



XX Congreso Internacional de Análisis Organizacional (XX CIAO)
“Fenómenos organizacionales emergentes en Latinoamérica frente a la crisis global: Homenaje a Guillermo Ramírez Martínez, 20 años realizando el CIAO”

Programación Algorítmica para Implementar MGS en el Sector Minero en México

Mesa Temática: Responsabilidad e innovación social para la sostenibilidad,

Cambio tecnológico y transformación digital

Modalidad de la ponencia: Investigación en Proceso

Rosa Elia Martínez Torres¹

ORCID 0000-0001-8936-9207

Mexicana

Correo Electrónico: rosa.mt@slp.tecnm.mx

Patricia Rivera Acosta

ORCID 0000-0002-8254-0005

Mexicana

Correo Electrónico: patricia.ra@slp.tecnm.mx

Instituto Tecnológico de San Luis Potosí / Tecnológico Nacional de México

Av. Tecnológico s/n., U.P.A,

78436, Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P., México

Cartagena de Indias, Bolívar, Colombia, del 3 al 7 de octubre de 2022

¹ Autor responsable de la comunicación

Programación Algorítmica para Implementar MGS en el Sector Minero en México

Resumen

México es considerado un país importante a nivel mundial como productor dentro de la Industria Minera; en el contexto ambiental, se han implantado programas que apoyan acciones emergentes con efecto en la percepción legislativa y social, sin embargo, no forman parte de la Cultura Ambiental organizacional. Para ello, es necesario considerar una iniciativa con fundamento propio que se distinga de aquellas de origen extranjero. El Modelo de Gestión Sustentable -MGS- basado en cuatro Objetivos de Desarrollo Sostenible y parámetros legislativos, que promueve la observación directa para evaluar la efectividad de prácticas ambientales, es una propuesta que se gesta desde la planeación estratégica. Para implantarse, es necesario considerar la extensión territorial y la cantidad de yacimientos mineralizados, así, la división nacional en regiones minerales: zonas para no metálicos y tendencias para metálicos, es la base que permite el diseño y el análisis de criterios de selección para obtener una propuesta cronológica de implantación del MGS en unidades mineras. Por tanto, este documento proporciona las bases literarias y metodológicas que se siguen en el desarrollo de un proyecto de innovación tecnológica, el cual, a través de algoritmos requeridos, conjuga en una plataforma digital, datos de una herramienta de toma de decisiones y elementos del modelo para obtener como resultados la propuesta de despliegue para la implantación en el país, así como la valoración sustentable a través de observaciones en campo, presentadas mediante diagramas para su interpretación y, con ello, complementar el ciclo de implantación del modelo en cada unidad.

Palabras clave: Programación algorítmica, Despliegue, MGS -Modelo de Gestión Sustentable-, Toma de Decisiones Cualitativa.

Programación algorítmica para implementar MGS en el sector minero en México

Introducción

La minería es un sector importante en la Economía mexicana, puesto que es considerado un país potencial en la producción de minerales tanto metálicos como no metálicos y por ende lo coloca como factor que contribuye a los indicadores que afectan en el PIB nacional; es por ello, que ante una industria de naturaleza agresiva con el medio ambiente, que afecta entornos naturales e incluso la salud de personas cercanas al proceso de extracción y metalúrgico, diversos autores afirman que la legislación en el país es permisiva, colocándola como blanco de conflictos político-sociales; al respecto de los problemas que involucran la legislación en función del medio ambiente, se requiere acelerar estrategias que adopten mejores prácticas (Azamar y Tellez, 2022) y estén alineadas a los estándares internacionales.

Además de estos conflictos, existe una postura cultural que obstaculiza la efectividad de las prácticas ambientales y radica en la obligación por parte de la gerencia hacia los trabajadores de esta industria, de aceptar modelos y sistemas extranjeros que no coinciden con la idiosincrasia o bien, la naturaleza del trabajador mexicano. Implementar estos sistemas es complejo, sin embargo el establecerlos, lo es aún más, puesto que se convierten en actividades que se cumplen parcialmente o, en un nivel para no ser inconformidad, pero son modelos que involucran constructos y por ende estrategias y programas que el trabajador minero, no percibe como propio, no hay pertenencia y como

consecuencia, no se puede hablar de que en esa organización o empresa, exista una cultura de gestión ambiental (Martínez y Rivera, 2022).

Siendo la Gestión Ambiental, una plataforma en la cual a través de la planeación estratégica, pueden coincidir esfuerzos de vinculación con la política pública y las estrategias para la efectividad de los programas en curso, se considera la implantación de un Modelo de Gestión Sustentable -MGS- que permite evaluar las prácticas ambientales vigentes y proponer mejoras sustanciales, como una propuesta con sustento cultural propio (Martínez, Bednarek y Zulawska, 2019).

Desplegar este MGS en la industria minero-metalúrgica, plantea una dinámica extensa y de gran magnitud, puesto que existen alrededor de 3,200 unidades activas en el país (INEGI, XXXX), por lo que es fundamental contar con una base de datos fundamentada en una técnica derivada de la teoría de toma de decisiones cualitativas, que permita además de tener la información general de las unidades, organizarla y arrojar prioridades para seleccionar y proponer a sus dirigentes, la implementación (Dym y Little, 2002); supone además, que será la plataforma informática adecuada para salvaguardar la información obtenida de las prácticas ambientales vigentes una vez implementado el modelo y, su expresión gráfica y ordenada para una correcta interpretación por parte de los evaluadores o los responsables del área, unidad e incluso personal experto por parte de las autoridades gubernamentales.

Para la elaboración de esta plataforma informática, se requieren algoritmos válidos y pertinentes en la búsqueda de cohesión de constructos y resultados, por lo que este documento avala la fundamentación literaria de los ejes que lo conformarán: (1) MGS, que considera constructos de gestión ambiental, cuatro ODS medibles y 16 parámetros

legislativos que emanan de la Ley minera mexicana, (2) Criterios cualitativos propios de la técnica de selección y, además de estos elementos literarios, se presenta la metodología básica para la construcción de los algoritmos para esta cohesión y los elementos para los resultados expresados en gráficos para interpretaciones posteriores por parte de los responsables del proceso.

Bases literarias

Eje literario 1: Modelo de Gestión Sustentable -MGS

La conservación de un medio ambiente seguro, limpio, sano y sostenible es vital para el bienestar de los seres humanos y las garantías que ofrece el derecho a disfrutarlos. La situación global del medio ambiente, está lejos de ser la ideal en la actualidad, eventos como el cambio climático, la deforestación, la pérdida de biodiversidad, el exceso de contaminación, se convierten en amenazas. La política ambiental actual debe continuar y hacer esfuerzos más profundos para tener beneficios reales (Viota, 2017). Todavía existen desafíos ambientales crecientes y para enfrentarlos, es necesario aplicar cambios fundamentales en los sistemas de producción y consumo, también en cada organización, comunidad, sociedad e individuo.

El MGS atiende los esfuerzos a nivel internacional a través de principios de sostenibilidad y cumple con los requisitos que exige la Ley de Minería del país, a través de parámetros observables y evidentes. Es un modelo que, por su fundación, puede adherirse a los planes estratégicos de las unidades mineras mexicanas para fortalecer su Gestión Ambiental.

Los modelos de desarrollo tradicionales hacen hincapié en la dimensión económica y social del desarrollo sin tener en cuenta las repercusiones sobre el medio ambiente; debido a esto, considerando que el MGS, con una estructura con base en políticas ambientales apoyadas por la Gerencia formal, promueve una herramienta estratégica pertinente, actual e importante, para ser una respuesta práctica y adaptada a las necesidades actuales de la Industria Minero-Metalúrgica Mexicana.

Los Principios Sostenibles que se valoran dentro del trabajo de campo son cuatro, extraídos de la Agenda 2030, que considera 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible, propuestos por la ONU, como resultado de un arduo trabajo de los gobiernos de los países involucrados (CEPAL, 2018). Estos se seleccionaron principalmente por involucrar directamente al medio ambiente: *Industria, innovación e infraestructura, Ciudades y comunidades sostenibles, Producción y consumo responsable y Vida de Ecosistemas Terrestres.*

Al mismo tiempo, el MGS permite observar 16 parámetros legislativos que se extraen del Manifiesto de Impacto Ambiental (MIA), en el que las unidades mineras tienen la obligación de describir con el mayor detalle posible, cómo llevan a cabo las actividades declaradas en función de lo observado (SEMARNAT, 2002): *vida útil, responsable técnico, naturaleza del proyecto, dimensiones, uso del suelo, urbanización de la zona, preparación del sitio, construcción de obras, operación y mantenimiento, abandono, uso de explosivos, generación y gestión de residuos, infraestructura para la gestión y eliminación de residuos, aspectos abióticos, aspectos bióticos y paisaje.*

Eje literario 2: Comparación por pares, herramienta de toma de decisiones de selección

El estudio de toma de decisiones, promueve la confiabilidad como base, la cual se manifiesta través del uso de planes, procedimientos, instructivos, manuales y cualquier información que se posea. Esta información, catalogada como cuantitativa o cualitativa, marca teorías de enfoque y por ende, diversos métodos, técnicas y herramientas son aplicadas para visualizar la decisión óptima (Moubray, 1997).

El método es un concepto que engloba modos, procedimientos y técnicas con carácter amplio y creado por un sistema de principios generales; las técnicas se podrían definir como las formas de proceder específicas en sus objetivos, representando un hecho específico y bien articulado en sí mismo. Después de esta clarificación se hace una sistematización y breve descripción de los recursos y estrategias para desarrollar y aplicar el sistema y modelo adecuado: método, programa, proceso, técnica y/o procedimiento.

Las técnicas de análisis colectiva para la toma de decisiones basados en matemáticas y considerando aspectos subjetivos, son comunes y se basan en criterios que se expresan en matrices de comparación por pares, evaluando de manera arbitraria, las diferentes alternativas de cada uno. Así se conjuga además, de cada participante, su experiencia, conocimiento, intuición, sesgo, preferencia y cualquier tipo de interés sobre la decisión a considerarse.

Específicamente la técnica comparación por pares, de forma sistemática clasifica los criterios, obedeciendo no mezclar metas, funciones, medios o restricciones. Se parte del supuesto que estos pudieran ser iguales en nivel para todos los interesados, debido a

que no han hecho un esfuerzo para distinguir entre ellos el valor percibido. Para anular este supuesto, los criterios son considerados en una jerarquización, a través de la aportación de un valor o importancia relativa respecto uno de otros y, ordenándolos posteriormente como corresponde dentro de una matriz.

Con base en la tecnología de información, métodos y técnicas tienen la facilidad de ser programados, requiriendo para ello, relaciones que permitan valorizar y crear algoritmos, que con el uso de una interfaz, persigan en primer lugar, los objetivos con intención de fomentar la divergencia, la sensibilidad y la desinhibición para resultar en decisiones con fundamento medible.

En términos generales, estos programas funcionan a través de contenidos, los cuales no tienen valor creativo intrínseco, aunque con ellos se obtengan mejoría en los resultados y, a través de medios, que son los recursos adoptados en el programa y que influyen en el grado de eficacia. Por su parte, la evaluación debe incorporarse en todo programa, aunque no se considere como inspección o control, sino como fase reguladora del proceso.

Contexto minero

Se trata de una actividad integrada, dado que los recursos minerales extraídos, requieren una transformación industrial para ser utilizados, conociéndola entonces como Industria Minero-metalúrgica (Saavedra y Sánchez, 2007), ésta se concentra en la búsqueda de la satisfacción de necesidades cotidianas que han venido en aumento en el mundo.

Un yacimiento mineral es definido como una combinación poco frecuente de procesos relacionados con el origen y transformación de los diferentes grupos de rocas que forman

la corteza terrestre, las condiciones de su acumulación económica muchas veces dependen de las características estructurales del área donde se localice el yacimiento; es producto de un proceso geológico natural (SGM, 2017).

Considerando las provincias metalógenas del país y la diversidad de minerales tanto metálicos como no metálicos, así como el tipo de operaciones por su extracción, se seleccionan, por su naturaleza y por la disponibilidad para trabajo de campo, división de las diversas unidades:

- *Mina subterránea:* La extracción de un mineral a nivel superficial no es posible, por algún factor que puede económico, social o ambiental. Se explota entonces el yacimiento formando túneles a profundidad por debajo de la superficie. Se divide minería de roca blanda y minería de roca dura, en donde la diferencia en dureza obliga a la extracción por medio del uso de explosivos (Monreal y Hernández, 2015).
- *Mina a cielo abierto:* se ejecutan actividades extractivas de material económicamente valioso, a través de la excavación de pozos y tajos en la superficie de la tierra en donde se encuentran depósitos importantes del material por extraer (Morán, 2013). La roca se retira de las laderas de cerros, donde está depositado el mineral; cuando la roca es retirada de cierta profundidad a partir del nivel del terreno, el depósito está en fosas. La explotación del mineral se realiza utilizando dinamita y maquinaria de trituración.
- *Planta de refinación:* Empresas metalúrgicas, básicamente realizan las operaciones de separación del mineral de valor económico del estéril, comprende: (1) la obtención del metal a partir del mineral que se extrae del yacimiento, al cual se le

quita el material estéril, (2) la purificación, en la cual se eliminan impurezas que pudieron quedarse incrustadas en el metal, (3) la elaboración de aleaciones, (4) diversos tratamientos del metal para facilitar su posterior uso y (5) diversos tratamientos físico-químicos: triturado, molido, filtrado (a presión o vacío), centrifugado, decantado, flotación, disolución, destilación, secado y precipitación; tostación, oxidación, reducción, hidrometalurgia, electrólisis, hidrólisis, lixiviación mediante reacciones ácido-base, precipitación química, electrodeposición y cianuración (Monreal y Hernández, 2015).

- *Unidad en proceso de cierre:* Una vez que termina la operación minero-metalúrgica, el cierre debe planearse estratégicamente, con la visión de reintegrar el predio utilizado a su entorno natural o urbano. Al finalizar operaciones, la empresa minera, gobierno y sociedad, deben tomar medidas para proteger la seguridad de las personas y el medio ambiente de efectos nocivos. La planificación del cierre implica integrar al diseño de cierre, toda el área de la mina, establecer tiempos y considerar técnicas y métodos de eliminación y actividades económicas de aspecto social (Sánchez, 2014).

Bases Metodológicas

Innovación tecnológica

La innovación, considerada desarrollo tecnológico, está formada por indicadores que en conjunto reflejen progreso y adaptabilidad, considerando aspectos sostenibles y legales. Diversos sectores, productivo, educativo, empresarial, brindan soporte para formar y consolidar equipos multidisciplinarios en los cuales investigadores, especialistas, el equipo adecuado y el recurso presupuestado, logran productos y servicios innovadores a través

del seguimiento de metodologías científicas y técnicas (Martínez, Silva, Altamirano y De la Torre, 2021).

Alrededor de la tarea de innovar, el desarrollo de las naciones ha convertido estas metodologías dinámicas en estrategias operativas que soportan el crecimiento económico y, relacionadas con la ciencia y tecnología, son la base para los vínculos entre los sectores, permitiendo con ello crear tendencias representativas de continentes, países, regiones, industrias (Martínez, Silva, Altamirano y De la Torre, 2021).

Alineada a los Objetivos de Desarrollo Sostenible, la innovación, en la búsqueda de satisfacer necesidades, se soporta en la tecnología en procesos productivos y evoluciona en función de la competitividad a través de modelos e integración económica digital; se plantea como la introducción entoces, de productos, bienes, servicios nuevos o significativamente mejorados en su proceso, aplicación, método de comercialización u organizativo en función del cuidado del entorno y en la satisfacción del ser humano.

Plataformas digitales (base de datos)

La transformación que se vive basada en aspectos digitales, ha incursionado en los servicios de internet vinculados con la oferta-demanda a través de las tecnologías de información; con ello, las plataformas, conglomerados y ecosistemas se encuentran clasificados dentro del área de la innovación como agentes de cambio y factores de crecimiento y competitividad; su tendencia como efecto de red y el uso masivo de la información, son características buscadas por las empresas. Además de la practicidad que brinda la digitalización, los modelos de negocios, han permitido la sobrevivencia de empresas en algunos casos y, en otros más exitosos, han aprovechado tendencias sociales, es por ello

que en la actualidad, es común ver marcas consolidadas, buscando mercado a través de plataformas digitales (Da Silva, Nuñez, 2021).

Giraldo (2019) afirma que existen estrategias de solución diversas en línea, a bajo costo y amplia extensión, promoviendo oportunidades de movilidad y popularización. Así las plataformas digitales consideran programas o aplicaciones incrustados que permiten recopilar información de empresas y varios usuarios pueden manipular la operación a través de sistemas operativos, contenido visual, multimedia, etc., siendo de uso amigable y multidisciplinario (Da Silva y Nuñez, 2019).

Facilitan además, el uso de la información que contienen, ejecutando diversas funciones, por usuarios diferentes simultáneamente y, hasta en condiciones remotas. Esta información entonces, puede ser compartida entre partes, departamentos, organizaciones, países, luego de contar con un sitio donde se concentra (Da Silva y Nuñez, 2019).

Las plataformas digitales son diseñadas según el objetivo perseguido, así, existen aquellas educativas -se promueve la enseñanza aprendizaje-, investigativas, -repositorios de investigaciones, revistas científicas, libros-, sociales -contenidos visuales, audio-, comercio -tiendas en línea-, bursátiles -inversiones, bolsa de valores-, bancarias -servicio de actividades financieras-, noticias -servicio de información-, de juegos -recreación-, de localización -direcciones, distancias, ubicación-, especializadas -necesidades del sector o población- (Isaza, 2015 citado en Da Silva y Nuñez, 2019).

Metodología

Fase 1. En función de establecer los elementos que habrán de conformar la plataforma digital, para posteriormente seleccionar la herramienta adecuada, se establece la

relación entre los ejes literarios, proporcionado por una serie de supuestos establecidos con base en información cotidiana. Se realiza un trabajo de gabinete en conjunto con especialistas del giro minero, quienes fungen como expertos en la orientación de la interpretación de la información obtenida en campo y analizada conceptualmente en su alcance, la Tabla 1 representa la interrelación entre los ejes:

Tabla 1
Interrelación de ODS y parámetros legislativos.

	Industria, innovación e infraestructura				Comunidades y ciudades sostenibles				Producción y consumo responsable				Vida de ecosistemas terrestres			
	Explor	Explot	Benefi	Cierre	Explor	Explot	Benefi	Cierre	Explor	Explot	Benefi	Cierre	Explor	Explot	Benefi	Cierre
Tiempo de vida útil					x											
Responsable técnico				x				x				x				x
Naturaleza del proyecto		x								x	x	x		x	x	
Dimensiones		x		x		x	x	x		x	x	x			x	x
Uso de suelo	x	x	x	x	x	x	x	x		x		x	x	x	x	x
Urbanización del área	x	x	x	x		x		x		x	x	x		x	x	x
Preparación del sitio	x				x						x	x				x
Construcción de obras		x	x					x		x	x	x	x	x	x	
Operación y mantenimiento		x	x	x	x			x		x	x	x		x	x	x
Abandono				x				x				x				x
Uso de Explosivos		x				x				x				x		
Gener-manej residuos		x	x	x		x	x	x		x	x	x		x	x	x
Infraestructur manejan residuos				x				x			x	x			x	x
Aspectos abióticos					x			x		x	x			x		x
Aspectos bióticos					x			x								
Paisaje		x	x	x		x	x	x				x		x	x	x

Elaboración propia

Esta interrelación está fraccionada además en las grandes etapas del proceso minero-metalúrgico, el cual permite un análisis de riesgos de impacto que permite visualizar y adaptar bien la intención de medición por parte de los ODS y la justificación con los parámetros. De tal forma que permite encontrar una escala de valorización que lleve a una

interpretación basada en información que se pueda usar de forma estadística para la creación de gráficos de salida en la plataforma digital.

Por otro lado, para posteriormente establecer los criterios de selección, se realizó una clasificación del sector, a través de las diversas unidades que lo conforman, de esta manera la flexibilidad del MGS puede indagar en aquellas etapas que lo requieran, sin ocultar entre aspectos de más impacto, los riesgos a que se expone. La tabla 2 contiene esta clasificación:

Tabla 2
Clasificación de las unidades del sector minero-metalúrgico

Tipos de unidades	Corporativo	Tipo de Mineral	Trend	Zone	Tipo de operación	Distancia (km – SLP)
Mina subterránea	Grupo - Compañía	Metálico	Cu-Mo-Au	Noreste	Minado subterráneo	>=645
Mina a cielo abierto	Pequeño minero	No metálico	Au-Ag-Cu	Occidente	Explotación a cielo abierto	< 645 Norte
Unidad en proceso de cierre	Inversión extranjera	Aleación	Zn-Pb-Ag-Cu	Norte	Metalurgia	< 645 Sur
Refinerías	Subsidios	Canteras	Ag-Zn-Cu-Pb	Centro Norte		Baja California
			Básicos preciosos	Centro oriente		Península
			Depósitos Fe	Centro occidente		
				Sur		

Elaboración propia

Una vez definida esta clasificación, se establecen como criterios de selección y además, la subclasificación se consideran niveles de actuación de cada uno. La metodología de selección cualitativa, comparación por pares, conlleva además un estudio de valorización de estos criterios, conforme a la experiencia que los usuarios o bien, los investigadores y los expertos convienen, asimismo, los niveles toman un valor, el cual se distribuye en importancia y obliga a la suma de 1.

Por tanto, se toman los criterios y con base en la experiencia de los involucrados, se realiza un análisis minucioso que contempla los riesgos de impacto; en la figura 1, se

muestra el concentrado pre-operatorio de la valorización que conlleva la técnica comparación por pares: jerarquización en el apartado a), en el apartado b), se expresa la relación numérica entre criterios ante la jerarquización previamente realizada, el c) indica la comparación entre la unidades evaluadas y d), desglosa el valor de los niveles que se utilizará por cada unidad evaluada.

Por su parte, con base en estas variables, el diseño algorítmico, deberá contemplar la funcionalidad en múltiples plataformas, como IOS nativo, Anroid, escritorio y web progresiva, ya que el usuario final podrá acceder a escenarios gráficos de entrada así como de salida, siendo estos la priorización para seleccionar la unidad más conveniente a invitar al proyecto y, una vez implantado el MGS, almacenar información correspondiente de las prácticas ambientales que realizan en función de los ODS's y los parámetros legislativos para convertirla en grafos que los expertos puedan interpretar y tomar decisiones efectivas.

Considerando que un software de aplicación puede ejecutarse como servicio remoto, al cual se puede acceder desde cualquier dispositivo con un navegador estándar, se analizaron las tecnologías Web y AJAX, las cuales, a través scripts, soportan presentaciones como página Web y computación local, lo que involucra que un navegador puede configurarse y usarse como cliente, con significativo procesamiento local (Sommerville, 2011).

a) Jeraquización Niveles								
		Tipos de unidades		6				
		Corporativo		5				
		Tipo de mineral		2				
		Trend		2				
		Región		3				
		Tipo de Operación		4				
		Distancia SLP (Km)		1				
b) Ponderación de criterios								
Criterio	Tipo de unidades	Corporativo	Tipo de minerales	Trend	Región	Tipo de Operación	Distancia SLP (Km)	puntos
Tipos de Unidades		0	0	0	0	0	0	0
Corporativo	1		0	0	0	0	0	1
Tipo de Minerales	1	1		0.5	1	1	0	4.5
Trend	1	1	0.5		1	1	0	4.5
Región	1	0	0	0		1	0	2
Tipo de Operación	1	1	0	0	0		0	2
Distancia SLP (Km)	1	1	1	1	1	1		6
c) Concentrado de Evaluación								
Unidad Minero-metalúrgica	Tipo de unidades	Corporativo	Tipo de minerales	Trend	Región	Tipo de Operación	Distancia SLP (Km)	Puntaje final
Ponderación	0	1	4.5	4.5	2	2	6	
Unidad A								
Unidad B								
Unidad C								
d) Valorización de niveles								
Criterio	Ponderación de niveles							puntaje
Tipos de Unidades	Mina subterránea	Mina a cielo abierto	Proceso de cierre	Refinería				
	0.4	0.4	0.1	0.1				
Corporativo	Grupo, compañía	Pequeño minero	Inversión extranjera	Subsidios				
	0.3	0.1	0.4	0.2				
Tipo de Minerales	Metálico	No Metálico	Aleación	Canteras				
	0.5	0.3	0.1	0.1				
Trend	Cu-Mo-Au	Au-Ag-Cu	Zn-Pb-Ag-Cu	Ag-Zn-Cu-Pb	Básicos preciosos	Depósitos Fe		
	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1		
Región	Noreste	Occidente	Norte	Centro Norte	Centro Oriente	Centro Occidente	Sur	
	0.1	0.5	0.2	0.3	0.2	0.1	0.5	
Tipo de Operación	Minado subterráneo	Explotación cielo abierto	Metalurgia					
	0.4	0.4	0.2					
Distancia SLP (Km)	>=645	< 645 Norte	< 645 Sur	Baja California	Península			
	0.4	0.3	0.2	0.5	0.5			

Figura 1. Concentrado de información, Técnica Cualitativa Comparación por pares; elaboración propia.

Se considera la opción del uso de tecnologías híbridas, el cual en su programación, combina aquella denominada nativa y desarrollo HTML5, que facilita tareas administrativas en un entorno que soporta sistemas operativos móviles diferentes en diversos dispositivos (Sommerville, 2011).

Diseño de la metodología

La metodología propuesta para este proyecto está dividida en 5 etapas, mismas que se vinculan con las etapas propias del diseño de aplicación Web:

1. Realizar la Interrelación de los elementos del MGS, para resumir-concentrar entradas al diseño metodológico que se seleccionará para los algoritmos.
2. Identificar criterios y niveles, para programar el despliegue para implementar el MGS.
3. Desarrollar la herramienta de diseño de aplicación web de manera incremental.
 - a. Especificación de requerimientos del bosquejo
 - b. Asignación de requerimientos a incrementos
 - c. Diseño de arquitectura del sistema
 - i. Desarrollo de incremento del sistema
 - ii. Validar incrementos
 - iii. Integrar incrementos
 - iv. Validar sistemas
 - v. Implementar incrementos (regresar al punto i o pasar al d)
 - d. Sistema finalizado

4. Implantar la metodología de diseño de aplicación web.
5. Realizar pruebas piloto.

Además, se considerará, que la etapa 3, se vinculará con la propia para diseños de aplicación web, considerando como parte entonces, de la metodología las siguientes fases:

- A. Análisis y definición de requerimientos. Los servicios, las restricciones y las metas del sistema se establecen mediante consulta a los usuarios del sistema.
- B. Diseño del sistema y del software. El proceso de diseño de sistemas asigna los requerimientos, para sistemas de hardware o de software, al establecer una arquitectura de sistema global. Implica identificar y describir las abstracciones fundamentales del sistema de software y sus relaciones.
- C. Implementación y prueba de unidad. El diseño se realiza como un conjunto de programas o unidades del programa. La prueba de unidad consiste en verificar que cada unidad cumpla con su especificación.
- D. Integración y prueba de sistema. Las unidades del programa o los programas individuales se integran y se prueban como un sistema completo para asegurarse de que se cumplan los requerimientos de software.
5. Operación y mantenimiento. El sistema se instala y se pone en práctica. El mantenimiento incluye corregir errores no detectados en etapas anteriores; se mejora la implementación de unidades del sistema e incrementan servicios del sistema conforme se descubren nuevos requerimientos.

Resultados Esperados

1. A partir de la base de datos que permitirá la programación, desarrollada con fundamento en los criterios de selección de la herramienta comparación por pares, se obtendrá una propuesta de orden para implantar el SMM en las unidades minero-metalúrgicas de México.
2. Será agregada la información obtenida en campo, en la unidad analizada en el momento, permitiendo evaluar la relación que existe entre los ODS y los parámetros legislativos por medio de la metodología propia del SMM y alienada a la planeación estratégica.
3. Generará gráficos que muestren diversas relaciones entre los elementos, para que expertos ambientalistas y dueños del proceso, los interpreten correctamente y con base en ellos puedan avalar la efectividad de sus prácticas medio-ambientales así como toma decisiones en favor del entorno y en cumplimiento de las sugerencias internacionales y obligaciones legislativas.

Trabajo programado

Para completar la metodología prevista para este proyecto de innovación tecnológica, las etapas 3 (en su etapa operativa), así como la etapa 4, se consideran en el programa general establecido en acuerdo con Minera Tierra Adentro para ser finalizado en enero 2023. Por su parte, la etapa 5, puede ser iniciada a partir de febrero 2023, pero no necesariamente como implantación, si no como simulador.

El trabajo de vinculación con las unidades que van a resultar seleccionadas por la técnica de comparación por pares, será llevado a cabo específicamente por la empresa, y de ser aceptado el proyecto, también deberá establecer cláusulas especiales para considerarse un proyecto aplicado. Los investigadores una vez que entregan etapas 1 a 4, cesan actividades operativas y reinician su trabajo de investigación, una vez que una unidad seleccionada, acepte las condiciones para implantar el MGS que propone Minera Tierra Adentro a través de sus dirigentes.

Conclusiones

Una vez que la metodología fue considerada como aceptada, las etapas han sido realizadas con base en trabajos de investigación documental y con diversas reuniones con los dirigentes de Minera Tierra Adentro. Siendo un proyecto solicitado, el tiempo de ejecución para conseguir los objetivos específicos, se han respetado y el trabajo de gabinete conjunto ha sido supervisado.

Este documento es una presentación de una serie de selecciones para formalizar la metodología que permitirá por medio de algoritmos crear la plataforma digital, por medio de diseño de tecnologías web para uso práctico de Minera Tierra Adentro. Es posible debido a la documentación previa de elementos en cada eje referido, la obtención, de vínculos, valoraciones y jerarquizaciones que dan cumplimiento al formato de entradas que por medio de algoritmos se convierten en salidas o resultados como los buscados con este proyecto de innovación.

El MGS propuesto, es de autoría de la investigadora Dra. Rosa Elia Martínez Torres, siendo Minera Tierra Adentro, aval de este trabajo y responsable de la aplicación del

mismo. Se trata de un modelo validado y con registro de propiedad en trámite como modelo de utilidad ante IMPI.

Lista de referencias

Azamar, A., y Tellez, I., (2022). Minería en México: panorama social, ambiental y económico, 14, México: SEMARNAT.

CEPAL, (2018). Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible, una oportunidad para América Latina y el Caribe, Rev.3. Naciones Unidas

Da Silva, F., y Nuñez, G., (2020). La libre competencia en la economía digital: las micro, pequeñas y medianas empresas en América Latina y el impacto del covid19. Naciones Unidas.

Da Silva, F., y Nuñez, G., (2019). Free competition in the post-pandemic digital era: the impact on SMEs. Naciones Unidas.

Dym, C. y Little, P., (2002). El proceso de Diseño en Ingeniería. p. 80, Limusa Wiley.

Martínez, R., Bednarek, M., & Zulawska, U., (2019). Validation of a Sustainable Model for the mining-metallurgical industry in Mexico, 38, 12, MDPI Proceedings

Martínez, R., Rivera, P., (2022). Sustainable social awareness Measurement at the Industrial Work, 107 (1), ECS Trans.

Martínez, G., Silva, F., Altamirano, M., y De la Torre J., (2021). Desarrollo Tecnológico e innovación en México. 10 (1), 3C Empresa. Investigación y pensamiento crítico.

Morán, R., (2013). Preguntas y respuestas sobre minería. Argentina: Greenpeace.

Monreal, R., y Hernández, P., (2015). Mi México es minero. Edición especial, Revista GEOMIMET. México: AIMMGMAC.

Sánchez, N., (2014). La Industria Minera en México a partir del TLCAN y sus implicaciones sobre el medio ambiente. México: UNAM

SEMARNAT, (2002). Guía para presentación de Manifiesto de Impacto Ambiental. México: Secretaría de Economía.

Sommerville, I., (2011). Ingeniería de Software, 9ª edición. Ed. Pearson Education.