

Desarrollo sostenible a escala local: Construcción y validación de un índice compuesto multidimensional para el municipio de Oruro, Bolivia

Local-scale sustainable development: Construction and validation of a multidimensional composite index for the municipality of Oruro, Bolivia

David Hugo Gutiérrez Quispe*
Universidad Técnica de Oruro
Oruro - Bolivia
dvdhggtz@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-5816-2465>

Gudnar Gutiérrez Quispe
Universidad Mayor Real y Pontificia San Francisco Xavier de Chuquisaca
Sucre - Bolivia
nacho.guti.q@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0003-9621-5101>

*Correspondencia:
dvdhggtz@gmail.com

Cómo citar este artículo:
Gutiérrez, D., & Gutiérrez, G. (2026). Desarrollo sostenible a escala local: Construcción y validación de un índice compuesto multidimensional para el municipio de Oruro, Bolivia. *Esprint Investigación*, 5(Esp.1), 311-326. <https://doi.org/10.61347/ei.v5iEsp.1.321>

Recibido: 7 de mayo de 2026
Aceptado: 9 de junio de 2026
Publicado: 19 de junio de 2026

Copyright: Derechos de autor 2026 David Hugo Gutiérrez Quispe, Gudnar Gutiérrez Quispe.



Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución-NonComercial 4.0.

Resumen: La medición del desarrollo en territorios subnacionales enfrenta una doble brecha debido a que el desarrollo endógeno y el sostenible han sido tratados como agendas paralelas, careciendo de un instrumento operativo que los integre a escala municipal. Para resolverlo, este estudio construyó y validó el Índice de Desarrollo Sostenible a Escala Local (IDSEL) para el municipio de Oruro, Bolivia, en la gestión 2026, unificando ambos enfoques en un marco multidimensional. Metodológicamente, se adoptó un enfoque cuantitativo, transeccional y correlacional, obteniendo datos primarios mediante encuestas estructuradas aplicadas a 384 hogares, distribuidos por afijación proporcional en los cinco distritos urbanos. El IDSEL integra 52 indicadores organizados en cinco dimensiones esenciales: económica-productiva endógena, social, ambiental, institucional-endógena y cultural-identitaria, los cuales fueron normalizados mediante el método min-max y agregados con ponderación equitativa. La fiabilidad del modelo se evaluó con el alfa de Cronbach, la validez de constructo mediante análisis factorial exploratorio, la validez convergente con la percepción ciudadana del desarrollo y la robustez mediante análisis de sensibilidad de ponderaciones, utilizando además una regresión por mínimos cuadrados ordinarios con errores robustos como contraste explicativo. Los resultados principales ubicaron al IDSEL municipal en 55,5 puntos sobre 100, denotando un nivel medio; la dimensión social fue la principal fortaleza con 77,2 puntos, mientras que la institucional-endógena representó la mayor brecha estructural con 35,0 puntos. El índice demostró alta robustez estadística frente a cambios de estructura y validez convergente moderada ($r = 0,52$), consolidándose como una herramienta metodológicamente consistente, replicable y útil para el diseño de políticas públicas basadas en evidencia.

Palabras clave: Desarrollo endógeno, desarrollo sostenible, escala local, índice compuesto, Vivir Bien.

Abstract: The measurement of development in subnational territories faces a dual gap, as endogenous development and sustainable development have been treated as parallel agendas, lacking an operational instrument that integrates them at the municipal scale. To address this issue, this study constructed and validated the Local-Scale Sustainable Development Index (LSDI) for the municipality of Oruro, Bolivia, for the 2026 period, unifying both approaches within a multidimensional framework. Methodologically, a quantitative, cross-sectional, and correlational approach was adopted, with primary data obtained through structured surveys applied to 384 households, distributed using proportional allocation across the five urban districts. The LSDI integrates 52 indicators organized into five essential dimensions: endogenous economic-productive, social, environmental, institutional-endogenous, and cultural-identity, which were normalized using the min-max method and aggregated with equal weighting. Model reliability was assessed using Cronbach's alpha, construct validity through exploratory factor analysis, convergent validity through the correlation with citizens' perception of development, and robustness through sensitivity analysis of weighting schemes, also employing ordinary least squares regression with robust standard errors as an explanatory benchmark. The main results place the municipal LSDI at 55.5 points out of 100, indicating a medium level of development; the social dimension was the main strength with 77.2 points, while the institutional-endogenous dimension represented the largest structural gap with 35.0 points. The index showed high statistical robustness to weighting variations and moderate convergent validity ($r = 0.52$), consolidating itself as a methodologically consistent, replicable tool useful for evidence-based public policy design.

Keywords: Composite index, endogenous development, local scale, sustainable development, Vivir Bien.

1. Introducción

En las últimas siete décadas, la idea de desarrollo ha experimentado transformaciones profundas. Tras la Segunda Guerra Mundial, la noción de desarrollo se asoció con la idea de que el crecimiento económico de un país, región o localidad podía ser medido únicamente por el Producto Interno Bruto (PIB), lo que evidenciaba un enfoque netamente cuantitativo. Sin embargo, posteriormente se reconoció que el crecimiento del producto no necesariamente se traduce en mejoras del bienestar de la población. Sen (1999) propone un enfoque de desarrollo humano, mientras que Nussbaum (2011) lo concibe como un proceso de expansión de libertades, capacidades y oportunidades reales que poseen las personas.

Si bien la noción de desarrollo sostenible es ideal, su aplicación presenta dificultades en territorios con realidades estructurales, culturales y económicas distintas a las de los países donde fue originalmente formulada. Desde la década de 1940, América Latina ha estado marcada por un modelo de desarrollo exógeno, que ha desplazado los conocimientos y vocaciones productivas locales, priorizando un patrón basado en la extracción intensiva de recursos naturales.

Frente a esta realidad, las teorías del desarrollo endógeno proponen un proceso impulsado desde el interior de los territorios, mediante la movilización de recursos, capacidades, conocimientos e instituciones locales (Boisier, 2011; Vázquez, 2007; Arocena, 2013; Garofoli, 1995). El paradigma endógeno aporta el método, basado en la participación, la apropiación local y el conocimiento del contexto, mientras que el desarrollo sostenible aporta el propósito, orientado al equilibrio intergeneracional y ambiental (Cancino-Pérez, 2023).

En la literatura metodológica reciente sobre índices, se han desarrollado procedimientos para la construcción de índices compuestos, como el tratamiento de esquemas de ponderación (Jiménez-Fernández et al., 2022), la combinación de reglas de agregación compensatorias y no compensatorias (Blancas & Contreras, 2025), el análisis de sensibilidad de los umbrales de normalización (Kelemen et al., 2024; Petrosillo et al., 2024) y la influencia de decisiones críticas de diseño sobre los resultados finales (Sinisterra-Solís et al., 2024; Hontoria et al., 2023).

Asimismo, la noción de desarrollo inclusivo y multidimensional ha ganado relevancia como alternativa a las mediciones unidimensionales (Dörffel & Schuhmann, 2022; Raworth, 2017). Esta acumulación metodológica ofrece un marco sólido; sin embargo, su aplicación en contextos latinoamericanos exige adaptaciones que reconozcan las particularidades institucionales, sociales y culturales de cada territorio.

En el Estado Plurinacional de Bolivia, el paradigma del Vivir Bien se encuentra constitucionalizado y estructurado a través del Sistema de Planificación Integral del Estado (SPIE), aunque persiste una desconexión entre el marco normativo y la gestión territorial efectiva (Tarqui et al., 2022; Cabrera et al., 2025). Esto refuerza la pertinencia de instrumentos de diagnóstico que permitan capturar simultáneamente las capacidades locales y los déficits de sostenibilidad. En el departamento de Oruro, la planificación del desarrollo en comunidades del Altiplano se sustenta en capacidades internas como saberes ancestrales, liderazgo comunitario, participación social y manejo de recursos naturales (Ayaviri et al., 2017; Ayaviri et al., 2024), lo que justifica la incorporación de dimensiones institucionales y culturales en la medición.

La medición simultánea de endogeneidad y sostenibilidad en localidades subnacionales ha sido reconocida conceptualmente, pero su operacionalización empírica sigue siendo un desafío

metodológico no resuelto. La construcción de índices compuestos territoriales ha avanzado en municipios rurales (López-Penabad et al., 2022), departamentos (Bonnet et al., 2021), regiones metropolitanas (Kauling et al., 2025) y áreas pequeñas mediante enfoques basados en el lugar (Olmedo et al., 2026), así como en técnicas de ponderación (Londoño-Pineda et al., 2021) y reducción de dimensionalidad (Lamichhane et al., 2021). No obstante, raramente se incorpora de forma explícita el paradigma de la endogeneidad territorial, y casi nunca se integra la dimensión cultural-identitaria del contexto andino.

En Bolivia, la estructura productiva mantiene una dependencia crítica de actividades extractivas, especialmente en la región occidental, lo que consolida un patrón primario-exportador con signos de agotamiento estructural (Hoffmann, 2025). En el municipio de Oruro se evidencian estas contradicciones, donde la economía es predominantemente exógena y dependiente de la minería (Rodríguez, 2020).

A ello se suman emergencias socioambientales vinculadas a la contaminación minera histórica y a la crisis hídrica del sistema Uru Uru–Poopó (Blanco, 2019; Whitt, 2022; Zubieta et al., 2021; de Loma et al., 2022), junto con una identidad cultural fuerte que coexiste con debilidades institucionales. Aunque el Atlas Municipal de los ODS ubica a Oruro en el noveno lugar a nivel nacional (Andersen et al., 2020), persisten problemas estructurales como la ausencia de tratamiento de aguas residuales y la falta de áreas protegidas formales.

El vacío identificado radica en la inexistencia de un instrumento multidimensional que permita medir simultáneamente el desarrollo local y la sostenibilidad a escala municipal, incorporando el enfoque del Vivir Bien (Albó, 2009; Huanacuni, 2010; Perea, 2013; Gudynas, 2011). En este sentido, el objetivo de la presente investigación es construir y validar un Índice de Desarrollo Sostenible a Escala Local (IDSEL) para el municipio de Oruro en 2026, determinando en qué medida la integración operativa de los paradigmas de endogeneidad territorial y sostenibilidad puede expresarse en un índice compuesto. Esto permitirá evaluar el nivel de desarrollo municipal, identificando fortalezas, brechas y asimetrías territoriales que orienten la formulación de políticas públicas locales.

2. Metodología

La investigación se desarrolló bajo el paradigma positivista, orientado a la explicación y verificación de relaciones mediante mediciones objetivas, asumiendo una realidad independiente del investigador (Herrera, 2024; Mohajan, 2020). El enfoque fue cuantitativo, ya que se buscó medir y cuantificar los indicadores de desarrollo sostenible a escala local, y procesarlos estadísticamente para describir y explicar el fenómeno (Arias et al., 2022). El tipo de investigación fue transeccional, descriptivo, relacional y predictivo, y la información se recolectó en un único momento temporal (mayo de 2026), con el propósito de describir dimensiones del desarrollo, medir asociaciones e identificar factores determinantes del desempeño territorial.

La unidad de análisis fue el municipio de Oruro, núcleo urbano de la provincia Cercado, analizado a través de sus cinco distritos municipales conforme a la organización territorial del Plan Territorial de Desarrollo Integral (PTDI) del Gobierno Autónomo Municipal de Oruro (2021). El municipio tuvo una extensión de 284,26 km² y registró 298.133 habitantes en 132.819 viviendas (INE, 2024). La unidad de observación fue el hogar particular, representado por un informante mayor de 18 años, a través del cual se obtuvo información confiable sobre acceso a servicios, prácticas productivas y ambientales, participación institucional e identidad cultural.

El universo estuvo constituido por la totalidad de hogares del municipio de Oruro. El tamaño de la muestra se determinó mediante la fórmula para poblaciones grandes, con un nivel de confianza del 95 %, margen de error del 5 % y máxima variabilidad ($p = q = 0,5$). El resultado fue una muestra de 384 hogares, distribuida mediante muestreo estratificado proporcional entre los cinco distritos. La tabla 1 presentó la afijación proporcional y las encuestas efectivamente levantadas por distrito.

Tabla 1

Afijación proporcional y muestra realizada por distrito municipal

Distrito	Peso (%)	Encuestas asignadas	Encuestas realizadas (n)
Distrito 1	15,3	59	59
Distrito 2	15,4	59	59
Distrito 3	30,4	117	117
Distrito 4	28,5	109	109
Distrito 5	10,5	40	40
Total	100,0	384	384

Nota. Elaboración propia con base en el PTDI del municipio de Oruro y el levantamiento de campo 2026.

El IDSEL fue construido como un índice compuesto multidimensional que integra 52 indicadores, agrupados en cinco dimensiones constitutivas. La selección de indicadores se fundamentó teóricamente en el enfoque del desarrollo endógeno, incorporando la perspectiva de escala local (Vázquez, 2007; Boisier, 2003; Garofoli, 1995), así como el enfoque de capacidades y necesidades humanas (Sen, 1999; Max-Neef, 1991), el paradigma del Vivir Bien (Huanacuni, 2010; Perea, 2013) y el marco del capital social y la gobernanza territorial (Arocena, 2013).

La información se obtuvo mediante un cuestionario estructurado que incluyó variables binarias, escalas Likert de cinco niveles, variables ordinales y continuas, además de un bloque de percepción global del desarrollo destinado a la validación convergente del índice. La tabla 2 resume la estructura y arquitectura del índice compuesto.

Tabla 2

Dimensiones, número de indicadores y fundamento teórico del IDSEL

Dimensión	Número de indicadores	Fundamento teórico
Económica-productiva endógena	13	Eslabonamientos locales, diversificación productiva, reinversión territorial y saberes productivos (Vázquez, 2007; Garofoli, 1995).
Social	11	Educación, salud, acceso a servicios básicos y calidad de vida (Max-Neef, 1991; Sen, 1999).
Ambiental	11	Calidad ambiental, gestión de residuos y prácticas sostenibles (Gudynas, 2011; Huanacuni, 2010).

Institucional-endógena	10	Participación ciudadana, capital social, confianza institucional y capacidades de gestión local (Arocena, 2013).
Cultural-identitaria	7	Identidad cultural, lengua, saberes locales, reciprocidad (ayni) y transmisión intergeneracional (Perea, 2013; Huanacuni, 2010).
Total	52	Cinco dimensiones constitutivas del índice compuesto

La dimensión económica-productiva endógena incluyó indicadores como el número de fuentes de ingreso, el origen local de insumos y clientes, la contratación de mano de obra local, la reinversión en el territorio y la dependencia respecto de transferencias externas. La dimensión institucional-endógena captó la participación en organizaciones territoriales de base, la frecuencia de reuniones comunitarias, la confianza en las autoridades y en el gobierno municipal, así como la capacidad de gestión propia.

La dimensión cultural-identitaria midió la autoidentificación con pueblos indígena originarios campesinos, la transmisión intergeneracional del idioma y los saberes, la vigencia de festividades y la práctica de la reciprocidad (ayni). Esta operacionalización permitió traducir los constructos teóricos en variables observables a nivel de hogar, condición necesaria para la posterior agregación territorial.

Tomando en cuenta la heterogeneidad de escalas, cada indicador se normalizó al rango [0,1] mediante el método min-max, recomendado por la guía metodológica para la construcción de indicadores compuestos (OECD/European Union/JRC, 2008). Para indicadores de dirección positiva se aplicó la expresión (ecuación 1):

$$Z = \frac{X - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}}$$

mientras que para indicadores de dirección negativa (como tiempo de acceso al mercado o inseguridad alimentaria) se utilizó la transformación inversa (ecuación 2):

$$Z = \frac{X_{\max} - X}{X_{\max} - X_{\min}}$$

Cada dimensión se calculó como el promedio de sus indicadores normalizados, mientras que el índice agregado se construyó mediante ponderación equitativa por dimensión (1/5), criterio transparente y replicable en ausencia de consenso teórico sobre la importancia relativa de las dimensiones (Jiménez-Fernández et al., 2022). El índice se expresó finalmente en una escala de 0 a 100 (ecuación 3).

$$IDSEL_i = \left(\frac{D_{eco,i} + D_{soc,i} + D_{amb,i} + D_{ins,i} + D_{cul,i}}{5} \right) \times 100$$

$D_{eco,i}$: dimensión económica-productiva endógena

$D_{soc,i}$: dimensión social

$D_{amb,i}$: dimensión ambiental

$D_{ins,i}$: dimensión institucional-endógena

$D_{cul,i}$: dimensión cultural-identitaria

i : unidad de análisis (hogar)

El índice se calculó primero a escala del hogar, posteriormente se agregó a nivel de distrito y finalmente para el conjunto del municipio. La interpretación se realizó mediante cinco tramos: muy bajo (0–20), bajo (20–40), medio (40–60), alto (60–80) y muy alto (80–100). El tratamiento de valores perdidos limitó la no respuesta máxima al 30 % por dimensión.

Para la validación del instrumento, se aplicó una secuencia de pruebas. La fiabilidad se evaluó mediante el alfa de Cronbach por dimensión (umbral de Nunnally, $\alpha \geq 0,70$). La validez de constructo se examinó mediante análisis factorial exploratorio (AFE), verificando la adecuación muestral con la medida Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) y la prueba de esfericidad de Bartlett. La validez convergente se contrastó mediante la correlación entre el IDSEL y un módulo independiente de percepción global del desarrollo (criterio $r > 0,40$).

La robustez de la ponderación se evaluó mediante análisis de sensibilidad, comparando los pesos equitativos con ponderaciones derivadas del primer componente principal (Kelemen et al., 2024). La heterogeneidad territorial entre distritos se analizó mediante ANOVA y la prueba de Kruskal-Wallis.

Como modelo explicativo principal, se estimó una regresión por mínimos cuadrados ordinarios (OLS) con errores estándar robustos a heterocedasticidad (HC1), donde la variable dependiente fue la percepción del desarrollo y las variables explicativas fueron las cinco dimensiones objetivas del índice:

$$\text{Percepción}_i = \beta_0 + \beta_1 D_{eco,i} + \beta_2 D_{soc,i} + \beta_3 D_{amb,i} + \beta_4 D_{ins,i} + \beta_5 D_{cul,i} + \varepsilon_i \text{ (ecuación 4)}$$

El procesamiento de datos se realizó en hojas de cálculo y en el software estadístico Stata. La detección de valores atípicos se efectuó mediante el criterio de puntuaciones tipificadas $|z| > 3$ sobre el IDSEL.

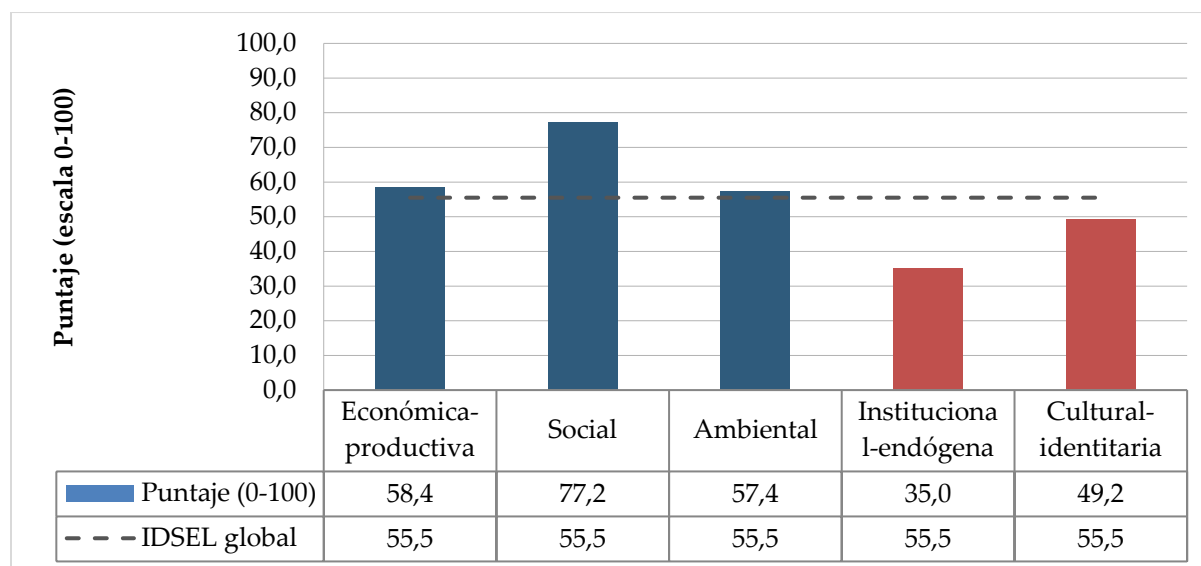
3. Resultados

El Índice de Desarrollo Sostenible a Escala Local (IDSEL) del municipio de Oruro alcanzó un valor de 55,5 puntos sobre 100, lo que corresponde a un nivel medio de desarrollo sostenible a escala local. Este resultado evidencia un desempeño intermedio del sistema territorial, con desequilibrios internos entre sus distintas dimensiones de análisis. El perfil dimensional muestra una marcada heterogeneidad interna (figura 1 y tabla 3). La dimensión social se configura como la principal fortaleza, con 77,2 puntos, situándose en un nivel alto de desempeño. En contraste, la dimensión económica-productiva endógena (58,4) y la dimensión ambiental (57,4) presentan niveles medios, aunque relativamente cercanos al umbral superior de esta categoría.

Por otro lado, la dimensión cultural-identitaria registra un valor de 49,2 puntos, ubicándose igualmente en el nivel medio, aunque próximo al límite inferior de esta clasificación. Este comportamiento evidencia una sostenibilidad parcialmente consolidada, pero con tensiones en los componentes socioculturales del desarrollo local. La dimensión institucional-endógena representa la principal brecha del sistema, con 35,0 puntos, correspondiente a un nivel bajo de desempeño. Este resultado evidencia debilidades en la gobernanza local, lo que limita la articulación equilibrada del desarrollo sostenible y condiciona el desempeño global del IDSEL.

Figura 1

Perfil dimensional del IDSEL del municipio de Oruro, 2026



Nota. La línea discontinua indica el valor global del índice (55,5). Elaboración propia 2026.

Tabla 3

Valores dimensionales, nivel y brecha respecto al máximo

Dimensión	Valor	Nivel	Brecha (a 100)
Social	77,2	Alto	22,8
Económica-productiva endógena	58,4	Medio	41,6
Ambiental	57,4	Medio	42,6
Cultural-identitaria	49,2	Medio	50,8
Institucional-endógena	35,0	Bajo	65,0
IDSEL global	55,5	Medio	44,5

Nota. Escala 0-100. Elaboración propia con base en 384 hogares encuestados, 2026.

La composición distrital evidencia una notable homogeneidad territorial. Los cinco distritos analizados se ubican en un rango estrecho de valores, entre 54,5 (Distrito 4) y 56,8 (Distrito 2), todos dentro del nivel medio de desarrollo (figura 2 y tabla 4). Este comportamiento sugiere una distribución relativamente equilibrada del IDSEL a nivel intramunicipal.

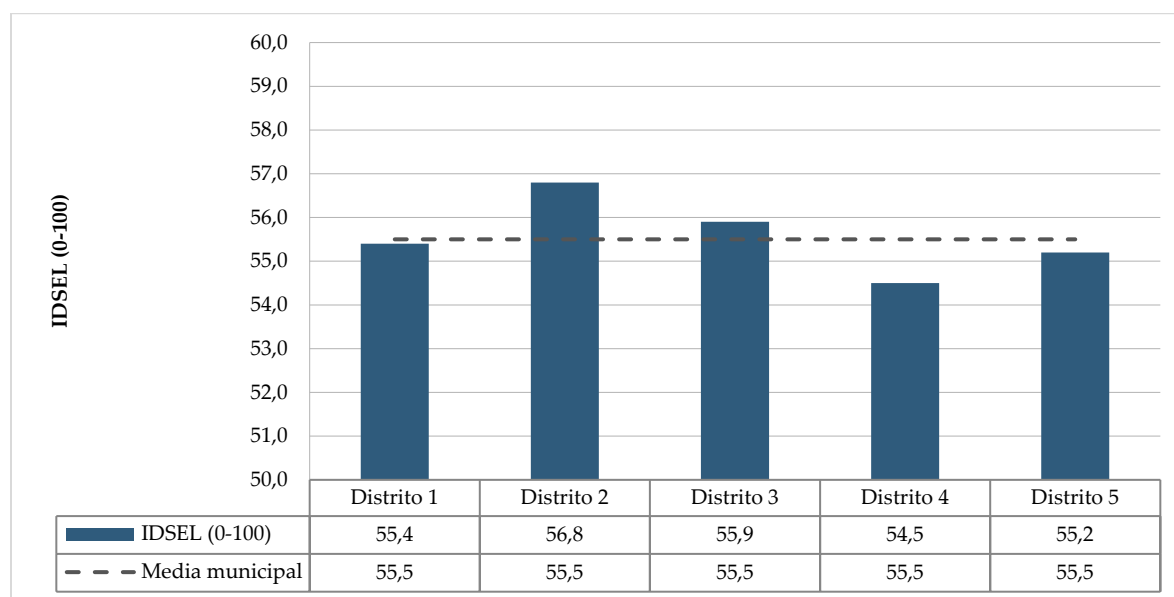
El análisis de varianza no identificó diferencias estadísticamente significativas entre distritos ($F[4, 379] = 0,70; p = 0,593$), resultado que fue corroborado mediante la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis ($H = 2,54; p = 0,638$). En ambos casos, los valores obtenidos confirman la ausencia de variaciones significativas en el desempeño del índice entre unidades territoriales.

En este sentido, los resultados indican que las asimetrías del desarrollo en el municipio de Oruro no se expresan principalmente a nivel distrital, sino a nivel dimensional. En particular, la brecha

institucional se presenta como un patrón transversal en todo el territorio, afectando de manera homogénea a los distintos distritos.

Figura 2

IDSEL por distrito municipal, 2026



Nota. Escala ampliada (50–60) para visualizar las diferencias. Elaboración propia, 2026.

Tabla 4

IDSEL y dimensiones por distrito municipal

Distrito	n	D _{eco}	D _{soc}	D _{amb}	D _{ins}	IDSEL
Distrito 1	59	59,6	79,9	61,5	32,0	55,4
Distrito 2	59	58,3	81,2	59,2	35,0	56,8
Distrito 3	117	60,5	76,7	57,0	36,8	55,9
Distrito 4	109	57,1	75,1	54,6	35,4	54,5
Distrito 5	40	53,9	74,7	57,6	33,1	55,2
Municipio	384	58,4	77,2	57,4	35,0	55,5

Nota. La dimensión cultural-identitaria se omite por espacio. Elaboración propia, 2026.

La consistencia interna por dimensión, evaluada mediante el alfa de Cronbach, mostró una estructura heterogénea (tabla 5). Únicamente la dimensión institucional-endógena superó el umbral de referencia propuesto por Nunnally ($\alpha = 0,76$), mientras que las demás dimensiones se situaron por debajo de este criterio: social ($\alpha = 0,59$), ambiental ($\alpha = 0,59$), cultural-identitaria ($\alpha = 0,61$) y económica-productiva ($\alpha = 0,43$).

Estos resultados son coherentes con la naturaleza formativa de varias de las dimensiones analizadas, en las que los indicadores no reflejan un constructo latente común, sino que lo definen de manera conjunta. En este tipo de estructuras, la ausencia de alta covariación entre indicadores no implica necesariamente baja calidad del instrumento, sino una lógica de medición no reflectiva.

Tabla 5

Fiabilidad por dimensión (alfa de Cronbach)

Dimensión	k ítems	n casos	α de Cronbach
Institucional-endógena	10	326	0,76 ^a
Cultural-identitaria	7	359	0,61
Social	11	264	0,59
Ambiental	11	355	0,59
Económica-productiva	13	224	0,43

Nota. Elaboración propia, 2026. ^a Supera el umbral $\alpha \geq 0,70$.

El análisis factorial exploratorio resultó procedente (KMO = 0,67; prueba de esfericidad de Bartlett: $\chi^2 = 5.445$; $gl = 1.326$; $p < 0,001$). A nivel dimensional, la estructura retuvo dos factores que explican el 59,8 % de la varianza total. El primer factor, de carácter institucional-cultural, presenta cargas factoriales elevadas en las dimensiones institucional (0,78) y cultural (0,81), mientras que el segundo factor, de naturaleza socioeconómica, agrupa las dimensiones sociales (0,82) y económica (0,67). La dimensión ambiental muestra cargas cruzadas, funcionando como un componente de enlace entre ambos factores.

La validez convergente del índice se considera satisfactoria, dado que el IDSEL correlaciona positiva y significativamente con la percepción ciudadana del desarrollo (r de Pearson = 0,52; ρ de Spearman = 0,52; $n = 380$), superando el criterio mínimo establecido de $r > 0,40$. Asimismo, el análisis de sensibilidad evidencia una alta robustez del sistema de ponderación, ya que la correlación de rankings entre los pesos equitativos y los derivados del primer componente principal es prácticamente perfecta ($\rho = 0,996$), lo que indica que el ordenamiento territorial no se ve afectado por el método de ponderación utilizado.

Se identificaron dos casos atípicos ($|z| > 3$), ambos correspondientes al Distrito 4. En conjunto, estos resultados respaldan la consistencia interna del modelo y la estabilidad de la estructura factorial obtenida. El modelo de regresión OLS con errores robustos explica el 29,8 % de la varianza de la percepción ciudadana del desarrollo ($R^2 = 0,298$; R^2 ajustado = 0,288; $F[5, 360] = 30,51$; $p < 0,001$; $n = 366$), lo que representa un ajuste adecuado para datos de corte transversal a nivel de hogares.

Los diagnósticos del modelo confirman su adecuada especificación, evidenciando ausencia de multicolinealidad (VIF máximo = 1,22) y correcta forma funcional (prueba RESET: $p = 0,598$). No obstante, la prueba de Breusch-Pagan ($p = 0,047$) justifica el uso de errores robustos debido a la presencia de heterocedasticidad. Los coeficientes estimados se presentan en la tabla 6.

Tabla 6

Modelo OLS con errores robustos (HC1); determinantes de la percepción del desarrollo

Variable	Coef. (β)	EE robusto	t	p-valor
Constante	2,401	6,224	0,39	0,700
D. Institucional-endógena	0,261	0,037	7,11	< 0,001 ***

D. Ambiental	0,234	0,051	4,60	< 0,001 ***
D. Social	0,163	0,070	2,34	0,020 **
D. Cultural-identitaria	0,078	0,032	2,41	0,016 **
D. Económica-productiva	0,066	0,035	1,92	0,055 *

Nota. Elaboración propia, 2026, donde n = 366; R² = 0,298. *** p < 0,001. ** p < 0,05. * p < 0,10.

El principal hallazgo del modelo indica que la percepción ciudadana del desarrollo está explicada principalmente por las dimensiones institucional-endógena ($\beta = 0,261$) y ambiental ($\beta = 0,234$), seguidas a cierta distancia por las dimensiones social y cultural-identitaria, mientras que la dimensión económica-productiva resulta únicamente marginalmente significativa ($p = 0,055$).

De manera consistente, las correlaciones bivariadas muestran valores más elevados para las dimensiones institucional ($r = 0,43$) y ambiental ($r = 0,39$) en relación con la percepción ciudadana del desarrollo. Este patrón sugiere una mayor sensibilidad de la evaluación ciudadana frente a factores relacionados con la gobernanza y las condiciones ambientales del territorio.

En consecuencia, las dimensiones en las que el municipio presenta mayores brechas objetivas coinciden con aquellas que tienen mayor peso en la forma en que la población evalúa su propio nivel de desarrollo, lo que evidencia una alineación entre déficits estructurales y percepción social del desarrollo.

4. Discusión

Los resultados confirman que la hipótesis; que la integración operacional de los paradigmas de endogeneidad territorial y sostenibilidad, expresada en un índice compuesto multidimensional, posibilita la medición del desarrollo sostenible a escala local del municipio de Oruro. El IDSEL de 55,5 puntos sitúa al municipio en un nivel medio que, lejos de ser un promedio neutro, encubre una estructura internamente fuertemente asimétrica. El contraste entre una dimensión social consolidada (77,2) y una dimensión institucional-endógena deprimida (35,0) constituye el hallazgo más relevante del estudio, al evidenciar desigualdades estructurales no visibles en la agregación global del índice.

Estudios previos han mostrado que la medición del desarrollo sostenible subnacional debe revelar brechas internas y no limitarse a promedios agregados (López-Penabad et al., 2022; Bonnet et al., 2021; Kauling et al., 2025; Frare et al., 2020; Lima et al., 2022). En el caso del municipio de Oruro, se introduce una matización relevante: cuando el territorio es relativamente homogéneo entre unidades espaciales (como confirman el ANOVA y la prueba de Kruskal-Wallis), la heterogeneidad relevante para las políticas públicas es la heterogeneidad dimensional y no la territorial. Esto distingue al presente estudio, ya que desplaza el énfasis desde la desigualdad espacial hacia la desigualdad estructural por dimensiones (Olmedo et al., 2026), y refuerza el valor de descomponer el índice analíticamente.

Dentro de la principal contribución teórica del IDSEL, se destaca la incorporación explícita de dos dimensiones habitualmente ausentes en los índices de sostenibilidad: la institucional-endógena, anclada en el capital social y la autogestión (Arocena, 2013), y la cultural-identitaria, fundamentada en el paradigma del Vivir Bien y la economía comunitaria andina (Albó, 2009; Huanacuni, 2010; Perea, 2013; Gudynas, 2011). Frente a antecedentes que operacionalizan la sostenibilidad mediante las tres dimensiones clásicas o los ODS (Lamichhane et al., 2021; Sachs et al., 2021; Andersen et al., 2020; Silva

Viamonte, 2024), el IDSEL territorializa la medición e incorpora la endogeneidad como eje estructurante del análisis, en línea con la evidencia boliviana sobre capacidades internas en el desarrollo rural orureño (Ayaviri et al., 2024).

El modelo explicativo sugiere una lectura sustantiva: que la percepción del desarrollo dependa principalmente de las dimensiones institucional y ambiental, y no de la económica, indica que el bienestar percibido en Oruro está mediado por la calidad de la gobernanza local y las condiciones ambientales más que por el ingreso monetario, posiblemente debido al alto grado de economía informal en Bolivia, superior al 80 %. Este resultado es consistente con la crisis socioambiental del sistema Uru Uru–Poopó (Blanco, 2019; Whitt, 2022; Zubieta et al., 2021; Coca et al., 2024; Zamora & Vaca, 2021) y con la debilidad institucional documentada en la gestión territorial municipal. Asimismo, es coherente con la dependencia extractiva que limita los eslabonamientos productivos endógenos (Rodríguez, 2020; Hoffmann, 2025; French et al., 2017).

Desde el punto de vista metodológico, la robustez del índice ante el cambio de ponderación ($\rho = 0,996$) y su validez convergente con la percepción ($r = 0,52$) respaldan su consistencia como instrumento de diagnóstico territorial, en concordancia con las buenas prácticas para indicadores compuestos (OECD/European Union/JRC, 2008; Kelemen et al., 2024; Jiménez-Fernández et al., 2022). Los valores moderados del alfa de Cronbach en cuatro de las cinco dimensiones no invalidan el índice; por el contrario, reflejan su carácter formativo, en el que los indicadores constituyen el constructo y no necesariamente covarían, como ocurre en diversos índices territoriales de la literatura (Łuczak et al., 2025; Caldas et al., 2022; Guzman-Molina et al., 2025; Velasco & Gerike, 2024).

La decisión de emplear ponderación equitativa, lejos de ser una limitación, constituye una elección metodológica defendible. Ante la ausencia de consenso teórico sobre la importancia relativa de las dimensiones, los pesos iguales maximizan la transparencia, comparabilidad y replicabilidad del índice. El análisis de sensibilidad demuestra que el ordenamiento resultante es prácticamente idéntico al obtenido mediante pesos derivados del análisis de componentes principales. Esta convergencia entre criterios de ponderación ampliamente discutida en la literatura sobre diseño de indicadores compuestos (Sinisterra-Solís et al., 2024; Hontoria et al., 2023; Petrosillo et al., 2024) refuerza la confianza en los resultados y facilita su apropiación por actores no especializados.

De los hallazgos se derivan lineamientos de política pública municipal. En primer lugar, la inversión debería priorizar el fortalecimiento institucional-endógeno: participación ciudadana efectiva, transparencia, confianza institucional y capacidad de gestión local. En segundo lugar, la dimensión ambiental requiere atención urgente, especialmente en el tratamiento de aguas residuales y la gestión del riesgo hídrico. En tercer lugar, la fortaleza social y cultural-identitaria del municipio constituye un activo estratégico para impulsar el desarrollo endógeno. El IDSEL, al calcularse a escala de hogar y agregarse por distrito, permite monitorear estos avances en el tiempo y su replicación en otros municipios con condiciones estructurales similares.

Es necesario señalar algunas limitaciones del estudio. El carácter transversal del análisis impide realizar inferencias causales de largo plazo. La indisponibilidad de datos censales desagregados a nivel distrital obligó a emplear la estructura de viviendas del PTDI como marco auxiliar. Asimismo, la naturaleza formativa de algunas dimensiones sugiere que, en futuras investigaciones, sería pertinente complementar el análisis factorial exploratorio con análisis factorial confirmatorio, siempre que el tamaño muestral por estrato lo permita.

5. Conclusiones

Esta investigación construyó y validó un Índice de Desarrollo Sostenible a Escala Local (IDSEL) para el municipio de Oruro, integrando operacionalmente los paradigmas de endogeneidad territorial y sostenibilidad en un instrumento compuesto por 52 indicadores distribuidos en cinco dimensiones. El índice municipal alcanzó 55,5 puntos (nivel medio), con la dimensión social como principal fortaleza (77,2) y la dimensión institucional-endógena como brecha crítica (35,0), evidenciando una estructura de desarrollo local internamente desigual.

El IDSEL demostró ser un instrumento metodológicamente sólido, robusto frente a variaciones en el método de ponderación, con validez convergente moderada respecto de la percepción ciudadana y una estructura factorial interpretable. El modelo explicativo reveló que la percepción del desarrollo se sustenta principalmente en las dimensiones institucional y ambiental, precisamente aquellas en las que el municipio presenta mayores debilidades, lo que permite identificar con mayor precisión las prioridades estructurales de intervención de la política pública municipal.

El aporte principal de esta investigación es doble. En el plano teórico-metodológico, el IDSEL ofrece un marco operacional que articula sostenibilidad, endogeneidad e identidad cultural a escala municipal, contribuyendo a superar la limitada integración conceptual de estos enfoques en los sistemas de medición territorial en América Latina. En el plano empírico-aplicado, proporciona al Gobierno Autónomo Municipal de Oruro una herramienta replicable para diagnosticar brechas, monitorear avances hacia los Objetivos de Desarrollo Sostenible desde una perspectiva local y diseñar políticas públicas basadas en evidencia.

Se identifican como futuras líneas de investigación la aplicación longitudinal del índice para analizar dinámicas temporales del desarrollo local, su extensión a otros municipios del Altiplano boliviano y la incorporación de un componente prospectivo que permita incorporar escenarios de cambio climático y estrés hídrico como factores determinantes del desarrollo territorial sostenible.

Referencias

- Albó, X. (2009). Suma Qamaña = el buen vivir. *OBETS. Revista de Ciencias Sociales*, (4), 25–40. <https://doi.org/10.14198/OBETS2009.4.03>
- Andersen, L., Canelas, S., Gonzales, A., & Peñaranda, L. (2020). *Atlas municipal de los Objetivos de Desarrollo Sostenible en Bolivia 2020*. Universidad Privada Boliviana; Fundación SOLYDES. <https://n9.cl/j449j>
- Arias, J., Holgado, J., Tafur, T., & Vasquez, M. (2022). *Metodología de la investigación: El método ARIAS para desarrollar un proyecto de tesis*. Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú. <https://doi.org/10.35622/inudi.b.016>
- Arocena, J. (2013). El desarrollo local, una aproximación conceptual. *Revista de Extensión Universitaria +E*, (3), 6–13. <https://n9.cl/yfoj0>
- Ayaviri, D., Galarza, F., & Sánchez, P. (2017). Planificación del desarrollo en comunidades rurales indígenas de Jach'a Carangas, Bolivia. *Prospectiva Universitaria*, 10(1), 13-16. <https://n9.cl/qt6es>
- Ayaviri, V., Giner-Pérez, J., Quispe, G., & Romero, M. (2024). Development planning in rural communities in Bolivia: A study in the Department of Oruro. *Academic Journal of Interdisciplinary Studies*, 13(3), 137. <https://doi.org/10.36941/ajis-2024-0070>

- Blancas, F., & Contreras, I. (2025). Global SDG composite indicator: A new methodological proposal that combines compensatory and non-compensatory aggregations. *Sustainable Development*, 33(1), 158–176. <https://doi.org/10.1002/sd.3109>
- Blanco, J. (2018). Suitability of totora (*Schoenoplectus californicus* (C.A. Mey.) Soják) for its use in constructed wetlands in areas polluted with heavy metals. *Sustainability*, 11(1), 19. <https://doi.org/10.3390/su11010019>
- Boisier, S. (2003). ¿Y si el desarrollo fuese una emergencia sistémica? *Ciudad y Territorio Estudios Territoriales*, 35(138), 565–587. <https://recyt.fecyt.es/index.php/CyTET/article/view/75426>
- Boisier, S. (2011). ¿Si el desarrollo fuese una emergencia sistémica? *Cuadernos de Desarrollo Económico y Administrativo*, 19(29). <https://doi.org/10.25100/cdea.v19i29.123>
- Bonnet, J., Coll-Martínez, E., & Renou-Maissant, P. (2021). Evaluating sustainable development by composite index: Evidence from French departments. *Sustainability*, 13(2), 761. <https://doi.org/10.3390/su13020761>
- Cabrera, J., Blanc, F., & Cotella, G. (Eds.). (2025). *Spatial governance and planning in Latin America: A comparative account*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003389309>
- Caldas, P., Dollery, B., & Marques, R. (2022). Measuring what matters in local government: A municipality sustainability index. *Policy Studies*, 43(4), 738–758. <https://doi.org/10.1080/01442872.2020.1726311>
- Cancino-Pérez, L. (2023). Derivas y tensiones en la materialización de la utopía: Etnografía al movimiento arcoíris en Chile. *Prometeica - Revista De Filosofía Y Ciencias*, 27, 1-17. <https://doi.org/10.34024/prometeica.2023.27.14792>
- Coca, F., Gutiérrez, A., & Choque, K. (2024). La legislación boliviana ante la contaminación del Lago Uru Uru. *Ciencia Latina*, 8(4), 10521–10537. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.13191
- de Loma, J., Vicente, M., Tirado, N., Ascui, F., Vahter, M., Gardon, J., Schlebusch, C., & Broberg, K. (2022). Human adaptation to arsenic in Bolivians living in the Andes. *Chemosphere*, 301, 134764. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.134764>
- Dörffel, C., & Schuhmann, S. (2022). What is inclusive development? Introducing the Multidimensional Inclusiveness Index. *Social Indicators Research*, 162(3), 1117–1148. <https://doi.org/10.1007/s11205-021-02860-y>
- Frare, M., Clauberg, A., Sehnem, S., Campos, L., & Spuldaro, J. (2020). Toward a sustainable development indicators system for small municipalities. *Sustainable Development*, 28(5), 1148–1167. <https://doi.org/10.1002/sd.2065>
- French, M., Alem, N., Edwards, S., Blanco Coariti, E., Cauthin, H., Hudson-Edwards, K., Luyckx, K., Quintanilla, J., & Sánchez Miranda, O. (2017). Community exposure and vulnerability to water quality and availability: A case study in the mining-affected Pazña Municipality, Lake Poopó Basin, Bolivian Altiplano. *Environmental Management*, 60(4), 555–573. <https://doi.org/10.1007/s00267-017-0893-5>
- Garofoli, G. (1995). Desarrollo económico, organización de la producción y territorio. En A. Vázquez Barquero & G. Garofoli (Eds.), *Desarrollo económico local en Europa* (pp. 53–71). Editorial Síntesis. <https://n9.cl/qmo48c>

- Gobierno Autónomo Municipal de Oruro. (2021). *Plan Territorial de Desarrollo Integral para Vivir Bien del departamento de Oruro: PTDI 2021–2025*. <https://n9.cl/t7kiv7>
- Gudynas, E. (2011). Buen vivir: Germinando alternativas al desarrollo. *América Latina en Movimiento*, 462, 1–20. <https://n9.cl/4c3pk>
- Guzman-Molina, J., Carrazana-Rosales, G., Karthe, D., Rodriguez, W., & Caucci, S. (2025). Sustainability composite indicator for the assessment of resilient urban agriculture and urban development. *Environmental and Sustainability Indicators*, 27, 100837. <https://doi.org/10.1016/j.indic.2025.100837>
- Herrera, C. (2024). Paradigma positivista. *Boletín Científico de las Ciencias Económico Administrativas del ICEA*, 12(24), 29–32. <https://doi.org/10.29057/icea.v12i24.12660>
- Hoffmann, B. (2025). *La crisis terminal del Modelo Económico Social Comunitario Productivo en Bolivia (2006–2025)*. *Búsqueda*, (58), 11–35. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.18434970>
- Hontoria, E., Munier, N., & Jiménez-Sáez, F. (2023). On the construction of a composite index to assess holistically the sustainability of the evolution of a country. *Environmental and Sustainability Indicators*, 19, 100282. <https://doi.org/10.1016/j.indic.2023.100282>
- Huanacuni, F. (2010). *Buen vivir / vivir bien: Filosofía, políticas, estrategias y experiencias regionales andinas*. Coordinadora Andina de Organizaciones Indígenas (CAOI). <https://n9.cl/6vshh>
- Instituto Nacional de Estadística [INE]. (2024). *Censo de Población y Vivienda 2024*. Bolivia. <https://n9.cl/yef2y2>
- Jiménez-Fernández, E., Sánchez, A., & Ortega-Pérez, M. (2022). Dealing with weighting scheme in composite indicators: An unsupervised distance-machine learning proposal for quantitative data. *Socio-Economic Planning Sciences*, 83, 101339. <https://doi.org/10.1016/j.seps.2022.101339>
- Kauling, M., Fernandes, V., Limont, M., & Dziejczak, M. (2025). Sustainable territorial development index for assessment of metropolitan regions. *Sustainable Futures*, 10, 101212. <https://doi.org/10.1016/j.sftr.2025.101212>
- Kelemen, A., Szabó, Z., Bozóki, S., Szádóczki, Z., & Hartvig, Á. D. (2024). A sensitivity analysis of composite indicators: Min/max thresholds. *Environmental and Sustainability Indicators*, 23, 100453. <https://doi.org/10.1016/j.indic.2024.100453>
- Lamichhane, S., Eğılmez, G., Gedik, R., Bhutta, M., & Erenay, B. (2021). Benchmarking OECD countries' sustainable development performance: A goal-specific principal component analysis approach. *Journal of Cleaner Production*, 287, 125040. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125040>
- Lima, P., Paião Júnior, G., Santos, T., Furlan, M., Battistelle, R., Silva, G., Ferraz, D., & Mariano, E. (2022). Sustainable human development at the municipal level: A data envelopment analysis index. *Infrastructures*, 7(2), 12. <https://doi.org/10.3390/infrastructures7020012>
- Londoño-Pineda, A., Cano, J., & Gómez-Montoya, R. (2021). Application of AHP for the weighting of sustainable development indicators at the subnational level. *Economies*, 9(4), 169. <https://doi.org/10.3390/economies9040169>
- López-Penabad, M., Iglesias-Casal, A., & Rey-Ares, L. (2022). Proposal for a sustainable development index for rural municipalities. *Journal of Cleaner Production*, 357, 131876. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131876>

- Łuczak, A., Cermakova, K., Kalinowski, S., Hromada, E., & Mec, M. (2025). Measurement of sustainable development and standard of living in territorial units: Methodological concept and application. *Sustainable Development*. <https://doi.org/10.1002/sd.3366>
- Max-Neef, M. (1991). *Human scale development: Conception, application and further reflections*. The Apex Press. <https://n9.cl/3v4x5>
- Mohajan, H. (2020). Quantitative research: A Successful Investigation in Natural and Social Sciences. *Journal of Economic Development, Environment and People*, 9(4). <https://doi.org/10.26458/jedep.v9i4.679>
- Nussbaum, M. (2011). *Creating capabilities: The human development approach*. Harvard University Press. <https://www.hup.harvard.edu/books/9780674072350>
- OECD/European Union/JRC. (2008). *Handbook on constructing composite indicators: Methodology and user guide*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264043466-en>
- Olmedo, L., Holloway, P., Barimo, J., & O'Shaughnessy, M. (2026). Localising the Sustainable Development Goals: A place-based analysis of sustainable development in rural and urban areas. *Sustainable Development*. <https://doi.org/10.1002/sd.70846>
- Perea, C. (2013). Vivir bien: ¿Paradigma no capitalista? *Polis, Revista de la Universidad Bolivariana*, 12(34). <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30528135030>
- Petrosillo, I., Lovello, E., Drago, C., Magazzino, C., & Valente, D. (2024). Global environmental sustainability trends: A temporal comparison using a new interval-based composite indicator. *Environmental and Sustainability Indicators*, 24, 100482. <https://doi.org/10.1016/j.indic.2024.100482>
- Raworth, K. (2017). *Doughnut economics: Seven ways to think like a 21st century economist*. Chelsea Green Publishing. <https://books.google.com.ec/books?id=bXSrEAAAQBAJ>
- Rodriguez, G. (2020). Neo-extractivism, the Bolivian state, and indigenous peasant women's struggles for water in the Altiplano. *Human Geography*, 13(1). <https://doi.org/10.1177/1942778620910896>
- Sachs, J., Kroll, C., Lafortune, G., Fuller, G., & Woelm, F. (2021). *Sustainable development report 2021*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009106559>
- Sen, A. (1999). *Development as freedom*. Oxford University Press. <https://n9.cl/3dv17>
- Silva, C. (2024). HJ-Biplot como metodología exploratoria para el análisis multidimensional de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) a nivel municipios en Bolivia. *Revista Varianza*, 23(23), 29–55. <https://doi.org/10.53287/xttp2122se37f>
- Sinisterra-Solís, N., Sanjuán, N., Ribal, J., Estruch, V., Clemente, G., & Rozakis, S. (2024). Developing a composite indicator to assess agricultural sustainability: Influence of some critical choices. *Ecological Indicators*, 161, 111934. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2024.111934>
- Tarqui, M., Mollericona, M., Mena, F., & Cari, M. (2022). Sistema de planificación del estado (SPIE), herramienta para el desarrollo prospectivo e integral en Bolivia. *Apthapi*, 8(3), 2459–2470. <https://doi.org/10.53287/voiu8733xb46s>
- Vázquez, A. (2007). Desarrollo endógeno. Teorías y políticas de desarrollo territorial. *Investigaciones Regionales*, (11), 183–210. <https://n9.cl/tbqjl>

- Velasco, A., & Gerike, R. (2024). A composite index for the evaluation of sustainability in Latin American public transport systems. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 179, 103939. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2023.103939>
- Whitt, C. (2022). From flooded fields to a vanished lake: The politics of broken water cycles in the Bolivian Altiplano. *Geoforum*, 131, 243–251. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2018.03.009>
- Zamora, G., & Calvo, J. (2021). Propuesta de rehabilitación ambiental del Lago Uru Uru. *Revista de Medio Ambiente y Minería*, 6(1), 3–16. <https://n9.cl/ayhge>
- Zubieta, R., Molina-Carpio, J., Laqui, W., Sulca, J., & Ilbay, M. (2021). Comparative analysis of climate change impacts on meteorological, hydrological, and agricultural droughts in the Lake Titicaca Basin. *Water*, 13(2), 175. <https://doi.org/10.3390/w13020175>

Transparencia

Conflicto de interés

Los autores declaran que no existen conflictos de interés de naturaleza alguna como parte de la presente investigación.

Fuente de financiamiento

Los autores financiaron completamente la investigación.

Contribución de autoría

David Hugo Gutiérrez Quispe: Conceptualización, metodología, software, análisis formal, investigación, redacción - preparación del borrador original, redacción - revisión y edición, financiamiento, administración del proyecto, recursos, supervisión.

Gudnar Gutiérrez Quispe: Conceptualización, validación, análisis formal, investigación, gestión de datos, visualización, redacción - preparación del borrador original, redacción - revisión y edición, financiamiento, recursos, supervisión.

Los autores contribuyeron activamente en el análisis de los resultados, revisión y aprobación del manuscrito final.