en promedio tienen 110 m de profundidad, donde el más profundo de ellos alcanzó los 347 m, cortando incluso la falla que aparece en el área de patios) no se encontraron, en ninguno de ellos, manifestaciones de agua en el subsuelo. Por lo anterior, se puede presumir que el área del proyecto se encuentra sobre un conjunto de rocas en las que no hay evidencias que sugieran que pueda existir una conexión hidráulica directa con los acuíferos del valle.

4.2. Consumo de agua y comportamiento del acuífero profundo del valle de SLP-VDR:

MSX prevé utilizar en sus procesos e instalaciones un caudal de 31.7 l/s (1 000 000 m³/a). Para ello tiene previsto comprar derechos vigentes de pozos con título de concesión otorgado por la CNA. De acuerdo con la legislación, si MSX requiere abrir uno o más pozos nuevos, los actuales *deben* dejar de operar, de tal manera que no haya extracciones adicionales al acuífero profundo del valle SLP-VDR. Todo este proceso de transmisión de derechos, del sellamiento de los pozos comprados, así como la autorización para la perforación de los nuevos pozos es competencia de la CNA.

Sin embargo, la SEMARNAP solicitó a MSX que realizara un estudio para determinar el efecto que podría tener la extracción de 33 l/s con la perforación de un nuevo pozo. El estudio muestra que si el nuevo pozo se perfora como está previsto, quedaría en una zona con menos interferencia* en el bombeo que otras del acuífero, y fuera del área del proyecto (aproximadamente a 1.5 km al poniente del libramiento de la carretera 57, hacia el valle de San Luis). El hecho de cerrar los pozos de los que se adquirieron los derechos, algunos de ellos localizados en áreas con mayor gradiente hidráulico* en el acuífero, harán que este gradiente disminuya en ellos aunque sea de una manera marginal. Esto significa que la magnitud total de la extracción al acuífero será similar a la actual si se cierran los pozos sobre los que se compran los derechos.

Cabe hacer mención que la modelación matemática del comportamiento del acuífero, en su porción centro oriental, que es donde se ubicarán los pozos de extracción para MSX, fue elaborado por la Facultad de Ingeniería de la UASLP a partir de un contrato de prestación de servicios celebrado entre MSX y la UASLP, antes de que el Gobierno del Estado pidiera opinión a la UASLP sobre el proyecto de CSP-MSX. Dicho estudio fue concluido y entregado cuando los trabajos de la

Comisión estaban en proceso. Fue así que dicho estudio, elaborado por personal de la UASLP, pasó a formar parte de la documentación que analizó la Comisión. Por esta razón la Comisión considera necesario señalar que avala el nivel de profesionalismo y ética de los responsables que llevaron a cabo el estudio, así como sus conclusiones, ya que se basa en métodos y técnicas apropiadas para el caso. Por lo expuesto en este párrafo, la Comisión reconoce que los actores involucrados en este proyecto podrían requerir una tercera opinión sobre el particular, si se le considera necesario.

El Comité *ad hoc** debe supervisar que los compromisos establecidos por MSX y los recomendados por la Comisión se cumplan. Así, se *debe* verificar que se cierren los pozos previstos y que la empresa no utilice más agua de la que se le autorice, tanto en la etapa de operación como en la de cierre. Además debe verificarse que las autorizaciones otorgadas por la CNA a los usuarios cuyos derechos se están transfiriendo estén vigentes, así como en otros aspectos que procedan. Cabe señalar que es derecho y obligación constitucional de todo Estado verificar que la legislación federal sea aplicada correctamente.

4.3. **Posibilidades de infiltración y derrames en el área de los patios, así como de contaminación del acuífero profundo y superficial:**

a) **Estudios geotécnicos en el área de patios:** Estos estudios fueron realizados para MSX por Westec, TM, de Inglewood CO., EE.UU., con la finalidad de seleccionar el terreno más apto para ser empleado como área de los patios de lixiviación*. Los estudios muestran que el área seleccionada:

- i) está sumamente limitada a flujos de agua por lluvia.
- ii) tiene por debajo de su superficie un espesor de por lo menos 120 m de rocas de origen volcánico, las cuales presentan una baja permeabilidad para el agua o soluciones de cianuro de sodio*, que pudieran entrar en contacto con la superficie del terreno. Esta baja permeabilidad de las rocas limitaría el transporte de soluciones de cianuro de sodio* en forma vertical hacia el agua subterránea que pudiera existir por debajo de los patios de lixiviación*.
- iii) no presenta evidencias de agua subterránea por lo menos hasta una profundidad de 110m, tal como se demuestra con la información generada a través de perforaciones y una barrenación de 347 m de profundidad, que se han realizado en el área seleccionada como patio de lixiviación*.
- iv) tiene una falla de 2.5 m de ancho al Este de la zona. La existencia de la falla fue delineada por una barrenación de 347 m de profundidad, la cual aportó muestras de roca que no presentan evidencia alguna de agua, demostrando la baja permeabilidad de la falla y de las mismas rocas que se encuentran debajo del área seleccionada como patio de lixiviación*.
- v) no existen evidencias de conexión hidráulica entre el área de patios de lixiviación* y los acuíferos profundos del valle de SLP-VDR.

b) **Ingeniería para la impermeabilización en zona de patios y piletas, así como para el control de avenidas:** Los estudios para caracterizar la zona de los

patios de lixiviación* y piletas de soluciones de cianuro de sodio* presentados por MSX han sido realizados detalladamente a través de Westec, TM de Inglewood, CO. y ha comprendido además de los geotécnicos, estudios sobre:

- i) naturaleza de la superficie de la zona,
- ii) muestras a emplear como material de relleno de baja permeabilidad para la zona de patios y piletas,
- iii) nivelación y compactación de la zona de patios y piletas,
- iv) diseño y construcción de bermas* perimetrales en patios,
- v) instalación de sistemas de membranas impermeables en el piso de los patios y en el recubrimiento de las piletas,
- vi) instalación de colectores de soluciones de cianuro de sodio* en los patios de lixiviación*, y
- vii) diseño y construcción de la pileta de contingencia destinada a controlar tormentas y posibles fallas del bombeo.

Los **estudios** realizados afirman que:

- i) la selección de la zona y el diseño de los patios de lixiviación* y piletas es apropiada,
- ii) se ha seleccionado adecuadamente el material de relleno para la zona de patios y piletas con el fin de lograr una baja permeabilidad de soluciones,
- iii) se ha diseñado un apropiado sistema de diques para la desviación de aguas provenientes de lluvias y tormentas,
- iv) se ha diseñado un sistema adecuado para evitar la infiltración de soluciones de cianuro de sodio* hacia el subsuelo, y
- v) se ha diseñado la construcción de tres pozos para el monitoreo de posibles fugas de soluciones de cianuro de sodio* de los patios de lixiviación* y de las piletas con soluciones de cianuro de sodio*.

Es muy *importante* que el Comité *ad hoc** dé seguimiento al cumplimiento de las especificaciones de diseño y construcción presentadas por la empresa.

b.1. Obras para el control de escorrentías*:

Los datos que presenta MSX indican cómo fue calculada la avenida máxima que tendría que controlarse. Con base en estos cálculos se diseñaron las obras de desvío. Es también importante resaltar que la subcuenca* que drena hacia la zona de patios es muy pequeña, con una superficie cercana a las 40 ha. Además, el área de patios y piletas está en la parte más baja (cota 1940 m), mientras que el fondo del arroyo San Pedro tiene por cota 1920 m. Asimismo, la morfología del arroyo en relación con el área de patios indica claramente que el riesgo de inundación se debe a la crecida del arroyo San Pedro, y en su caso, no llegaría a inundar la zona de patios y piletas. Por lo tanto, las obras de desvío

de agua superficial que se han diseñado mantendrían las escorrentías fuera del área de patios y piletas.

b.2. Elementos para la impermeabilización del sitio mediante membranas.

Las propiedades físicas de las membranas plásticas y el material de relleno que se emplearán como impermeables en los patios y piletas de soluciones de cianuro de sodio* fueron evaluadas por GeoSyntec Consultant de Atlanta, GA, EE.UU., bajo condiciones similares a las que estarán sujetas en la operación. La membrana a emplear en los patios de lixiviación* será de polietileno de baja densidad, mientras que en las piletas de solución de cianuro de sodio*, se emplearán membranas de polietileno de alta densidad.

La evaluación realizada por GeoSyntec establece que las membranas que se emplearán en los patios de lixiviación* serán capaces de soportar los 65 m de carga de mineral triturado a menos de 13 mm sin ser penetradas, lo que indica que se tendrán posibilidades muy remotas de fuga de soluciones de cianuro de sodio* a través de la membrana plástica por efectos de perforación. Asimismo, la evaluación establece que las membranas que se emplearán en las piletas de lixiviación* serán capaces de soportar la presión hidrostática de las soluciones de cianuro de sodio*.

La información adicional que MSX entregó, muestra las pruebas para poder concluir que las membranas elegidas son adecuadas para cumplir su función de impermeabilización.

MSX debe comprometerse a que la instalación de las membranas en los patios y piletas, se lleve a cabo por una empresa especializada en la materia, que a su vez sea supervisada y certificada por una institución especializada.

Sin embargo, MSX no ofreció información sobre la vida media de la membrana, y por lo tanto *debe* comprometerse a colocar en el área de los montones*, una membrana cuya vida media cubra no solamente los requerimientos durante la operación, sino también, el tiempo necesario para la restauración plena y abandono de la zona, una vez concluidas las operaciones. Durante la operación, MSX *debe* abstenerse de introducir procesos que pudieran disminuir la vida media de la membrana o alterar su buen estado.

b.3. Monitoreo de la contaminación del acuífero superficial y profundo:

Como ya se mencionó, dado que en el área de patios no existe en el subsuelo ningún acuífero conocido y que no hay evidencias de conexión hidráulica entre las rocas de baja permeabilidad donde está localizada el área de patios y los acuíferos del valle San Luis Potosí, la posibilidad de contaminación de éstos es baja.

Sin embargo, en caso de que hubiera fugas a través de los elementos de ingeniería diseñados para impermeabilizar el sitio y para recolectar los lixiviados con los minerales de interés económico, los lixiviados se moverían de acuerdo con la permeabilidad de las rocas encontradas, que en general es baja. Por lo anterior las soluciones, después de ir saturando las rocas más intemperizadas

de la parte superficial, tenderían a moverse paralelas a la topografía del terreno, hacia el arroyo de San Pedro. La estrategia de MSX de establecer tres pozos de monitoreo en el límite de las instalaciones y en la zona hacia donde se espera se muevan los lixiviados, facilitará detectar fugas, y en consecuencia llevar a cabo medidas para solucionar el problema. Dado que las soluciones se moverían a poca profundidad el control podría realizarse a base de zanjas o de otras acciones, por lo que la posibilidad de que las soluciones alcancen el arroyo, son remotas.

De acuerdo con la distribución de acuíferos presentada en los estudios aportados por MSX, en caso de fuga de lixiviados, dado que no existe un acuífero superficial en el área de descarga de agua del arroyo de San Pedro, el agua con los lixiviados tendería a infiltrarse hacia el acuífero profundo, en función de las permeabilidades del medio geológico. Ahora bien, los análisis que se efectuaron en los pozos cercanos a dicha área no muestran evidencia de contaminación del acuífero profundo. Probablemente esto se debe a que el medio geológico ha sido capaz de interactuar con las soluciones provenientes de la región minera.

Para prevenir que no habrá contaminación en el acuífero [SLP-VDR] se *requiere* que:

- i) Se construyan los pozos de monitoreo como propone MSX para lograr detectar eventuales fugas de lixiviados.
- ii) Se planteen estrategias para controlar lixiviados en caso de que el monitoreo los detecte, con el fin de impedir que éstos puedan alcanzar el arroyo San Pedro.
- iii) Se establezcan los valores de fondo* de las concentraciones actuales de contaminantes tanto en pozos superficiales como profundos, con el fin de conocer las características actuales de los acuíferos.
- iv) Exista una vigilancia y registro constante de los pozos piloto de monitoreo.

De cualquier manera en caso de contaminación de los acuíferos imputable a MSX, la empresa debe establecer un compromiso explícito de control y restauración.

b.4. Riesgos de contaminación del acuífero SLP-VDR

La información que se presenta sobre la preparación y construcción de los patios de lixiviación* con el sistema de impermeabilización de arcilla y membrana plástica, la de construcción de diques y vertederos, la de construcción de las piletas con el sistema de doble membrana plástica y la de construcción de diques perimetrales, toma en consideración los factores más importantes para asegurar el buen funcionamiento de los diferentes elementos para el control de avenidas y de sobreflujos. Es poco probable que haya problemas de contaminación del acuífero de SLP-VDR derivado de una eventual fuga de lixiviados del área de patios, siempre y cuando la empresa lleve a cabo la construcción conforme a las especificaciones y establezca un sistema de

monitoreo. El programa de monitoreo y el plan de contingencia, *deben* estar elaborados e instrumentados antes de la etapa de operación de MSX.

- 4.4. **Potencial de generación de ácidos (PGA*) de rocas y minerales:** MSX ha contratado los servicios de un laboratorio especializado (Hazen Research, Inc. en Golden, CO, EE.UU.) para evaluar el potencial de generación de ácidos y el potencial de neutralización de los tipos de rocas que se extraerán durante la operación. Basada en los estudios y el conocimiento químico mineralógico de sus rocas, MSX establece el compromiso de llevar a cabo un programa de manejo de los terreros con el objetivo de mezclar en proporciones apropiadas el material generador con material consumidor de ácidos, con el fin de asegurar que la solución que percole a través de los terreros resulte con una baja concentración de metales pesados. Como plan de monitoreo se tiene el compromiso de construir represas de concreto para la recolección y monitoreo de soluciones procedentes del terrero, en su caso. También se tiene el compromiso de tratar estas soluciones en caso de que resulten ácidas y con una alta concentración de metales, hecho que no debe presentarse si se asegura el cumplimiento del programa de manejo de los terreros durante la operación.

Para el tajo*, MSX adquiere el compromiso de definir geológica y estructuralmente las zonas generadoras de ácidos. Adquiere también el compromiso de aislar estas zonas, por medio de zarpeos con cemento, para prevenir la oxidación de las rocas generadoras de ácidos. La Comisión *recomienda* llevar un seguimiento de estos compromisos y además, que la empresa se comprometa a aislar las rocas generadoras de ácidos expuestas, conforme al plan de minado.

MSX debe proporcionar a la autoridad competente y al Comité *ad hoc**, los resultados de las pruebas cinéticas que evalúen el manejo de los residuos de mineral lixiviado, lo cual debe hacerse dentro de los dos primeros años. En las pruebas cinéticas, debe darse seguimiento, además de los parámetros característicos del drenaje ácido (pH, POR, conductividad, SO₄, Fe, Ca, Mg), a los siguientes metales: Pb, As, Cu, Zn, Mn, Hg.

Además, MSX debe presentar con mayor claridad su compromiso para el manejo de una eventual generación de soluciones ácidas en el área de los patios de lixiviación*. También se requieren pruebas dinámicas para simular la detoxificación y determinar el riesgo de generación de ácidos al término del lavado del montón de lixiviación*.

5. Impactos bióticos

- 5.1. **Opinión general:** El contenido de los documentos presentados por MSX es insuficiente para suponer con un nivel de confianza razonable que el proyecto causará un impacto subsanable sobre la biota. Con mejores medidas de prevención, reducción, rehabilitación y compensación de impactos, integradas orgánicamente en un plan completo de restauración biótica, que *debe* ya formularse y presentarse como compromiso formal, existirán mayores posibilidades de que al terminar el proyecto los recursos bióticos afectados se encuentren en mejores condiciones ecológicas que en la actualidad y por lo tanto,

con posibilidades de que contribuyan realmente a establecer un futuro sostenible para la región como atractivo ecoturístico. Es muy difícil pensar que un buen plan de restauración y compensación bióticas pueda atentar contra la viabilidad económica del proyecto, y en cambio para la empresa sí será redituable a futuro dejar un ejemplo de operación respetuosa del ambiente y de la población local.

Las deficiencias más notables en los documentos referidos, las cuales determinaron la opinión general antes expresada, se describen a continuación, con algunas precisiones y *recomendaciones* específicas. En el apartado 10 se propone una acción general que puede resolver las contradicciones sobre impactos bióticos, restauración final del área y el futuro de dicha área al término del proyecto Cerro de San Pedro.

- 5.2. **Superficie impactada directa e indirectamente.** La información proporcionada por MSX sobre la superficie del proyecto en diferentes puntos de la documentación presenta inconsistencias. Sólo a partir de un análisis cuidadoso de la documentación y si se toma en cuenta el total de la superficie que se piensa arrendar y adquirir, es posible suponer que la superficie directa e indirectamente impactada será superior a la declarada. La Comisión *considera* imprescindible que MSX aclare específicamente la superficie real impactada directa e indirectamente.

También se omiten tierras de labor que se encuentran involucradas dentro del área del proyecto. Cuando se reconoce la existencia de algunas parcelas agrícolas, MSX parte del supuesto de que son tierras no aptas para la agricultura. En realidad las tierras de labor involucradas (unas 25 ha) tienen poco que ver con los suelos de los agostaderos y con el clima de la región, pues se trata de geoformas receptoras de sedimentos y escorrentías superficiales, que los campesinos han ido gradualmente conformando en bancales o terrazas y por ello cuentan con capacidad de producir cosechas de alimentos básicos con bastante regularidad. El impacto irreversible sobre estos recursos escasos en la región *debe* reconocerse y compensarse.

- 5.3. **Impacto en la vegetación.**

- a) **Especies vegetales protegidas:** Las densidades de biznaga burra y de viejito blanco en el área de terreros y del tajo* podrían ser subestimadas por el muestreo llevado a cabo por MSX. El compromiso expreso de MSX *debe* ser el rescate de todos los individuos* de estas especies en el área impactada y no sólo los que haya estimado como presentes.

Como parte de la preparación del sitio, MSX tiene previsto seleccionar áreas aledañas a las afectables, con características de suelo, orientación, pendiente y medio biológico similares, para el trasplante de especies protegidas. Posteriormente, MSX espera enviar las especies rescatadas a un centro de acopio de especies botánicas endémicas, y al finalizar la operación, transplantarlas nuevamente como parte de la restauración.

La Comisión considera necesario señalar que el trasiego y triple trasplante de los individuos* de especies protegidas legalmente los expone a serio riesgo de daños y mortalidad. Pero lo más peligroso será aglomerarlos y así someterlos

en conjunto a riesgos físicos y bióticos innecesarios. Se *recomienda* que todos estos individuos* rescatados sean trasplantados de manera dispersa y definitiva en las áreas protegidas alrededor del área impactada, donde también *debe* ubicarse el futuro jardín botánico. A la vez, una cantidad al menos equivalente de ellos *debe* desarrollarse a partir de semilla para que sea incorporada al programa de restauración final del área impactada.

- b) **Especies vegetales sin protección.** Como se verá más adelante, el manejo de las especies vegetales sin protección durante la construcción es muy importante para la posterior restauración del área del proyecto. El propósito no es tanto proteger a las especies en sí, sino a las características generales de la zona. MSX tiene previsto que la mayor parte de la cubierta vegetal se cortará y enterrará como desecho en un lugar distante del proyecto, durante la etapa de construcción. La reubicación de estas plantas en el área periférica (protegida de los aprovechamientos campesinos), contribuiría mucho a acelerar su rehabilitación, sería muy importante para sobrevivencia y recuperación de la fauna propia y la desplazada, y proporcionaría el material para la restauración final del área directamente impactada, sin provocar daños adicionales. Por ello la Comisión *recomienda* que MSX se comprometa a rescatar la mayor parte de los individuos* de las especies trasplantables (todas las cactáceas con excepción del tasajillo, tasajillo macho, cardenche, clavellina y nopal cegador; todas las agaváceas donde deben incluirse los izotes y sotoles; los zacates navajita y banderita; las bromeliáceas; las burseráceas; y la candelilla).

La Comisión considera necesario alertar sobre la relación que existe entre el rescate de las especies vegetales sin protección y las posibilidades de restauración final del sitio, pues como se verá más adelante, la restauración no consiste solamente en reforestar con unas pocas especies. MSX *debe* presentar, antes de iniciar la etapa de construcción, un proyecto específico e integral de restauración biótica para el sitio, que incluya el manejo de estas especies desde la etapa de construcción hasta la rehabilitación. Este proyecto debe incluir también el material vegetal restante de manera que se pueda aprovechar como materia orgánica para la restauración final sin generar impactos en otras áreas. El Comité *ad hoc** debe discutir cuidadosamente las alternativas existentes y en función de ellas evaluar dicho proyecto con ayuda de personal técnico especializado.

- 5.4. **Impacto en la fauna.** MSX indica que el impacto causado a la fauna es adverso; pero indirecto, ya que supone que a raíz del movimiento y de la modificación del hábitat natural, los pequeños roedores, aves y reptiles migrarán hacia otros lugares donde encontrarán sus nichos para continuar con su ciclo biológico. El problema es que esos nichos ya están saturados y en esos lugares hay escasez de recursos alimentarios y espaciales (nidos, madrigueras, refugios, perchas, etc.) debido a los aprovechamientos campesinos de la vegetación. La poca abundancia de especies e individuos* no es natural sino causada por los aprovechamientos excesivos de los ecosistemas*, lo cual hace menos compatible y moderado el impacto sobre esta fauna. Así, la migración forzada causará tensión y hambruna a los animales desplazados y a los ocupantes naturales de las áreas periféricas o

receptoras, a menos que éstas sean mejoradas y excluidas de los aprovechamientos campesinos. Esto tiene una relación estrecha con el manejo de la vegetación, ya que sin la restauración de la vegetación eliminada, el área directamente afectada por el proyecto no podrá ser recolonizada por la fauna desplazada y el impacto no podrá ser reversible y recuperable. Esta es una de las razones por las que MSX *debe* establecer un área de amortiguamiento.

Respecto a las medidas de prevención de envenenamiento de aves silvestres, a lo largo de la documentación entregada MSX señala varias opciones sin especificar las ventajas y desventajas de cada una, y sin establecer un compromiso concreto al respecto. El área de patios, además de ser perfectamente cercada contra todo tipo de animal, *debe* estar circundada por una red de fuentes de agua para los animales. Debe definirse con claridad cómo serán aisladas las piletas de las aves (mallas, pelotas, auyentación o todo junto).

6. Riesgos derivados del manejo de elementos peligrosos*

6.1. Riesgos del uso y manejo del cianuro de sodio*:

a) **Monitoreo y atención a contingencias:** MSX presenta planes parciales de monitoreo y contingencia para el uso y manejo de cianuro de sodio*; sólo prevé el monitoreo de los acuíferos sin incluir el monitoreo de aire y suelo, que también serían afectados en caso de presentarse una contingencia. Tampoco presenta información suficiente sobre la atención a emergencias médicas derivadas del manejo del cianuro de sodio*. Debe reconocerse que el cianuro es tóxico en cualquiera de sus formas químicas y por cualquiera de sus rutas de exposición, razón por la cual es necesario evitar su presencia en agua, suelo y aire. El caso del agua ya fue tratado en apartados anteriores. Así, MSX *debe* establecer un programa de contingencias para contaminación de cianuro y metales en suelo y aire. A continuación se presentan recomendaciones más específicas.

b) **Recepción y transporte del cianuro de sodio*:** MSX recibirá este reactivo en sus instalaciones en contenedores metálicos herméticamente cerrados que contienen el cianuro de sodio* en una bolsa de plástico herméticamente sellada. Este cianuro de sodio* se encuentra en la forma de briquetas cuadradas de unos 5 cm de lado y 2 cm de espesor, para evitar la generación de polvos de cianuro de sodio*.

La recepción de los contenedores de cianuro de sodio* en MSX se hará en un área exclusiva y con un control estricto en su instalación y manejo. Los contenedores una vez vacíos serán retornados a la empresa proveedora de cianuro de sodio*. Se recomienda la elaboración de un programa de contingencia, ya sea de parte de la empresa proveedora de cianuro de sodio*, de MSX o de ambas empresas, para el manejo de los contenedores y del cianuro de sodio*, en caso de accidentes en el transporte a través del estado de San Luis Potosí o en las instalaciones mismas de MSX.

c) **Preparación de las soluciones de cianuro de sodio*:** MSX tiene previsto utilizar procedimientos estándares en la preparación de soluciones de cianuro de

sodio*, que impiden la formación del gas ácido cianhídrico, que es sumamente tóxico. Asimismo, MSX ha establecido procedimientos para tener bajo control y neutralizar las soluciones de cianuro de sodio* que pudieran presentarse en caso de derrames durante la etapa de preparación de dichas soluciones, y para cuidar la seguridad del personal encargado en la preparación de soluciones de cianuro de sodio*. MSX debe instalar una alarma para detección de fugas de ácido cianhídrico.

Debe ser un compromiso de MSX el llevar a cabo de manera estricta su programa de capacitación al personal sobre el manejo, riesgos y neutralización de soluciones de cianuro de sodio* en el área de almacenamiento y preparación. MSX debe establecer una campaña de comunicación del riesgo, que incluya la elaboración de carteles y la edición de un boletín explicativo sobre los riesgos, manejo y neutralización del cianuro de sodio*, tanto para el personal de la empresa como para los habitantes de la comunidad de Cerro de San Pedro. Asimismo, es *imperativo* que los servicios médicos de la localidad y de la empresa estén capacitados y cuenten con los elementos estrictamente indicados para contrarrestar la intoxicación por cianuro de sodio*.

- d) **Control del cianuro de sodio* en los patios de lixiviación***: MSX debe establecer el compromiso de llevar a cabo una instalación muy rigurosa de la capa protectora de arcilla y membrana plástica en los patios, para prevenir la fuga de las soluciones de cianuro de sodio* a través de la capa protectora. La instalación de esta capa protectora y la supervisión en su instalación, debe ser llevada a cabo y certificada por personal altamente calificado y el Comité *ad hoc*.

Para detectar posibles fugas de soluciones de cianuro de sodio* a través de la capa protectora, MSX establece el compromiso de instalar pozos de monitoreo aguas abajo del patio de lixiviación*. Estos pozos deben ser de la profundidad necesaria para detectar el flujo horizontal de soluciones en caso de que se fuguen a través de la capa protectora. Asimismo, se *debe* establecer cuál es el plan de contingencia en caso de detección de soluciones de cianuro de sodio* en los pozos.

- e) **Cianuro de sodio* en las piletas**: El proceso requiere de varias piletas para la recolección y almacenamiento de soluciones de cianuro de sodio*. Estas piletas se han diseñado para evitar fugas de cianuro de sodio* hacia el subsuelo y con la suficiente capacidad para almacenar el agua de lluvia en caso de tormentas. Se ha previsto la construcción de una pileta de contingencia para agua fresca y soluciones de cianuro de sodio* en caso de fugas en las piletas de almacenamiento. MSX establece el compromiso de que estas piletas estarán continuamente monitoreadas para detectar posibles fugas de cianuro de sodio* y adecuadamente cubiertas para evitar el acceso de aves a las soluciones de cianuro de sodio*. MSX *debe* definir con claridad cómo serán aisladas estas piletas de las aves.

Es *necesario* que MSX establezca un plan de contingencia en caso de derrames o fugas de soluciones de cianuro de sodio* en las piletas, así como en caso de detectar ácido cianhídrico en las distintas áreas de proceso en una

concentración por encima de los límites establecidos por las normas internacionales.

- 6.2. **Explosiones***: El diseño que hace MSX de las **voladuras** en cuanto a presión del aire, vibraciones y rocas en vuelo es el adecuado para minimizar sus posibles efectos adversos sobre los ecosistemas* y sobre la seguridad de los trabajadores y de la población.

7. Polvos y contaminantes en la atmósfera

- 7.1. **Control de la generación de polvos**: Durante la operación de MSX se generarán polvos en el minado, transporte, trituración* y quebrado de mineral, así como en el patio de lixiviación* y de terreros. También se generarán polvos en el área de fundición del precipitado de oro y plata. Al respecto cabe señalar lo siguiente:

- a) El control de polvos en el minado se llevará a cabo con la instalación de ciclones* y filtros en los sistemas de perforación.
- b) Durante el transporte, la generación de polvos se controlará con el riego continuo de caminos, empleando agua mezclada con cloruro de magnesio.
- c) En la etapa de trituración y cribado*, el tamaño máximo de material a tratar será de 1.22 m [48 pulgadas]. Durante esta etapa se reduce el tamaño del material hasta 1.27 cm con generación importante de finos*, los cuales serán controlados por dos tipos de sistemas: rociado de agua y recolección de polvos en casa de sacos (filtros de aire). Estos sistemas serán instalados en las distintas etapas de trituración* y descarga del mineral en bandas y montones*.
- d) En el área de fundición del precipitado de oro y plata, se instalarán recolectores de polvos (filtros).

Estas medidas pueden ser suficientes si se operan correctamente. Esto deberá evaluarse por inspección directa y por medio del programa de monitoreo.

- 7.2. **Generación de contaminantes de la retorta, fundición y laboratorio químico**. MSX establece el compromiso de instalar sistemas de tratamiento de los gases y humos que se generen en la retorta de eliminación de mercurio del precipitado y en el horno de fundición de precipitado, para evitar la emisión de polvos, mercurio y arsénico a la atmósfera. Este sistema de tratamiento de gases consiste en filtros y precipitadores electrostáticos. En la retorta se recuperará, en forma líquida, el mercurio que se presente en el precipitado. Este mercurio será envasado y comercializado. El arsénico se recuperará en los filtros y precipitadores electrostáticos y será apropiadamente envasado y confinado. MSX se compromete a entregar posteriormente la ingeniería de detalle.

Se debe establecer como un compromiso el monitoreo de los gases que emanan del área de retorta, fundición y laboratorio, para registrar elementos pesados como el arsénico, mercurio, plomo y zinc. Este monitoreo debe realizarse con el fin de determinar las concentraciones de metales y adoptar las medidas apropiadas para que estas concentraciones estén por debajo de los límites permisibles por las normas internacionales, tal como es el propósito de MSX. Asimismo, se debe

establecer el compromiso de confinar el arsénico recuperado, de acuerdo con las normas establecidas para este elemento.

- 7.3. **Monitoreo de la contaminación atmosférica (polvos y gases):** MSX establece el compromiso de llevar a cabo un programa de monitoreo y control de la contaminación atmosférica a través de la instalación de una estación fija meteorológica y una estación de muestreo de partículas suspendidas. Asimismo, establece el compromiso de elaborar una base de datos de análisis químico de muestras de las estaciones antes y durante la operación, incluyendo estudios de biodisponibilidad* para definir y prevenir los riesgos de los polvos y gases a la salud. Dicha base de datos deberá ser objeto de seguimiento por parte del Comité *ad hoc*.*.

Además es *importante* que MSX instale más de una estación, a fin de que el monitoreo de polvos y gases provenientes de la operación sea apropiado en tiempo y en espacio. De manera específica, la red debe ser capaz de detectar en el material particulado: compuestos cianurados, arsénico, plomo, manganeso, mercurio y sílice. En forma gaseosa deberá detectar ácido cianhídrico, bióxido de azufre y mercurio. Para el caso del mercurio, cabe señalar que en el mercado existen equipos capaces de monitorear con extrema exactitud los compuestos volátiles. Las estaciones *deberán* instalarse de acuerdo con las características meteorológicas de la zona, pero habrá que incluir a las poblaciones más cercanas a Cerro de San Pedro. MSX *debe* comprometerse a dar especificaciones técnicas del sistema de monitoreo de gases contaminantes, así como el detalle del tratamiento que recibirán los gases y humos emitidos.

8. Otros impactos y riesgos

- 8.1. **Riesgos crónicos*, efectos en cascada* y radios de afectación*:** La información presentada por MSX trata de justificar un impacto previo originado por la contaminación sufrida en la zona. Sin embargo, es obvio que el ritmo de explotación en los próximos diez años se incrementará considerablemente con respecto al que se ha tenido en los cuatrocientos años anteriores. Además, se menciona la posible implantación de programas de monitoreo biológico, pero no la forma en que se va a admitir la responsabilidad de estos riesgos. Tampoco se incluyen los estudios de radio de afectación para ningún compuesto. A continuación se enumeran una serie de puntos mínimos a los que *debe* comprometerse la empresa:

- a) Agregar el manganeso en la documentación toxicológica previa.
- b) El laboratorio encargado del monitoreo biológico debe estar certificado para ello.
- c) Cumplir de manera estricta con un programa de higiene y seguridad ocupacional.
- d) El protocolo para los estudios ambientales y biológicos *debe* ser revisado por el Comité *ad hoc**, debidamente asesorado por un grupo de expertos.
- e) Los resultados obtenidos *deben* estar disponibles a dicho grupo.
- f) Definir la duración de los estudios una vez cerrada la planta.

g) La delimitación del área de los estudios y los radios de afectación* de los compuestos serán determinados en el protocolo.

- 8.2. **Plan integral de monitoreo y atención a riesgos y contingencias:** MSX no presenta un plan integral de monitoreo y atención a riesgos y contingencias. Sólo se concreta a responder los puntos particulares indicados en los incisos solicitados a la SEMARNAP por la Comisión. Es muy importante que la empresa diseñe y presente dicho plan antes de iniciar la etapa de operación a las autoridades y al Comité *ad hoc**.

En particular, MSX, PROFEPA, el Gobierno del Estado y el Comité *ad hoc**, *deben* definir de manera conjunta los valores máximos permisibles para arsénico, manganeso, mercurio, plomo y cianuro, para suelo, agua y aire, y en función de las condiciones que se presentarán en el proyecto. En caso de contaminación, MSX *debe* comprometerse a restaurar el medio contaminado hasta que los contaminantes alcancen los valores acordados. Para otros contaminantes no considerados en el presente apartado, en primer término se *deben* tomar en cuenta las normas mexicanas que apliquen para el caso. En el supuesto de que no existiesen dichas normas, se *debe* formar un comité con los cuatro organismos señalados al inicio de este párrafo, quienes *deben* seleccionar la norma y los criterios más adecuados de entre una lista de posibilidades internacionales. Los valores máximos permisibles *deben* definirse antes de la etapa de operaciones y en la medida de lo posible deben ser adecuados a las características particulares del sitio.

- 8.3. Se *deben* presentar medidas de prevención y contingencia en caso de **derrames de combustibles o lubricantes**.

9. Control de calidad

- 9.1. **Control de calidad en el proceso de construcción** del proyecto: MSX afirma que cumplirá con las normas internacionales para obras similares, y que esto se hará a través de un programa de control de calidad, que se propondrá después de que se haya terminado la ingeniería de detalle. Es *necesario* entonces establecer un compromiso formal con MSX, para que efectivamente se presente el programa de control de calidad antes del inicio de la construcción. Este programa *debe* incluir la supervisión externa de la construcción vía una empresa certificadora que garantice que la ingeniería y la construcción de la obra será confiable.
- 9.2. **Control de calidad del laboratorio:** El proyecto de MSX incluye la instalación de un laboratorio de análisis químico para el ensaye de sus soluciones de cianuro de sodio* y de sus muestras minerales. Es *recomendable* que este laboratorio, o en su caso el servicio contratado, tenga calidad certificada y que cuente con los procedimientos más avanzados que aseguren la exactitud en el análisis químico de metales pesados (Pb, Mn, Hg, As) en sólidos y soluciones, así como de cianuro en sus distintas especies químicas. Esto es con el fin de emplear este laboratorio para el monitoreo y control de los metales pesados y especies de cianuro en polvos, suelos y soluciones acuosas durante la operación del proyecto. *Debe* ser responsabilidad de MSX asegurar el monitoreo de estos elementos durante el

cierre y abandono del proyecto, empleando ya sea su laboratorio químico u otro laboratorio con calidad certificada en análisis químico. El Comité *ad hoc** *debe* establecer un sistema de vigilancia y seguimiento del funcionamiento de este laboratorio, y confirmar el uso de mecanismos externos de control de calidad.

- 9.3. **Calidad de la empresa en su conjunto:** La Comisión considera que MSX *debe* formular el compromiso explícito de funcionar bajo los más altos criterios de calidad certificados por mecanismos externos, por ejemplo, bajo la norma ISO 14000*, tal como lo señala la política ambiental de una de sus empresas accionistas. Con ello, entre otras cosas, se asegurará que todas las fases del proyecto y la puesta en marcha de los mecanismos de mitigación, monitoreo, atención a contingencias, detoxificación y restauración serán llevados a cabo por personal capacitado.
- 9.4. **Supervisión y auditoría:** Dado que la operación de MSX presenta aspectos que requieren un manejo muy cuidadoso para minimizar impactos ambientales y riesgos, es importante establecer mecanismos especiales de verificación y seguimiento. Se *sugieren* dos:
- a) Que la PROFEPA efectúe supervisiones periódicas y emita informes a los que tengan pleno acceso las autoridades locales y el Comité *ad hoc**, que a su vez deben informar al público, y
 - b) Que la empresa efectúe auditorías ambientales de acuerdo con la LGEEPA*, elaboradas por una empresa prestigiada, y cuyos resultados también se hagan del conocimiento público.

10. Plan de cierre

- 10.1. **Detoxificación de soluciones y montones de lixiviación*:** MSX establece el compromiso de degradar los compuestos de cianuro en las soluciones estériles y en los montones de lixiviación*, una vez concluida la operación del proyecto. Asimismo, MSX adquiere el compromiso de eliminar los elementos pesados contenidos en las soluciones residuales de lavado, empleando procesos que aseguren la estabilidad de los elementos en los montones* y una concentración de los mismos inferior a las normas toxicológicas que serán consideradas para las aguas residuales.

Sin embargo, el proceso de detoxificación de los montones* y soluciones residuales de lavado, no ha sido plenamente definido por MSX. Se recomienda que MSX adquiera el compromiso de proporcionar, a la brevedad posible, un programa del manejo de residuos de lixiviación* y soluciones residuales antes de su rehabilitación y disposición. Este programa debe tener como objetivo la eliminación de especies de cianuro (cianuro libre, ácido cianhídrico, complejos cianuro-metal, tiocianatos, cianatos, etc.) y de los compuestos derivados de la destrucción del cianuro (p.e. amonio, nitratos, nitritos, etc.) hasta quedar por debajo de las normas oficiales mexicanas establecidas para agua de uso agrícola. Asimismo, las concentraciones de metales pesados y compuestos derivados de su eliminación, también deberán estar por debajo de dichas normas. El programa de detoxificación que será utilizado por MSX *debe* estar basado en pruebas piloto que incluyan:

-
- a) El monitoreo del gas ácido cianhídrico durante la etapa de detoxificación, asegurando que los niveles de este gas en la atmósfera cumplan con lo establecido por las normas internacionales.
 - b) El monitoreo de metales tóxicos en la solución residual de lavado y en la solución estéril, asegurando que sus niveles de concentración cumplan con lo establecido en las normas oficiales mexicanas para agua de uso agrícola.
 - c) El monitoreo de compuestos de cianuro y de compuestos derivados de la destrucción de cianuro, en las soluciones residuales estéril y de lavado, asegurando que sus niveles de concentración cumplan con lo establecido por las normas oficiales mexicanas para agua de uso agrícola.
 - d) El monitoreo de metales pesados, de compuestos de cianuro y de compuestos tóxicos derivados del proceso de detoxificación, en las soluciones que percolen del montón, bajo condiciones de abandono y considerando los niveles de precipitación pluvial en el área del proyecto.
 - e) La realización de estudios de biodisponibilidad* y toxicidad* en polvos que resulten del montón, estableciendo medidas apropiadas para evitar la generación de estos polvos, en caso de que se generen y contengan elementos o compuestos tóxicos que sean biodisponibles.

10.2. **Restauración biótica.** Este tema es muy preocupante por la falta de profundidad y detalles técnicos con que ha sido tratado en la documentación presentada por MSX, a pesar de constituir la base de la rehabilitación de los impactos bióticos causados por el proyecto. En el plan general de restauración los aspectos bióticos se reducen a la declaración de que se reforestará con especies típicas de la región, y a insinuar como eventual la restauración de los terreros. Las incongruencias sobre la superficie que será impactada, que se mencionaron con anterioridad, distorsionan además el plan de restauración.

MSX presenta un plan de cierre* con cierto desarrollo, pero también con inconsistencias importantes. MSX *debe* comprometerse a presentar un plan de restauración detallado que deberá revisar el Comité *ad hoc** con ayuda de expertos en la materia. Este plan *debe* identificar con claridad las superficies en las que será posible restaurar la cubierta vegetal que haya sido eliminada, y las superficies en donde quizás esto no podrá llevarse a cabo. En particular MSX *debe* hacer explícitas las condiciones de impacto, posiblemente irreversible y no mitigable, en que dejará la superficie abarcada por el tajo*, y por lo tanto ofrecer medidas compensatorias claras y suficientes.

En lo particular cabe señalar los siguientes factores importantes del plan de restauración biótica:

- a) **Volúmenes de suelo recuperado para la restauración.** Si bien MSX reconoce que la finalidad de la rehabilitación de las tierras es lograr áreas verdes que eviten la erosión del suelo y la generación de polvos y lograr una forestación que permita una mejoría del lugar, la documentación presentada por MSX entra en contradicciones sobre aspectos fundamentales del manejo del suelo durante la construcción y su importancia para la restauración final. La rehabilitación en

estos términos del área impactada sólo se puede lograr si existe un mínimo de suelo para la reforestación y para el recubrimiento de la superficie con plantas de amplia área basal (zacates y rosetófilas pequeñas formadoras de colonias, como la guapilla, el espadín y la lechuguilla). Al igual que con el rescate de las especies vegetales sin protección pero trasplantables, MSX *debe* comprometerse a la recuperación del suelo (aunque llegue a contener alta pedregosidad*) de las áreas impactadas sujetas a restauración final, de manera que ésta sea verdaderamente factible.

- b) **Reforestación:** La reforestación propuesta por MSX, (con pequeñas modificaciones sugeridas más adelante), sólo es adecuada para enriquecer el área periférica al inicio del proyecto, con lo cual se mejorarían las condiciones para la fauna propia y desplazada, y se dispondría de material vegetativo para la restauración final. Para el área impactada resultan insuficientes seis especies de arbolitos y arbustos. MSX *debe* comprometerse con una restauración casi completa que además de la reforestación propuesta incluya el replante de los individuos* rescatados previamente (o su equivalente) protegidos o no por ley, y preservados vivos en el área periférica hasta la etapa de cierre, más el enriquecimiento con zacates (navajita, banderita, tempranero y gigante) y leguminosas de porte bajo (ramón y cabello de ángel).

Además de lo señalado previamente sobre las limitaciones de la propuesta de reforestación de MSX, *se sugieren* las modificaciones siguientes a la composición específica de los individuos* previstos en ella:

- i) Para las laderas (zonas de mayor inclinación), que al menos la mitad de los mezquites propuestos sea sustituida por pinos piñoneros, como probablemente existían antes en la zona.
- ii) Para las planicies, que los 300 individuos* de nopal duraznillo y tapón se redistribuyan en 100 de nopal cardón, 100 de huizache chino, 50 de nopal duraznillo y 50 de nopal tapón, proporción más acorde con la existente en las nopaleras en buenas condiciones.
- c) **Integración de las acciones de prevención, reducción, rehabilitación y compensación de los impactos bióticos.** Se considera que la mejor manera de lograr esta integración en un plan coherente y convincente de restauración biótica es mediante la adquisición por MSX de tierras ubicadas dentro de la subcuenca* Arroyo de San Pedro, dentro de la cual se encuentra el área del proyecto, en una superficie al menos equivalente a la directamente impactada. Esta subcuenca* es la unidad integral físico-biótica mínima que puede ser objeto de planeación y ordenación para su utilización sostenible eco-turística al finalizar el proyecto minero. Cabe resaltar que la superficie de la subcuenca* es algo más amplia que la superficie que MSX ha adquirido o arrendado y menos del triple del área del proyecto, es decir, lo necesario para evitar daños irremediables a la biota del área directamente impactada. El dominio de una buena parte de las tierras de la subcuenca* facilitará la realización del plan de restauración y luego, en una verdadera medida compensatoria, estas tierras podrán donarse para constituir el patrimonio de la Fundación Cerro de San

Pedro (propuesta por MSX en la MIA*), lo que permitirá un futuro mejor para la región.

Así, con base en el análisis precedente de los documentos presentados por MSX, se puede afirmar que sólo si se dispone de las tierras que circundan el área impactada directamente, y la mayor parte de la subcuenca* se excluye del pastoreo, extracción de leña, recolección y cacería desde el inicio del proyecto, será factible y controlable:

- i) Reubicar temporalmente los individuos* de especies longevas trasplantables, los cuales deben ser parte de la restauración final de la vegetación y contribuirán en tanto al sostenimiento de la fauna recibida.
- ii) Reubicar la fauna rescatada (protegida legalmente) y recibir la migración de la fauna desplazada, sin riesgos significativos para ambas y para la que actualmente ocupa esas áreas circunvecinas.
- iii) Disponer del espacio con las condiciones apropiadas para establecer las cactáceas rescatadas (protegidas legalmente), el cual puede formar parte del jardín botánico propuesto, y de esta manera evitarles los riesgos del trasiego, la aglomeración y los trasplantes múltiples.
- iv) Contar con el germoplasma y material vegetativo, así como los espacios y condiciones propias para desarrollar los materiales y métodos de repoblación artificial específicos para cada tipo de área impactada.
- v) Rehabilitar la vegetación y sus comunidades animales alrededor del área impactada y establecer así las bases para sustentar la utilización ecoturística de estas tierras después del cierre de la mina.
- vi) Disponer de espacios adecuados para la reubicación temporal del suelo y restos de vegetación rescatados, los cuales son indispensables para la restauración global del área impactada.
- vii) Asegurar que la fauna desplazada durante el inicio del proyecto, pueda recolonizar el área impactada al término de las operaciones de la mina.

10.3. Mantenimiento y seguimiento del proyecto minero abandonado: La Comisión considera que el proyecto debe incluir una última fase de la etapa de cierre no prevista por MSX, consistente en llevar a cabo el mantenimiento y seguimiento del proyecto. MSX debe signar un **compromiso** para responsabilizarse del mantenimiento del área del proyecto hasta que no exista riesgo alguno derivado del proyecto y se hayan completado con éxito los programas de detoxificación de los montones*, la restauración biótica del sitio, el control del tajo* y de los terreros, etc. En su momento, MSX debe fijar criterios de desempeño explícitos con las autoridades y el Comité ad hoc*.

10.4. Costos del cierre y abandono: Habrá que asegurarse que todas las operaciones de cierre se van a realizar, mediante el establecimiento de fianzas y garantías, las cuales se determinaran con base en los costos del cierre.

En relación con la estimación de costos para el plan de cierre* de terreros, mina, montones* y de toda la operación en el área de proyectos, MSX indica que para terreros y mina, la estabilización y reforestación se harán durante el proceso de explotación, quedando una superficie pequeña para la etapa de cierre, donde también deben ser restauradas las áreas de patios y las áreas generales.

En el presupuesto presentado por MSX no se han incluido los costos de rehabilitación del tajo* (en su caso), la rehabilitación de los montones de lixiviación*, ni de la solución de lixiviación* al término de la operación. No están tampoco considerados, ni anotados, los costos de planes de contingencia, mitigación y/o control durante todas las fases del proyecto. Por ejemplo, en caso de generarse soluciones ácidas, cuánto sería el costo de su tratamiento. Además, todos los costos anotados no incluyen el efecto inflacionario ni el de la devaluación de la moneda mexicana. Obviamente, considerar los costos de cierre en moneda nacional, no es la referencia más adecuada en estos casos. Estos costos deben incluir toda la restauración, independientemente de que ésta se haga durante o hasta el final de la operación.

Esto se aplica también para el caso de cierres temporales o definitivos anticipados.

Ahora bien, dado que el presupuesto no incluye los elementos mencionados, la Comisión considera que antes de iniciar operaciones MSX debe presentar un nuevo presupuesto para el plan de cierre*, que incluya:

- i) la detoxificación de los montones*;
- ii) el tratamiento del agua que utilizarían para el lavado;
- iii) la restauración biótica del sitio;
- iv) el mantenimiento del sitio una vez terminada la operación;
- v) el seguimiento y control de la mina abandonada.

La estimación debe considerar efectos inflacionarios o en su defecto establecer los costos en dólares norteamericanos. La estimación debe incluir los costos de cubrir toda el área impactada directamente con una capa de suelo de un espesor mínimo de 6 cm tal como lo señala MSX (a excepción del tajo* si se llegara a considerar impacto irreversible no mitigable) y no sólo los montones* de material lixiviado, lo cual es indispensable para restaurar la vegetación y posteriormente la fauna. Los costos de la restauración de la vegetación deben ser para toda la superficie afectada y no sólo para el 10% de ella; también, debe incluirse el costo de la reforestación adicional (compensatoria) comprometida con SEMARNAP. Finalmente, deben incluirse los costos de mantenimiento de la restauración y de la reforestación adicional hasta su establecimiento.

11. Alternativas planteadas por el proyecto

- 11.1. **Utilización de aguas grises:** Explicación de las condiciones y criterios bajo los cuales se decidiría utilizar **aguas grises**, así como sus implicaciones técnicas, ambientales y de riesgo:

MSX ha decidido que si las aguas tratadas que eventualmente proporcionaría la empresa "Aguas Tratadas del Potosí, S.A de C.V", resultan con condiciones físico-químicas adecuadas, como los estudios previos sugieren, la empresa optaría por utilizar las aguas grises, dejando al pozo sólo para eventuales problemas de abastecimiento.

MSX tiene intenciones de emplear aguas grises en su operación, para disminuir el consumo de agua fresca y por razones económicas [posiblemente]. Sin embargo, el empleo de aguas grises todavía se tiene que sustentar para definir si no afecta:

- i) la recuperación de los valores de oro y plata del mineral,
- ii) las propiedades físicas de las membranas de plástico y
- iii) el proceso de restauración de los patios y de las soluciones de cianuro de sodio*.

MSX no considera que las aguas grises sean por sí mismas un factor de riesgo en la disminución de la vida media de la membrana. Sin embargo, no se analizó la concentración de solventes e hidrocarburos en las aguas que serán tratadas (influentes). La calidad de esta agua no es constante por lo tanto es muy difícil calcular el riesgo producido por su uso.

Desde el punto de vista técnico sería muy atractivo emplear aguas grises. Esto sería un gran precedente para futuros proyectos mineros de concentración de minerales. Sin embargo, todavía se requiere de estudios para consolidar en la práctica el uso de este tipo de aguas. En resumen se debe reevaluar el uso de las aguas grises en el proceso. En caso de que la empresa decidiera hacerlo, debe presentar a la autoridad y al Comité ad hoc*, toda la información y estudios que resolvieran las dudas planteadas.

11.2. Continuación de las actividades mineras en la zona: En cuanto a la posibilidad que se pudiera en el futuro continuar con la actividad minera en Cerro de San Pedro por parte de MSX, la compañía considera que con base en la información disponible, tanto de la compañía que explotó subterráneamente una mina por Au, Ag, Pb, Zn y Cu, y de la obtenida por los estudios geofísicos realizados por MSX en su exploración para el proyecto actual, **hay posibilidades de que exista una reserva probable económica** más profunda lo cual podría representar el desarrollo de una actividad minera subterránea que sería de gran impacto para el municipio de Cerro de San Pedro y para el Estado.

No hay que perder de vista, que esto es sólo una posibilidad que dependerá de varios factores sobre los que no se puede tener mayor información en este momento; sin embargo, no cabe duda que si esto se concreta como un proyecto económicamente factible, habría que analizar en su momento el impacto ambiental* y el riesgo que este nuevo proyecto podría representar. Esto significaría presentar una nueva MIA* y el correspondiente EDR*.

PARTE III RESUMEN EJECUTIVO

<http://ambiental.uaslp.mx/desc/pdfs.html>

Con lo que se ha expuesto en las partes I y II de este documento, consideramos cubierta la revisión que la UASLP ha efectuado sobre documentos presentados por MSX. Con ésta, la autoridad tendrá una opinión técnico-científica del proyecto, lo cual le permitirá contar con más elementos para tomar la decisión de si se autoriza o no dicho proyecto.

Para que este documento tenga una lectura y comprensión más ágil, a continuación se presentan los principales componentes en los que se divide el proyecto, así como las correspondientes recomendaciones, en forma de un **resumen ejecutivo**, de manera que se facilite su comprensión. Sin embargo, reafirmamos que el documento deberá de ser leído y estudiado completo para tener una visión total de la propuesta.

1. Características generales de la documentación entregada a la UASLP	
La MIA, el EDR y la información complementaria presentada a la SEMARNAP por la MSX incluyen parte de la información y compromisos que se requieren en cuanto a identificación, mitigación y compensación de impactos ambientales del proyecto CSP, así como sobre la prevención de riesgos agudos y crónicos. Sin embargo existen algunos puntos para los que MSX no aporta suficiente información o no establece compromisos claros y explícitos. A continuación se presenta un recuento sintético que muestra cada uno de estos casos.	
2. Escenarios y compromisos	
El presente recuento puede ser de utilidad para la autoridad competente ya sea que decida autorizar el proyecto CSP o no. Sin embargo, ante la posibilidad de que dicha autoridad decida autorizar el proyecto a partir de la información entregada hasta hoy por la empresa MSX, la Comisión quiere llamar la atención sobre dos cuestiones fundamentales:	
<ol style="list-style-type: none">1. La necesidad de definir todos y cada uno de los compromisos de la MSX con suficiente claridad y precisión.2. La necesidad de formular un sistema confiable de supervisión y aseguramiento. La Comisión propone:<ol style="list-style-type: none">a) Para la supervisión: Establecer un comité <i>ad hoc</i>.b) Para el aseguramiento: Fijar fianzas y garantías.	
La información adicional que se requiere debe ser presentada a la autoridad competente y al Comité <i>ad hoc</i> , quien además debe supervisar y vigilar el cumplimiento de los compromisos establecidos por la empresa y los demás que se requieren a juicio de esta Comisión, que decidió efectuar este análisis estimando un riesgo máximo.	
3. Caracterización básica	
3.1. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA (P. 12)	
Información	Presentado por la empresa: <ul style="list-style-type: none">♦ Caracterización general de la zona.
Compromisos	Recomendado por la Comisión: <ul style="list-style-type: none">♦ Resolver incongruencias en la superficie de terreno involucrada directa e indirectamente en el proyecto.
3.2. CARACTERIZACIÓN QUÍMICA Y MINERALÓGICA (P. 12)	
Información	Presentado por la empresa: <ul style="list-style-type: none">♦ Caracterización química y mineralógica de los distintos tipos de mena.
Compromisos	<ul style="list-style-type: none">♦ Caracterización química y mineralógica de terreros.
Información	Recomendado por la Comisión: <ul style="list-style-type: none">♦ Identificar los compuestos o especies minerales del manganeso y verificar su disolución durante el proceso y durante la etapa de restauración.♦ Realizar estudios de biodisponibilidad de los metales en los polvos, utilizando animales de experimentación.

Compromisos	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Tomar medidas para estabilizar el Pb, el As, el Hg y el Mn en los montones y evitar su movilidad a otros medios del ambiente durante el período de abandono. ♦ Prevenir y controlar la generación de drenajes ácidos en residuos y terreros desde la etapa de operación hasta la de cierre.
3.3. BALANCE DE MASA DE METALES (P. 15)	
Presentado por la empresa:	
Compromisos	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Llevar a cabo pruebas piloto para la evaluación del comportamiento de los metales durante la cianuración.
Recomendado por la Comisión:	
Compromisos	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Presentar los resultados de las pruebas piloto sobre el balance de masa de los metales Pb, As, Hg y Mn.
3.4. CONTAMINACIÓN PREVIA (P. 15)	
Presentado por la empresa:	
Información	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Estudios geoquímicos en arroyos, muestreo de pozos y de suelos.
Compromisos	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Realizar una convocatoria para concursar análisis ambientales y toxicológicos que permitan conocer el estado actual de contaminación de la zona.
Recomendado por la Comisión:	
Compromisos	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Llevar a cabo análisis ambientales más completos que los previstos. ♦ Presentar al Comité ad hoc, los resultados de la caracterización ambiental y de salud antes de iniciar la etapa de operación, bajo las especificaciones marcadas en este documento.
4. Impactos y riesgos relacionados con los acuíferos	
4.1. UBICACIÓN DE MSX EN RELACIÓN CON LOS ACUÍFEROS DEL VALLE DE SAN LUIS (P. 16)	
Presentado por la empresa:	
Información	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Datos obtenidos a partir de barrenos exploratorios perforados en el área de La Zapatilla.
4.2. CONSUMO DE AGUA Y COMPORTAMIENTO DEL ACUÍFERO PROFUNDO DEL VALLE DE SLP-VDR (P. 16)	
Presentado por la empresa:	
Información	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Estudio de la Facultad de Ingeniería de la UASLP para determinar el efecto que podría tener la extracción de 33 l/s con la perforación de un nuevo pozo
Recomendado por la Comisión:	
Compromisos	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Cerrar los pozos previstos y no utilizar más agua de la autorizada. ♦ Verificar la vigencia de los derechos que se están transfiriendo, además del cumplimiento de cualquier otro requisito previsto por la Ley.
4.3 POSIBILIDADES DE INFILTRACIÓN Y DERRAMES EN EL ÁREA DE PATIOS, ASÍ COMO DE CONTAMINACIÓN DEL ACUÍFERO PROFUNDO Y SUPERFICIAL. (P. 17)	
Presentado por la empresa:	
Información	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Estudios geotécnicos realizados por Westec, TM, de Inglewood CO., EE.UU. ♦ Estudios para caracterizar la zona de los patios de lixiviación y piletas de soluciones de cianuro de sodio realizados por Westec, TM de Inglewood, CO., que incluye los datos descritos en este documento. ♦ Cálculo de la avenida máxima que tendría que controlarse, como base para diseñar las obras para su desvío. ♦ Evaluación de las propiedades físicas de las membranas plásticas y el material de relleno que se emplearán como impermeabilizantes en los patios y piletas; llevada a cabo por GeoSyntec Consultant de Atlanta, GA, EE.UU.
Compromisos	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Establecer tres pozos de monitoreo en el límite de las instalaciones y en la zona hacia donde se espera se muevan los lixiviados en caso de que se presente un derrame y fugas en patios de lixiviación.
Recomendado por la Comisión:	
Información	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Establecer valores de fondo de las concentraciones actuales de contaminantes tanto en pozos superficiales como profundos, bajo las especificaciones marcadas en este documento.
Compromisos	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Cumplir con las especificaciones de diseño y construcción presentadas para la impermeabilización en zona de patios y piletas, así como para el control de avenidas. ♦ Contratar una empresa especializada para la instalación de las membranas en los patios y

	<p>piletas, que a su vez sea supervisada y certificada por una empresa o institución independiente y el Comité <i>ad hoc</i>.</p> <ul style="list-style-type: none"> ♦ Colocar bajo los montones una membrana cuya vida media cubra hasta la restauración plena y abandono de la zona. ♦ No introducir procesos que pudieran disminuir la vida media de la membrana o alterar su buen estado durante la operación. ♦ Plantear estrategias para controlar fugas de soluciones en caso de que el monitoreo los detecte, con el fin de impedir que éstos puedan alcanzar el arroyo San Pedro. ♦ Llevar a cabo una vigilancia y registro constante de los pozos piloto de monitoreo. ♦ Controlar y restaurar la contaminación de los acuíferos en caso de que se presenten por causas imputables a MSX. ♦ Elaborar e instrumentar el programa de monitoreo y el plan de contingencia antes de la etapa de operación.
4.4 POTENCIAL DE GENERACIÓN DE ÁCIDOS (P. 21)	
	Presentado por la empresa:
Compromisos	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Evaluar el potencial de generación de ácidos y el potencial de neutralización de los tipos de rocas que se extraerán durante la operación, bajo las especificaciones marcadas en este documento. ♦ Llevar a cabo un programa de manejo de los terreros bajo las especificaciones marcadas en este documento. ♦ Construir represas de concreto para la recolección y monitoreo de soluciones procedentes del terrero. ♦ Tratar dichas soluciones cuando resulten ácidas y con una alta concentración de metales. ♦ Definir geológica y estructuralmente las zonas generadoras de ácidos en el tajo (mina). ♦ Aislar dichas zonas, por medio de zarpeos con cemento, para prevenir la oxidación de rocas generadoras de ácidos.
	Recomendado por la Comisión:
Información	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Proporcionar resultados de las pruebas cinéticas que evalúen el manejo de los residuos de mineral lixiviado, bajo las especificaciones marcadas en este documento. ♦ Presentar los detalles del manejo de una eventual generación de soluciones ácidas en el área de los patios de lixiviación.
Compromisos	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Aislar las rocas generadoras de ácidos expuestas en el tajo, conforme al plan de minado. ♦ Llevar a cabo pruebas dinámicas para simular la detoxificación y determinar el riesgo de generación de ácidos al término del lavado del montón de lixiviación.
5. Impactos bióticos	
5.1. OPINIÓN GENERAL (P. 21)	
	Recomendado por la Comisión:
Compromisos	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Presentar un plan completo de restauración biótica.
5.2. SUPERFICIE IMPACTADA DIRECTA E INDIRECTAMENTE (P. 22)	
	Presentado por la empresa:
Información	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Suma de las superficies ocupadas por la operación de MSX.
	Recomendado por la Comisión:
Información	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Aclarar la superficie real impactada directa e indirectamente.
Compromisos	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Reconocer y compensar el impacto irreversible sobre las tierras de labor que se encuentran involucradas dentro del área del proyecto.
5.3. IMPACTO EN LA VEGETACIÓN (P. 22)	
	Presentado por la empresa:
Información	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Datos sobre los tipos de vegetación presente en zona según la cartografía del INEGI. ♦ Densidades de especies vegetales protegidas y sin protección según el procedimiento de muestreo utilizado por Behre Dolbear de México S.A. de C.V. ♦ Construir un jardín botánico. ♦ Rescatar individuos pertenecientes a especies protegidas, en un número equivalente al detectado por el muestreo.
	Recomendado por la Comisión:

Información	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Estudiar a profundidad los impactos directos e indirectos, así como las alternativas existentes para su mitigación o compensación, para que el Comité ad hoc pueda evaluarlas con ayuda de personal técnico especializado.
Compromisos	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Rescatar todos los individuos de las especies protegidas en el área directamente impactada y no sólo los que se hayan estimado como presentes. ◆ Trasplantar todos los individuos rescatados en las áreas protegidas alrededor del área directamente impactada, ◆ Ubicar el jardín botánico en las áreas protegidas. ◆ Desarrollar, a partir de semilla, una cantidad al menos equivalente de los individuos protegidos, para incorporarlos al programa de restauración final del área impactada. ◆ Para las especies no protegidas, rescatar la mayor parte de los individuos de las especies trasplantables bajo las especificaciones marcadas en este documento.
5.4. IMPACTO EN LA FAUNA (P. 23)	
Presentado por la empresa:	
Información	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Datos del INEGI sobre la fauna presente en zona. ◆ Densidades de especies animales según el procedimiento de muestreo utilizado por Behre Dolbear de México S.A. de C.V. ◆ Opciones para la prevención de envenenamiento de aves silvestres en las piletas.
Recomendado por la Comisión:	
Compromisos	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Establecer un área de amortiguamiento alrededor del proyecto. ◆ Definir con claridad cómo serán aisladas las aves de las piletas (mallas, pelotas, auyentación o todo junto). ◆ Cercar perfectamente el área de patios para evitar la entrada de todo tipo de animales. ◆ Construir red de fuentes de agua para los animales.
6. Riesgos derivados del manejo de elementos peligrosos	
6.1. RIESGOS DEL USO Y MANEJO DEL CIANURO DE SODIO (P. 24)	
Presentado por la empresa:	
Información	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Procedimientos de recepción y transporte del cianuro de sodio. ◆ Procedimientos para la preparación de las soluciones de cianuro de sodio ◆ Procedimientos para controlar y neutralizar las soluciones de cianuro de sodio que pudieran derramarse durante su preparación, así como para cuidar la seguridad del personal encargado de esta tarea.
Compromisos	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Llevar a cabo los procedimientos tal como está previsto. ◆ Construir pozos de monitoreo aguas debajo de las piletas y del patio de lixiviación. ◆ Construir una pileta de contingencia para agua fresca y soluciones de cianuro de sodio en caso de fugas en las piletas de almacenamiento. ◆ Vigilar continuamente las piletas para detectar posibles fugas de cianuro de sodio. ◆ Cubrir las piletas para evitar el acceso de aves a las soluciones de cianuro de sodio.
Recomendado por la Comisión:	
Información	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Elaborar un programa de monitoreo y atención a contingencias para contaminación de cianuro y metales en suelo y aire. ◆ Presentar un programa detallado de atención a emergencias médicas. ◆ Presentar el programa de contingencia de la empresa responsable, para el caso de accidentes en el transporte a través del estado de San Luis Potosí o en las instalaciones mismas de MSX. ◆ Presentar un programa de contingencia para el caso de detección de soluciones de cianuro de sodio en los pozos de monitoreo. ◆ Presentar un programa de contingencia para el caso de derrames o fugas de soluciones de cianuro de sodio de las piletas. ◆ Presentar un programa de contingencia para el caso de detectar ácido cianhídrico, en las distintas áreas de proceso, a una concentración por encima de la recomendada por las normas internacionales.
Compromisos	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Establecer un programa de monitoreo y atención a contingencias para contaminación de cianuro y metales en suelo y aire.

	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Instalar una alarma para detección de fugas de ácido cianhídrico en el lugar en donde se preparan las soluciones cianuradas. ♦ Instalar cuidadosamente la capa protectora de arcilla y la membrana plástica en los patios, para prevenir la fuga de la soluciones de cianuro de sodio. Utilizar personal altamente calificado y contar con la supervisión de una empresa certificadora. ♦ Construir los pozos de monitoreo a la profundidad necesaria para detectar el flujo horizontal de soluciones cianuradas. ♦ Instrumentar todo lo necesario para arrancar los planes de contingencia en el momento en que sea necesario. ♦ Asegurar la existencia de antídotos contra intoxicación de cinauro en cantidad suficiente para el personal operador y población afectada en caso de contingencias.
6.2. EXPLOSIONES (P. 26)	
Presentado por la empresa:	
Información	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Diseño de voladuras.
7. Polvos y contaminantes a la atmósfera	
7.1. CONTROL DE LA GENERACIÓN DE POLVOS (P. 26)	
Presentado por la empresa:	
Información	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Datos de generación de polvos y descripción de los sistemas de control.
Compromisos	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Controlar la generación de polvos bajo las especificaciones técnicas marcadas en este documento.
Recomendado por la Comisión:	
<ul style="list-style-type: none"> ♦ Evaluar la generación de polvos mediante inspección directa y por medio del programa de monitoreo. 	
7.2. GENERACIÓN DE CONTAMINANTES EN LA RETORTA, FUNDICIÓN Y LABORATORIO (P. 26)	
Presentado por la empresa:	
Información:	
Información	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Tipo de gases que se emitirán y descripción general de formas de control.
Compromisos	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Instalar sistemas de tratamiento de los gases y humos que se generen en la retorta de eliminación de mercurio del precipitado y en el horno de fundición de precipitado, bajo las especificaciones marcadas en este documento. ♦ Mantener las emisiones por debajo de los límites permisibles por las normas internacionales. ♦ Entregar la ingeniería de detalle posteriormente. ♦ Recuperar, envasar y comercializar el mercurio recuperado en la retorta. ♦ Confinar el arsénico recuperado en colectores de gases y humos.
Recomendado por la Comisión:	
Compromisos	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Establecer un sistema de monitoreo de los gases que emanen del área de retorta, fundición y laboratorio, bajo las especificaciones marcadas en este documento. ♦ Manejar y disponer el arsénico recuperado de acuerdo con las normas establecidas para este elemento.
7.3. MONITOREO DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA (POLVOS Y GASES) (P. 27)	
Presentado por la empresa:	
Información	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Especificaciones técnicas de la estación meteorológica y de monitoreo de polvos.
Compromisos	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Monitorear la contaminación atmosférica mediante la instalación de una estación fija meteorológica y una estación de muestreo de partículas suspendidas y gases. ♦ Elaborar una base de datos de análisis químico de muestras de dichas estaciones antes y durante la operación, incluyendo estudios de biodisponibilidad.
Recomendado por la Comisión:	
Compromisos	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Presentar la base de datos sobre contaminación atmosférica al Comité <i>ad hoc</i>, para que sea objeto de seguimiento. ♦ Instalar más de una estación de monitoreo atmosférico bajo las especificaciones marcadas en este documento. ♦ Dar especificaciones técnicas del sistema de monitoreo de gases contaminantes así como el detalle del tratamiento que recibirán los gases y humos emitidos.

8. Otros impactos y riesgos	
8.1. RIESGOS CRÓNICOS, EFECTOS EN CASCADA Y RADIOS DE AFECTACIÓN (P. 27)	
Presentado por la empresa:	
Información	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Posible implantación de programas de monitoreo biológico.
Recomendado por la Comisión:	
Información	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Presentar un protocolo para los estudios ambientales y biológicos, bajo las especificaciones marcadas en este documento. ◆ Presentar los resultados del monitoreo biológico.
Compromisos	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Agregar el manganeso en la documentación toxicológica previa. ◆ Utilizar los servicios de un laboratorio certificado para el monitoreo biológico. ◆ Cumplir de manera estricta con un programa de higiene y seguridad ocupacional. ◆ Definir la temporalidad de los estudios una vez cerrada la planta. ◆ Delimitar el área de los estudios en el protocolo correspondiente.
8.2. PLAN INTEGRAL DE MONITOREO, ATENCIÓN A RIESGOS Y CONTINGENCIAS (P. 28)	
Recomendado por la Comisión:	
Información	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Presentar un plan integral de monitoreo, atención a riesgos y a contingencias antes de iniciar la etapa de operación.
Compromisos	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Definir, antes de la etapa de operación los valores máximos permisibles para arsénico, manganeso, mercurio, plomo y cianuro, para suelo, agua y aire bajo las especificaciones marcadas en este documento. ◆ Restaurar, en su caso, el medio contaminado hasta que los contaminantes alcancen los valores acordados.
8.3. DERRAMES DE COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES (P. 28)	
Recomendado por la Comisión:	
Información	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Presentar medidas de prevención y contingencia en caso de derrames de combustibles o lubricantes.
9. Control de calidad	
9.1. CONTROL DE CALIDAD EN EL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN (P. 28)	
Presentado por la empresa:	
Compromisos	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Cumplir con las normas internacionales para obras similares.
Recomendado por la Comisión:	
Compromisos	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Presentar el programa de control de calidad antes del inicio de la construcción, bajo las especificaciones marcadas en este documento.
9.2. CONTROL DE CALIDAD DEL LABORATORIO (P. 28)	
Presentado por la empresa:	
Compromisos	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Instalar un laboratorio de análisis químico para el ensaye de sus soluciones de cianuro de sodio y de sus muestras minerales.
Recomendado por la Comisión:	
Información	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Sistema de certificación de los servicios de laboratorio utilizados, sean o no propiedad de la empresa.
Compromisos	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Utilizar servicios de laboratorio con calidad certificada bajo las especificaciones marcadas en este documento. ◆ Asegurar el monitoreo de dichos elementos durante el cierre y abandono del proyecto, bajo las especificaciones marcadas en este documento.
9.3. CALIDAD DE LA EMPRESA EN SU CONJUNTO (P. 29)	
Recomendado por la Comisión:	
Compromisos	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Funcionar bajo los más altos criterios de calidad certificados por mecanismos externos, por ejemplo, bajo la norma ISO 14000.
9.4. SUPERVISIÓN Y AUDITORÍA (P. 29)	
Recomendado por la Comisión:	
Compromisos	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Admitir supervisiones periódicas de la PROFEPA, que a su vez generen informes a los que tengan pleno acceso las autoridades locales y el Comité ad hoc. ◆ Efectuar auditorías ambientales de acuerdo con la LGEEPA, elaboradas por una empresa

prestigiada, y cuyos resultados también se hagan del conocimiento público.

10. Plan de cierre

10.1. DETOXIFICACIÓN DE SOLUCIONES Y MONTONES DE LIXIVIACIÓN (P. 29)

Presentado por la empresa:

- | | |
|-------------|--|
| Información | ◆ Información general sobre la detoxificación de los montones. |
| Compromisos | ◆ Degradar los compuestos de cianuro en las soluciones estériles y en los montones de lixiviación, una vez concluida la operación del proyecto.
◆ Eliminar los elementos pesados contenidos en las soluciones residuales de lavado. |

Recomendado por la Comisión:

- | | |
|-------------|--|
| Información | ◆ Presentar un programa completo del manejo de residuos de lixiviación y soluciones residuales antes de su rehabilitación y disposición. bajo las especificaciones marcadas en este documento. |
| Compromisos | ◆ Basar el programa de detoxificación en pruebas a nivel piloto bajo las especificaciones marcadas en este documento.
◆ Asegurar que los niveles de ácido cianhídrico en la atmósfera cumplen con lo establecido por las normas internacionales
◆ Establecer medidas apropiadas para evitar la generación de polvos, en caso de que se generen y contengan elementos o compuestos tóxicos que sean biodisponibles. |

10.2. RESTAURACIÓN BIÓTICA (P. 30)

Presentado por la empresa:

- | | |
|-------------|---|
| Información | ◆ Datos sobre la reforestación prevista.
◆ Posible restauración de los terreros. |
| Compromisos | ◆ Apoyar la creación de la Fundación Cerro de San Pedro, |

Recomendado por la Comisión:

- | | |
|-------------|---|
| Información | ◆ Presentar un plan de restauración detallado, bajo las especificaciones marcadas en este documento.
◆ Hacer explícitas las condiciones de impacto, posiblemente irreversible y no mitigable, en que dejará la superficie abarcada por el tajo. |
| Compromisos | ◆ Establecer medidas compensatorias suficientes para las áreas sujetas a impacto biótico irreversible y no mitigable.
◆ Adquirir buena parte de las tierras que conforman la subcuenca Arroyo de San Pedro, bajo las especificaciones marcadas en este documento.
◆ Rescatar y reponer el suelo (aunque llegue a contener alta pedregosidad) de las áreas impactadas sujetas a restauración final, de manera que ésta sea factible.
◆ Replantar los individuos rescatados previamente (o su equivalente), protegidos o no por ley, y preservados vivos en el área periférica hasta la etapa de cierre, según las especificaciones marcadas en este documento.
◆ Llevar a cabo la reforestación propuesta, bajo las especificaciones marcadas en este documento.
◆ Enriquecer la restauración con zacates (navajita, banderita, tempranero y gigante) y leguminosas de porte bajo (ramón y cabello de ángel). |

10.3. MANTENIMIENTO Y SEGUIMIENTO DEL PROYECTO MINERO ABANDONADO (P. 32)

Recomendado por la Comisión:

- | | |
|-------------|---|
| Información | ◆ Incluir una última fase de la etapa de cierre no prevista por MSX, consistente en llevar a cabo el mantenimiento y seguimiento del proyecto |
| Compromisos | ◆ Asumir el mantenimiento del área del proyecto hasta que no exista riesgo alguno y haya tenido éxito la restauración biótica. |

10.4. COSTOS DEL CIERRE Y ABANDONO (P. 32)

Presentado por la empresa:

- | | |
|-------------|--|
| Información | ◆ Presupuesto para la restauración en moneda nacional. |
|-------------|--|

Recomendado por la Comisión:

- | | |
|-------------|--|
| Información | ◆ Presentar un nuevo presupuesto antes de iniciar operaciones, bajo las especificaciones marcadas en este documento. |
| Compromisos | ◆ Considerar efectos inflacionarios en el nuevo presupuesto, o en su defecto establecer los |

costos en dólares norteamericanos

11. Alternativas planteadas por el proyecto

11.1. UTILIZACIÓN DE AGUAS GRISES (P. 33)

Presentado por la empresa:

Información ♦ Posible utilización de aguas grises, que eventualmente proporcionaría la empresa "Aguas Tratadas del Potosí, S.A de C.V".

Compromisos ♦ Llevar a cabo estudios físico-químicos.

Recomendado por la Comisión:

Información ♦ En su caso, presentar a la autoridad y al Comité *ad hoc*, toda la información y los estudios llevados a cabo.

Compromisos ♦ En su caso, evaluar el empleo de aguas grises mediante estudios específicos, bajo las especificaciones marcadas en este documento y en particular evitando afectar la vida útil de las membranas.

11.2. CONTINUACIÓN DE LAS ACTIVIDADES MINERAS EN LA ZONA (P. 34)

Presentado por la empresa:

Información ♦ Posibilidades de que exista una reserva minera más profunda.

Recomendado por la Comisión:

Compromisos ♦ Presentar una nueva MIA y el correspondiente EDR.

ANEXO I

DOCUMENTACIÓN ENTREGADA POR MSX

<http://ambiental.uaslp.mx/desc/pdfs.html>

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	
▪	Behre Dolbear de México, S.A. de C.V. (1997) Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad General Vols. I y II Proyecto de Explotación Minera San Pedro, Cerro de San Pedro, SLP Minera San Xavier, S.A. de C.V., 365p.
▪	Behre Dolbear de México, S.A. de C.V. (1997) Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad General Vol III-A y III-B (Anexos) Proyecto de Explotación Minera San Pedro, Cerro de San Pedro, SLP Minera San Xavier, S.A. de C.V. (aprox. 400 p. con planos)
▪	Behre Dolbear de México, S.A. de C.V. (sin fecha) Respuesta al cuestionario elaborado por SEMARNAP como aclaración a la operación del Proyecto San Pedro, San Pedro, 38p más 4 anexos (150 p. aprox.)
▪	Servicios Técnicos Forestales (1997) Anexo a la Manifestación de Impacto Ambiental, correspondiente a la Reubicación del Poblado La Zapatilla, Mpio. de Cerro de San Pedro , 34 p.
▪	Facultad de Ingeniería (sin fecha) Informe Preliminar de Avance del Estudio: (20p. aprox más 5 planos) Funcionamiento Geohidrológico del Acuífero en la Zona de Cerro de San Pedro
ESTUDIO DE RIESGO	
▪	Behre Dolbear de México, S.A. de C.V. (1997) Estudio de Riesgo Modalidad Análisis Detallado de Riesgo, Vol. I Proyecto Cerro de San Pedro Minera San Xavier, S.A. de C.V. 184 p.
▪	Behre Dolbear de México, S.A. de C.V. (1997) Estudio de Riesgo Modalidad Análisis Detallado de Riesgo Vol II (Apéndices y Anexos) Proyecto Cerro de San Pedro Minera San Xavier, S.A. de C.V. (400 p. Aprox.)
OTROS ESTUDIOS ANEXOS A LA MIA Y AL EDR	
▪	Estudio de vibraciones sísmicas para determinar velocidad de partículas.
▪	Proyecto de construcción de polvorines y su camino de acceso.
▪	Análisis de efectos no deseados en el uso de explosivos para fragmentar la roca en operaciones mineras.
▪	Análisis de voladura de roca y ruido asociada a las detonaciones de bancos de explotación.
▪	Estudio de resistividad para determinar la presencia de oquedades bajo el templo de San Pedro.
▪	Estudio de tomografía sísmica practicado en los alrededores del Templo de San Pedro.
INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA SOLICITADA POR LA UASLP A LA SEMARNAP	
▪	Minera San Xaver, S.A. de C.V. (1998) Respuesta a la solicitud de información presentada por el INE-UASLP

de fecha 10 de julio de 1998, aprox. 200 p. con planos.

ANEXO II

INFORMACIÓN ADICIONAL REQUERIDA POR LA UASLP A LA SEMARNAP EN JUNIO DE 1998

CONSIDERACIONES	
A.	El papel de la UASLP no es dictaminar sobre si la empresa Minera San Xavier (MSX) puede o no instalarse en Cerro de San Pedro, sino analizar los documentos "Manifestación de Impacto Ambiental" (MIA) y "Estudio Detallado de Riesgo" (EDR) con sus anexos, en términos técnicos y científicos, para determinar si estos documentos cumplen con sus objetivos de despejar dudas razonables sobre los impactos ambientales y los riesgos del proyecto, e infundir confianza al gobierno y al público en general.
B.	La UASLP no se propuso ofrecer información técnica específica adicional a la ofrecida por la empresa sobre la caracterización de los impactos ambientales o los riesgos, ni sobre las posibles medidas de mitigación, compensación o prevención.
C.	La UASLP acordó con la SEMARNAP preparar una lista de información que dicha dependencia podría solicitar a la empresa, en caso de que los documentos presentados requirieran complementarse.
D.	Después de revisar la documentación mencionada en el punto A, se encontró que: <ul style="list-style-type: none"> a) Los documentos presentados por MSX no ofrecen toda la información que sería necesaria para asegurar que se mitigarán o compensarán los impactos ambientales del proyecto, y que se prevendrán sus riesgos agudos y crónicos. En conjunto no logran demostrar que los impactos ambientales y los riesgos estarán bajo control. b) En particular la MIA no cumple con los requisitos de claridad, concreción y coherencia. Además tiene inconsistencias y subestimaciones importantes, sobre todo en lo que respecta a impactos bióticos. No se ofrece una argumentación detallada de la matriz de Leopold que aparece aislada y sin relación orgánica explícita con la información ofrecida en el resto del documento o con referencias bibliográficas especializadas. c) Por lo que respecta al EDR, el riesgo se analiza conforme a escalas cualitativas subjetivas sin respaldo empírico documentado (cálculos, referencias, etc.) y sin detallar las probabilidades y magnitud de las ocurrencias. El documento no analiza los riesgos crónicos. d) La información complementaria que la UASLP propone solicitar a MSX se enlista en el punto E. Se espera que la argumentación que ofrezca la empresa esté apropiadamente sustentada. e) Se requieren compromisos claros por parte de MSX, expresados de tal forma que la autoridad tenga elementos legales para exigir su cumplimiento. Además se debe definir un sistema de supervisión del cumplimiento. Se proponen varias alternativas no necesariamente excluyentes, tales como el establecimiento de un comité <i>ad hoc</i> y las fianzas que fueren necesarias.
INFORMACIÓN REQUERIDA	
E.	Se requiere la siguiente información complementaria: <ol style="list-style-type: none"> 1. Caracterización básica: <ul style="list-style-type: none"> a) Composición química y mineralógica del yacimiento a explotar, aportando además del análisis global, análisis parciales por niveles. Composición química y mineralógica del material que quedará depositado en los terreros, del mineral de mena tal como será enviado a lixiviación y del mineral insoluble que quedará amontonado en los patios de lixiviación, así como un resumen de la variación de la composición del yacimiento en función del plan de minado. b) Estudio hidrogeológico (terminado) que realiza la Facultad de Ingeniería para MSX. c) Resolver incongruencias en la superficie de terreno involucrada en el proyecto y explicar conceptos tales como "área del proyecto", "área de influencia" y "área de impacto".

<p>2. Estudios específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Estudios realizados para definir el Potencial de Generación de Ácidos (PGA) de las rocas y mineral que serán extraídos del tajo y que serán enviados a terreros, y en su caso, sistemas de prevención, monitoreo y control de los efluentes ácidos en tajo, terreros y montones. b) Detalle de la hidrología, litología y geología estructural en el área de patios. c) Detalle de la ingeniería para la impermeabilización en zona de patios y piletas, explicando la estrategia para el monitoreo de eventuales fugas de lixiviados. d) Estudios realizados para definir el tipo de membrana a utilizar y el control al que será sometida durante su instalación y operación (técnicas de unión de la membrana, demostración cuantitativa de resistencia a la ruptura, demostración de ausencia de fugas bajo la presión estática a la que estará sometida, durabilidad, certificación, etc.). e) Estudios con los que se diseñaron las piletas y las bermas para el control de avenidas. f) Distribución de tamaños del material que se manejará en tajos, terreros, circuito de trituración y cribado, y patios, durante el proceso. g) Balance de masa de los metales (oro, plata, zinc, cobre, fierro, arsénico, mercurio, etc) para seguir y analizar la ruta de los iones metálicos de interés, durante el proceso. h) Estudios sobre el cálculo del ruido conforme a las NOM's aplicables. i) Plan Maestro terminado referido en la MIA. 	<p>3. Detalle de los mecanismos de control de calidad de todo el proceso de construcción del proyecto.</p>
<p>4. Plan integral de monitoreo en medio ambiente y riesgos en salud crónicos y agudos, incluyendo los elementos que garanticen la calidad de los análisis realizados. En particular debe incluirse:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Definición de los parámetros de referencia para los límites ambientales considerados como "permisibles" en el EDR (normas oficiales mexicanas, normas internacionales, referencias bibliográficas válidas, etc.) b) Detalle del volumen y manejo de los suelos removidos durante la construcción. c) Detalle del manejo de la flora y fauna afectada durante la construcción y operación. d) Caracterización detallada de las medidas de prevención, monitoreo y control de generación de polvos, incluyendo el equipo para su control (colectores de polvo) dentro de la zona del proyecto, incluyendo quebradoras, cribas y bandas. e) Caracterización del sistema de monitoreo de polvos en las zonas aledañas al proyecto, y su relación con las NOM aplicables al caso. f) Estimaciones de generación, naturaleza química, emisión y dispersión de contaminantes derivados de la retorta, combustibles y fundición producidos por MSX, bajo condiciones climatológicas normales y extremas del Valle de San Luis, específicamente inversiones térmicas, tolvaneras y ráfagas. g) Detalle del tratamiento que recibirán los gases y humos, así como los materiales sólidos y líquidos que se obtienen en el laboratorio, incluyendo programa de control de calidad del laboratorio de análisis químico. 	<p>5. Plan integral de manejo de riesgo y atención a contingencias que incluya aun aquellas que parezcan eventuales. Este plan no debe ignorar:</p>
<ul style="list-style-type: none"> a) Analizar los riesgos crónicos, efectos en cascada y radios de afectación en todas las fases del proyecto. 	

<ul style="list-style-type: none"> b) Detallar medidas de prevención y contingencia en caso de derrames de combustibles o lubricantes. c) Detallar el comportamiento del cianuro de sodio en el proceso, y especificar claramente los riesgos de su uso y manejo, así como las medidas de prevención que disminuyan dichos riesgos y de atención a contingencias. En particular: <ul style="list-style-type: none"> i) Detallar especialmente las estrategias de contingencia en caso de derrames de las piletas de solución cianurada, incluyendo especificaciones sobre lo que se debería hacer en cada caso, cómo y quién intervendrá. ii) Detallar el sistema de detección rápida y confiable de fugas de solución al subsuelo en los patios y en las piletas, así como el procedimiento de contingencia en caso de que ocurra.
<p>6. Plan de cierre:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Detalle de la estrategia de detoxificación de soluciones y residuos de lixiviación. Esto debe incluir la caracterización química de la solución de lavado (incluyendo iones metálicos diferentes al oro y la plata, así como iones no metálicos), la determinación de la toxicidad a través de bioensayos y el detalle del consumo, tratamiento o rehabilitación y disposición del agua utilizada. b) Plan de restauración biótica que integre orgánicamente las medidas de prevención, reducción y remediación de impactos, así como de compensación. Además incluir planes de uso del área al concluir la vida útil del proyecto. c) Estimación de costos del plan de cierre (terrero, mina, montones y en general en toda la operación y en el área del proyecto).
<p>7. Explicación de las condiciones y los criterios bajo los cuales se decidiría utilizar aguas grises, así como sus implicaciones técnicas, ambientales y de riesgo.</p>
<p>8. Explicación detallada de las posibilidades de continuación de la operación minera en la zona más allá del actual proyecto, por parte de la empresa MSX.</p>

ANEXO III: RESUMEN DE LOS CURRICULA VITARUM DE LOS PROFESORES INVESTIGADORES PARTICIPANTES

JUAN ROGELIO AGUIRRE RIVERA	
DATOS GENERALES	<ul style="list-style-type: none"> Nacionalidad: Mexicana. Originario de: Tepic, Nay.
ÁREAS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO	<ul style="list-style-type: none"> Etnobotánica. Sistemas tradicionales de aprovechamiento del suelo y la vegetación. Fitogeografía y domesticación de plantas útiles mexicanas.
FORMACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> 1982-1988: Doctorado: Universidad de Córdoba, España. Grado: Doctor Ingeniero Agrónomo (febrero de 1989) [Botánica agrícola] 1974-1976: Maestría: New Mexico State University. Las Cruces, N. M., EEUU. Grado: Master of Science (agosto de 1976) [Ecología de agostaderos] 1964-1968: Profesional: Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, Méx. Título: Ingeniero Agrónomo Especialista en Zootecnia (febrero de 1971).
EXPERIENCIA	<ul style="list-style-type: none"> 1996 a la fecha: Profesor-Investigador de Tiempo Completo Nivel VI, Instituto de Investigación de Zonas Desérticas. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. San Luis Potosí, S.L.P. Participante en nueve investigaciones por contrato sobre ordenamiento ecológico y aprovechamiento de recursos, y sobre producción agropecuaria. 1995-1996: Investigador Visitante. Instituto de Investigación de Zonas Desérticas. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. San Luis Potosí, S.L.P. 1994-1996: Profesor Investigador Titular. Programa de Botánica. Instituto de Recursos Naturales. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Méx. 1982-1994: Profesor Investigador Adjunto. Centro de Botánica. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México 1977-1982: Investigador. Centro de Botánica. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 1976-1977: Investigador de Tiempo Completo. Instituto de Investigaciones Económicas y Sociales. Universidad Autónoma de Nayarit. Tepic, Nayarit. 1972-1974: Profesor de Tiempo Completo. Sección de Forrajes, Departamento de Zootecnia. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, Méx. 1971-1972: Técnico Investigador. Plan Puebla. Centro Internacional para el Mejoramiento de Maíz y Trigo. Puebla, Puebla. 1969-1970: Ayudante de Investigación. Colegio Superior de Agricultura Tropical. Cárdenas, Tabasco.
PRODUCTIVIDAD Y FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS	<ul style="list-style-type: none"> Autor o coautor de 50 artículos, capítulos de libros o libros. Autor o coautor de 91 resúmenes en memorias de eventos científicos o anuarios institucionales. Director de 23 tesis profesionales de Biología y Agronomía y de 13 tesis de maestría en ciencias. Asesor de cuatro tesis profesionales, 13 de maestría en ciencias y dos de doctorado en ciencias. Ponente de 17 conferencias por invitación.
DISTINCIONES	<ul style="list-style-type: none"> Sistema Nacional de Investigadores. Investigador Nacional. Nivel 1, 1989, 1992, 1995 y 1998.

FERNANDO DÍAZ-BARRIGA	
DATOS GENERALES	<ul style="list-style-type: none"> Nacionalidad: Mexicana. Originario de: Distrito Federal
ÁREAS DE INVESTIGACIÓN, DOCENCIA Y VINCULACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> Salud ambiental y toxicología ambiental. Evaluación de la contaminación en comunidades específicas. Metodologías para la evaluación de riesgo en salud.
FORMACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> 1983: Maestría en Biología Celular, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, Departamento de Biología Celular, México. 1986: Doctorado en Biología Celular, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, Departamento de Biología Celular, México.
EXPERIENCIA	<ul style="list-style-type: none"> 1996 a la fecha: Jefe del Departamento de Biología Celular, Facultad de Medicina, UASLP. 1988-1996: Coordinador del Laboratorio de Toxicología Ambiental, Facultad de Medicina, UASLP. 1986 a la fecha: Profesor Investigador de Tiempo Completo Nivel VI, Facultad de Medicina, UASLP.
PRODUCTIVIDAD Y FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS	<ul style="list-style-type: none"> En los últimos cuatro años ha presentado 51 trabajos o ponencias en reuniones nacionales o internacionales, y ha publicado 32 artículos en revistas internacionales con comité editorial. 8 tesis dirigidas de licenciatura, maestría y doctorado. 2 libros sobre metodologías para la evaluación de riesgo en salud. Un tercero ha sido aceptado para su publicación por parte de la Organización Panamericana de la Salud.
PROYECTOS Y CURSOS RECIENTES	<ul style="list-style-type: none"> 16 cursos en el área de evaluación de riesgo ambiental. Proyecto: Contaminación en comunidades indígenas. Exposición a plaguicidas en comunidades huicholas. Proyecto: Análisis de la contaminación por compuestos tóxicos en el acuífero de la Ciudad de San Luis Potosí (contaminación por ftalatos). Proyecto: Efectos en la salud en niños expuestos a metales pesados en la Cd. de San Luis Potosí. Programa Multinstitucional de Toxicología Ambiental. Programa Nacional de evaluación de riesgos en zonas mineras. Fase 1: Región Centro. Proyecto: Riesgos reproductivos en individuos expuestos a contaminantes químicos. Proyecto: Priorización de zonas metalúrgicas contaminadas, utilizando criterios de salud. Estudio en la Cd. de San Luis Potosí. Proyecto: Toxicología Clínica. Fundación Miguel Alemán.
DISTINCIONES	<ul style="list-style-type: none"> Miembro del Sistema Nacional de Investigadores, Nivel I. 1998: Miembro del Comité Planificador para el Informe Global sobre Disruptores Endócrinos, Organización Mundial de la Salud (OMS). 1997: Miembro asesor del Consejo Potosino de Ciencia y Tecnología, Gobierno del Estado de San Luis Potosí. 1997 y 1998: Miembro del Comité de Evaluación del Área de Recursos Naturales, CONACyT, Sistema de Investigación Miguel Hidalgo. 1996: Asesor de la Agencia para las Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades del Departamento de Salud Pública de los Estados Unidos (ATSDR).

	<ul style="list-style-type: none"> 1995: Representante del sector académico por el Estado de San Luis Potosí ante el Consejo Consultivo Regional para el Desarrollo Sustentable del Gobierno Federal, SEMARNAP. 1995: Miembro del Comité de Evaluación del Área de Salud, CONACyT, Sistema de Investigación Miguel Hidalgo. 1994 a la fecha: Consultor de la Organización Panamericana de la Salud (OPS), OMS, Estados Unidos.
COLABORACIONES	<ul style="list-style-type: none"> Con el Dr. Aaker Bergman de la Universidad de Estocolmo, Suecia. Con la Dra. Patricia Ostrosky del Instituto de Investigaciones Biomédicas, UNAM. Con el Dr. Roberto Rico de la Universidad Autónoma de Aguascalientes. Con el Dr. Huberto Gómez de la Facultad de Química de la UNAM. Con el Dr. Víctor Borja del Centro Nacional de Salud Ambiental, Secretaría de Salud, México. Con el Dr. Luis Galvao de la Organización Panamericana de la Salud, Washington, Estados Unidos. Se brinda apoyos de investigación a las Universidades Autónomas de Baja California, Chihuahua, Guerrero, Zacatecas, Querétaro y Chiapas.
ASOCIACIONES A QUE PERTENECE	<ul style="list-style-type: none"> <i>Society of Toxicology</i> (Estados Unidos) <i>International Society for Fluoride Research</i> <i>International Society for Environmental Epidemiology</i>
LUISA MA. FLORES VÉLEZ	
DATOS GENERALES	<ul style="list-style-type: none"> Nacionalidad: Mexicana Originaria de: Distrito Federal
AREAS DE INVESTIGACION, DOCENCIA Y VINCULACION	<ul style="list-style-type: none"> Estudio de la interacción de metales pesados y no metales con constituyentes del suelo y sedimentos. Especiación de sustancias inorgánicas contaminantes presentes en el suelo. Estudio de residuos sólidos y su interacción con suelos, sedimentos y agua. Estudio del transporte de metales y no metales en suelos.
FORMACION	<ul style="list-style-type: none"> 1996: Doctorado en Ciencias y Técnicas del Medio Ambiente, Universidad París XII, Francia. Tesis: Especiación de cobre en suelos contaminados. Mención: Muy Honorable. 1992: Diploma de Estudios Superiores (DEA) Ciencias Técnicas del Medio Ambiente. Universidad París XII. Tesis: Estudio preliminar sobre la contaminación con metales pesados en suelos agrícolas. Mención: Bien. 1992: Maestría en Ciencias Químicas (Química Analítica) Facultad de Química, UNAM. Tesis: "Método de especiación de Cr(III) y Cr(VI) \ para extractos de suelo con altos contenidos de materia orgánica natural". 1988: Licenciatura en Química, Facultad de Química, UNAM. Tesis "Complejos de Cr(III) con una amina secundaria tetradentada", que obtuvo el premio a la Mejor Tesis en Química Inorgánica 1988, otorgado por la Academia Mexicana de Química Inorgánica. Tercer promedio de la generación. Graduada con Mención Honorífica.
EXPERIENCIA	<ul style="list-style-type: none"> Profesor de asignatura 1986-1990 en Facultad de Química de la UNAM. Personal de apoyo en el Laboratorio de Análisis Físicoquímicos del Ambiente en el Instituto de Geografía, UNAM 1988-1992. Profesor Investigador de la Facultad de Ciencias Químicas, UASLP desde 1997. Cátedra impartida en la carrera de Ingeniería: Ingeniería Ambiental desde 1997. Cátedra impartida en la maestría en Ingeniería Química: Química del Agua desde 1997.
PRODUCTIVIDAD Y	<ul style="list-style-type: none"> 10 artículos en revistas nacionales e internacionales.

FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS	<ul style="list-style-type: none"> 10 presentaciones en foros nacionales e internacionales.
DISTINCIONES	<ul style="list-style-type: none"> Mención Honorífica en la Licenciatura en Química, Facultad de Química, UNAM. Mejor tesis de Licenciatura de la Academia Mexicana de Química Inorgánica. Beca CONACYT en la maestría Beca CEFI-CONACYT en el doctorado Repatriada por CONACYT Miembro del Sistema Nacional de Investigadores desde 1997.
COLABORACIONES	<ul style="list-style-type: none"> Con la Dra. Françoise ELSASS investigadora de la <i>Unité Science du Sol, Institut de la Recherche Agronomique, Versailles</i>. Con el Dr. Daniel Thevenot investigador de la UFR de <i>Science et Technologies</i> de la <i>Université Paris XII Val de Marne</i>. Con la Dra. Silke Cram investigadora del Laboratorio de Electroquímica Analítica y Química en Disolución, de la Facultad de Química, UNAM. Con el Dr. Alejandro Baeza investigador del Laboratorio de Análisis Físicos y Químicos del Ambiente del Instituto de Geografía, UNAM.
ASOCIACIONES A QUE PERTENECE	<ul style="list-style-type: none"> Instituto Nacional de Geoquímica, A.C. <i>Soil Science Society of America</i> <i>International Society of Soil Science</i>
GUILLERMO LABARTHE HERNÁNDEZ	
DATOS GENERALES	<ul style="list-style-type: none"> Nacionalidad: Mexicana. Originario de: San Luis Potosí, S.L.P.
ÁREAS DE INVESTIGACIÓN, DOCENCIA Y VINCULACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> Cartografía geológica Volcanismo físico Asesoría geológica a la industria minera.
FORMACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> 1957: Ingeniero Geólogo, Escuela Nacional de Ingenieros, Universidad Nacional Autónoma de México.
EXPERIENCIA	<ul style="list-style-type: none"> 1982 a la fecha: Investigador de Tiempo Completo del Instituto de Geología, UASLP. 1965-1969: Director de la Facultad de Ingeniería de la UASLP. 1965-1982: Investigador de Tiempo Parcial del Instituto de Geología, UASLP. 1977-1982: Geólogo consultor, principalmente en exploración y desarrollo para Materias Primas Monterrey (cuarzo y feldespato); Las Encinas, S.A. (Mineral de hierro en la Costa del Pacífico). 1969-1977: Geólogo y superintendente de mina. Minerales Pennsalt. Exploración y desarrollo en minas de fluorita en México y los Estados Unidos. 1965-1969: Geólogo consultor. Principalmente para las Encinas, S.A. (Mineral de hierro) y Minerales Pennsalt (fluorita). 1958-1964: Geólogo y Jefe de Geólogos. Las Encinas S.A. Geología geofísica y evaluación de yacimientos feríferos en la Costa de Jalisco, Colima y Michoacán. 1957: Geólogo Asistente. Instituto Nacional para la Investigación de Recursos Minerales. Geología y geofísica en yacimientos ferríferos en el área de Pihuamo, Jal.
PRODUCTIVIDAD	<ul style="list-style-type: none"> 35 investigaciones concluidas y publicadas.

PROYECTOS Y CURSOS	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cartografía geológica 1:50,000 principalmente en rocas volcánicas terciarias. ▪ Asesoría geológica a la Industria Minera: Sidermex en Cerro de Mercado, Dgo.; La Perla Chih.; Hércules, Cuah.; La Huerta, Jal.; Las Truchas, Mich.; Materias Primas Monterrey, Industrias Peñoles, Minas de San Luis, Cal Nayarit, Cia. Minera y Refinadora Mexicana, Cia. Minera Miquihuana y Caminos y Urbanizaciones del Centro. ▪ Profesor de Geología de Yacimientos Minerales, 1965-1970, UASLP ▪ Profesor de Fotogeología, 1965-1974, UASLP ▪ Profesor del curso sobre "Rocas Volcánicas" impartido en la Universidad Autónoma de Baja California Sur; en la UASLP; en La Perla, Chih.; en El Realito, Gto. y en Las Truchas, Mich.
DISTINCIONES	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Profesor emérito de la UASLP, 1995. ▪ Académico de Número de la Academia Mexicana de Ingeniería. ▪ Premio Nacional de Geología expedido por la Asociación de Ingenieros de Minas, Metalurgistas y Geólogos de México, 1981. ▪ Mención honorífica expedida por la UNAM en el trabajo recepcional, 1958.
ALEJANDRO LÓPEZ VALDIVIESO	
DATOS GENERALES	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nacionalidad : Mexicana ▪ Originario de: Juchitán, Oax.
AREAS DE INVESTIGACIÓN, DOCENCIA Y VINCULACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Procesamiento de Minerales en áreas de Concentración y Lixiviación de minerales. ▪ Recuperación de metales de desechos sólidos y efluentes. ▪ Eliminación de elementos contaminantes de efluentes.
FORMACION	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 1988 : Doctorado en Ciencias en Ingeniería de Minerales. University of California, Berkeley, Cal., EEUU. ▪ 1980 : Maestría en Ciencias en Metalurgia. South Dakota School of Mines and Technology. Rapid City, S.D., EEUU. ▪ 1975: Licenciatura en Ingeniería Metalúrgica. Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas-Instituto Politécnico Nacional.
EXPERIENCIA ACADÉMICA	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 1998- : Asesor del Programa de Metalurgia- Facultad de Ciencias Químicas- Universidad de Colima, Colima, Col. ▪ 1995 : Evaluador de Proyectos Técnicos del SHIGO-CONACyT. ▪ 1995: Profesor Invitado. Department of Mining and Mineral Engineering- University of British Columbia, Vancouver, Canadá. ▪ 1990-94 : Jefe de Area en Metalurgia Extractiva. Instituto de Metalurgia- Universidad Autónoma de San Luis Potosí. ▪ 1990- : Evaluador de Proyectos Técnicos de CONACyT. ▪ 1988 a la fecha: Profesor Investigador Nivel VI. Instituto de Metalurgia- Universidad Autónoma de San Luis Potosí. ▪ 1988-1991 :Profesor Asociado en el Posgrado de Ingeniería Metalúrgica de la Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas-Instituto Politécnico Nacional. ▪ 1988-1998: Desarrollo de actividades de docencia en Facultad de Ingeniería- UASLP, Facultad de Ciencias Químicas-UASLP y Departamento de Metalurgia, Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas-Instituto Politécnico Nacional. Cursos impartidos : Hidrometalurgia, Procesamiento de Minerales, Fenómenos Interfaciales, Coloides. ▪ 1977: Profesor Asistente en el Departamento de Metalurgia de la Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas-Instituto Politécnico Nacional.

EXPERIENCIA INDUSTRIAL	<p>1988-1998 : Asesor Técnico en Mejoras de Proceso en Minerales en:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Negociación Minera Sta. María de la Paz y Anexas, S.A. de C.V. Eliminación de arsénico de concentrado de plomo-plata. Mejoramiento de calidad de concentrado de cobre. ▪ Minera Namiquipa, S.A. de C.V. Recuperación de plomo, plata y zinc de minerales oxidados. ▪ Cía. Minera Las Cuevas, S.A. de C.V. Mejoramiento de calidad de concentrado de fluorita. Eliminación de sílice, carbonatos, arsénico y fósforo. ▪ Minerales de Bolaños, S.A. de C.V. Mejoramiento de calidad de concentrado de plomo-plata. Recuperación de plomo-plata de Jales de flotación. ▪ Minera El Pilón, S. A. de C.V. Disminución de costos y mejoramiento de recuperación de oro-plata en proceso de lixiviación de oro-plata con cianuro de sodio. ▪ Sevicios Industriales Peñoles, S. A. de C.V. Mejoramiento de calidad de concentrado de oro-plata-plomo en proceso de flotación y mejora de calidad de precipitado de oro-plata en proceso de cianuración en Minera La Ciénega, S.A. Recuperación de zinc de colas de flotación de oro-plata-plomo en Minera La Ciénega, S.A. Recuperación de zinc de colas de flotación de plomo-plata en Cía Fresnillo, S.A. ▪ Minera Río Tinto, S.A. de C.V. Recuperación de plata de minerales finamente diseminados. ▪ Minera TTT, S.A. de C.V. Recuperación de oro por cianuración de minerales en piletas. ▪ Productora de Cospeles, S.A. de C.V. Recuperación de cobre de desechos de decapado de cospeles. ▪ Miembro del Consejo Directivo de Process Tek, S.A. de C.V. ▪ 1977: Asistente de Superintendente de Planta Concentradora. Negociación Minera Santa María La Paz y Anexas, S.A. de C.V.
PRODUCTIVIDAD Y FORMACION DE RECURSOS HUMANOS	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Autor de más de 50 publicaciones técnicas nacionales e internacionales en áreas de concentración de minerales, lixiviación de minerales, tratamiento de aguas y de desechos sólidos. ▪ Asesor de 15 tesis profesionales en Ingeniería Química e Ingeniería Metalúrgica. ▪ Asesor de 5 tesis de Maestría en Ciencias en Ingeniería Química e Ingeniería Metalúrgica.
PROYECTOS Y CURSOS	<p>Principales proyectos de investigación:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Mejoramiento de calidad de concentrados metálicos. ▪ Eliminación de arsénico de concentrados metálicos. ▪ Eliminación de compuestos tóxicos por compuestos biodegradables en la concentración de minerales por flotación. ▪ Eliminación de cianuro de sodio por tiosulfato de sodio en la lixiviación de minerales de oro y plata. ▪ Recuperación de cromo de desechos sólidos como compuestos comerciales de cromo. ▪ Eliminación de fluoruros en aguas de consumo humano. ▪ Uso Industrial de desechos de anhidrita.
PATENTES	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 1994. Eliminación de arsénico de concentrado de fluorita por tostación. ▪ 1994. Eliminación de fósforo y sílice de concentrado de fluorita por lixiviación ácida.
DISTINCIONES	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 1998: Sistema Nacional de Investigadores. Nivel I. ▪ 1985, 1989: Premio Medalla de Oro por mejor artículo técnico en Metalurgia. Asociación de Ingenieros de Minas, Metalurgistas y Geólogos de México, A.C. ▪ 1980-1985: Beca Jane Lewis para estudios de Doctorado en Ingeniería de

	<p>Minerales. <i>University of California, Berkeley</i>. EEUU</p> <ul style="list-style-type: none"> 1980: Miembro de la Sociedad de Ingeniería Tau Beta Pi, EEUU. 1980: Premio Atlantic Richfield, por excelencia académica y de investigación en estudios de Maestría en Ciencias, <i>South Dakota School of Mines and Technology</i>. EEUU. 1975: Medalla Mejores Estudiantes de México otorgada por CONACyT-Diario de México, por mejor promedio en la generación 1971-1975 en el programa de Ingeniería Metalúrgica.
PEDRO MEDELLÍN MILÁN	
DATOS GENERALES	<ul style="list-style-type: none"> Nacionalidad: Mexicana Originario de: Cd. Valles, SLP Dirección de correo electrónico: medellin@mexicomail.com; pmedelli@slp1.telmx.net.
ÁREAS DE INVESTIGACIÓN, DOCENCIA Y VINCULACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> Desarrollo de tecnologías sostenibles con énfasis en el manejo y tratamiento de aguas y la producción. Gestión Ambiental Ecología industrial
FORMACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> 1976: Doctorado en Ingeniería Química Universidad <i>Washington en St. Louis</i>, EEUU. 1970: Maestría en Ingeniería Química Universidad de Houston, EEUU. 1965: Licenciatura en Ingeniería Química, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP).
EXPERIENCIA	<ul style="list-style-type: none"> 1993-1997: Coordinador General de Ecología y Gestión Ambiental, del Gobierno del Estado de San Luis Potosí 1986-1993: Secretario Académico de la UASLP 1981-1986 Profesor Investigador de Tiempo Completo Facultad de Ciencias Químicas, UASLP 1977-1981: Profesor por Horas de la Facultad de Ciencias Químicas, UASLP. 1977-1981: Gerente de Ingeniería. Diseño de equipos y plantas químicas, Equiproceso, S.A.
PRODUCTIVIDAD Y FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS	<ul style="list-style-type: none"> Autor de 40 publicaciones nacionales e internacionales 8 tesis dirigidas Autor de 22 informes técnicos, documentos y propuestas institucionales Autor de 30 publicaciones de divulgación Autor de 47 ponencias y trabajos presentados en congresos: 21 diseños de equipos, instrumentos, procesos y/o patentes. Varias conferencias, mesas redondas, seminarios, y organización de eventos.
PROYECTOS Y CURSOS RECIENTES	<ul style="list-style-type: none"> Catedrático a nivel posgrado: "Evaluación de Impacto Ambiental" y "Deterioro y Contaminación de Recursos Naturales", Maestría en Hidrosistemas, Facultad de Ingeniería, UASLP; "Medio Ambiente y Arquitectura", Maestría en Arquitectura, Facultad del Hábitat, UASLP. Catedrático a nivel licenciatura: Curso de Ingeniería Ambiental. carrera de Ingeniería Química, Fac. de Ciencias Químicas, UASLP. Responsable del proyecto de investigación "Sistemas de potabilización de agua para comunidades pequeñas", financiado por el SIHGO.CONACyT Instructor de cursos de actualización profesional: "Instrumentos de Gestión Ambiental", 30 hs, UASLP, 1997; "Ecología", 30 hs, UASLP, 1991; "Ecología", UASLP, 30 hs, 1992.

	<ul style="list-style-type: none"> En preparación curso "Gestión Ambiental" para el doctorado en Ingeniería Química, Fac. de C. Químicas, UASLP.
DISTINCIONES	<ul style="list-style-type: none"> 1998: Miembro del Comité de Evaluación del Área de Recursos Naturales, CONACyT, Sistema de Investigación Miguel Hidalgo. 1994-1997: Miembro del Consejo Consultivo Nacional sobre Desarrollo Sustentable, 1994-1997: Miembro del Consejo Consultivo Regional Sobre Desarrollo Sustentable, 1992: Presidente del Colegio Universitario de Ciencias y Artes, 1988 y 1991: Premio Francisco Estrada en Ciencias, 1er. lugar, 1988; 2do. lugar 1991. Gobierno del Estado de San Luis Potosí 1989: Reconocimiento a la labor ambiental en el Estado de San Luis Potosí, Gobierno del Estado de San Luis Potosí 1976: <i>Research Fellowship de la Alcoa Corporation, St. Louis, Mo.</i> para obtener el grado de D.S.C. en Ingeniería Química. Ene 1974-Mayo. 1973: <i>Research assistantship de la Universidad Washington, St. Louis, Mo.</i> para obtener el grado de D. S. C. en Ingeniería Química. Mayo 1970-Dic. 1969: <i>OAS Scholarship de la Organización de Estados Americanos</i> para obtener el grado de M.S.C. en Ingeniería Química. Ene 1969-Dic. 1970: <i>Fellowship de la Universidad de Houston, Houston Tex.,</i> para obtener el grado de M.S.C. en Ingeniería Química. Ene 1968-Mayo. 1965: "Mejor alumno de la generación 1960-65" UASLP.
COLABORACIONES	<ul style="list-style-type: none"> Con el Departamento de Minería y Procesamiento de Minerales de la Universidad de Columbia Británica, Vancouver, Canadá. Con el Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico de Servicios Industriales Peñoles, S.A.
ASOCIACIONES A QUE PERTENECE	<ul style="list-style-type: none"> Asociación Mexicana de Investigación y Docencia en Ingeniería Química, A.C. Colegio Universitario de Ciencias y Artes, A.C. Federación Mexicana de Ingeniería Sanitaria y Ciencias Ambientales. A.C. Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos, A.C. International Association of Water Quality Sociedad Mexicana de Ingeniera Sanitaria y Ambiental, A.C.
RICARDO MEDINA CERDA	
DATOS GENERALES	<ul style="list-style-type: none"> Nacionalidad: Mexicana. Originario de: San Luis Potosí, S.L.P., Dirección Electrónica: medinari@deimos.tc.uaslp.mx
ÁREAS DE INVESTIGACIÓN, DOCENCIA Y VINCULACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> Ciencia de materiales curtiertes. Análisis de procesos químicos. Elaboración de estudios de análisis de riesgo ambiental y Programas de Prevención de Accidentes (PPA).
FORMACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> 1996: Diplomado Básico en Fundamentos de Gestión Ambiental y Ecología, del Programa INE/SEMARNAP-Gob. del Edo.-UASLP Universidad Autónoma de San Luis Potosí, S.L.P. 1994: Estudios de Especialización en: Evaluación y Manejo de Riesgos del <i>International Life Sciences Institute</i> bajo el programa de la <i>Environmental Protection Agency</i> (EPA/EEUU) y la Organización Panamericana de la Salud (OPS). Edo. de México, 1996., así como de Análisis de Riesgo Ambiental en el Centro de Calidad Ambiental del ITESM-Campus México, en el programa INE-SEDESOL/ENVIRONMENT CANADA/ITESM México D.F. 1988: Escuela de

	<p>Verano en Ingeniería Química, Termodinámica, Procesos de Separación, Transferencia de Masa, y Métodos Numéricos. Centro de Investigación y Estudios de Posgrado, Fac. de Química de la UASLP.</p> <ul style="list-style-type: none"> 1981-1985: Ingeniería Química. Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de San Luis Potosí S.L.P.
EXPERIENCIA	<ul style="list-style-type: none"> 1996 a la fecha: Secretario Académico de la Facultad de Ciencias Químicas. 1996 a la fecha: Profesor Investigador Tiempo Completo nivel III de la Facultad de Ciencias Químicas. 1994- a la fecha: Coordinador del Programa Institucional de Vinculación de la F.C.Q. 1990 - 1996: Profesor Asignatura (40 Hrs) en la Facultad de Ciencias Químicas de la UASLP, impartiendo los cursos de Matemáticas, Balances de Materia y Energía, Estequiometría Industrial e Ingeniería Ambiental, en la Facultad de Ciencias Químicas de la UASLP, y el ITESM Campus San Luis. 1989 - 1994: Ingeniero de Diseño y Venta de equipo para el tratamiento de desechos contaminantes del Grupo Industrial Alcop de Puebla S.A. de C.V. 1987-1994: Asistente de investigación del Centro de Investigación y Estudios de Posgrado de la Facultad de Ciencias Químicas de la UASLP. en áreas de ciencia de materiales curtientes, análisis de procesos químicos e Ingeniería Ambiental. 1986 - 1989: Ingeniero de Producción de las áreas de rivera, curtición, teñido y engrase de la Curtiduría y Tenería Antonio Barral Pontones S.A. de C.V. 1983 - 1986: Depto. de Distribución y Consumo, Taller de reparación de equipo de la Transportadora Petroquímica del Potosí, S.A. de C.V.
PRODUCTIVIDAD Y FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS	<ul style="list-style-type: none"> 19 ponencias de trabajos técnicos referidos a ciencias de materiales y medio ambiente en diversos foros y congresos nacionales e internacionales. 12 publicaciones nacionales y 3 internacionales 3 Trabajos de Tesis de Licenciatura asesoradas
PROYECTOS Y CURSOS RECIENTES	<ul style="list-style-type: none"> Impartición del Curso-Taller de ciencia de materiales curtientes en la Universidad Autónoma de Hidalgo y la Impartición del Curso-Taller sobre Análisis de Riesgo e Impacto Ambiental del programa de capacitación en gestión ambiental y ecología en la UASLP. Coordinador por la Facultad de Ciencias Químicas del Programa de Capacitación en Gestión Ambiental y Ecología, apoyado por el Banco Mundial dentro del Programa Ambiental de México (PAM I). Responsable de 4 proyectos de investigación apoyados por diversas organismos e instituciones nacionales. Diversas Asesorías Industriales en el área de análisis físico-químicos y caracterización de muestras de procesos, diseño y mejoramiento de procesos químicos y en la elaboración de estudios de riesgo ambiental, programas de prevención de accidentes y cursos de capacitación para el área química, (entre las últimas 3M México S.A. de C.V y Cummins S.A. de C.V.)
DISTINCIONES	<ul style="list-style-type: none"> 2º Lugar en la presentación de trabajos técnicos modalidad de poster, del XVII Encuentro Nacional de la Academia Mexicana de Investigación y Docencia en Ingeniería Química, (AMIDIQ) Puerto Vallarta, Jal. 1996 Miembro de la Comisión Estatal de Ecología del Gob. del Edo., y Consejero de la subcomisión de educación y promoción ambiental (1995-1997) Miembro Titular de la Subcomisión Mixta de Higiene y Seguridad de la UASLP. (1993 1998)
COLABORACIONES	<ul style="list-style-type: none"> Visita de expertos europeos en materia de medio ambiente. Coordinación general de ecología y gestión ambiental del Gob. Del Edo., San Luis Potosí, S.L.P., (Septiembre 1993).

	<ul style="list-style-type: none"> Proyecto de viabilidad para instalación de planta en San Luis Potosí, <i>ZENECA Ag PRODUCTS Bayport Tx, Helena Chemical Co. West Arkansas Sanders Companies Cleveland Chemical Co. MEMPHIS TENN. EEUU.</i> [1994].
ASOCIACIONES A QUE PERTENECE	<ul style="list-style-type: none"> Federación Mexicana de Ingeniería Sanitaria y Ciencias Ambientales, A.C. Academia Mexicana de Investigación y Docencia en Ingeniería Química, A.C.
JOEL MILÁN NAVARRO	
DATOS GENERALES	<ul style="list-style-type: none"> Nacionalidad: Mexicana Originario de: San Luis Potosí
ÁREAS DE INVESTIGACIÓN, DOCENCIA Y VINCULACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> Análisis Digital de Imágenes de Satélite Sistemas de Información Geográfica Ordenamiento Ecológico Asignaturas impartidas: Geología de México, Vulcanología, Seminario de Orientación, Geología del Carbón, Geotectónica.
FORMACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> 1978-1979: Postgrado en Exploración y Valorización de los Recursos Minerales, Instituto Politécnico de La Lorena, Escuela de Geología, Nancy, Francia. 1968-1973: Ingeniero Geólogo Facultad de Ingeniería, UASLP Asistencia a 26 cursos disciplinarios de carácter nacional e internacional desde 1972 a 1997. Asistencia a 16 congresos y reuniones de carácter nacional e internacional desde 1976 a 1996.
EXPERIENCIA	<ul style="list-style-type: none"> 1985-a la fecha: Profesor investigador V en la Facultad de Ingeniería. 1994-1997: Director de Ordenamiento Ecológico, Coordinación General de Ecología y Gestión Ambiental, San Luis Potosí, S.L.P. 1985-1993: Coordinador Académico de la Carrera de Ingeniero en Recursos Energéticos. 1991-1994: Coordinador de la Maestría en Hidrogeología. 1991- a la Fecha: Encargado del Laboratorio de Análisis Digital de Imágenes y Sistemas de Información Geográfica. 1993-a la fecha: Jefe de Área de Ciencias de la Tierra. 1980-1984: Jefe de Departamento de Geología de la Subgerencia de Construcción de la Comisión Federal de Electricidad (CFE). 1973-1980: Jefe de Sección, Jefe de Oficina y Jefe de Departamento en diferentes periodos en Cetenal-Detenal. Secretaría de la Presidencia, -Secretaría de Programación y Presupuesto, México, D.F.
PRODUCTIVIDAD Y FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS	<ul style="list-style-type: none"> 5 tesis asesoradas. 8 reportes de investigación desde 1979 a 1996. 8 ponencias en eventos nacionales e internacionales. 8 artículos en memorias y revistas. 3 libros editados de 1987 a 1991. Organización de 13 simposiums, reuniones y cursos de carácter nacional e internacional de 1990 a 1997.
PROYECTOS Y CURSOS	<ul style="list-style-type: none"> 1998: Coordinador en el proyecto de la carta Geológico-Minera de la "Hoja Mante", en el Estado de Tamaulipas, en convenio con CRM. 1997: Coordinador en el proyecto Sistemas de Información de Catastro Minero del Estado. Convenio con la Dirección de Fomento Minero de Gobierno del Estado. 1997: Coordinador en el Proyecto Sistemas de Información Geográfica para la consulta de la encuesta empresarial de la Ciudad de San Luis Potosí. Convenio con IPAC y CANACINTRA.

	<ul style="list-style-type: none"> 1997: Coordinador del Estudio Geológico para el Proyecto "Síndrome de Piedra" en el Estado de Jalisco. Cía. Minera Lluvia de Oro, S.A. de C.V. 1996: Proyecto de Sistemas de Información Geográfica realizado al SIAPAS. 1994: Proyectos "Módulo de Información de la red de distribución de agua potable (Digitalización red de agua potable)", "Proyecto de caracterización de las descargas de agua residual de la ciudad capital", "Proyecto para fijar condiciones particulares de descarga, a la red de drenaje municipal de las empresas de la zona industrial". Convenio SIAPAS-SEDESOL-Facultad de Ingeniería. 1993: Coordinador del Proyecto "FORLON". Geología a semidetalle. Convenio de Estudios con Gerencia de Exploración de PEMEX-UASLP. 1993: Proyecto "Definición de Metodologías que permiten la identificación de características Geológico-Estructurales". Convenio entre Centro Científico de IBM de México, S.A. y el Área de Ciencias de la Tierra de la Facultad de Ingeniería de la UASLP. 1992: Proyecto "Selección de Sitios probables para la ubicación de confinamientos controlados para residuos industriales peligrosos". Convenio UASLP-SEDUE Estatal 1992-1993.
DISTINCIONES	<ul style="list-style-type: none"> Miembro de los "Comités Académicos" de la Facultad de Ingeniería de la UASLP. 1994-1996. Beca al Desempeño Académico 1990-1994 (SEP) Facultad de Ingeniería de la UASLP. Apoyo por parte de DETENAL (SPP) para estudiar el posgrado en el extranjero 1978-1979. Becario CONACyT 1978-1979. Diploma al "Profesionalismo en el desarrollo de sus labores". Otorgado por Comisión de Estudios de Territorio Nacional (CETENAL) de la Secretaría de la Presidencia de la República, Octubre de 1975.
ASOCIACIONES A QUE PERTENECE	<ul style="list-style-type: none"> Colegio de Ingenieros Geólogos Sociedad Geológica Mexicana Asociación de Ingenieros de Minas, Metalurgistas y Geólogos de México, A.C.
MARCOS GUSTAVO MONROY FERNÁNDEZ	
DATOS GENERALES	<ul style="list-style-type: none"> Nacionalidad: Mexicana. Dirección de correo electrónico: monroyma@deimos.tc.uaslp.mx
AREAS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO	<ul style="list-style-type: none"> Biohidrometalurgia (Procesamiento biológico de minerales, residuos y efluentes), Medio Ambiente en la Minería y de la Mineralogía Aplicada a Procesos Metalúrgicos. Principales proyectos de investigación dirigidos actualmente en la UASLP: "La degradación biológica de cianuro contenido en residuos y efluentes generados por la industria minera" y "Predicción, prevención y control de la generación del drenaje ácido asociado a operaciones mineras"; financiados por CONACyT, Industrias Peñoles (México) y el Grupo Noranda (Canadá). Otros proyectos dirigidos: caracterización mineralógica de yacimientos de oro, plata y metales base para el Grupo Peñoles, los cuales son realizados en su Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico.
FORMACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> 1993: Doctorado Opción "Geociencias y Materias Primas" de la <i>Escuela Nacional Superior de Geología Aplicada</i> asociada al <i>Instituto Nacional Politécnico de Lorraine</i>, en Nancy, Francia. El tema de trabajo doctoral trató sobre el tratamiento biológico de minerales auríferos refractarios de baja ley en sistemas de lixiviación en montones. El jurado de Doctorado otorgó Mención Honorífica.

	<ul style="list-style-type: none"> 1987: Diploma de Estudios Superiores en "Valorización de los Recursos del Subsuelo" del <i>Centre d'Enseignement Supérieur en Exploration et Valorisation des Ressources Minérales</i> (C.E.S.E.V.) de la <i>Escuela Superior de Geología Aplicada</i> de Nancy, Francia. Los estudios de especialidad incluyeron investigaciones sobre Mineralogía Aplicada a las operaciones de lixiviación de oro en montones. 1984: Licenciatura en Ingeniería Geológica de la <i>Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura - Instituto Politécnico Nacional</i> (México). Mención especial otorgada por el Jurado Calificador por trabajo de tesis e historial académico.
EXPERIENCIA	<ul style="list-style-type: none"> Jefe del Área de Metalurgia Extractiva del mismo Instituto de Metalurgia desde 1995. Además, responsable del Laboratorio de Biohidrometalurgia en el mismo Instituto. Profesor - Investigador Nivel VI del Instituto de Metalurgia de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí desde agosto de 1993 Profesor del Posgrado en Geología Económica y Minera impartido en la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura del Instituto Politécnico Nacional (México, D.F.). Microscopista del Centro Experimental México de la Comisión de Fomento Minero (México, D.F.), en los periodos junio 1981 a junio 1986 y agosto 1987 a agosto 1989. Ahí realizó estudios de Mineralogía Aplicada a la Prospección Geológica de Yacimientos Minerales y al Beneficio de Minerales.
PUBLICACIONES, Y FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS	<ul style="list-style-type: none"> 40 artículos en revistas nacionales e internacionales. 50 presentaciones en foros nacionales e internacionales. Director de tesis de maestría (3) y licenciatura (5) en la UASLP y otras universidades nacionales (UANL, UANI) e internacionales (UBC).
CURSOS Y PROYECTOS RECIENTES	<ul style="list-style-type: none"> Cátedras impartidas desde 1993: Hidrometalurgia II en la Facultad de Ingeniería; Mineralogía y Caracterización de Minerales en la Facultad de Ciencias Químicas. Otros cursos impartidos desde 1993: Hidrometalurgia para alumnos de la Maestría en Ingeniería Química opción Hidrometalurgia de la Facultad de Ciencias Químicas.
DISTINCIONES	<ul style="list-style-type: none"> 1993 a la fecha: miembro del Sistema Nacional de Investigadores. Medalla a los Mejores Estudiantes de México otorgada por CONACyT y el Diario de México, así como del Diploma Lázaro Cárdenas otorgado por el Instituto Politécnico Nacional. 1989: <i>Diplome D'etudes Approfondies</i> en "Geociencias y Materias Primas" del <i>Instituto Nacional Politécnico de Lorraine</i>, Nancy, Francia, por su historial académico y experiencia profesional. 1986-1987: Becario del Ministerio de la Industria del Gobierno de Francia para realizar estudios de especialidad en Nancy, Francia.
COLABORACIONES	<ul style="list-style-type: none"> Con el <i>Department of Mining and Mineral Processing</i> y el <i>Department of Metals and Materials Engineering</i> de la Universidad de Columbia Británica (Vancouver, B.C., Canada) Con el <i>Centre de Pédologie Biologique</i>, C.N.R.S. (Nancy, Francia) Con el Laboratorio de Electroquímica, Área de Química, Universidad Autónoma Metropolitana - Iztapalapa (México, D.F.) Con el Laboratorio de Genética y Biología Molecular de Microorganismos, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León (Monterrey, N.L.).

ASOCIACIONES DE LAS QUE ES MIEMBRO	<ul style="list-style-type: none"> American Institute of Mining, Metallurgical, and Petroleum Engineers, Inc., a través de la Society for Mining, Metallurgy and Exploration Inc. Microbiology American Society Asociación de Ingenieros de Minas, Metalurgistas y Geólogos de México, A.C. Sociedad Mexicana de Biotecnología y Bioingeniería Sociedad Mexicana de Electroquímica; Colegio Universitario de Ciencias y Artes, A. C.
JESÚS NEGRETE SÁNCHEZ	
DATOS GENERALES	<ul style="list-style-type: none"> Nacionalidad: Mexicana. Originario: San Luis Potosí, S.L.P. Correo electrónico: jnegrete@deimos.tc.uaslp.mx
ÁREAS DE INVESTIGACIÓN, DOCENCIA Y VINCULACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> Metalurgia física: relación estructura-propiedades de los materiales. Trabajado mecánico del Zinco.
FORMACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> 1975: Licenciatura: Ingeniero metalurgista, Facultad de Ingeniería, UASLP. 1980: Maestría en Ciencias con especialidad en Ciencia de Materiales, Departamento de Ciencia de Materiales de la E.S.F.M. del IPN. 1994: Doctorado en Física de Materiales en el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California, México (CICESE).
EXPERIENCIA	<ul style="list-style-type: none"> Director del Instituto de Metalurgia de la UASLP, de enero de 1987 a la fecha. 1990 a la fecha: Profesor Investigador de Tiempo Completo nivel VI. 1974 a 1975: Ayudante de investigador, Instituto de Geología y Metalurgia, UASLP. 1984: Participante en el proceso de transferencia de la tecnología del zinc a la empresa Falmex S. A. 1983-1984: Investigador visitante en el Instituto de Investigaciones en Materiales de la UNAM.
PRODUCTIVIDAD Y FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS	<ul style="list-style-type: none"> 56 trabajos publicados. 5 Patentes y marcas concedidas o solicitadas sobre aleaciones de Zn-Al-Cu.
PROYECTOS Y CURSOS RECIENTES	<ul style="list-style-type: none"> Miembro del grupo de investigación del Instituto de Metalurgia UASLP, que ofrece asesoría y servicios en metalurgia a la industria local y regional, este grupo realiza asesorías y estudios metalúrgicos a empresas del ramo metal-mecánico establecidas en la ciudad de San Luis Potosí y algunas empresas de otras localidades.
DISTINCIONES	<ul style="list-style-type: none"> 1997 a la fecha: Investigador Nacional nivel I, dentro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) 1991-1994: Investigador Nacional nivel I, SNI. 1990: Miembro del comité evaluador de proyectos en el Programa de Desarrollo Tecnológico de la Industria Metal-Mecánica de CONACyT. 1995: Miembro del comité evaluador de proyectos en el área de modernización tecnológica del Sistema de Investigación Miguel Hidalgo del CONACyT. 1995: Miembro del comité evaluador de proyectos del CONACyT. 1987 a la fecha: Miembro de la Comisión de Investigación y Postgrado de la UASLP.

	<ul style="list-style-type: none"> 1985-1988: Candidato a Investigador Nacional, SNI 1984: Premio Estatal de Ciencias (San Luis Potosí). Otorgado por el Gobierno del Estado al mejor trabajo de investigación científica en el estado. El trabajo en cuestión se tituló: "Desarrollo tecnológico del Zinalco".
ASOCIACIONES A QUE PERTENECE	<ul style="list-style-type: none"> <i>American Society for Metals.</i> Colegio Universitario de Ciencias y Artes de San Luis Potosí. Sociedad Mexicana de Cristalografía
LUZ MARÍA NIETO CARAVEO	
DATOS GENERALES	<ul style="list-style-type: none"> Nacionalidad: Mexicana Originaria de: Rioverde, S.L.P. Dirección de correo electrónico: lnieto@ciep.ing.uaslp.mx; lucy@teacher.com
ÁREAS DE INVESTIGACIÓN, DOCENCIA Y VINCULACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> Medio Ambiente, desarrollo sostenible y educación: Educación ambiental a nivel técnico y profesional en licenciatura y posgrado, programas capacitación y actualización; educación a distancia y vía internet. Construcción social de los currículos profesionales: análisis del contexto de la educación superior, elaboración de planes de estudio, evaluación externa y autoevaluación de programas académicos, sistemas de aseguramiento externo de la calidad.
FORMACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> 1976-1980: Ingeniera Agrónoma Fitotecnista; Escuela de Agronomía de la UASLP 1982-1985: Maestra en Ciencias de la Educación; Centro Interdisciplinario de Investigación y Docencia en Educación Técnica (CIIDET), SEP- SEIT, Querétaro, 1994 a la fecha: Estudiante del Doctorado Interinstitucional en Educación Universidad Autónoma de Aguascalientes (sede). 23 cursos de actualización profesional de tópicos relacionados con educación y medio ambiente.
EXPERIENCIA	<ul style="list-style-type: none"> 1993 a la fecha: Profesora Investigadora de Tiempo Completo, Nivel VI, Centro de Investigación y Posgrado, Facultad de Ingeniería (CIEP/FI) Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP). 1987-1993: Directora de Desarrollo Académico Secretaría Académica de la UASLP,. 1980-1987: Profesora Investigadora de Tiempo Completo 1985-1987: Jefa del Departamento de Pedagogía, Escuela de Agronomía, UASLP, 1978-1980: Investigador Asistente. Proyecto "Aplicaciones ecológicas de la percepción remota en zonas áridas". Convenio UASLP-CONAZA.
PRODUCTIVIDAD Y FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS	<ul style="list-style-type: none"> Autora de 16 publicaciones en revistas de circulación nacional e internacional. Autora de 44 ponencias en eventos nacionales e internacionales. Participación en la elaboración de 70 documentos y propuestas aceptados institucionalmente. Autora 9 manuales y propuestas metodológicas en educación superior. 11 tesis de licenciatura asesoradas y 2 de maestría en proceso.
PROYECTOS Y CURSOS RECIENTES	<ul style="list-style-type: none"> Responsable del proyecto de investigación "La Construcción del Desarrollo Sustentable y su Relación con la Educación Superior. El Caso de los Estados de Aguascalientes, Guanajuato, Querétaro y San Luis Potosí", 1996 a la fecha, financiado por CONACyT/SIHGO.

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Responsable de otros proyectos de investigación como "La aplicación y uso de métodos sistémicos para el análisis y evaluación de problemáticas ambientales", de "Construcción de indicadores de sostenibilidad para el Estado de San Luis Potosí", y la "Construcción de la perspectiva ambiental en el currículum de agronomía" (terminado). ▪ Catedrática de los cursos de "Elaboración de Reportes Técnicos y Científicos", "Seminario de Tesis I" y Seminario de Tesis II en la Maestría en Hidrosistemas. ▪ Coordinadora General del Programa de Capacitación en Gestión Ambiental y Ecología; UASLP-Gob. Edo. SLP-INE/SEMARNAP, 1995 - 1997. ▪ Instructora del Curso de actualización "Estilos y modalidades de Educación Ambiental", [42] horas, Gob. Edo SLP-CIEP-UASLP, octubre de 1998 a la fecha. ▪ Instructora del curso de actualización "Diseño de Proyectos de Educación Ambiental" (60hs), CIEP-UASLP, agosto 1996 a marzo de 1997. ▪ Instructora del curso de actualización "Autoevaluación de Programas Académicos" Universidad Autónoma de Chihuahua, 1997.
DISTINCIONES	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 1998: Miembro de la Comisión de Evaluación y Seguimiento del Posgrado, UASLP. ▪ 1998: Miembro del Comité Evaluador del Personal Investigador de El Colegio de San Luis. ▪ 1995-1997: Miembro de la Comisión Estatal de Ecología del Gob. del Edo., y Consejera de la Subcomisión de Educación y Promoción Ambiental. ▪ 1993 a la fecha: Miembro del Comité de Ciencias Agropecuarias de los Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior (CIEES-ANUIES-SEP) ▪ 1994-1996: Becaria del CONACyT para estudios de doctorado. ▪ 1984 a la fecha: Asesora de la Asociación Mexicana de Educación Agrícola Superior.
COLABORACIONES	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dra. Alicia de Alba, investigadora del Centro de Estudios sobre la Universidad, UNAM. ▪ M.C. Rita Angulo, investigadora de la Facultad de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Guerrero. ▪ Dr. Edgar González Gaudiano, Director del Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable, SEMARNAP.
ASOCIACIONES A QUE PERTENECE	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Red de Educadores Ambientales de la Región Noreste de México. ▪ Red de Educadores Ambientales del Estado de San Luis Potosí ▪ Red Nacional de Responsables de Programas Ambientales en las Instituciones de Educación Superior.

ANEXO IV GLOSARIO

Nota:

Este glosario tiene el propósito de clarificar los principales conceptos utilizados en la opinión formulada por la Comisión de la UASLP que revisó el proyecto de Cerro de San Pedro de Minera San Xavier, de manera que dicha opinión resulte más comprensible. Algunas definiciones sólo son utilizables para este caso en particular.

ATSDR: Es la Agencia para la Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades del Departamento de Salud y Servicios Humanos de los Estados Unidos.

Baja Ley: Se refiere a una mena que a pesar de su bajo contenido de metales de valor comercial, puede ser minada y beneficiada gracias a que constituye un depósito mineral muy grande. El tratamiento hidrometalúrgico de este tipo de menas, generalmente se lleva a cabo por lixiviación *in situ*, en botaderos y en montones.

Bermas: Bancos horizontales de diversa anchura que rompen la continuidad de un talud. También se le dice berma al banco de un canal.

Biodisponibilidad: Capacidad fisiológica de absorción de un compuesto, que depende de su estructura química, del tamaño de la partícula, de su solubilidad en agua y en lípidos, y del grado de nutrición del organismo.

Cantidad de reporte: Cantidad mínima de sustancia o elemento peligroso (ver este mismo glosario) en producción, procesamiento, transporte, almacenamiento, uso o disposición final, o la suma de éstas, existentes en una instalación, o medio de transporte dado.

- ♦ Guía para la elaboración de los programas para prevención de accidentes, Instituto Nacional de Ecología, Dirección General de Normatividad, Documento de trabajo para el proponente, revisión 06 Marzo de 1993.

CEAA: Agencia Canadiense de Evaluación Ambiental, CEAA por sus siglas en inglés.

Cianuro de sodio: Compuesto sólido formado por los elementos sodio, carbono y nitrógeno, que es sumamente tóxico. En minería se emplea comúnmente para la recuperación de oro y plata de minerales a través del uso de soluciones acuosas diluidas de cianuro de sodio.

Ciclones: Equipos para la separación de sólidos de aire o agua.

Comité *ad hoc*: Comité propuesto por la Comisión de la UASLP que revisó la documentación sobre el proyecto Cerro de San Pedro presentado a la SEMANAP por la empresa Minera San Xavier. El propósito de dicho Comité es dar seguimiento a los compromisos que MSX establezca con la autoridad en el caso de que ésta autorice el proyecto. Se utiliza el término *ad hoc* para enfatizar la necesidad de que los miembros de dicha comisión sea cuidadosamente seleccionados de manera que sean representativos de los diferentes actores sociales involucrados en este proyecto.

Componentes biofísicos: Ver ecosistema.

Cuenca: Unidad fisiográfica o estructura subterránea que es capaz de recolectar y almacenar agua, debido a su forma y a las características del material confinante. Las cuencas pueden ser arreicas (sin descarga), endorreicas (drenaje interno) y exorreicas (drenaje superficial).

Desarrollo Sostenible: Es "una aproximación integrada a la toma de decisiones y elaboración de políticas, en la que la protección ambiental y el crecimiento económico de largo plazo no son incompatibles, sino complementarios, y más allá, mutuamente dependientes: solucionar problemas ambientales requiere recursos que sólo el crecimiento económico puede proveer, mientras que el crecimiento económico no será posible si la salud humana y los recursos naturales se dañan por el deterioro ambiental" (Comisión de Desarrollo Sostenible de la ONU, 1997, *Progress in the implementation of Agenda 21*). Según la legislación mexicana es "el proceso evaluable mediante criterios e indicadores del carácter ambiental, económico y social

que tiende a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, que se funda en medidas apropiadas de preservación del equilibrio ecológico, protección del ambiente y aprovechamiento de recursos naturales, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras" (LGEEPA, Art. 3º, fracc. XI).

A los indicadores que permiten evaluar el grado de sostenibilidad de una comunidad, país o región se les conoce como indicadores de sostenibilidad. A diferencia de los indicadores ambientales, que buscan ofrecer información sobre tendencias y condiciones del medio ambiente (ecosistemas, agua, aire, suelo, biota), los indicadores de sustentabilidad pretenden ir más allá, articulando la información ambiental con la económica, social y política. En función de los tópicos abordados, básicamente cabría distinguir tres tipos de iniciativas para el diseño de indicadores: [1] Las que abordan las problemáticas ambientales de contaminación y deterioro, sin incluir temáticas relacionadas con el desarrollo, [2] Las que abordan el desarrollo sostenible en su sentido más amplio, lo que incluye conceptos tales como "bienestar", "equidad social", "comunidades sostenibles" y "calidad de vida"; [3] Las que abordan temáticas específicas, ya sea ambientales y/o de sustentabilidad, tales como aprovechamientos forestales, hidrología, salud, desarrollo rural, "*green accounting*", "*green production*", agricultura, desarrollo humano, población, urbanismo, progreso genuino, industria y negocios.

- ♦ IISD, 1997, *Compendium of Sustainable Development Indicators initiatives and publications*, International Institute for Sustainable Development - World Bank - Environment Canada - Redefining Progress, <http://iisd1.iisd.ca/measure/compendium>, Canadá, 9p.

Doré: Aleación metálica constituida por el oro y la plata recuperados durante un proceso minero-metalúrgico.

Ecosistema: Según la legislación mexicana es "la unidad funcional básica de interacción de los organismos vivos entre sí y de éstos con el ambiente, en un espacio y tiempo determinados" (LGEEPA, Art. 3º, fracc. VIII). Los componentes biofísicos de un ecosistema son la comunidad biótica (flora y fauna) y factores físicos del ambiente (clima y suelo).

EDR o Estudio de Riesgo: Según la legislación mexicana el estudio de riesgo es un documento que deben formular y presentar a la SEMARNAP quienes realicen actividades altamente riesgosas, en los términos del Reglamento correspondiente (LGEEPA, Art. 147). Las actividades altamente riesgosas son aquellos procesos en los que se encuentran presentes una o más sustancias o elementos peligrosos, en cantidades iguales o mayores a su cantidad de reporte (ver este mismo glosario), que al ser liberados bajo condiciones anormales de operación provocarían accidentes.

- ♦ Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, Art. 147.
- ♦ Guía para la elaboración de los programas para prevención de accidentes, Instituto Nacional de Ecología, Dirección General de Normatividad, Documento de trabajo para el proponente, revisión 06 Marzo de 1993.

Efectos en cascada: Estimación del potencial de daños producidos en instalaciones medios o salud por la adición subsecuente de eventos secundarios derivados de una actividad industrial principal.

- ♦ Manual de trabajo del curso: Análisis de Riesgo Ambiental del Centro de Calidad Ambiental de ITESM.

Elementos peligrosos: Son aquellos que por sus altos índices de inflamabilidad, explosividad, toxicidad, reactividad, radioactividad, corrosividad o acción biológica, puede ocasionar una afectación significativa al ambiente, a la población o a sus bienes. En el caso del proyecto CSP-MSX se refiere en particular al manejo de sustancias tóxicas (cianuro de sodio) y de explosiones.

- ♦ Guía para la elaboración de los programas para prevención de accidentes, Instituto Nacional de Ecología, Dirección General de Normatividad, Documento de trabajo para el proponente, revisión 06 Marzo de 1993.

EMEG's: Uno de los mandatos del Congreso Estadounidense recibidos por la ATSDR (ver este mismo glosario) se refiere a la elaboración de estudios de riesgo en salud en sitios contaminados por residuos peligrosos. Para tal efecto, la ATSDR elaboró un Manual de Campo dentro del que incluye el uso de las Guías de Evaluación de Medios Ambientales (EMEG's). Estas guías no tienen validez legal, no son normas. Son concentraciones ambientales obtenidas mediante indicadores de salud y sirven para definir si un contaminante es crítico. Esto es, si el contaminante supera su nivel EMEG en cualquiera de los medios del ambiente (agua, aire o suelo), debe ser tomado como un contaminante que merece ser estudiado más a fondo.

Las EMEG's son concentraciones ambientales estimadas con base en un valor de ingesta o inhalación de alta seguridad [dosis de referencia]. Dado que el plomo no cuenta con un umbral de

seguridad no pueden calcularse sus EMEG's y por ende, se toman en cuenta valores de referencia descritos en la literatura.

$$\text{EMEG} = \frac{\text{RfD (mg/kg/día)} \times \text{PC (kg)}}{\text{TI (kg o l/día)}}$$

Donde:

RfD = Dosis de referencia de ingesta o inhalación (dosis de alta seguridad). Este valor es calculado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA)

PC = Peso corporal promedio de niños o adultos

TI = Tasa de ingestión diaria de agua, o Tasa de ingestión diaria de suelo, o Tasa de inhalación diaria

EPA: Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de Norteamérica, EPA por sus siglas en inglés.

Estér o estériles: ver minerales estériles.

Evaluación estratégica de impacto ambiental (EEIA): Conocida como SEA por sus siglas en inglés, la EEIA se comenzó a desarrollar a partir de la década de los 80's en varios países en donde las metodologías y enfoques clásicos de evaluación de impacto ambiental no habían arrojado los resultados esperados. A diferencia de dichos enfoques clásicos, la EEIA pone un particular énfasis en: (a) la integración de la preocupación ambiental en todas las fases del desarrollo de un proyecto productivo, es decir, desde su concepción general hasta su ingeniería de detalle y puesta en marcha, y no solamente en su fase de autorización legal ante instancias normativas; (b) la participación abierta de los actores interesados en un proyecto o plan desde las fases iniciales de su formulación, (c) la integración de los criterios ambientales y económicos en una visión de largo plazo, tanto para los proyectos particulares como para la formulación de políticas y planes de desarrollo locales y regionales. La EEIA puede aplicarse tanto a nivel de las iniciativas para definir políticas, planes y programas de desarrollo, como a proyectos y obras concretas.

- ♦ Therivel R., E. Wilson, S. Thompson, D. Heaney y D. Pritchard (1992) *Strategic Environmental Assessment*, Earthscan Publications Ltd., London.

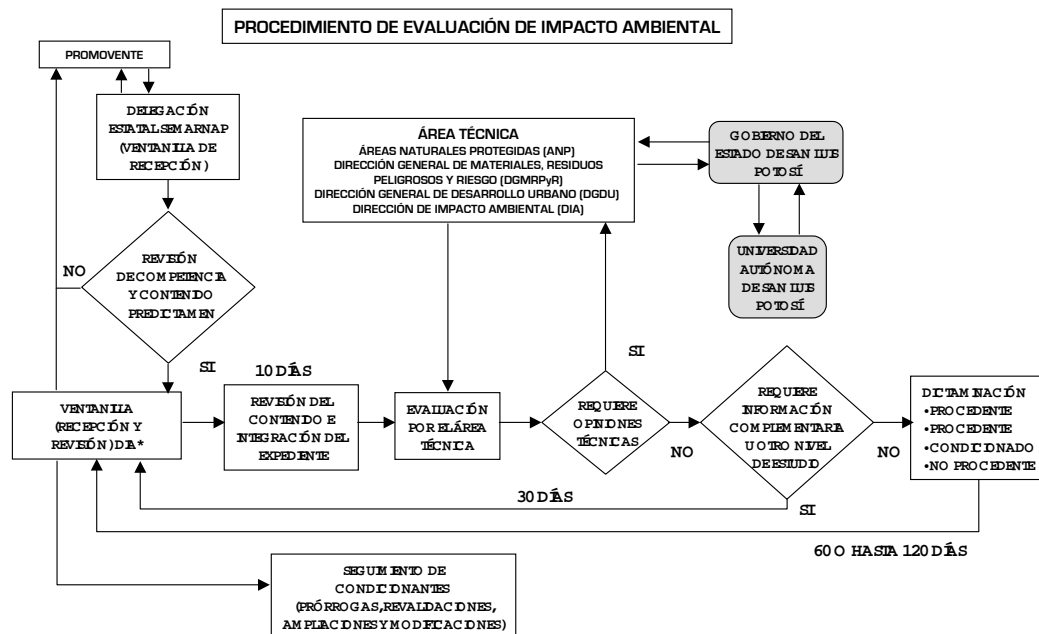
Evaluación de Impacto Ambiental (EIA): Es un procedimiento de acopio de información, análisis e investigación que permite determinar y comprender las consecuencias de un proyecto o actividad productiva en los ecosistemas y en el bienestar y la salud de la población, con el propósito de tomar decisiones. La EIA fue considerada un requisito legal de la gestión ambiental federal de un país por primera vez en los Estados Unidos, al aprobarse la *National Environmental Policy Act* en 1969. Durante la década de los 70's fue adoptada sucesivamente por Canadá (1970), Australia (1974), Holanda (1981) y Japón (1984), para después extenderse ampliamente por todo el mundo. La OCDE recomendó su adopción a los países miembros en 1974, y el Programa Ambiental de las Naciones Unidas comenzó a promoverla activamente a partir de 1980.

Según la legislación mexicana, la EIA "es el procedimiento a través del cual la Secretaría (SEMARNAP) establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente" (LGEEPA, Art. 28). Algunas definiciones son claramente más amplias, como las de la CEEA que por Ley concibe la EIA como un proceso que permite comprender los efectos de un proyecto productivo tanto en el ambiente biofísico (aire, agua, suelo, plantas y animales), como en el ambiente social y económico de la gente que se verá afectada por él.

La LGEEPA dedica toda la sección V a establecer los criterios y mecanismos que rigen dicho procedimiento. Además existe un Reglamento de Impacto Ambiental aprobado en 1988. En el marco de dicho reglamento, el INE ha elaborado varios instructivos para la presentación de MIA's en sus modalidades general, intermedia y específica, a las que se deben sujetar los proponentes.

En su sitio de internet el INE presenta el siguiente diagrama del procedimiento en su conjunto.

Para efectos de este documento, en esta figura se han agregado dos cuadros sombreados para indicar la fase del proceso de evaluación en que se inserta la opinión solicitada por la SEMARNAP al Gobierno del Estado de San Luis Potosí, y a su vez, por éste a la UASLP. Como puede verse, la UASLP aparece como apoyo técnico al análisis de la propuesta.



- ♦ INE, 1998, (<http://www.ine.gob.mx/dgoeia/diagrama.htm>).
- ♦ SEMARNAP 81996) Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.
- ♦ Wathern P. [1994] *Environmental Impact Assessment. Theory and Practice*, Routledge London and New York, 100p. (pp. 3)
- ♦ CEA (1994) *The Citizen's Guide. Canadian Environmental Assessment Process*, Canadian Environmental Assessment Agency, Canadá, 17p.

Explosión: Fenómeno originado por la expansión violenta de gases, se produce a partir de una reacción química, o por ignición o calentamiento de algunos materiales, se manifiesta en forma de una liberación de energía y da lugar a la aparición de efectos acústicos, térmicos y mecánicos.

- ♦ Guía para la elaboración de los programas para prevención de accidentes, Instituto Nacional de Ecología, Dirección General de Normatividad, Documento de trabajo para el proponente, revisión 06 Marzo de 1993.

Formaciones calcáreas cretácicas: Rocas compuestas predominantemente de carbonato de calcio, formadas durante el periodo cretácico (hace entre 66 y 140 millones de años).

Giros específicos: Se trata de las diferentes ramas de producción de bienes y servicios. Para algunos de ellos, considerados típicos, desde hace tiempo varias agencias ambientales extranjeras han elaborado instructivos y guías específicas para la presentación y revisión de manifestaciones de impacto ambiental y estudios de riesgo.

Por ejemplo, la EPA. ha generado varias listas que tienen como propósito revisar el equivalente a las MIA's (denominadas EIS's por sus siglas en inglés) desde el punto de vista de reducción de la contaminación y el deterioro ambiental. Hay 6 listas para tópicos generales y 20 para tópicos específicos. Las listas para tópicos generales se refieren proyectos que incluyen actividades de manejo de energía, asentamientos humanos, preservación y protección de hábitats, mantenimiento de vehículos, arquitectura del paisaje, uso de agua y manejo de plagas. Las listas de tópicos específicos son para proyectos de irrigación agrícola, construcción y operación de aeropuertos, construcción de unidades habitacionales, plantas de generación de energía, presas y otras reservas de agua, pruebas de defensa, obras de dragado, obras de control de avenidas e inundaciones, actividades forestales, pastoreo, incineradores de residuos peligrosos,

confinamientos de residuos peligrosos, puentes y carreteras, reutilización y clausura de bases militares, proyectos mineros, extracción de gas y petróleo, recreación y turismo, construcción y operación de cohetes y misiles, confinamientos de residuos sólidos, y actividades de limpieza y remediación de sitios. La Comisión de Comunidades Europeas emitió en 1993 varias listas de este tipo. En Canadá, por ley existen listas similares.

Además existen reflexiones y guías de carácter más amplio para los giros de mayor importancia económica, como los generados para las actividades mineras por la CEAA (Canadá), la EPA (EEUU), el Banco Mundial y el Consejo de Minería Ambiental de British Columbia (Canadá), por citar algunos ejemplos.

- ♦ CEAA (1998) *Guide to information requirements for federal environmental assessment of mining projects in Canada – Test Version – Prepared by: Marbek Resource Consultants, for: Environment Canada The Canadian Environmental Assessment Agency and Natural Resources*, Canadá 69 p.
- ♦ EMC-BC (1997) *Public Interest Perspectives on Canadian Environmental Mining Issues, a discussion paper presented to the International Development Research Council's Working Group on Ecosystem Health and Mining in Latin America, Caracas, Venezuela; prepared by Alan Young, Environmental Mining Council of British Columbia for Friends of the Earth - Canada*, 13 p.
- ♦ EPA-US, 1997, *Pollution Prevention - Environmental Impact Reduction Checklists for Nepa/309 Reviewers, U.S. Environmental Protection Agency, Office of Federal Activities, September 30, 1997*, EEUU, 73 p.
- ♦ EPA (1995) *Industry Sector Notebook Profile of the metal mining industry EPA/310-R-95-008, United States Environmental Protection Agency*, EEUU, 88 p.
- ♦ World Bank (1997) *Environmental Assessment of Mining Projects -draft-, in: Environmental Assessment Sourcebook Update, Environment Department, The World Bank., Washington*, 26 p.

Gradiente hidráulico: [1] En un conducto cerrado, pendiente piezométrica. [2] En canales abiertos, pendiente de la superficie del agua. [3] En medios porosos, vector gradiente de carga piezométrica, que mide la disminución de carga por unidad de distancia en la dirección del flujo. Puede entenderse como la pendiente del nivel freático, esto es, el cambio en el nivel del agua por unidad de distancia a lo largo de la dirección de máxima carga.

HAZOP: Siglas en inglés de *Hazard and Operability*, que se traduce como el estudio de riesgo en el proceso. Es una metodología estructurada para la identificación de riesgos en la operación de un proceso productivo. Involucra una examinación metódica y sistemática que contempla desde los documentos de diseño que describen la instalación de un proyecto hasta la generación de una matriz de admisibilidad del riesgo.

- ♦ Manual de trabajo del curso: Análisis de Riesgo Ambiental del Centro de Calidad Ambiental de ITESM]

Hidrometalurgia: El tratamiento de menas, concentrados y otros materiales metálicos por procesos que involucran reacciones químicas que tienen lugar en medios acuosos, las cuales generalmente comprenden la disolución de algún componente y su posterior recuperación.

Impacto ambiental: Según la legislación mexicana, es la "modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza" (LGEEPA, Art. 3º; fracc. XIX)

Impactos acumulativos: Concepto acuñado recientemente para identificar aquellos impactos ambientales que, sin ser aparentemente significativos por sí mismos, si se suman o sinergizan con otros, pueden generar efectos ambientales adversos muy importantes. La evaluación de impactos acumulativos se basa en el conocimiento de que los impactos de proyectos individuales pueden interactuar con los de otros proyectos y causar impactos combinados que pueden ser muy diferentes en la naturaleza o extensión a los de cada proyecto por separado. En muchos casos, los impactos combinados resultan ser mucho más significativos que la simple suma de impactos por separado. Según la guía para evaluar efectos de impactos acumulativos de la CEAA, la evaluación de impactos acumulativos exige importantes modificaciones a la metodología de EIA en todas sus etapas: [a] definición de alcances, [b] análisis, [c] evaluación, [d] mitigación y compensación, y [e] seguimiento. También el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y el Consejo de Calidad Ambiental (Oficina Ejecutiva de la Presidencia) de los Estados Unidos han emitido guías para el análisis de los impactos acumulativos.

- ♦ CEAA (1994) *Reference guide: Addressing cumulative environmental effects, Canadian Environmental Assessment Agency*, 15p.
- ♦ CEQ (1997) *Considering Cumulative Effects, under NEPA, Council of Environmental Quality*, EEUU, 128p.
- ♦ UNEP, 1996, *Environmental Impact Assessment: Issues, Trends and Practice, Prepared for The United Nations*

Individuo: Organismo perteneciente a una especie biológica.

Interferencia en el bombeo: Se refiere al traslape que puede existir entre los conos de abatimiento de pozos cercanos.

ISO: Organización de Estándares Internacionales (*International Standards Organization*). La sede se encuentra en Ginebra, Suiza. La serie ISO 14000 se refiere a sistemas de administración del medio ambiente de las empresas, y está formada por 5 secciones que son: [1] políticas de medio ambiente, [2] planeación, [3] implementación y operación, [5] verificación y acciones correctivas, y [5] revisiones para la administración.

- ♦ Manual del curso de Calidad y Mejora Continua Editado por Leyva Consultores S.C., Junio de 1995.
-

LGEEPA: Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

Lixiviación en montones: Método de lixiviación generalmente utilizado para menas de baja ley que consiste en la aplicación de una solución lixiviante a una pila o montón de mineral triturado, dispuesto sobre un terreno impermeable, especialmente preparado, de modo de recuperar la solución rica producida.

Matriz de Leopold: Es un método de identificación y análisis de impactos ambientales (ver Métodos de EIA), que consiste en la utilización de un cuadro de doble entrada en donde se presentan los componentes de un ecosistema [generalmente en el eje vertical] y las diferentes actividades que se llevarán a cabo durante un proyecto productivo particular [eje horizontal]. La Matriz de Leopold original fue desarrollada en 1971 por el L. Leopoldo en el *United States Geological Survey*. Es una matriz muy compleja, pues contiene cerca de 8800 celdas, resultado de la interacción de 88 parámetros ambientales frente a 100 características que suelen tener los proyectos productivos. Para cada una de esas celdas deberían identificarse la presencia o ausencia de impactos, y, en su caso, establecerse su grado de magnitud y de significatividad, en una escala del 1 al 10.

Lo que con mucha frecuencia suele llamarse Matriz de Leopold es en realidad una simplificación de la idea original de Leopold. La matriz modificada se diseña caso por caso, presentando las interacciones entre las actividades del proyecto y los principales componentes biofísicos de un ecosistema. Cada una de las celdas se evalúa conforme a una escala cualitativa que busca clasificar el tipo, magnitud y significancia de los impactos. Según la CEEA, esta Matriz de Leopold modificada es una técnica apropiada sólo para la identificación preliminar de impactos, por ejemplo durante definición de los alcances de la EIA.

- ♦ CEEA (1997) *Cumulative effects assessment practitioners guide*, Canadian Environmental Assessment Agency, 95 p.
 - ♦ Wathern P. (1994) *Environmental Impact Assessment. Theory and Practice*, Routledge London and New York, 100 p. (pp. 13)
 - ♦ Leopold, L., F. Clarke, B. Hanshaw, J. Balsley. (1971). *A Procedure for Evaluating Environmental Impact. U.S. Geological Survey, Circular 645, Washington, D.C.*
-

Medios del ambiente: Los medios de la biosfera son: el terrestre, el acuático y el aéreo.

Mena: Material que ocurre en forma natural, del cual es económicamente viable extraer minerales.

Métodos de EIA: Es importante hacer una clara distinción entre los métodos utilizados para evaluar cambios ambientales específicos y los métodos usados para llevar a cabo una EIA. Aunque utilizan los primeros, estos últimos son de un alcance más amplio y generalmente tienen una escala mayor pues pretenden ofrecer una visión organizada y coherente del conjunto de posibles causas y efectos ambientales de un proyecto productivo. Durante una EIA pueden utilizarse uno o varios de los siguientes métodos, presentados de mayor a menor grado de dificultad:

- a) Listas de chequeo: Es el método más simple que existe. Consisten en una lista de impactos ambientales potenciales que debe revisarse de uno por uno.
 - b) Matrices de interacción: Consiste en la elaboración de cuadros de doble entrada en los que se compara los efectos que se supone tendrá cada una de las etapas y actividades del proyecto en cada uno de los componentes del medio ambiente (agua, aire, suelo, biota). La
-

Matriz de Leopold es una modalidad de matriz de interacción (ver Matriz de Leopold).

- c) Modelos sistémicos: Son modelos gráficos que representan en forma dinámica las posibles relaciones de causa-efecto, contingencia, asociación, sinergismo, etc. que suelen presentarse entre los diferentes componentes de un ecosistema afectado por un proyecto productivo. Los modelos sistémicos permiten distinguir ramificaciones e impactos indirectos. Así mismo permiten representaciones en tres dimensiones, y combinar información cualitativa y cuantitativa.
- d) Análisis espacial: Consiste en la utilización de Sistemas de Información Geográfica que permiten generar modelos espaciales superpuestos de los diferentes componentes de un ecosistema que se ven afectados por un proyecto productivo. El análisis espacial permite introducir una gran cantidad de variables cuantitativas y su combinación con variables cualitativas.
- e) Modelación numérica: Consiste en la utilización de algoritmos de modelación y simulación del comportamiento cuantitativo de las principales variables de un ecosistema afectado por un proyecto productivo.

- ♦ Jain R.K., L.V. Urban, G.S. Stacey, H.E. Balbach (1990) *Environmental Assessment Methodologies*, in: *Environmental Assessment (Chapter 6)*, McGraw-Hill, New York.
- ♦ UNEP (1988) *Environmental Impact Assessment, Basic procedures for developing countries*, United Nations Environment Programme, 16 p.
- ♦ Wathern P. (1994) *Environmental Impact Assessment. Theory and Practice*, Routledge London and New York, 100 p. (pp. 9-17)

MIA o Manifestación de Impacto Ambiental: Según la legislación mexicana es el "documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental, significativo y potencial que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo" (LGEEPA, Art. 3º, fracc. XX). Según la misma ley, la MIA "deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente. Cuando se trate de actividades consideradas altamente riesgosas en los términos de la presente Ley, la manifestación deberá incluir el estudio de riesgo correspondiente." (Art. 30).

Según el INE, la MIA puede desarrollarse en cuatro modalidades que dependen de la escala, zona y actividad de que se trate: (a) Informe preventivo, (b) Manifestación general, (c) Manifestación intermedia, y (D) Manifestación específica.

- ♦ SEMARNAP (1996) Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.
- ♦ INE (1994) Evaluación de impacto ambiental, bases para una reforma, SEDESOL, Instituto Nacional de Ecología, Dirección General de Normatividad Ambiental, México, en: Bibliografía básica del Programa de Estudios Avanzados en Desarrollo Sustentable y Medio Ambiente LEAD-México, El Colegio de México-SEDESOL.

Minerales estériles (o simplemente "estériles"): Material con concentraciones de algún elemento de valor económico que no son económicamente viables para una explotación o beneficio.

Montones: ver lixiviación en montones.

Pedregosidad: Proporción de suelo ocupada por grava gruesa y piedras (partículas con diámetro superior a los 5 cm)

PGA o Potencial de generación de ácido: Es el potencial natural que posee un material (incluyendo minerales y los productos de su beneficio) de generar un drenaje ácido de roca. El Drenaje Ácido de Roca (DRA) es un drenaje natural generado en un sitio industrial donde el agua contiene concentraciones significativas de sulfato y metales pesados en solución, lo que produce condiciones ácidas que afectan la vegetación y el hábitat en el medio impactado.

Plan de cierre: Conjunto de actividades que tienen como propósito la rehabilitación del sitio, y que entre otras acciones incluyen la estabilización física del tajo, detoxificación de los montones (incluyendo el tratamiento del agua que se utiliza para su lavado y de las soluciones de las piletas), la restauración biótica del sitio, el mantenimiento del sitio una vez terminada la operación, así como el seguimiento y control de la mina abandonada.

PNUMA: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente [ver UNEP en este mismo glosario]

Pozos profundos: En este documento se consideran pozos profundos aquellos que tienen una profundidad mayor a los 40m. Los pozos superficiales serían aquellos que tienen una profundidad hasta de 40m y generalmente se encuentran abiertos.

Precipitación química de oro y plata: proceso empleado para depositar el oro y la plata disueltos en soluciones de cianuro, sobre polvo de zinc metálico, obteniendo un producto rico en oro y plata conocido como "precipitado".

Principio Precautorio: Es el Principio No. 15 de la Declaración que firmaron todos los ministros responsables de la gestión ambiental de los países miembros de la ONU, que participaron en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo celebrada en Río de Janeiro en 1992 (mejor conocida como Conferencia de Río). Dicho principio establece que donde haya amenaza de daño ambiental serio o irreversible, la falta de total certeza científica sobre ello, no deberá ser usada como una razón para posponer medidas de prevención. Según la UNEP, la aplicación del principio precautorio en los procesos de EIA no es fácil, porque en la mayor parte de los casos se basa en juicios de expertos basados en interpretaciones cualitativas basadas en extrapolaciones de experiencias pasadas; sin embargo, la UNEP considera muy importante que tales juicios sean tomados en cuenta en los procesos de autorización de impacto ambiental de proyectos productivos.

- ♦ UNEP (1996) *Environmental Impact Assessment: Issues, Trends and Practice, Prepared for The United Nations Environment Programme (UNEP) and Environment and Economics Unit (EEU), by Scott Wilson Resource Consultants (Ron Bisset)*, 111 p. [pp. 73-86].

Radios de afectación: Distancia máxima estimada a la que puede apreciarse algún efecto asociado a la sobrepresión de ondas expansivas circulares en el almacenamiento, manejo o procesamiento de sustancias químicas.

- ♦ Manual de trabajo del curso: Análisis de Riesgo Ambiental del Centro de Calidad Ambiental de ITESM, 1994.

Refinación electrolítica o química: Se refiere al proceso de refinación (purificación) de metales contenidos en soluciones acuosas por reacciones de oxidación y reducción que ocurren sobre la superficie de un electrodo sólido, liberando H₂ u O₂ y depositando los metales deseados.

Riesgos agudos: Son aquellos asociados con eventos episódicos o de corto plazo.

- ♦ Manual de trabajo del curso: Análisis de Riesgo Ambiental del Centro de Calidad Ambiental de ITESM, impartido por Ed. Arnold de Arthur D. Little of Canada Limited, 1994.

Riesgos crónicos: Son aquellos relacionados con exposiciones ambientales a largo plazo.

- ♦ Manual de trabajo del curso: Análisis de Riesgo Ambiental del Centro de Calidad Ambiental de ITESM, impartido por Ed. Arnold de Arthur D. Little of Canada Limited, 1994

Sostenibilidad o sustentabilidad: Criterio que expresa la capacidad de un sistema social o natural para mantener su propia dinámica y soportar presiones a lo largo del tiempo sin colapso o cambios drásticos. A partir de la Conferencia de Río, la noción de sostenibilidad comenzó a utilizarse como un criterio de avance hacia el desarrollo sostenible [ver en este mismo glosario]. Una de las formas como se ha intentado relacionar las EIA's con los criterios de sustentabilidad, ha sido mediante la identificación y evaluación de impactos económicos y sociales de un proyecto productivo determinado, además de los impactos ambientales. Los impactos sociales se han subdividido en tres: (1) impactos demográficos (incluyendo indicadores de bienestar), (2) impactos culturales, e (3) impactos en la estructura y organización social de las comunidades afectadas. En este último punto se incluyen los impactos en las relaciones de poder existentes entre los grupos e instituciones de la comunidad. Los impactos económicos se analizan desde el punto de vista de las afectaciones locales a variables como ingreso, empleo, impuestos, créditos y cambios en la disponibilidad de capital natural de la comunidad, en el corto, mediano y largo plazo.

- ♦ Clark B.D. (1994) *Introduction to Environmental Assessment, Environmental Management and Sustainable Development, presented at the 15th International Seminar on Environmental Assessment and Management, CEMP, University of Aberdeen, 26 June-9 July 1994*
- ♦ EPA-US (1997) *Incorporating environmental justice concerns in EPA's NEPA compliance analysis, United States Environmental Protection Agency, EEUU, 43 p.*

-
- ♦ UNEP (1996) *Environmental Impact Assessment: Issues, Trends and Practice, Prepared for The United Nations Environment Programme (UNEP) and Environment and Economics Unit (EEU), by Scott Wilson Resource Consultants (Ron Bisset)*, 111 p. [pp. 73-86].
-

Subcuenca: Subdivisión natural de una cuenca o unidad fisiográfica de drenaje común (ver Cuenca en este mismo glosario).

Tajo: Excavación a cielo abierto para obtener material.

Toxicidad: Capacidad de una sustancia para causar daño celular en uno o más tejidos.

Trituración y cribado: La trituración se refiere a la reducción mecánica del tamaño de partícula de una mena como una etapa de preparación a un proceso de beneficio o concentración de la mena. El cribado se refiere a la separación mecánica de partículas de acuerdo con su tamaño. El cribado se utiliza principalmente en los equipos de trituración y molienda de menas, donde existen especificaciones del producto en función de límites de tamaño.

Tumbe: Expresión comúnmente utilizada en la industria minera para referir a la explotación de una mena en una obra minera, sea a cielo abierto o en mina subterránea.

UNEP: *United Nations Environment Program*, conocido en español como PNUMA.

Valores de fondo: Contenido de elementos químicos en el agua o suelo, originados por los constituyentes geoquímicos del suelo, es decir las rocas y minerales originarios del sitio.
