

Análisis SEM del impacto social y productivo percibido en Bacadéhuachi, Sonora, tras la reforma minera del litio

SEM Analysis of the social and productive impact perceived in Bacadéhuachi, Sonora, after the lithium mining reform

Raúl Guadalupe Paredes-Barceló^{a*}; Diego Alberto Aviles-Quintanar^b; José Jesús Ferrales-Montes^a;

^a Profesor investigador de la Licenciatura en Negocios y Mercadotecnia, Universidad Tecnológica de Hermosillo, Boulevard de los Seris Final, Parque Industrial Hermosillo, C.P. 83299 Hermosillo, Sonora, México.

^b Profesor investigador de la Universidad Estatal de Sonora, Av. Ley Federal del Trabajo S/N C.P. 83100, Col. Apolo, Hermosillo, Sonora México.

Correo electrónico: rgparedes@uthermosillo.edu.mx, <https://orcid.org/0000-0002-9633-2768>

(Recibido: 02 de diciembre 2024; Aceptado: 11 de diciembre 2024; Publicado: 01 de enero 2025)

Resumen

En el contexto de la Reforma a la Ley Minera sobre el litio en México, este estudio evalúa las percepciones sobre los impactos sociales y productivos esperados en la comunidad de Bacadéhuachi, Sonora. Se aplicó un enfoque cuantitativo y transversal, utilizando un Modelo de Ecuaciones Estructurales (SEM) en una muestra de la Población Económicamente Activa local. Los resultados revelan que la percepción sobre la Reforma de Ley (RLEY) se asocia de manera positiva y significativa con las expectativas de Impacto Social (ISOC) ($\beta = 0.65$) y de Impacto Productivo (IPRO) ($\beta = 0.56$). Adicionalmente, el modelo confirma una fuerte covarianza entre el ISOC y el IPRO percibidos (0.81), lo que sugiere que la comunidad no disocia los beneficios en ambas áreas. El estudio aporta una línea base cuantitativa de las expectativas comunitarias, crucial para la gestión de la Licencia Social para Operar. Los hallazgos subrayan la necesidad de que las políticas públicas aborden de forma integrada las dimensiones sociales y productivas para alinearse con la visión integral de la comunidad.

Palabras claves: *Desarrollo Comunitario, Ecuaciones Estructurales (SEM), Litio, Reforma a la Ley Minera.*

Abstract

In the context of the Mining Law Reform on lithium in Mexico, this study assesses perceptions of expected social and productive impacts in the community of Bacadéhuachi, Sonora. A quantitative and cross-sectional approach was applied, using Structural Equation Modeling (SEM) in a sample of the local Economically Active Population. The results reveal that perceptions of the Law Reform (RLEY) are positively and significantly associated with expectations of Social Impact (ISOC) ($\beta = 0.65$) and Productive Impact (IPRO) ($\beta = 0.56$). Additionally, the model confirms a strong covariance between perceived ISOC and IPRO (0.81), suggesting that the community does not dissociate the benefits in these two areas. The study provides a quantitative baseline of community expectations, crucial for the management of the Social License to Operate. The findings underscore the need for public policies to address social and productive dimensions in an integrated manner to align with the holistic vision of the community.

Keywords: *Community Development, Structural Equation Modeling (SEM), Lithium, Mining Law Reform.*

1. Introducción

Conocer el impacto productivo y social que una Reforma de Ley trae consigo, implica determinar cómo se puede garantizar mejores condiciones de vida para una comunidad. De acuerdo con la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la Nación es la propietaria de las tierras y tiene la facultad de imponer restricciones sobre la propiedad privada en función del interés público. Además, se encarga de regular la utilización de estos recursos con el propósito de promover el bienestar social, equilibrar la distribución de la riqueza pública, y mejorar las condiciones de vida de la población. La Ley Minera busca regular la explotación de los recursos minerales, asegurando que dicha actividad, sobre todo la explotación del litio se realice bajo la administración del Estado en beneficio del pueblo de México. Esta regulación entra en concordancia con el artículo 27 de la Constitución para contribuir al desarrollo y mejora de las condiciones de vida de la población (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2022; 2024).

La explotación del litio se ha relacionado con la transición energética y las energías limpias, sin embargo, podría existir la preocupación de contaminación y sobreexplotación de regiones siendo la proximidad (o proximidad anticipada) lo que revela cómo reacciona la comunidad (Araújo, E., Bento, S., & Silva, M., 2022), por lo que al no haber iniciado aún la explotación en la comunidad de Bacadéhuachi, no se han manifestado inquietudes fuertes sobre el tema.

Los estudios para analizar la viabilidad de un proyecto minero suelen centrarse en aspectos geológicos, económicos (mercado), de logística (cadenas de valor), entre otros, siendo éstos los que tienen un mayor impacto y peso en la toma de decisiones, aun cuando se llegan a abordar más elementos de estudio (Aaen, S. B., & Hansen, A. M., 2023). En el caso del litio en la zona Li-MX 1, un aspecto determinante hasta el momento es el económico-tecnológico, ya que, a pesar de los esfuerzos gubernamentales (El Imparcial, 2023) no se ha encontrado cómo procesar el mineral en arcilla de tal manera que sea conveniente económicamente.

Diversos estudios han abordado la explotación del Litio desde los impactos económicos y ambientales, pero han sido pocos los que han explorado la percepción de las comunidades locales sobre los impactos sociales y productivos específicos de esta actividad. Las investigaciones suelen centrarse en métricas

económicas macro o en aspectos técnicos de la minería. Existe un vacío en la comprensión de cómo las comunidades perciben sus afectaciones, positivas o negativas, para estos desarrollos mineros (Tu, Y., 2023; Riofrancos, T., 2022; Graham, J., Rupp, J., & Brungard, E., 2021). Actualmente, los temas de la Responsabilidad Empresarial y el Desarrollo Sostenible son relevantes para grupos empresariales y activistas. Por ello, comprender las percepciones locales ante la emergente industria del litio en México no es sólo una tarea académica, sino una necesidad imperante para fomentar un desarrollo inclusivo y socialmente sostenible.

El valor agregado de centrarse en las percepciones comunitarias, analizadas mediante un enfoque cuantitativo robusto como el Modelado de Ecuaciones Estructurales (SEM), radica en su capacidad para cuantificar y modelar las expectativas subjetivas de la comunidad. Estas expectativas son cruciales para la aceptación social del proyecto, la anticipación de posibles conflictos y la planificación participativa, complementando así los análisis técnicos y económicos tradicionales. Medir la percepción de la población sobre el impacto social y productivo, genera canales de comunicación efectiva y aporta información para la toma de decisiones estratégica, elevando el potencial del proyecto en beneficio de todos, de aquí la importancia de llenar el vacío sobre cómo la Reforma de Ley en materia de Litio es percibida en términos de su impacto social y productivo por las entidades.

Este estudio se caracteriza por centrarse en la perspectiva colectiva de la comunidad de Bacadéhuachi, Sonora, cuantificando sus percepciones sobre las dimensiones sociales y productivas.

El objetivo de investigación es medir la percepción de la población sobre los impactos de la explotación minera de Litio en aspectos sociales y productivos, al recopilar y analizar datos a través de entrevistas y encuestas, cuyos resultados podrían permitir la toma de decisiones gubernamentales y del sector empresarial en beneficio de pobladores de la zona Li-MX 1. Se parte de las hipótesis centrales de que la percepción de la Reforma a la Ley (RLEY) se asocia positivamente con las expectativas de Impacto Social (ISOC) [H1] y con las expectativas de Impacto Productivo (IPRO) [H2] en la comunidad. El presente trabajo busca aportar al vacío de conocimiento existente en relación con los estudios mineros, en particular a la actividad sobre el litio, respecto a su impacto social y productivo en las comunidades.

2. Desarrollo

Tanto el descubrimiento del litio como la Reforma de la Ley Minera impactan en el sistema comunitario y en sus sistemas interrelacionados, como son el social y el productivo, los cuales hasta ahora han mantenido su propia dinámica y alcance en un ámbito de autogestión y alcance local. A pesar de los desafíos del sistema comunitario actual, los cambios impulsados por la actividad en torno al litio a través de la reforma pueden encontrar resistencia debido a la ideología imperante. Sin embargo, la actividad comunitaria es dinámica y, aunque se sustenta en valores y tradiciones, se muestra abierta a interactuar con otros contextos y sistemas (Thonhauser, G., & Weichold, M., 2021; Agostini, M., & Zomeren, M., 2021; Zeineddine, F., & Leach, C., 2021).

La Reforma a la Ley Minera en materia de Litio busca mejorar las condiciones de las comunidades conformadas por la zona Li-MX 1 y al pueblo de México en general al administrar la riqueza que se genere, observado a través del Desarrollo Comunitario, Desarrollo Económico y Trabajo Decente.

El Desarrollo Comunitario se entenderá como las mejoras en las condiciones socioeconómicas en las comunidades a través de proyectos de infraestructura que la beneficien. Se han realizado estudios que demuestran que el Desarrollo Comunitario está influenciado por factores tanto económicos como sociales, siendo un proceso planificado y continuo de cambios sociales, culturales, económicos y ambientales (Hussain, S., et al, 2022).

Investigaciones económicas recientes han revelado que numerosos factores históricos influyen de manera considerable en el desarrollo económico contemporáneo (Nunn, N., 2020). Esto tiene relevancia al momento de la toma de decisiones para el desarrollo de proyectos públicos y privados en municipios de la Zona Li-Mx 1, principalmente conformada por áreas de baja densidad poblacional, poco desarrollo en infraestructura tecnológica y de servicios, con arraigo a la comunidad y tradiciones, y una economía basada en su historia. Cómo sea la intervención para la implementación del proyecto de Litio en Sonora determinará su desarrollo económico principalmente para las poblaciones que conforman el área de interés.

Estudios indican que no existe una definición o medida única consensuada para el Desarrollo Económico y se ha intentado agrupar en temáticas y

acciones como finanzas, políticas, desarrollo empresarial, sostenibilidad, etc. (Levine, E., & Tantardini, M., 2023). Dentro de los elementos a considerar para medir el Desarrollo Económico se encuentran la inversión en infraestructura, la educación, la inversión extranjera directa y la estabilidad política (Pettinger, T., 2022). El concepto es multifacético y depende de su enfoque teórico y perspectiva del analista que aborda el tema, por lo que aspectos de crecimiento económico, infraestructura, producción y consumo, los niveles educativos y su impacto en la productividad hasta el bienestar individual y social, son elementos que se pueden considerar en el estudio del desarrollo económico.

El trabajo decente, representa el anhelo de las personas en el ámbito laboral de acceder a un empleo productivo que no solo garantice un ingreso justo y seguridad social, sino que también promueva la igualdad, la dignidad humana y la libertad para participar activamente en las decisiones que afectan sus vidas tal como lo define la Organización Internacional del Trabajo-OIT y es ampliamente aceptado por la comunidad internacional (OIT, n.d.). Este concepto abarca la protección de los derechos laborales, la seguridad en el lugar de trabajo, y la posibilidad de un desarrollo personal y colectivo que contribuya positivamente a la sociedad en general. La falta de oportunidades de trabajo decente, junto con la insuficiente inversión y el bajo consumo, puede socavar el contrato social fundamental que sostiene a las democracias, donde todos tienen el derecho de participar en el progreso y bienestar común (Naciones Unidas., n.d.; Gobierno de la Ciudad de México., n.d.; OIT, n.d.). Cualquier ley o política pública que busque el desarrollo económico debe considerar que la falta de trabajo decente perpetúa la pobreza y la desigualdad (Olabiya, O., 2022).

Las leyes pueden atraer cambios en las condiciones de vida de las comunidades, es decir, impactos sociales, reduciendo la exclusión social de grupos marginados hasta empoderarlos (Aldashev, G., et al, 2011). Los impactos sociales son efectos, positivos o negativos, en la calidad de vida de las personas y comunidades, que según Epstein y Yuthas (2014, como se cita en Baraibar-Diez et al., 2020) pueden ser “cambios sociales o ambientales generados por actividades e inversiones”, de ahí la importancia de evaluarlos, aunque no es una tarea fácil ya que es un concepto flexible y multidimensional, que varía según el campo de investigación (Baraibar-Diez, E., et al, 2020; Bonilla-Alicea, R., & Fu, K., 2019).

El impacto social es entendido como los cambios en aspectos que afectan a las personas y comunidades (Vanclay, F., 2003; Bonilla-Alicea, R., & Fu, K., 2019). Algunos estudios indican que la calidad de vida puede estar determinada por indicadores internos y externos como condiciones personales, el capital social y variables socioeconómicas (Nutakor, J., et al, 2023; Badowska, M., & Szkultecka-Dębek, M., 2023). Sin embargo, para ello es necesaria una mejora salarial, que impacte en el nivel socioeconómico, ya que se ha evidenciado la relación entre el bienestar, la calidad de vida, así como el salario (Kaufman, J., et al, 2020) siendo la educación la que permite tener mejores oportunidades de desarrollo.

Para la Cepal (2022) el impacto productivo se genera a partir de los efectos que la actividad productiva tiene sobre el medio ambiente y la sociedad; se destaca que la innovación y la eco innovación en conjunto con la adopción de tecnologías limpias y prácticas sostenibles pueden generar nuevas oportunidades de empleo, tener impacto en los ingresos de los individuos y en la economía en general, así como mejorar la competitividad y productividad de las empresas.

3. Metodología

El alcance de la investigación es analizar la percepción del impacto social y productivo de la Reforma de Ley Minera en materia de Litio en México. Se busca evaluar si dicho cambio a la ley ha generado o podría generar efectos positivos y significativos en estos ámbitos, a través de un estudio cuantitativo que permitirá medir y comparar estos impactos percibidos por los habitantes de la comunidad de Bacadéhuachi, Sonora.

Se plantea un estudio cuantitativo no experimental de forma transversal. Se emplea un enfoque cuantitativo porque el objetivo es medir el impacto de la reforma. La investigación es no experimental porque no se manipulan las variables independientes, sino que se observa el impacto de la reforma tal y como es percibido en la realidad de la comunidad. El estudio se desarrolla durante los meses de julio, agosto y septiembre del año 2023.

El levantamiento se realizó a habitantes de la comunidad de Bacadéhuachi, Sonora, México, considerando a la Población Económicamente Activa (PEA) por el INEGI (2020) de 405 habitantes en esta categoría. Al ingresar a la población en una fórmula para

calcular la muestra da como resultado 78 con un margen de error del 10% y un nivel de confianza del 95%. Se consiguieron 80 instrumentos válidos en el levantamiento considerando que la Población es menor a lo indicado en las cifras oficiales, ya que si bien hay personas que conservan su domicilio en dicha comunidad, emigran de ella para obtener oportunidades de estudio, trabajo y calidad de vida.

3.1. Definición Conceptual y Operacional de las variables

Reforma de Ley (RLEY) se entiende como los cambios en la Ley Minera donde se declara de interés público el litio en favor del pueblo de México, incluyendo las cadenas de valor, la exploración, explotación, beneficio y aprovechamiento (Berlín Valenzuela et al., 1998; Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2022). Opera en el estudio con 3 variables observadas según la expectativa de la comunidad sobre RL1-Desarrollo Comunitario, RL2-Desarrollo Económico y RL4-Trabajo Decente.

Se define el Impacto Social (ISOC) como los cambios en aspectos que afectan a las personas y comunidades (Vanclay, F., 2003; Bonilla-Alicea, R., & Fu, K., 2019). Opera en el estudio con 3 variables observadas según la expectativa de la comunidad sobre IS2-Calidad de Vida, IS3- Mejora de la Educación y IS4-Mejora Salarial.

Por último, se comprende como Impacto Productivo (IPRO) aquellos efectos que las actividades productivas tienen sobre el medio ambiente y la sociedad (CEPAL, 2022). Opera en el estudio con 3 variables observadas según la expectativa de la comunidad sobre IP1-Creación de Empleo, IP2-Derrama Económica y IP4-Crecimiento Empresarial (Inversión)

3.2. Instrumento

Se diseñó un instrumento tipo encuesta dividido en 8 secciones con escala Likert con opciones del 1 al 5 con los siguientes criterios: 1 es Completamente en desacuerdo; 2 es En desacuerdo; 3 es Ni en desacuerdo, ni de acuerdo; 4 De acuerdo; 5 Completamente de acuerdo. Para el presente estudio se retomaron 3 secciones de las 8 que conforman el instrumento general y que fueron diseñadas para el análisis de Ecuaciones Estructurales (SEM): Reforma a la Ley Minera (RLEY), Impacto Social (ISOC) e Impacto Productivo (IPRO). Se realizó un ajuste del modelo original para la mejora en la precisión de resultados, reduciendo las variables observadas al considerar el tamaño de la muestra.

A continuación, se presentan los indicadores de validez, confiabilidad y normalidad del instrumento.

En la Tabla 1, se observa una buena consistencia interna y alta confiabilidad del instrumento para medir las variables.

Tabla 1. Validez y confiabilidad.

Fuente: Elaboración propia con RStudio R Core Team. (2024).

Estadístico	Ω	α
<i>RLEY</i>	0.84	0.84
<i>ISOC</i>	0.87	0.87
<i>IPRO</i>	0.90	0.89
<i>Instrumento</i>	0.91	0.90

En todas las variables latentes se muestra una buena validez discriminante (Tabla 2), ya que, para cada una, el AVE es mayor que las correlaciones cuadradas con los otros constructos.

Tabla 2. Resultados del Análisis de Validez y Confiabilidad.

Fuente: Elaboración propia con RStudio R Core Team. (2024).

Variable Latente-Ítem	Confiabilidad Compuesta (CR)	AVE	Correlaciones Cuadradas (Fornell-Larcker)
<i>RLEY-RL1</i>	0.89	0.81	RLEY: 0.81
<i>RLEY-RL2</i>	0.969	0.938	ISOC: 0.421
<i>RLEY-RL4</i>	0.905	0.812	IPRO: 0.313
<i>ISOC-IS2</i>	0.907	0.837	RLEY: 0.421
<i>ISOC-IS3</i>	0.905	0.821	ISOC: 0.938
<i>ISOC-IS4</i>	0.977	0.949	IPRO: 0.765
<i>IPRO-IP1</i>	0.971	0.946	RLEY: 0.313
<i>IPRO-IP2</i>	0.955	0.912	ISOC: 0.765
<i>IPRO-IP4</i>	0.912	0.823	IPRO: 0.812

Los resultados obtenidos para la Confiabilidad Compuestas (CR) y el promedio de varianza extraída (AVE) indican una buena confiabilidad y validez de las variables latentes del modelo.

Como se observa en la Tabla 3, las variables no siguen una distribución normal, lo cual puede deberse al tamaño de la muestra del estudio. Por lo anterior, se ajustó el modelo para obtener un análisis más robusto para compensar la no normalidad. Dada la naturaleza del estudio y las características de la población, se

obtuvo una muestra de 80 participantes. Se reconoce que este es un tamaño de muestra reducido, lo cual puede introducir sesgos potenciales y afectar la distribución de los datos. De hecho, las pruebas de normalidad de Shapiro-Wilk y Kolmogorov-Smirnov confirmaron que las variables observadas no seguían una distribución normal (ver Tabla 3).

Tabla 3. Pruebas de Normalidad.

Fuente: Elaboración propia con RStudio R Core Team. (2024).

Variable	Shapiro-Wilk W	Shapiro-Wilk p-value	K-S D	K-S p-value
<i>RL1</i>	0.760	4.18E-10	0.345	1.10E-08
<i>RL2</i>	0.686	8.65E-12	0.402	1.15E-11
<i>RL4</i>	0.583	9.95E-14	0.459	4.50E-15
<i>IS2</i>	0.695	1.30E-11	0.396	2.60E-11
<i>IS3</i>	0.720	4.78E-11	0.371	5.42E-10
<i>IS4</i>	0.636	8.84E-13	0.434	1.64E-13
<i>IP1</i>	0.547	2.52E-14	0.472	6.97E-16
<i>IP2</i>	0.616	3.82E-13	0.448	2.41E-14
<i>IP4</i>	0.557	3.62E-14	0.469	1.09E-15

Para mitigar el impacto de la no normalidad y el tamaño de la muestra en los resultados del Modelo de Ecuaciones Estructurales, se utilizó un Estimador de Máxima Verosimilitud Robusto (MLR). Este estimador es robusto frente a la violación del supuesto de normalidad y proporciona estimaciones de parámetros y errores estándar más fiables en estas condiciones, asegurando así la validez de las conclusiones del modelo.

4. Resultados

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en el estudio. La carga estándar representa la correlación entre cada ítem y el constructo latente que se busca medir, por lo que cargas mayores a 0.70 generalmente se consideran un buen indicador, mientras más altas, más correlacionadas; en la Tabla 4, todos los ítems superan el 0.70. El error estándar bajo indica mayor precisión en la estimación de carga, por lo que todos los ítems del instrumento tienen una buena precisión al ser bajos. Un valor de Z mayor, además de indicar que la carga estándar es diferente de 0, señala una relación más significativa entre el ítem y el constructo. Todos los valores Z en la Tabla 4 son suficientemente grandes para un nivel de significancia

de 0.05. Por otra parte, todos los ítems tienen un p-valor de 0.000 o cercano, lo que indica que son estadísticamente significativos. Por último, las varianzas residuales y las varianzas residuales estándar tienen buenos indicadores, salvo en algunos ítems que tienen margen de mejora.

Tabla 4. Resultados del Análisis Factorial Confirmatorio (CFA). Fuente: Elaboración propia con RStudio R Core Team. (2024).

Ítem	Carga Estándar (Std. All)	Error Estándar	Valor Z	P-Valor	Varianza Residual	Varianza Residual (Std. All)
RL1	0.743	0.046	5.096	0.001	0.234	0.447
RL2	0.929	0.043	7.277	0.001	0.075	0.137
RL4	0.697	0.029	6.122	0.001	0.161	0.514
IS2	0.793	0.039	5.439	0.001	0.213	0.371
IS3	0.743	0.054	7.222	0.001	0.31	0.448
IS4	0.939	0.018	9.596	0.001	0.047	0.118
IP1	0.945	0.013	2.717	0.007	0.036	0.108
IP2	0.895	0.017	13.01	0.001	0.072	0.198
IP4	0.724	0.022	8.334	0.001	0.128	0.476

La prueba de Chi-cuadrado evalúa la diferencia entre el modelo estimado y los datos observados; un valor de p mayor a 0.05 indica que no hay una diferencia significativa lo que se observa en la Tabla 5 para el valor estándar y valor robusto sugiriendo un buen ajuste del modelo. Para los valores CFI y TLI ambos son índices altos lo que indica un excelente ajuste. Por último, se observa que los valores de RMSEA y SRMR son bajos indicando un buen ajuste.

Tabla 5. Medidas de Ajuste del Modelo. Nota: Con estimador MLR. Fuente: Elaboración propia con RStudio R Core Team. (2024).

Medida	Valor Estándar	Valor Robusto
Chi-square	27.053	27.935
P-valor (Chi-square)	0.302	0.263
Comparative Fit Index (CFI)	0.994	0.992
Tucker-Lewis Index (TLI)	0.99	0.988
Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA)	0.04	0.045
Intervalo de Confianza RMSEA	0.000 - 0.102	0.000 - 0.106
P-valor H0: RMSEA ≤ 0.050	0.549	0.504
Standardized Root Mean Square Residual (SRMR)	0.047	0.047

La Tabla 6 muestra las relaciones estandarizadas entre las variables dependientes e independiente. Se observa que la relación de Reforma a la Ley Minera (RLEY) con Impacto Productivo (IPRO) e Impacto Social (ISOC) es significativa y las estimaciones estandarizadas sugieren que RLEY es un predictor relevante para ambas variables dependientes.

Tabla 6. Regresiones estandarizadas. Nota: Con estimador MLR. Fuente: Elaboración propia con RStudio R Core Team. (2024).

Var. Dep.	Var. Indep.	Estimación (Std.all)	Error Estándar	z-valor	P-valor
ISOC	RLEY	0.649	0.188	3.846	0.001
IPRO	RLEY	0.559	0.182	3.111	0.002

Por otra parte, en la Tabla 7 se observa que las variables ISOC e IPRO están fuertemente relacionadas en el modelo.

Tabla 7. Covarianza estandarizada. Nota: Con estimador MLR. Fuente: Elaboración propia con RStudio R Core Team. (2024).

Var. 1	Var. 2	Estimación (Std.all)	Error Estándar	z-valor	P-valor
ISOC	IPRO	0.811	0.055	3.037	0.002

En la Figura 1 se observa que el modelo SEM indica una asociación positiva y significativa entre la percepción de RLEY y las expectativas de ISOC, así como en las expectativas de IPRO. Además, se observa una fuerte correlación entre ISOC e IPRO.

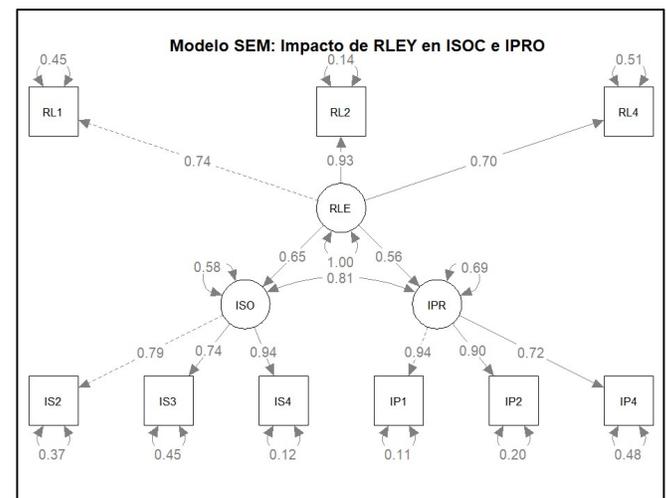


Figura 1. SEM con estimador MLR del impacto de RLEY en ISOC e IPRO. Fuente: elaboración propia con RStudio R Core Team. (2024).

Los indicadores observables cargan de manera moderada a fuerte y significativa sobre sus respectivas variables latentes, lo que sugiere que las mediciones son confiables.

En la parte superior de la Figura 2 se observa la gráfica de interacción la cual muestra cómo la relación entre RLEY e IPRO varía en función de diferentes niveles de ISOC, es decir, este gráfico permite visualizar cómo el impacto percibido de la reforma en términos productivos varía según los diferentes niveles del impacto social percibido, mientras que en la parte inferior de la figura observamos cómo la relación entre RLEY e ISOC varía dependiendo de los niveles de IPRO.

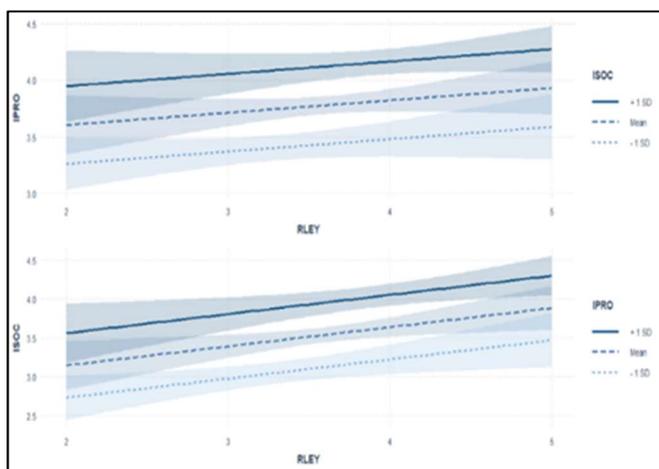


Figura 2. Gráfico de interacción del impacto de RLEY en ISOC e IPRO. Fuente: elaboración propia con RStudio R Core Team. (2024).

5. Discusión

Tal como se indicó en la introducción, este estudio presenta resultados parciales de una investigación más amplia, y se enfoca en aportar al conocimiento sobre las percepciones comunitarias frente a la minería de litio. Específicamente, se desarrolló un análisis mediante Modelos de Ecuaciones Estructurales (SEM) para evaluar cómo la comunidad de Bacadéhuachi, Sonora, México, percibe el Impacto Social (ISOC) y el Impacto Productivo (IPRO) de la reciente Reforma a la Ley Minera en materia de Litio (RLEY).

A pesar de que los datos no cumplieron el supuesto de normalidad, atribuido al tamaño de la muestra, la robustez del modelo SEM se confirmó mediante adecuadas medidas de ajuste. Los valores robustos de

los índices CFI, TLI, RMSEA y SRMR sugieren un buen ajuste del modelo a los datos, otorgando validez a las interpretaciones subsiguientes.

Los hallazgos del modelo estructural en la Figura 1 son relevantes. Se encontró que la percepción de RLEY se asocia de manera positiva y significativa tanto con la expectativa de ISOC, con una carga factorial estandarizada de 0.65, como con la expectativa de IPRO, con una carga de 0.56. Adicionalmente, el modelo evidenció una fuerte covarianza entre el ISOC e IPRO percibidos (0.81), lo que subraya una interconexión sustancial entre estas dos dimensiones desde la perspectiva comunitaria.

Dentro del constructo ISOC, el indicador IS4-Mejora Salarial muestra la carga factorial más alta, sugiriendo que las expectativas salariales son un componente central y representativo de cómo la comunidad conceptualiza el impacto social en este contexto. También IP1-Creación de Empleo es un indicador elevado del IPRO.

Los bajos valores de varianza de error para la mayoría de los indicadores refuerzan la idea de que estos ítems son medidas fiables de sus respectivos constructos latentes. Sin embargo, indicadores como RL1 (0.45) o IP4 (0.48) presentan una mayor proporción de varianza no explicada. Esto podría sugerir que su redacción fue interpretada con mayor variabilidad por los encuestados o que otros factores, no incluidos en el modelo, influyen en las respuestas a estos ítems.

Aun cuando RLEY se asocia significativamente con IPRO e ISOC, es interesante notar que la magnitud de la asociación es ligeramente superior para el impacto social. Esto podría sugerir que los aspectos sociales como calidad de vida, educación, o mejoras salariales son esperados con una vinculación un fuerte a la reforma que los aspectos puramente productivos, o que hay una mayor sensibilidad o esperanza depositada en la dimensión social. La robusta covarianza de 0.81 entre ISOC e IPRO indica que la comunidad no disocia estos dos tipos de beneficios, sugiriendo una visión integral del desarrollo, donde el progreso económico y el bienestar social son percibidos como dos caras de la misma moneda. Esta percepción tiene profundas implicaciones, ya que cualquier iniciativa o política que se enfoque en uno descuidando el otro podría no alinearse con las expectativas integrales de la

comunidad y, por ende, afectar la legitimidad o aceptación del proyecto global.

Este resultado tiene implicaciones importantes para la política pública, pues indica que las intervenciones que busquen potenciar los beneficios de la reforma podrían ser más efectivas si abordan de manera integrada tanto las condiciones sociales como las productivas, buscando así mejorar las condiciones de vida de la comunidad de forma holística.

Las gráficas de interacción en la Figura 2 refuerzan esta idea, mostrando cómo la relación percibida de la RLEY con el IPRO varía según los niveles de ISOC, y viceversa. Esto sugiere que la efectividad percibida de la Reforma de Ley para impulsar el desarrollo productivo está condicionada por la expectativa de que también se generarán beneficios sociales. Es decir, si la comunidad anticipa un fuerte ISOC positivo, la percepción de la reforma se traduce en una expectativa de IPRO considerablemente mayor. Teóricamente, esta interacción subraya que los modelos de desarrollo comunitario y aceptación de proyectos no pueden tratar los impactos sociales y productivos como independientes. Esto sugiere un efecto multiplicador o sinérgico donde la percepción de beneficios en un área potencia la expectativa de beneficios en otra, alineándose con teorías que postulan la interdependencia de diferentes capitales (social, económico) para el desarrollo sostenible. Desde una perspectiva práctica, este hallazgo es crucial. Implica que para maximizar la percepción positiva del impacto productivo de la reforma no basta con enfocarse únicamente en promesas de empleo o crecimiento económico, es fundamental que las políticas y las acciones empresariales también generen y comuniquen de manera creíble expectativas de un fuerte impacto social.

En virtud de estos resultados, se aceptan las hipótesis alternativas planteadas sobre que la percepción de la Reforma a la Ley se asocia positivamente con las expectativas de impacto social (H1) y con las expectativas de impacto productivo (H2) en la comunidad, con el consecuente rechazo de las hipótesis nulas. La validación de estas hipótesis alternativas subraya la alta expectativa que la comunidad de Bacadéhuachi deposita en la Reforma, anticipando que esta catalizará mejoras en sus condiciones de vida y fomentará un proceso de desarrollo local. Esto tiene una vinculación directa con el concepto de Licencia Social para Operar (LSO), la cual es entendida como la aceptación y

aprobación continua de un proyecto minero por parte de la comunidad local y otros grupos de interés, y se construye sobre la base de expectativas de beneficios y un manejo adecuado de los impactos (Marais, L., et al, 2024).

Los hallazgos de este estudio contrastan notablemente con la oposición y el conflicto documentados en otros proyectos de litio a nivel internacional. En Portugal, por ejemplo, las comunidades locales han acuñado el término "futuro minado" para expresar su temor de que la minería, impulsada por intereses privados, destruya sus medios de vida y contamine sus recursos hídricos (Araújo et al., 2022). De forma similar, proyectos en Estados Unidos como Thacker Pass han enfrentado una fuerte resistencia de comunidades locales y grupos ambientalistas debido a la preocupación por el uso de agua y el impacto ecológico (Riofrancos, 2022). Una explicación para esta diferencia puede ser la naturaleza de la propia Reforma de Ley mexicana, que establece la administración del litio por parte del Estado, catalogándolo como un recurso estratégico de la nación. Este enfoque difiere del modelo estadounidense y europeo, donde el Estado busca principalmente atraer y reducir el riesgo para las corporaciones multinacionales privadas (Riofrancos, 2022).

Esta narrativa de soberanía nacional y beneficio público es un pilar en la construcción de la Licencia Social para Operar (LSO) en el contexto mexicano. El protagonismo de una empresa paraestatal (LitioMX) puede mitigar la percepción de explotación por parte de actores externos, cuyo interés a corto plazo puede llevarles a subestimar los impactos a largo plazo (Aaen & Hansen, 2023). Si bien el modelo mexicano genera de partida un capital social de confianza, es un activo que depende del cumplimiento de las expectativas generadas; si los beneficios sociales y productivos esperados no se materializan, la percepción positiva actual podría erosionarse rápidamente, comprometiendo la viabilidad del proyecto a futuro.

En este contexto, las altas expectativas iniciales pueden ser una espada de doble filo. Por un lado, podrían indicar una predisposición favorable o una apertura hacia el proyecto asociado a la reforma. Por otro lado, si estas elevadas expectativas, especialmente en dimensiones tan cruciales como el impacto social ($\beta=0.65$) y productivo ($\beta=0.56$), no se gestionan adecuadamente o no se materializan de

forma perceptible para la comunidad, el riesgo de frustración, desconfianza y la eventual erosión o pérdida de la LSO es considerable. Esto podría influir negativamente en la futura relación entre la comunidad y el proyecto minero, generando tensiones o conflictos. Por lo tanto, es indispensable que se establezcan canales de comunicación transparentes y mecanismos de participación para gestionar las expectativas de la población, asegurando que los planes de desarrollo sean realistas y que los beneficios se distribuyan de manera equitativa y visible para la comunidad.

Aunque el modelo se ajusta bien, hay varianza no explicada. Si bien RLEY es un predictor importante de las percepciones de ISOC e IPRO, otros factores no medidos en este modelo también podrían estar influyendo en estas percepciones. Esto puede abrir la puerta a futuras investigaciones. Por ejemplo, es importante considerar que si la información es escasa o percibida como poco fiable podría llevar a expectativas idealizadas o a un escepticismo acentuado que no se reflejaría adecuadamente en el modelo actual.

Esto implica la necesidad de futuras investigaciones que integren variables como acceso a la información o experiencias previas con proyectos de desarrollo como predictores o moderadores en modelos de percepción comunitaria. Comprender cómo se forma la percepción es tan crucial como entender su estructura.

6. Conclusiones

La principal aportación del estudio consiste en comprobar la relación existente entre los impactos de una reforma de ley en aspectos sociales y productivos, además del hallazgo de la fuerte correlación entre el ISOC y el IPRO. Esto es crucial para considerar en el diseño de políticas públicas, inversiones o acciones privadas para el mejoramiento de las condiciones de una comunidad. Además, con los resultados se aceptaron las hipótesis alternativas y se rechazan las hipótesis nulas. Para que exista un desarrollo productivo es necesario generar un empuje del desarrollo social o viceversa. El desarrollo está entonces correlacionado con las variables calidad de vida, educación de calidad, salarios dignos, crecimiento empresarial, derrama económica y crecimiento en el empleo, es decir, se correlacionan con el Desarrollo Económico, Desarrollo Comunitario y Trabajo Decente. Para futuras investigaciones será

necesario profundizar en la relación de estas variables y factores que las impulsen.

Dentro de las limitantes del estudio se encuentran, profundizar en la correlación entre aspectos sociales y productivos mediante estudios que los midan en diferentes contextos, por ejemplo, en el resto de la Zona Li-MX 1, conformada por 6 comunidades más, aumentando la muestra estadística y mejorando los indicadores de las variables observadas. Además, se podría dar seguimiento a los resultados para observar la evolución temporal de los impactos.

7. Agradecimientos

Se agradece a la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación -SECIHTI por el apoyo recibido para su realización. También a la Universidad Tecnológica de Hermosillo, Sonora, en particular al rector, Dr. Abel Leyva Castellanos, asesor del proyecto.

8. Referencias

- Aaen, S. B., & Hansen, A. M. (2023). The role of social factors in feasibility decisions for complex orebodies: Exploring early exploration practices of the mining industry in Greenland. *Resources Policy*, 86(Part B), 104258. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.104258>
- Agostini, M., & Zomeren, M. (2021). Toward a comprehensive and potentially cross-cultural model of why people engage in collective action: A quantitative research synthesis of four motivations and structural constraints. *Psychological bulletin*, 147 7, 667-700. <https://doi.org/10.1037/bul0000256>.
- Aldashev, G., Platteau, J., & Wahhaj, Z. (2011). Legal reform in the presence of a living custom: An economic approach. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108, 21320 - 21325. <https://doi.org/10.1073/pnas.1017139108>.
- Araújo, E., Bento, S., & Silva, M. (2022). Politicizing the future: On lithium exploration in Portugal. *European Journal of Futures Research*, 10(23). <https://doi.org/10.1186/s40309-022-00209-3>
- Badowska, M., & Szkulciecka-Dębek, M. (2023). Indicators affecting the quality of life of an

- individual and society. *Journal of Health Policy & Outcomes Research*.
<https://doi.org/10.7365/jhpor.2023.1.2>.
- Baraibar-Diez, E., Luna, M., Odriozola, M., & Llorente, I. (2020). Mapping Social Impact: A Bibliometric Analysis. *Sustainability*.
<https://doi.org/10.3390/su12229389>.
- Berlín Valenzuela, F., Moreno Collado, J., Camposeco Cadena, M. A., González Oropeza, M., Molina Piñeiro, L., Namorado Urrutia, P., Orozco Gómez, J., Pedroza de la Llave, S. T., Rivera Alvelais, F., & Vega Vera, D. (1998). Diccionario de términos parlamentarios (2ª ed.). Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, Miguel Ángel Porrúa.
https://www.diputados.gob.mx/sedia/biblio/virtual/dip/dicc_tparla/Dicc_Term_Parla.pdf
- Bonilla-Alicea, R., & Fu, K. (2019). Systematic Map of the Social Impact Assessment Field. *Sustainability*.
<https://doi.org/10.3390/SU11154106>.
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2022). Decreto por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de la Ley Minera. Diario Oficial de la Federación, 20 de abril de 2022 en:
https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lmin/LMin_ref05_20abr22.pdf
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2024). Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.
https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/CP_EUM.pdf
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2022). Innovación para el desarrollo: la clave para una recuperación transformadora en América Latina y el Caribe.
<https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/5414bf37-b988-4a95-854c-607c397ced38/content>
- Gobierno de la Ciudad de México. (n.d.). Trabajo decente.
<https://www.trabajo.cdmx.gob.mx/trabajodecente#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20el%20trabajo%20decente,equidad%2C%20seguridad%20y%20dignidad%20humana>.
- Graham, J., Rupp, J., & Brungard, E. (2021). Lithium in the Green Energy Transition: The Quest for Both Sustainability and Security. *Sustainability*.
<https://doi.org/10.3390/su132011274>.
- Hussain, S., Maqbool, R., Hussain, A., & Ashfaq, S. (2022). Assessing the Socio-Economic Impacts of Rural Infrastructure Projects on Community Development. *Buildings*.
<https://doi.org/10.3390/buildings12070947>.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2020). Panorama Sociodemográfico de México 2020: Sonora. Consultado en:
https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825197995.pdf
- Kaufman, J., Salas-Hernández, L., Komro, K., & Livingston, M. (2020). Effects of increased minimum wages by unemployment rate on suicide in the USA. *Journal of Epidemiology & Community Health*, 74, 219 - 224. <https://doi.org/10.1136/jech-2019-212981>.
- Levine, E., & Tantardini, M. (2023). Defining and Measuring Economic Development: A Literature Review and Outlook. *Journal of Public and Nonprofit Affairs*.
<https://doi.org/10.20899/jpna.9.3.1-32>.
- López Bárcenas Francisco (2017). La vida o el mineral, los cuatro ciclos del despojo minero en México. Ediciones Akal.
- Marais, L., Matebesi, S., & Van Der Watt, P. (2024). Social licensing and dependencies: Implications for mine closure in South Africa. *Resources Policy*.
<https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2024.105120>.
- Naciones Unidas. (n.d.). Crecimiento económico.
<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/economic-growth/>
- Nunn, N. (2020). The historical roots of economic development. *Science*, 367.
<https://doi.org/10.1126/science.aaz9986>.
- Nutakor, J., Zhou, L., Larnyo, E., Addai-Danso, S., & Tripura, D. (2023). Socioeconomic Status and Quality of Life: An Assessment of the Mediating Effect of Social Capital. *Healthcare*, 11.
<https://doi.org/10.3390/healthcare11050749>.

- Olabiya, O. (2022). Decent Employment and Poverty Alleviation for Socio-Economic Development and Its Implications for the Well-Being of the Citizenry in South Africa. *Applied Studies in Agribusiness and Commerce*.
<https://doi.org/10.19041/apstract/2022/2/10>.
- Organización Internacional del Trabajo. (n.d.). Trabajo decente. <https://www.ilo.org/es/temas/trabajo-decente>
- Pettinger, T. (2022). Factors Affecting Economic Development. *International Journal of Development Strategies in Humanities, Management and Social Sciences*.
<https://doi.org/10.48028/iiprds/ijdshmss.v12.i2.08>.
- R Core Team. (2024). R: A language and environment for statistical computing (Version 4.4.1) [Computer software]. R Foundation for Statistical Computing.
<https://www.R-project.org/>
- Riofrancos, T. (2022). The Security–Sustainability Nexus: Lithium Onshoring in the Global North. *Global Environmental Politics*, 23, 20-41.
https://doi.org/10.1162/glep_a_00668.
- RStudio Team. (2024). RStudio: Integrated Development Environment for R (Version 2024.04.2+764) [Computer software]. RStudio, PBC. <https://posit.co/products/open-source/rstudio/>
- Thonhauser, G., & Weichold, M. (2021). Approaching Collectivity Collectively: A Multi-Disciplinary Account of Collective Action. *Frontiers in Psychology*, 12.
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.740664>.
- Tu, Y. (2023). Analyze The Economic and The Sustainable Environmental Impact of The Policy in The New Energy Vehicles and Lithium Battery Industry. *Highlights in Business, Economics and Management*.
<https://doi.org/10.54097/hbem.v5i.5037>.
- Vanclay, F. (2003). International Principles For Social Impact Assessment. *Impact Assessment and Project Appraisal*, 21, 12 - 5.
<https://doi.org/10.3152/147154603781766491>.
- Zeineddine, F., & Leach, C. (2021). Feeling and thought in collective action on social issues: Toward a systems perspective. *Social and Personality Psychology Compass*, 15.
<https://doi.org/10.1111/SPC3.12622>.