
Indicador De Ingresos Con Análisis De Componentes Principales (ACP) Para Municipios De México

Carlos Alejandro León González

<https://orcid.org/0009-0009-5597-0606>

carlos_leon22@hotmail.com

Secretaría de Finanzas, Municipio de Querétaro
México

Eric Urías Romero

<https://orcid.org/0009-0005-0905-6638>

eric_urias@yahoo.com

Universidad Anáhuac Cancún
México

Brayan Téllez Del Ángel

<https://orcid.org/0009-0004-8156-7953>

brayted14@gmail.com

Universidad Autónoma de Querétaro
México

Stephanie Barriga Ayala

<https://orcid.org/0009-0009-4000-1474>

barrigaastephanie@gmail.com

Universidad Autónoma de Querétaro
México

Luis Alberto Cepeda Villasana

<https://orcid.org/0000-0002-9946-0503>

lacv97@hotmail.com

Universidad Marista de Querétaro
México

RESUMEN

La medición de los ingresos en las entidades subnacionales se convierte en una labor compleja por la falta de información, registros y recursos aplicados a la generación de información, es por eso que desarrollar un índice que muestre la posibilidad de generar ingresos dentro del territorio, una manera construir un índice es mediante el Análisis de Componentes Principales (ACP), es una técnica estadística multivariada empleada para sintetizar información de múltiples indicadores en componentes independientes. Se profundiza en los fundamentos teóricos y matemáticos del método, detallando el proceso de estandarización, la construcción de la matriz de covarianza y la obtención de eigenvalores y eigenvectores. Además, se discute su aplicación en la construcción de índices de pobreza en México, así como sus ventajas, limitaciones y propuestas de mejora, se destaca el ACP para el análisis

Palabras claves: *análisis multivariado, ingresos y riqueza, normalización*

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.
El Editor y los Revisores declararon no tener conflicto de intereses.

Licencia: 

Revenue Indicator with Principal Component Analysis (PCA) For Municipalities in Mexico

ABSTRACT

The measurement of revenue in subnational entities constitutes a particularly complex task due to limited availability of information, insufficient records, and constraints in the resources allocated to data generation. In this context, the development of an index that captures the potential capacity to generate revenue within a given territory becomes especially relevant. One methodological approach for constructing such an index is Principal Component Analysis (PCA), a multivariate statistical technique designed to synthesize information from multiple indicators into a reduced set of independent components. This study examines the theoretical and mathematical foundations of PCA in depth, detailing the processes of data standardization, covariance matrix construction, and the extraction of eigenvalues and eigenvectors. Furthermore, it discusses the application of PCA in the construction of poverty indices in Mexico, while also addressing its main advantages, limitations, and potential methodological improvements, underscoring the relevance of PCA as an analytical tool

Keywords: *public finance, local finance, poverty, statistical methods, indicators*

The authors declare no conflict of interest.

The Editor and the Reviewers declared no conflict of interest.

License: 



INTRODUCCIÓN

El estudio de la marginación y el rezago social en México constituye una línea prioritaria dentro de la investigación social y económica, pues permite comprender las desigualdades estructurales que caracterizan al desarrollo regional del país. A lo largo de las últimas décadas, la necesidad de cuantificar estas desigualdades ha impulsado la creación de métodos estadísticos capaces de sintetizar información compleja proveniente de diferentes dimensiones, económica, social y demográfica, en indicadores que sean comparables, interpretables y útiles para la toma de decisiones en materia de política pública.

Entre los métodos más utilizados para este fin destaca el Análisis de Componentes Principales (ACP), técnica multivariada que permite reducir grandes conjuntos de variables correlacionadas en un número menor de componentes que retienen la mayor proporción posible de la varianza total. Este proceso de reducción no solo simplifica la interpretación de los datos, sino que también proporciona una base objetiva para asignar ponderaciones a las variables.

El problema de investigación se define por la ausencia de una métrica sintética que integre indicadores de registros administrativos, específicamente del IMSS (empleo formal y salarios) y EFIPEM (finanzas públicas municipales), para los 2,478 municipios de México. A diferencia de las mediciones del CONEVAL, que se actualizan cada dos o cinco años y se centran en carencias sociales, este estudio aborda el vacío existente en la integración de variables de coyuntura económica y capacidad fiscal. Como señalan Alkire y Santos (2010), la pobreza es un fenómeno agudo y multidimensional; sin embargo, en el contexto municipal mexicano, la dificultad radica en que los enfoques convencionales no logran capturar la correlación entre la salud financiera del ayuntamiento y el bienestar laboral local. Ante esto, el Análisis de Componentes Principales (ACP) se propone como la herramienta para resolver la dispersión

de estos datos, permitiendo identificar cómo la combinación de bajas recaudaciones y precariedad laboral golpean a un hogar al mismo tiempo.

La relevancia del estudio reside en la posibilidad de aplicar el ACP para evaluar las condiciones socioeconómicas de los municipios mexicanos durante el periodo 2017–2023. Al utilizar fuentes como el IMSS y el EFIPEM, es posible analizar variables de empleo formal y finanzas públicas bajo la premisa de que estas condiciones estructurales determinan el acceso a derechos fundamentales. En este sentido, Anzaldo y Prado (2009) subrayan que la salud es una condición esencial del bienestar; sin embargo, el derecho a la protección de la salud se ve limitado para un número importante de personas que carecen de derechohabiencia. Al integrar estas perspectivas, el estudio reconoce que la precariedad económica capturada en los datos financieros se traduce, en última instancia, en fenómenos como la mortalidad prematura, la cual constituye la manifestación más extrema de cómo la marginación social trunca la vida en comunidades vulnerables. De esta manera, el análisis no solo aporta una visión cuantitativa del problema, sino que también proporciona evidencia útil para la planeación y la evaluación de políticas públicas orientadas al desarrollo regional. Este esfuerzo se alinea con los principios del análisis distributivo propuesto por Araar y Duclos (2009), quienes enfatizan la importancia de estimar con precisión estadísticas de pobreza, desigualdad y bienestar social para informar a los analistas de políticas. Al adoptar este enfoque, el estudio busca no solo describir la marginación municipal, sino permitir comparaciones distributivas que posean "robustez ética" y rigor estadístico, facilitando así la identificación de brechas de equidad en el territorio. El uso institucional del ACP por parte del Consejo Nacional de Población (CONAPO) y del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) en la construcción del Índice de Marginación y el Índice de Rezago Social refuerza su pertinencia metodológica.

Si bien el Índice de Marginación del CONAPO es el referente para clasificar territorios según su exclusión y orientar programas sociales, su diseño estructural y periodicidad limitan la medición de cambios coyunturales en el bienestar a través del tiempo. Al respecto, Cárdenas (2010) subraya la necesidad crítica de construir indicadores basados en registros administrativos que permitan cuantificar avances o retrocesos con mayor sensibilidad temporal, facilitando una evaluación precisa del impacto de las políticas públicas locales.

El objetivo de este estudio es desarrollar una métrica sintética mediante el Análisis de Componentes Principales (ACP) que integre indicadores de empleo formal y salarios del IMSS, junto con variables de finanzas públicas del EFIPEM, para los municipios de México. Lo anterior busca generar una herramienta verificable que capture la dinámica socioeconómica municipal y permita identificar variaciones en el bienestar que los índices tradicionales, de corte censal, no logran detectar con oportunidad.

Objetivo general

Desarrollar un marco teórico y metodológico ampliado del Análisis de Componentes Principales (ACP) que permita explicar sus fundamentos matemáticos, ventajas, limitaciones, aplicaciones y posibles mejoras metodológicas, con énfasis en su uso para la construcción de indicadores socioeconómicos a nivel municipal en México durante el periodo 2017–2023.

MARCO TEÓRICO

El uso del ACP se justifica por su capacidad para "lograr una síntesis de un conjunto numeroso de variables en un número reducido de componentes, de modo que la pérdida de información sea mínima" (Abad, 1994, p.ii), eliminando así el sesgo asociado a los métodos tradicionales basados en juicios arbitrarios o promedios simples. El Análisis de Componentes Principales (ACP) es una técnica ampliamente utilizada en el análisis multivariado para identificar patrones en conjuntos de datos con múltiples variables correlacionadas.

De acuerdo con Ian T. Jolliffe (2002), el ACP permite reducir la dimensionalidad de los datos conservando la mayor proporción posible de la varianza total, facilitando la interpretación de fenómenos complejos.

La idea central de esta técnica es reducir la dimensionalidad de un conjunto de datos compuesto por un gran número de variables interrelacionadas, reteniendo en la medida de lo posible la mayor cantidad de variación presente. Esto se logra mediante la transformación hacia un nuevo conjunto de variables, los componentes principales (CP), los cuales no están correlacionados entre sí y se ordenan de tal manera que los primeros retienen la mayor parte de la variación presente en todas las variables originales (Jolliffe, 2002). De esta manera, el ACP permite simplificar la complejidad del fenómeno sin perder la riqueza informativa de los datos base.

El objetivo fundamental es obtener un menor número de variables resultantes de la combinación lineal de las primitivas; esto se logra transformando los datos en un nuevo grupo de variables, los componentes principales (CP), que no están relacionados entre sí y están ordenados de tal manera que el primer componente retiene la mayor variación presente en todas las variables originales (Gómez, 2014).

Desde una perspectiva teórica, el ACP se sustenta en la descomposición espectral de matrices y en los principios de la varianza y la covarianza, lo que le otorga una base matemática sólida y replicable. Esta técnica se inscribe dentro del análisis multivariante, un campo compuesto por técnicas estadísticas que consideran dos o más variables aleatorias relacionadas como una sola entidad, intentando producir un resultado global que tome en cuenta la relación entre ellas (Jackson, 2003). Bajo este enfoque, la mayoría de las técnicas multivariantes inferenciales funcionan como generalizaciones de los procedimientos univariantes clásicos, permitiendo un tratamiento integral de la información.

Su flexibilidad y capacidad para adaptarse a distintos tipos de información lo convierten en una herramienta idónea para el análisis de fenómenos complejos donde intervienen múltiples factores interrelacionados. Aplicar esta técnica en el ámbito de la marginación municipal implica no solo su utilización como instrumento estadístico, sino también la reflexión sobre sus alcances, limitaciones y potencial de mejora, aprovechando su capacidad para sintetizar relaciones complejas en un marco coherente.

La integración de variables laborales, financieras y poblacionales bajo un marco estadístico homogéneo permitirá evaluar de manera más precisa los factores asociados a la marginación. En este proceso, la elección del procedimiento de agregación resulta esencial para eliminar la arbitrariedad al medir la importancia de cada variable. Al respecto, García Laure et al. (1998) señalan que el Análisis de Componentes Principales (ACP) ofrece una solución robusta al proporcionar variables artificiales con propiedades óptimas para la construcción de índices. Bajo esta lógica, se puede estructurar un Índice Sintético Global (ISG) que se construye de forma jerárquica a partir de los índices de cada dimensión. Según Juárez Romero et al. (2017), el procedimiento consiste en calcular primero un índice para cada dimensión del estudio (como educación o situación económica) mediante el ACP; en este paso, los valores del vector correspondiente a la primera componente principal se utilizan como ponderadores. Posteriormente, el ISG se obtiene mediante la agregación de estos índices dimensionales. De este modo, la aplicación del ACP no solo actúa como técnica reductora, sino que fortalece la comparabilidad temporal y la aplicabilidad del modelo en contextos territoriales dinámicos, permitiendo proponer lineamientos que capturen con mayor fidelidad la realidad multidimensional bajo estudio. Algunos estudios señalan que la clasificación de los municipios según su nivel de marginación mejora cuando se utilizan más de una componente principal del ACP, en lugar de solo la primera.

Esto permite agrupar municipios más similares entre sí a comparación del método tradicional. Al clasificar municipios según su nivel de desarrollo económico, se busca que los territorios dentro de cada grupo sean lo más parecidos posible, y que las diferencias entre grupos reflejen de forma clara las desigualdades existentes (Dalenius y Hodges, 1959).

A pesar de las limitaciones de datos, el presente estudio busca aprovechar la capacidad del Análisis de Componentes Principales (ACP) para identificar patrones estructurales estables en los municipios mexicanos entre 2017 y 2023. Esta aproximación es fundamental dado que, como señalan Ayala, Jurado y Pedraja (2006), el estudio de la distribución interterritorial de la renta personal ha sido una de las perspectivas más orilladas por las corrientes principales de investigación. Según los autores, la yuxtaposición de factores de cambio en el proceso distributivo regional, las dificultades teóricas de integración y la carencia de bases de datos representativas han provocado que se dedique a esta dimensión una atención menor que a otras formas de desigualdad.

En este marco, el trabajo se orienta a profundizar en la comprensión conceptual y operativa del ACP, optimizando su uso en la generación de indicadores socioeconómicos. Esta precisión técnica es fundamental, pues los datos buscan capturar la realidad de lo que Hannah Arendt (2009) denomina la *vita activa*. Al analizar la marginación, el ACP evalúa indirectamente las condiciones de la "labor" —vinculada a los procesos biológicos y necesidades vitales— y del "trabajo", actividad que proporciona un mundo artificial de cosas y estabilidad (mundanidad) más allá del ciclo natural.

Bajo esta lógica, la medición no solo requiere identificar patrones, sino también entender la eficiencia con la que se transforman los recursos en bienestar. Es aquí donde el análisis se enriquece con la perspectiva de Banker, Charnes y Cooper (1984), quienes proponen modelos para estimar ineficiencias técnicas y de escala a través del Análisis Envolvente de Datos

(DEA). Al igual que en su planteamiento, donde se busca obtener evaluaciones ex post facto de los logros de gestión mediante programación matemática sin requerir una especificación a priori de pesos, nuestro uso del ACP busca una objetividad técnica que revele las disparidades territoriales. Así, el indicador se convierte en un espejo de la condición humana en los municipios: mientras el ACP organiza la estructura de la marginación, la noción de eficiencia técnica de Banker et al. permite vislumbrar si las operaciones municipales se conducen en regiones de rendimientos a escala crecientes, constantes o decrecientes. En este contexto de construcción de indicadores compuestos, cobra relevancia la búsqueda de métodos que permitan realizar un benchmarking riguroso entre las unidades estudiadas. Al respecto, Jiménez-Fernández et al. (2022) proponen el uso de modelos de medición formativos basados en el concepto matemático de distancia (métrica l_2), utilizando algoritmos de aprendizaje automático (Machine Learning) no supervisados para determinar las ponderaciones. Esta evolución metodológica, que perfecciona avances previos como el método de Distancia P_2 , permite eliminar de manera eficiente la información redundante y garantizar que los pesos de cada indicador reflejen adecuadamente su importancia relativa. En última instancia, al integrar estas herramientas de vanguardia con las técnicas clásicas, se mide con mayor fiabilidad qué tan garantizadas están las necesidades vitales y la permanencia del entorno construido frente a las desigualdades regionales, evaluando si la gestión del territorio logra efectivamente sustentar la estabilidad del mundo humano mediante una métrica robusta y matemáticamente validada.

Hipótesis

La integración de variables laborales, financieras y poblacionales mediante el Análisis de Componentes Principales (ACP) permite construir un indicador sintético que captura las diferencias en los niveles de marginación entre municipios de México.

METODOLOGÍA

El presente estudio se desarrolla bajo un enfoque cuantitativo, con un diseño no experimental, transversal y descriptivo, orientado a revisar, sistematizar y aplicar el Análisis de Componentes Principales (ACP) para la construcción de indicadores socioeconómicos a nivel municipal en México en el periodo 2017–2023.

La investigación se fundamenta en la recopilación y procesamiento de información secundaria proveniente de fuentes oficiales, con el fin de construir una base de datos integral que combine dimensiones laborales, demográficas y financieras. Entre las principales fuentes utilizadas se encuentran:

- Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS): datos sobre empleo formal, número de trabajadores asegurados y masa salarial municipal.
- Estadístico de Finanzas Públicas Estatales y Municipales (EFIPEM) del INEGI: información sobre ingresos, egresos, deuda pública y estructura presupuestal.
- Consejo Nacional de Población (CONAPO) y CONEVAL: referencias metodológicas sobre índices de marginación y rezago social.

Los datos recopilados se normalizaron mediante procesos de limpieza, depuración y estandarización, garantizando consistencia temporal y homogeneidad en las unidades de medida. Se eliminaron valores nulos, se ajustaron escalas y se identificaron outliers con el fin de evitar distorsiones estadísticas. Posteriormente, cada variable fue transformada para tener media cero y desviación estándar unitaria, requisito indispensable para la correcta aplicación del ACP.

El análisis se ejecutó sobre una matriz de correlaciones, dado que las variables provienen de distintas escalas y unidades de medición. El ACP se aplicó utilizando la descomposición espectral de la matriz de varianzas-covarianzas, extrayendo los autovalores y auto vectores

que explican la mayor proporción de la varianza total. La selección del número de componentes principales se basó en el criterio de Kaiser (autovalores mayores a 1) y en la curva de sedimentación (scree plot), complementados con la interpretación teórica de cada componente.

La ponderación de las variables se obtuvo a partir de los auto vectores normalizados, que representan las correlaciones entre las variables originales y los componentes extraídos. Con base en estos resultados, se calculó un índice sintético de marginación económica municipal, que integra las dimensiones seleccionadas bajo un esquema objetivo de ponderación.

Para fines de comparación y validación, se verificó la consistencia interna de los resultados mediante el análisis de correlaciones entre componentes y la interpretación de las cargas factoriales.

Asimismo, se elaboraron mapas y clasificaciones municipales con el propósito de visualizar los patrones territoriales de marginación y su correspondencia con variables de contexto económico.

La investigación es de tipo aplicada y documental, pues combina la revisión teórica con la implementación empírica del método estadístico. Su carácter aplicado se refleja en el uso del ACP como herramienta de reducción de dimensionalidad para sintetizar múltiples variables socioeconómicas en un único indicador. Al mismo tiempo, posee un componente documental al basarse en fuentes secundarias y en la sistematización de metodologías previas empleadas por organismos nacionales e internacionales en el estudio de desigualdades territoriales.

El alcance descriptivo del estudio se manifiesta en la identificación de los patrones estructurales que determinan las condiciones económicas locales, sin pretender establecer relaciones causales. De esta manera, el ACP se utiliza como un instrumento analítico y exploratorio que permite observar la interdependencia entre variables y aportar evidencia

empírica al diseño de políticas públicas orientadas a reducir la marginación socioeconómica.

Se desarrolló un diseño estructurado en seis fases:

Recolección de información:

Se integraron datos del *Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS)* y del *Estadístico de Finanzas Públicas Estatales y Municipales (EFIPEM)* del INEGI, correspondientes al periodo **2017–2023** la unidad de análisis para esta investigación es el municipio por año

Depuración y normalización:

Las bases se limpiaron, homogeneizaron y cruzaron mediante identificadores comunes (clave de entidad y municipio). Se eliminaron valores nulos y se ajustaron las escalas de medición para garantizar consistencia y comparabilidad.

Construcción de la base integrada (ILMM):

Se generó la *Base de Indicadores Laborales Municipales (ILMM)*, que consolida información sobre población, empleo formal, masa salarial, impuestos, deuda pública, ingresos y egresos.

Estandarización de variables:

Cada variable se transformó para tener media cero y desviación estándar unitaria, evitando que aquellas con mayor varianza dominaran el análisis.

Aplicación del ACP:

Se utilizó la biblioteca scikit-learn en Python para ejecutar el ACP con los módulos StandardScaler y PCA. Se calcularon eigenvalores, eigenvectores y proporciones de varianza explicada. Los componentes principales se ordenaron de acuerdo con su contribución a la varianza total.

Interpretación y validación:

Se evaluaron los resultados mediante gráficos bivariados, análisis de cargas factoriales y comparación de la varianza explicada acumulada. El primer componente (PC1) se normalizó

en una escala de 0 a 100 para generar un índice sintético.

Análisis Base de Datos

Tabla 1. Definición de las variables

Variable	Tipo	Interpretación resumida
Periodo	Numérico	Año de observación (2017–2023)
CLAVE_Población	Numérico	Código de población
CLAVE_ENT_Población	Numérico	Código de la entidad federativa asociada a la población
Nombre_Entidad_Población	Texto	Nombre de la entidad federativa
Nombre_Municipio_Población	Texto	Nombre del municipio
ID_ENTIDAD_EFIPEM	Numérico	Identificador de la entidad en la fuente EFIPEM
ID_MUNICIPIO_EFIPEM	Numérico	Identificador del municipio en EFIPEM
Clave_Entidad_ILMM	Numérico	Identificador de la entidad en el sistema ILMM
Clave_Municipio_ILMM	Numérico	Identificador del municipio en ILMM
Clave_Entidad_IMSS	Numérico	Identificador de la entidad en el IMSS
Clave_Municipio_IMSS	Texto	Identificador del municipio en el IMSS
Clave_Delegación_IMSS	Numérico	Identificador de la delegación del IMSS
Población Total	Numérico	Total de habitantes
Derechos	Numérico	Posiblemente número de personas con derechos sociales o de salud
Deuda_Publica	Numérico	Monto de la deuda pública
Impuesto_Predial	Numérico	Ingreso por impuesto predial
Impuestos	Numérico	Suma de impuestos recaudados
Impuestos_sobre_patrimonio	Numérico	Impuestos sobre el patrimonio
Total_egresos	Numérico	Gasto total
Total_ingresos	Numérico	Ingreso total
Pea	Numérico	Población económicamente activa
Ocupados	Numérico	Población ocupada
Informales	Numérico	Población en la informalidad
Ta_sal	Numérico	Tasa salarial o promedio de ingresos laborales
Masa_sal_ta	Numérico	Masa salarial total (producto de salario y población asalariada)

Fuente: elaboración propia

Población y muestra

La población de estudio estuvo conformada por los 2,469 municipios de México con una población mayor a 400 mil habitantes

Técnicas e instrumentos

Instrumentos de recolección: bases de datos institucionales del IMSS e INEGI.

Técnicas de análisis: ACP multivariable, estandarización z-score y análisis de varianza explicada.

Herramientas informáticas: Python (pandas, NumPy, scikit-learn, matplotlib) y Microsoft Excel para validación y visualización.

El procedimiento metodológico descrito asegura la trazabilidad de cada etapa del análisis, permitiendo replicar los resultados y mantener la objetividad de las ponderaciones obtenidas mediante el ACP.

RESULTADOS.

El Análisis de Componentes Principales (ACP) aplicado a los datos municipales de México para el periodo 2022–2023 permitió identificar las dimensiones principales que explican la variabilidad de los indicadores laborales y financieros.

El primer componente principal (CP1) concentró la mayor proporción de varianza total, lo que confirma que un solo factor puede sintetizar gran parte de la información contenida en las variables originales.

Tabla 2. Varianza explicada por los componentes principales.

Año	Componente	% Varianza explicada	Varianza acumulada
2022	CP1	38.49%	38.49%
2022	CP2	21.03%	59.52%
2023	CP1	41.43%	41.43%
2023	CP2	22.70%	64.14%

Tabla 3. Cargas Factoriales.

Variables	2022		2023		Dominancia / significancia	Evolución y Comparación
	CP1	CP2	CP1	CP2		
formales	0.44079 8	0.18951 3	0.40998 5	0.17785 5	Dominante CP1. Significancia moderada en 2023	Pierde peso en cp1 (-15%) y se vuelve relevante en CP2 de forma negativa
ocupados	0.10571 3	0.34407 4	0.18194 9	0.30431 7	Dominante CP1. Moderado en 2023	Desplazamiento o estructural: su influencia cambia del CP1 hacia el CP2
masa_sal/ta_sal	0.45070 6	0.10924 5	0.43195 6	-0.01606	Dominante CP2. Significativa	Variable más estable
PIB_Per_Cápita	0.54956 3	-0.27041	0.46629 1	-0.45917	Dominante CP2. Moderada en 2023	Disminuye su peso en CP2, pero triplica su presencia en CP1
Impuestos sobre Ingresos	0.15549 4	0.62756 7	0.27846 2	0.52259	Significancia moderada en CP1	Alta estabilidad en CP1 pierde toda relación con el CP2 en 2023

Salario_per_cápita (ta_sal/población)	0.50938	-0.30921	0.42543 2	-0.47623	Significancia moderada en CP1	Se mantiene como indicador secundario estable de la formalidad
Deuda Pública sobre Impuestos	-0.07563	-0.52076	-0.36913	-0.40592	Significancia moderada en CP2.	Muestra un crecimiento de importancia en el CP1 (+71%)

Fuente: elaboración propia

Asimismo, la matriz de cargas factoriales reveló que las variables masa salarial, tasa salarial y población ocupada presentan las contribuciones más altas al primer componente, lo cual sugiere que CP1 representa un eje económico-laboral. En cambio, el segundo componente (CP2) agrupa las variables financieras como deuda pública e impuestos sobre el patrimonio, conformando un eje secundario de desempeño fiscal.

Los valores positivos en CP1 muestran que el crecimiento de los indicadores laborales incrementa el valor del componente, mientras que las variables fiscales presentan cargas opuestas, evidenciando una estructura dual: municipios con mayor formalidad y masa salarial tienden a presentar menor presión fiscal relativa.

Tabla 4. Posiciones de los municipios por el Índice de Ingresos.

Posición	Municipio	Índice_PC1	Periodo
1	Apodaca	100	2022
2	Juarez	87.79	2022
3	Tlalnepantla De Baz	86.37	2022
4	San Nicolás De Los Garza	85.89	2022
5	García	85.65	2022
6	Xalapa	81.88	2022
7	San Luis Potosí	79.9	2022
8	Querétaro	77.86	2022
9	Ensenada	73.83	2022
10	Saltillo	72.67	2022
1	Apodaca	100	2023
2	Juarez	92.57	2023

3	Tlalnepantla De Baz	88.69	2023
4	Reynosa	86.22	2023
5	Querétaro	85.88	2023
6	San Luis Potosí	85.28	2023
7	Xalapa	84.35	2023
8	San Nicolás De Los Garza	83.96	2023
9	Benito Juárez	77.98	2023
10	Chihuahua	77.04	2023

Fuente: elaboración propia

DISCUSIÓN

Los resultados confirman que el ACP es un método eficaz para condensar información socioeconómica en índices sintéticos, reduciendo la redundancia y permitiendo clasificar territorios según su perfil económico-laboral.

El incremento de la varianza explicada de 38.49 % a 41.43 % entre 2022 y 2023 indica una mayor homogeneidad estructural entre los municipios; este hallazgo es consistente con la dinámica de recuperación económica post pandemia y la estabilización del empleo formal.

Desde un punto de vista metodológico, la consistencia de las cargas factoriales entre años demuestra la robustez de las ponderaciones y la validez del ACP para generar medidas comparables cuando se mantiene un diseño de datos homogéneo.

Sin embargo, la variación de los eigenvalores entre periodos también evidencia la limitación temporal del ACP, pues las ponderaciones recalculadas impiden comparaciones longitudinales directas sin ajuste.

La interpretación de los componentes permite establecer regularidades empíricas: el primer componente sintetiza el desempeño económico-laboral (empleo, masa y tasa salarial), mientras que el segundo refleja el comportamiento fiscal (deuda e impuestos). Esta dicotomía explica por qué los municipios con mayor actividad formal muestran niveles menores de dependencia financiera.

En términos de novedad científica, este trabajo amplía el marco teórico al incorporar la

validación empírica del ACP sobre datos recientes, el uso de herramientas de programación reproducibles (Python) y la integración de fuentes oficiales heterogéneas en una base consolidada. Asimismo, se plantea la perspectiva teórica de estabilidad temporal, recomendando el uso de ponderaciones fijas o ACP conjunto como alternativa para comparaciones interanuales.

Finalmente, los resultados confirman la pertinencia del ACP dentro de la línea de investigación en análisis multidimensional aplicado a indicadores sociales, aportando una metodología replicable y transparente para evaluar desigualdades territoriales y fortalecer el diseño de políticas públicas basadas en evidencia.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos confirman que el Análisis de Componentes Principales (ACP) permite identificar con precisión estructuras latentes entre variables laborales y financieras, transformando información multidimensional en indicadores sintéticos de alta interpretabilidad. El cumplimiento del objetivo general se evidencia en la capacidad del modelo para sintetizar patrones de marginación en México, permitiendo una jerarquización clara de las unidades territoriales. Asimismo, se valida la hipótesis planteada: la estandarización rigurosa de las variables y la aplicación de ponderaciones derivadas de la varianza explicada producen índices más precisos, comparables y técnicamente sustentados para el diagnóstico socioeconómico.

Desde una perspectiva metodológica, el ACP se consolida como un marco fundamental para la construcción de indicadores compuestos en contextos territoriales diversos. La integración de bases de datos oficiales mediante este método garantiza un equilibrio entre el rigor matemático y la aplicabilidad práctica en el diseño de políticas públicas.

La metodología empleada demuestra que la reducción de dimensionalidad no solo simplifica

el análisis de datos masivos, sino que fortalece la fundamentación teórica de los estudios sociodemográficos al ofrecer una validación empírica robusta que es replicable en otros entornos de América Latina.

Para garantizar la utilidad del modelo en análisis longitudinales, es imperativo abordar la estabilidad temporal del método y evitar distorsiones en las comparaciones interanuales. Se propone como estrategia de mejora la implementación de un ACP conjunto (Joint PCA) o el uso de ponderaciones fijas derivadas de un periodo base, asegurando que las variaciones en los índices reflejen cambios reales en las condiciones sociales y no fluctuaciones en la estructura de los coeficientes técnicos. Estas líneas futuras permitirán robustecer la comparabilidad de los resultados y minimizar los artefactos estadísticos derivados de la actualización de las fuentes de datos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Actis Di Pasquale, E. (2013). *Bienestar Social, resignificación del concepto y de su operacionalización. Un aporte metodológico aplicado al caso argentino (1988-2005)* (Tesis doctoral). Universidad Nacional de Quilmes.
- Agamben, G. (2003). *Homo sacer. El poder soberano y la nuda vida*. Pre-Textos.
- Alkire, S., & Santos (2010). "Acute Multidimensional Poverty: A New Index for Developing Countries". Background paper for the 2010 Human Development Report. UNDP (United Nations Development Programme).
- Allardt, E. (1975). *Dimensions of Welfare in a Comparative Scandinavian Study*. University of Helsinki.
- Anzaldo, C., & Prado, M. (2006). *Índices de marginación, 2005*. Consejo Nacional de Población.

- Anzaldo, C., & Prado, M. (2007). *Índice de marginación a nivel localidad 2005*. Consejo Nacional de Población.
- Anzaldo, C., y Prado, M. (2009). *Índice de marginación urbana 2005*. Consejo Nacional de Población.
- Aparicio, R. (2004). *Índice absoluto de marginación, 1990-2000*. Consejo Nacional de Población.
- Araar, A. y Duclos, J.Y. (2009). *DASP: Distributive Analysis Stata Package, USER MANUAL, Version 2.3*, Université Laval, PEP, CIRPÉE y Banco Mundial, Junio, p. 137.
- Arendt, H. (2009). *La condición humana*. Paidós.
- Arrow, K. J. (1951). *Social Choice and Individual Values*. Cowles Commission.
- Ayala, L., & Navarro, C. (2004). *Multidimensional indices of housing deprivation with application to Spain*. Papeles de Trabajo, 12/04, 1-31.
- Ayala, L., Jurado, A., & Pedraja, F. (2006). *Desigualdad y bienestar en la distribución intraterritorial de la renta 1973-2000*. *Investigaciones Regionales*, 8, 5-30.
- Balaguer Coll, M. T. (2001). *Análisis de la situación en la Administración Local. Una aplicación a los ayuntamientos de la Comunidad Valenciana* [Tesis doctoral, Universidad Jaume I].
- Banker, R. D., Charnes, A., & Cooper, W. W. (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management Science*, 30(9), 1078-1092.
- Barba, C. (2004). *Régimen de bienestar y reforma social en México*. CEPAL.
- Barba, C., & Valencia, E. (2013). La transición del régimen de bienestar mexicano: entre el dualismo y las reformas liberales. *Revista Uruguaya de Ciencia Política*, 22(SPE), 28–54.

- Barkin, D. (1972). ¿Quiénes son los beneficiarios del desarrollo regional? En D. Barkin (Comp.), *Los beneficiarios del desarrollo regional* (pp. 74-89). Secretaría de Educación Pública.
- Beltrán Pascual, M., & Pacheco Bonrostro, J. A. (2001). Nuevos métodos para el diseño de clusters no jerárquico. *Estadística Española*, 43(148), 209-224.
- Buchanan, J.M. (1975): "A Contractarian Paradigm for Applying Economic Theory", *American Economic Review*, vol. 65, mayo, pp. 225-230.
- Bustos, A. (s.f.). *Niveles de marginación: una estrategia multivariada de clasificación*.
- Cárdenas, Ó.J. (2010). Cardenalización del índice de marginación: una metodología para evaluar la eficiencia del gasto ejercido en el Ramo 33. *EconoQuantum*, 7(1), 41-66.
- CONAPO [Consejo Nacional de Población]. (2021a). Índice de marginación por entidad federativa y municipio 2020. Nota *técnico-metodológica*. Recuperado de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/685354/Nota_tecnica_IMEyM_2020.pdf
- Dalenius, T. y Hodges, J. (1959). Minimum variance stratification. *Journal of the American Statistical Association*, 54, 88-101.
- García Lautre, I.; Gil Canaleta, C.; Pascual Arzoz, P. y Rapún, M. (1998): "Una propuesta metodológica para la ordenación de las infraestructuras regionales", *Estudios Regionales*, n° 51, pp. 145-170.
- Jackson, J. E. (2003). *A user's guide to principal components*. John Wiley & Sons.
- 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.
- Jolliffe, I. T. (2002). *Principal component analysis* (2nd ed.). Springer.

Juárez Romero, O., Cañedo Villarreal, R., & Barragán Mendoza, M. del C. (2017). Medición de la calidad de vida mediante índices sintéticos en localidades del municipio de Acapulco, Guerrero, México. *Población y Salud en Mesoamérica*, 14(2), 1–19.

Mardia, K. V., Kent, J. T., & Taylor, C. C. (2024). *Multivariate analysis* (2nd ed.). John Wiley & Sons.

La Revista utiliza códigos para identificar al Editor y al equipo de PARES REVISORES. Si tiene dudas o consultas, contacte a:
contacto@cienciayreflexion.org
Código de Editor: 106
Código de Revisores: 977

