



Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Contaduría y Administración
Licenciatura en Administración Financiera

**Medición de la pobreza territorial en el Estado de
Querétaro a partir de un índice sintético de
desarrollo socioeconómico**

Tesis Individual

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de
Licenciado en Administración Financiera

Presenta:

Dafne Quetzalli Valdez Gallegos

Dirigido por:

Mtro. Roberto Yoan Castillo Diéguez

Mtro. Roberto Yoan Castillo Dieguez

Presidente

Firma

Dr. Samuel Mongrut Montalván

Secretario

Firma

Dr. Omar Bautista Hernández

Vocal

Firma

Mtra. Ma. Benilde Rincón García

Suplente

Firma

Mtra. Mónica López Arrellano

Suplente

Firma

Dr. Omar Bautista Hernández
Director de la Facultad

Dra. Claudia Cinthya Estrada Peña
Secretario Académico de la Facultad

Centro Universitario Querétaro,
Qro. Noviembre de 2024
México

La presente obra está bajo la licencia:
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>



CC BY-NC-ND 4.0 DEED

Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional

Usted es libre de:

Compartir — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato

La licenciante no puede revocar estas libertades en tanto usted siga los términos de la licencia

Bajo los siguientes términos:



Atribución — Usted debe dar [crédito de manera adecuada](#), brindar un enlace a la licencia, e [indicar si se han realizado cambios](#). Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante.



NoComercial — Usted no puede hacer uso del material con [propósitos comerciales](#).



SinDerivadas — Si [remezcla, transforma o crea a partir](#) del material, no podrá distribuir el material modificado.

No hay restricciones adicionales — No puede aplicar términos legales ni [medidas tecnológicas](#) que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia.

Avisos:

No tiene que cumplir con la licencia para elementos del material en el dominio público o cuando su uso esté permitido por una [excepción o limitación](#) aplicable.

No se dan garantías. La licencia podría no darle todos los permisos que necesita para el uso que tenga previsto. Por ejemplo, otros derechos como [publicidad, privacidad, o derechos morales](#) pueden limitar la forma en que utilice el material.

Resumen

La presente investigación tiene como propósito la construcción de un Índice Sintético de Pobreza Municipal (ISPM) que permita una evaluación integral del nivel de pobreza en los municipios del estado de Querétaro. Para ello, se empleó el Análisis de Componentes Principales (ACP) como metodología central, con el fin de sintetizar múltiples indicadores socioeconómicos en un índice único que capte la mayor cantidad de información posible de los datos originales. La validez del índice se contrastó mediante la aplicación de técnicas de clasificación como el análisis de conglomerados jerárquicos y se complementó con modelos de aprendizaje automático, en particular el algoritmo XGBoost, para evaluar su precisión predictiva.

El estudio se fundamenta en un marco teórico sólido, incorporando diversas perspectivas conceptuales sobre la pobreza a nivel nacional e internacional. Se examinaron antecedentes relevantes y se describieron en detalle las etapas metodológicas requeridas para la obtención del índice. La investigación abarca el periodo 2015-2022, utilizando datos oficiales de los municipios de Querétaro, lo que permitió analizar la evolución de la pobreza en el territorio y generar resultados pertinentes para la formulación de políticas públicas.

Los hallazgos revelan que los municipios con mayores niveles de pobreza multidimensional se localizan principalmente en zonas rurales y periféricas, destacándose Landa de Matamoros, Tolimán y Jalpan de Serra, mientras que municipios como Querétaro y Corregidora muestran condiciones socioeconómicas más favorables. Los resultados subrayan la necesidad de implementar estrategias diferenciadas y focalizadas para reducir la desigualdad territorial y mejorar la calidad de vida de los habitantes.

El presente estudio contribuye a la literatura académica mediante la aplicación de metodologías cuantitativas avanzadas para la evaluación de la pobreza territorial, proporcionando herramientas útiles para la toma de decisiones basada en evidencia. Se concluye que el ISPM es una herramienta confiable y replicable en otros contextos territoriales, con aplicaciones potenciales en la gestión del desarrollo local y en la asignación eficiente de recursos públicos.

Abstract

The purpose of this research is to construct a Municipal Poverty Synthetic Index (MPSI) that allows for a comprehensive evaluation of the level of poverty in the municipalities of the state of Querétaro. To achieve this, Principal Component Analysis (PCA) was used as the central methodology in order to synthesize multiple socioeconomic indicators into a single index that captures the maximum amount of information possible from the original data. The validity of the index was tested using classification techniques such as hierarchical cluster analysis and was complemented with machine learning models, specifically the XGBoost algorithm, to assess its predictive accuracy.

The study is based on a solid theoretical framework, incorporating various conceptual perspectives on poverty at the national and international levels. Relevant background information was examined and the methodological stages required to obtain the index were described in detail. The research covers the period 2015-2022, using official data from the municipalities of Querétaro, which allowed for the analysis of poverty trends in the region and the generation of relevant results for the formulation of public policies.

The findings reveal that municipalities with higher levels of multidimensional poverty are mainly located in rural and peripheral areas, with Landa de Matamoros, Tolimán, and Jalpan de Serra standing out, while municipalities like Querétaro and Corregidora show more favorable socio-economic conditions. The results underscore the need to implement differentiated and targeted strategies to reduce territorial inequality and improve the quality of life of residents.

This study contributes to the academic literature by applying advanced quantitative methodologies to evaluate territorial poverty, providing useful tools for evidence-based decision-making. It is concluded that the ISPM is a reliable and replicable tool in other territorial contexts, with potential applications in local development management and efficient allocation of public resources.

Agradecimientos

Deseo expresar mi más profundo agradecimiento a mis padres, cuyo amor incondicional y constante apoyo moral han sido la piedra angular de este logro. Su confianza en mí, incluso en los momentos más desafiantes, ha sido una fuente inagotable de fortaleza e inspiración.

A mis hermanos, les extiendo mi sincera gratitud por su apoyo incondicional y por estar siempre dispuestos a escucharme y acompañarme a lo largo de este proceso. Su presencia ha sido un pilar fundamental en mi camino académico y personal.

De manera especial, quiero agradecer al profesor Roberto Yoan Castillo, mi tutor, por su incansable dedicación y paciencia durante la elaboración de esta tesis. Sus consejos, orientación y compromiso han sido determinantes para alcanzar esta meta tan esperada. Su guía ha sido clave para mi crecimiento profesional y académico.

A mis amigos y compañeros, les agradezco sinceramente por su apoyo incondicional en cada momento, tanto en los de tensión como en los de alegría. Su motivación y compañía han hecho de este recorrido una experiencia enriquecedora. Gracias por su amistad, por brindarme su confianza y por convertirse en una familia elegida que ha sido mi aliento constante.

Finalmente, mi reconocimiento a la Universidad Autónoma de Querétaro, en especial a la Facultad de Contaduría y Administración, por haberme brindado la oportunidad de adquirir los conocimientos que han cimentado mi formación profesional. Aprecio profundamente el esfuerzo y dedicación de cada miembro del cuerpo directivo, cuyo compromiso ha sido fundamental en mi desarrollo académico y en la obtención de este tan anhelado título.

Índice

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	6
1.1. Planteamiento/descripción del problema	6
1.2. Justificación	7
1.3. Objetivos e hipótesis	7
1.4. Hipótesis.....	8
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL.....	10
2.1. Antecedentes	10
2.2. Estado del Arte	11
2.3. Marco teórico-conceptual de la pobreza.....	12
2.3.1. Clasificación de los tipos de pobreza	15
2.3.2. Clasificación de la pobreza en México	17
2.4. La medición de la pobreza.....	18
2.4.1. Línea de Pobreza (LP)	19
2.4.2. Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI)	21
2.4.3. Método Integrado	22
2.4.4. Otros indicadores utilizados para medición del desarrollo y la pobreza	23
2.5. Los índices sintéticos para la medición de la pobreza	24
CAPÍTULO 3. ALGORITMO PARA LA DETERMINACIÓN ÍNDICE SINTÉTICO DE POBREZA MUNICIPAL (ISPM) PARA LOS MUNICIPIOS DEL ESTADO DE QUERÉTARO.....	32
3.1. Población	32
3.2. Muestra	32
3.3. Algoritmo para la determinación índice sintético de pobreza municipal (ISPM)	32
3.3.1. Seleccionar y analizar las variables iniciales que mejor expresen los niveles de pobreza en los municipios.....	33
3.3.2. Reducir el número de variables mediante el uso de la técnica ACP para obtener el índice sintético.	35
3.4. Analizar y validar los resultados del índice sintético.....	40
CAPÍTULO 4. RESULTADOS	41
4.1. Análisis de Componentes Principales (PCA).....	41
4.2. Pruebas de Adecuación: KMO y Esfericidad de Bartlett	42
4.3. Varianza Total Explicada.....	43
4.4. Comunalidades de las Variables.....	43
4.5. Resultados del Índice Sintético de Pobreza Municipal	44

4.5.1.	Subíndices y Ponderaciones de los Indicadores.....	44
4.5.2.	Índice Sintético de Pobreza Municipal (ISPM)	45
4.5.3.	Resultados del índice sintético (2020)	46
4.5.4.	Resultados del índice sintético (2022)	49
4.6.	Validación del Índice Sintético de Pobreza Municipal (ISPM).....	53
4.6.1.	Validación Índice Sintético mediante Clustering Jerárquico	54
4.6.2.	Validación del Índice Sintético mediante modelo de aprendizaje supervisado XGBoost	55
CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES		58
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		59

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1.Planteamiento/descripción del problema

La medición de la pobreza en las regiones ha sido un tema central en las agendas de desarrollo, particularmente en municipios donde persisten desigualdades socioeconómicas. En este sentido, investigadores han centrado su atención en el estudio de la pobreza, analizando sus causas y posibles medidas a tomar, siendo uno de los problemas socioeconómicos más estudiados.

De acuerdo con el Banco Mundial (2021), la pandemia de COVID-19 que más de noventa y siete millones de personas fueron empujadas a la pobreza en 2020 como consecuencia directa de la crisis sanitaria y sus efectos colaterales en las economías. Este incremento repentino comprometió el cumplimiento del Objetivo de erradicar la pobreza a nivel mundial, situando este indicador un 3% por encima de la meta originalmente establecida para dicho año.

En el contexto latinoamericano, se presenta una crisis triple que es combinada y desigual: crisis sanitaria, económica y social. Además, la zona tiene carencias estructurales que dificultan enfrentar eficazmente el desafío de controlar la propagación de enfermedades, recuperar la economía y reducir los costos sociales. Entre las consecuencias más alarmantes destaca el aumento en el desempleo femenino, que ha profundizado aún más la brecha de género, ya de por sí considerable. Asimismo, los jóvenes se han visto particularmente afectados, enfrentando obstáculos cada vez mayores para integrarse al mercado laboral, una problemática que podría tener repercusiones importantes en el corto y mediano plazo.

En México, la pandemia del COVID-19 generó efectos adversos en la situación económica. En el año 2020, el Producto Interno Bruto (PIB) experimentó una disminución anual del 8.2% y la tasa de pobreza laboral se incrementó en 3 puntos porcentuales.

Por otro lado, en Querétaro la proporción de habitantes con ingresos por debajo del umbral de la pobreza disminuyó en siete municipios, destacando la disminución en Jalpan de Serra de 11.8 %, en Peñamiller de 5.9 %, en Amealco de Bonfil de 4.8 %, en Arroyo Seco de 2.3% menos, en Landa de Matamoros de 0.9 % menos, en San Juan del Ríos de 0.8% menos y en Cadereyta de Montes de 0.1 % menos.

En este sentido, existe la necesidad que a escala estatal sean reconocidas las diferencias entre los municipios y se pueda evaluar el avance en sus niveles de pobreza para ello se hace

inevitable la medición de la pobreza municipal pues sirve como punto de partida para tomar decisiones, rendir cuentas y definir nuevas políticas públicas de desarrollo.

Hoy en los municipios existe la dificultad para medir su nivel de pobreza, debido a la ausencia de un indicador que mida integralmente la pobreza a escala local. Sin embargo, sí existen varios indicadores que posibilitan medir diferentes variables relacionadas con el crecimiento económico, crecimiento económico, el progreso económico, salud, vivienda, seguridad alimentaria y educación. Por lo que queda planteado el siguiente problema de la investigación:

¿Cómo medir integralmente el nivel de pobreza en los municipios del estado de Querétaro?

1.2. Justificación

La pobreza no se reduce únicamente al ámbito económico, sino que también implica la carencia de acceso a servicios esenciales como la salud, la vivienda, la educación, la alimentación, el suministro de agua potable y la electricidad, los cuales son cruciales para garantizar una vida digna. En este sentido, la relación entre la pobreza y los derechos humanos radica en la importancia de establecer condiciones que faciliten a las personas el desarrollo pleno de sus capacidades, permitiéndoles alcanzar una vida productiva y satisfactoria acorde con sus expectativas.

Este estudio reviste gran importancia, ya que examina la situación de pobreza en el estado de Querétaro, profundizando en los efectos derivados de la pandemia de COVID-19. Durante este periodo, se observó una disminución significativa en los ingresos debido a la pérdida de empleo, el cierre de empresas y la paralización de diversas actividades económicas, lo que impactó negativamente la calidad de vida y el desarrollo de los municipios.

Además, la investigación tiene un valor metodológico relevante, ya que el proceso de construcción del índice sintético desarrollado puede servir como una herramienta clave para los gobiernos locales. Este índice proporcionará información útil para la toma de decisiones en los ámbitos estatal y municipal, permitiendo la formulación de estrategias concretas y focalizadas para enfrentar los retos que plantea la pobreza en el corto y mediano plazo.

1.3. Objetivos e hipótesis

Objetivo general:

Construir un índice sintético de pobreza municipal para los municipios del estado de Querétaro.

Objetivos específicos

- Realizar un estudio sobre la construcción de un Índice Sintético de Pobreza Municipal (ISPM).
- Analizar las técnicas para la medición de la pobreza a escala municipal.
- Construir el Índice Sintético de Pobreza Municipal (ISPM)
- . Validar el indicador sintético obtenido mediante el análisis de los resultados de los municipios del estado de Querétaro

1.4.Hipótesis

Si se construye un índice sintético se podrá medir integralmente la pobreza en los municipios del estado de Querétaro

El desarrollo del trabajo demanda la utilización de diferentes **métodos de investigación científica**:

Métodos teóricos

- **Análisis y síntesis.**

Se utiliza para el análisis de los elementos teóricos y para delimitar los factores más relevantes de la pobreza y desigualdad territorial y así comprender su evolución como parte de un sistema.

- **Inducción y deducción.**

La inducción es necesaria para la generalización de información. La deducción se utiliza para la comprensión de fenómenos de la interacción de la pobreza que pueden ser explicados a partir de fundamentos teóricos sustentados.

- **Hipotético-deductivo**

Se utiliza para la formulación y validación de la hipótesis de la investigación. Además, se utiliza para el planteamiento de hipótesis de relaciones entre variables sobre la base de las observaciones realizadas a partir de la aplicación de la técnica de análisis de componentes principales, análisis de conglomerados jerárquicos y machine learning.

- **Sistémico-estructural**

Para el estudio de las propiedades internas de los factores y procesos que en su interacción conforman la pobreza.

Métodos Empíricos:

- Observación.
- Revisión documental.

Se emplean para la obtención de información.

Técnicas:

- Análisis factorial de componentes principales.
- Análisis de conglomerados jerárquicos.

Software empleados:

- Python google

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

El presente capítulo propone como objetivo fundamentar teóricamente la concepción de la pobreza, además, la necesidad y viabilidad de su medición mediante un índice sintético.

2.1. Antecedentes

Desde hace décadas la medición y evaluación en materia de la pobreza ha despertado interés en los investigadores. En este sentido, el término pobreza ha estado relacionado con el insuficiente acceso a recursos como son: la educación, salud, equidad, soporte económico y municipal, créditos y otros recursos productivos.

Los gobiernos municipales y estatales se encuentran ante constantes retos en su desarrollo territorial y reducción de la pobreza y ante nuevas pautas de evolución institucional. Por este motivo, la asignación de los recursos locales, dar cuentas y respuesta a las carencias de la población, constituyen elementos importantes en el momento de comprobar el éxito de una estrategia para eliminar la pobreza e incrementar las condiciones de vida en un territorio.

Los estudios relacionados con temas sobre la pobreza inician a mediados del siglo XIX, cuando la escases y la pobreza en diferentes comunidades se agudizó especialmente en aquellas regiones donde se había avanzado más en las transformaciones de la Revolución Industrial, como resultado de nuevos componentes dentro de la producción, así como la disminución de las fuentes de empleo y los recursos para subsistir.

A nivel internacional, Schoijet (2005) y Enríquez (2016) destacan los primeros aportes de economistas como Thomas Malthus, David Ricardo y Karl Marx en cuestiones relacionada a las desigualdades territoriales y la pobreza, así como medirla. Sin embargo, Charles Booth fue el primero en establecer a través de un mapa de pobreza en Londres, la necesidad de medir la pobreza y como se extiende dicho problema en la población. En 1985 es cuando se integran la medida de necesidades básicas insatisfechas (NBI) y datos sobre el ingreso para medir la pobreza.

Alkire & Foster (2007) desarrollan propone una nueva metodología que mide la escasez de recursos que afrontan las personas en pobreza, donde se analizan sectores como educación, salud, entre otros.

En México el estudio de la pobreza es muy reciente. Todo parte de la aprobación de la Ley General de Desarrollo Social (2004) con lo cual en 2006 se procedió a la creación del Consejo

Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), organismo con el cual se procedió a la elaboración del procedimiento para el cálculo de la pobreza multidimensional.

2.2.Estado del Arte

En los últimos tres años se han desarrollado investigaciones a nivel internacional y nacional haciendo especial énfasis en la medición de la pobreza y disparidad territorial. A continuación se presentan algunas investigaciones relacionadas con el tema de investigación: También se encuentra la investigación de Barrera (2019) cuyo objetivo es evaluar el nivel de pobreza de Quintana Roo entre 2010-201. Como metodología se realiza un trabajo documental para revisar y analizar los criterios necesarios para definir, identificar y medir la pobreza. Entre los principales resultados se puede señalar la identificación de los componentes que provocan que disminuya o aumente la pobreza. En el caso de Quintana Roo fue provocado principalmente por la inestabilidad de los ingresos y factores relacionados con el acceso a la vivienda.

Moreno et al., (2020) en su investigación analiza las disparidades territoriales de los principales municipios del estado de Oaxaca en el período 1990-2010 utilizando el índice de brechas sociales y el índice Gini. Los resultados muestran los cambios en las privaciones medias de los hogares y los niveles de ingresos en Quintana Roo en ese período.

Por otro lado, Álvarez et al., 2021 en su trabajo estudia el tema de la pobreza en México y su objetivo es determinar los factores que intervienen en la pobreza rural y la propuesta de estrategias en las localidades más pobres, se plantea un procedimiento para el análisis de probabilidades de riesgo tomando como muestra cinco municipios rurales de México. Finalmente, se pudo obtener los principales determinantes de la pobreza en dichas localidades, entre las que destacan los indicadores de ingreso, nivel educativo, vivienda, alimentación.

Burbano et al., (2022) su artículo tiene como objetivo general diseñar un índice sintético de Calidad de Vida (ISCV) tomando como muestra veintitrés departamentos de Colombia a partir de datos del 2016. Como metodología se aplica la técnica de estadística multivariada análisis factorial por componentes principales. A partir de calcular el ISCV se evidencia las desigualdades de los territorios existentes y como se debe organizar las políticas públicas para contribuir al fortalecimiento de la calidad de vida de la población.

En este sentido, la investigación busca proporcionar información relevante al gobierno municipal y estatal, la cuál será de gran utilidad para mejorar la comprensión del problema y las estrategias encaminadas a solucionarlo.

Debido a que el estado no cuenta con un índice sintético que permita la evaluación de la pobreza y la desigualdad territorial para los municipios, el presente trabajo pretende fortalecer los conocimientos sobre los factores genéricos que intervienen dentro de la pobreza y la necesidad de eliminarla.

Por otro lado, la investigación contribuye ampliar la información del gobierno estatal y municipal, así como constatarlo con otros estudios similares sobre la medición y evaluación de la pobreza.

Así mismo, la presente investigación tiene utilidad metodológica es el procedimiento para la construcción del índice sintético, lo cual puede ser utilizado por los gobiernos locales como herramienta para el proceso de toma de decisiones de los gobiernos estatales y municipales, así como, el planteamiento de estrategias dirigidas a enfrentar los desafíos de la pobreza en un corto y mediano plazo.

2.3.Marco teórico-conceptual de la pobreza.

El estudio de la pobreza es una de las temáticas más importantes en el ámbito económico, social y ambiental. Del mismo modo, la existencia de mecanismos de distribución desiguales es el resultado de que muchas familias puedan llevar una vida digna. En resumen, la pobreza nos lleva a realizar un análisis de las estrategias económicas y sociales que son empleadas en los países sin tener en cuenta lo que implica y el efecto que tiene en la desigualdad.

En relación con la problemática, Sen et al. (2020) señala que la pobreza no se limita a aspectos económicos, como la falta de alimentación, vivienda o ropa adecuada, sino también una inadecuada calidad de vida y puede ser definida como la peor forma de privación económica, social y moral. Por tal razón, la erradicación de la pobreza es uno de los puntos centrales en las agendas de desarrollo en el mundo y unos de los retos más grandes de la humanidad.

Por eso, la Agenda 2030, en su marco normativo aprobado en 2015, ha establecido como principal meta: “Erradicar para todas las personas y en todo el mundo la pobreza extrema” (Naciones Unidas, 2015). En tal sentido, señalan Boltvinik & Damián (2020) que para dar cumplimiento a este objetivo de la Agenda 2030 es necesario la medición de la pobreza, pues

se necesita identificar los principales problemas, además de ser importante para la evaluación y cumplir los objetivos determinados en dichas estrategias.

Según lo expresado por autores como Jesús Salazar & Husted (2019), Sevilla (2019), Thorbecke (2013) antes de poder realizar cualquier medición es importante tener bien conceptualizado lo que se desea investigar, es decir, se debe tener bien definido el concepto de pobreza.

Ahora bien, la definición de pobreza actualmente representa una preocupación a nivel mundial independientemente que dentro de la agenda de los gobiernos no tenga la prioridad deseada. En este sentido, la conceptualización de dicho término, ha sido utilizada desde hace mucho tiempo de forma imprecisa lo cual se debe a la selección de los indicadores para medirla y evaluarla implica diversas interpretaciones.

De esta manera, los estudios relacionados con la pobreza se dividen fundamentalmente en tres direcciones: los investigadores que reconocen el impacto de la pobreza en el tiempo, otros autores centraron sus estudios en los impactos que tiene la pobreza en la forma en que vive la población y un tercer grupo de analistas al nivel de sensibilidad, en otras palabras, el carácter real o potencial de la pobreza, pues puede existir poblaciones con un nivel de ingreso aceptable, sin embargo, pueden ser vulnerables a caer en índices de pobreza. Por tal motivo, es uno de los temas más estudiados, debido a que no existe una sola definición o conceptualización de pobreza. Son muchos los autores que han expresado su definición, entre ellos encontramos los siguientes autores:

Townsend (1979) precisa que la pobreza es el contexto en la que algunos no pueden cumplir con demandas sociales y costumbres por las limitaciones de sus recursos.

Para el caso de Lipton & Ravallion (1995) la pobreza puede encontrarse dentro una población, en el momento en que un grupo de personas de una ciudad, estado o país no llega a un nivel de bienestar económico que se considera razonablemente insuficiente, que puede ser en términos absolutos o según lo establecido por un país.

Spicker (2009) identifica a la pobreza como la necesidad de un estándar de vida o insuficiente acceso a la seguridad, salud, educación, vivienda y a un nivel de ingreso para cubrir sus necesidades.

Mientras que para Sen (2000) la pobreza se define a la escasez de recursos para satisfacer las necesidades básicas, bajos ingresos y un nivel bajo de educación. Lo anterior significa, que la pobreza es una limitación para alcanzar las metas de un determinado grupo de personas. También Fields (2001) precisa que la pobreza es la imposibilidad de un individuo o un grupo de personas para acceder a los recursos necesarios para la satisfacción de sus necesidades básicas.

Por su parte, Mendoza (2011) expresa que la pobreza o personas pobres pueden ser consideradas como las personas que no tienen accesos a servicios públicos básicos (educación, salud, agua, vivienda), tienen un nivel bajo de ingreso y no son tomados en cuentas en las políticas públicas y decisiones de los gobiernos.

Para el caso particular de México la Pobreza se define a aquella parte de la población que por lo menos presenta una privación social en alguno de los indicadores de educación, acceso a la salud, seguridad, vivienda, alimentación y su ingreso no es suficiente para acceder a un bien o servicio que necesita para que se satisfagan las necesidades de alimentación y de carácter no alimentario.

Es así, que se puede definir a la pobreza como un proceso donde un individuo o grupo de personas no posee acceso a servicios básicos para cubrir sus necesidades y con bajos ingresos que son insuficientes para una adecuada calidad de vida. En el mismo orden de ideas, Sen (1981) explica que la conceptualización del término pobreza muchas es comparado con el de desigualdad, si bien entre ambos términos existe una correlación muy fuerte ninguno de los dos puede ser reemplazado por el otro. Dicho de otro modo, es una repartición equitativa de los ingresos o una cesión de ingresos de las personas con un alto nivel de ingresos a personas con más bajo ingreso, puede representar una disminución en el nivel de desigualdad, sin embargo puede mantenerse la percepción de la pobreza en niveles alto.

A partir, de lo expresado por los diferentes autores se puede señalar que definir un término exacto de pobreza es muy complejo, esto se debe a su composición multidimensional, pues son diversos los factores y causas que la provocan. Pero existe la aceptación en las investigaciones de que el tema y evaluación de la misma debe hacerse con base a múltiples factores entre los que intervienen indicadores económicos, sociales, entre otros.

No obstante, no en todas las ciudades, regiones o países se presenta idénticos tipos de pobreza. De igual forma, son diferentes los procesos para desarrollar la medición y clasificación del nivel pobreza en los territorios.

2.3.1. Clasificación de los tipos de pobreza

La pobreza al ser un concepto multidimensional puede presentarse de diferentes formas según el país, región o localidad, de igual forma, puede suceder que la manera de medirla sea diferente para cada país. Por tal motivo, se han establecido un grupo de clasificaciones para la pobreza en función de las siguientes particularidades el tipo de medición que fue utilizado, zona geográfica y en dependencia de a quien, y cómo, afecte.

En el primer caso, según el tipo de medición utilizado la pobreza Barrera (2020), Corbelle & Troitiño (2021), Iguñiz (2002) señalan se puede clasificar en 4 tipos: absoluta, relativa, estructural y coyuntural. De acuerdo a la zona geográfica, la pobreza puede ser clasificada en dos tipos: urbana y rural y dependiendo de a quien, y cómo, afecte se puede clasificar en tres tipos: pobreza extrema, pobreza infantil y pobreza material en la tabla 1 se sintetiza la información referente a los tipos de pobreza y su definiciones:

Tabla 1. Clasificación de la pobreza según el tipo medición utilizado

Tipología de la pobreza	Clasificación	Definición
Tipo medición utilizado	<i>Absoluta</i>	Tiene relación con la capacidad de una persona o población para satisfacer sus necesidades básicas como por ejemplo, alimentos, ropa, vivienda, acceso a agua potable, salud, etc.(Fields, 2001; Robles, 2008; Spicker, 2009; Spicker et al., 2009)
	<i>Relativa</i>	Corresponde a la manera en cómo las personas satisfacen las necesidades básicas y puede ser establecida por el nivel de ingresos en la localidad, país, o región teniendo en cuenta características culturales, temporales y sociales (Fields, 2001; Martner, 2018; Stezano, 2020; Townsend, 1979).
	<i>Estructural</i>	La pobreza estructural se relaciona con las afectaciones que tienen las personas en la calidad de vida. Representa

		que hay grupos de la sociedad muy desiguales. Los aspectos que se analizan en este tipo de pobreza son: la seguridad, nivel de participación en materia política, empobrecimiento crónico (Herrero-Olarte, 2018; Saraví, 2004; Solimano, 2017).
	<i>Coyuntural</i>	La pobreza coyuntural mide la pobreza que se origina cuando es insuficiente el nivel de ingresos de una determinada población para tener acceso a un grupo de recursos necesarios que son valorados monetariamente durante un periodo de tiempo (Cid, 2013; Mayorga et al., 2017)
Zona Geográfica	<i>Urbana</i>	London (2018) y Ziccardi (2019) señalan que la pobreza urbana es aquella que se presenta en las zonas urbanas. La misma tiene su causa en el crecimiento acelerado de las ciudades, lo cual comprende zonas rurales y de periferia donde se encuentra la población de más bajo ingreso
	<i>Rural</i>	La pobreza rural, es una de la más frecuente y se presenta en casi todos los países, específicamente, en aquellos que tienen bajo desarrollo industrial (Strabidis et al., 2019)
Dependencia de a quien, y cómo, afecte	<i>Extrema</i>	La pobreza extrema es conocida como la circunstancia donde se ubica una familia que cuenta con un grupo de privaciones que no le permiten la participación en actividades económicas y sociales de la comunidad.
	<i>Infantil</i>	La pobreza infantil es conocida porque se hace referencia a la pobreza que tiene sus principales afectaciones a l grupo etario conformado por de niños y niñas. La pobreza infantil es tomada en cuenta hasta que los niños y las niñas cumplan los 16 años; se toma en cuenta esa edad pues es cuando pueden ser incorporados a trabajar
	<i>Material</i>	Es una clasificación de la pobreza que se origina cuando las personas no puedan acceder a un grupo de elementos

		materiales. Lo anterior, implica el no tener acceso a recursos escolar, posibilidad de renta, acceso a la educación y el empleo, entre otros.
--	--	---

Fuente: Elaboración propia

Los diferentes enfoques y clasificaciones de la pobreza traen consigo implicaciones desde una perspectiva política. Es decir, una manera más consolidada de comprender el concepto de la pobreza como un grupo de problemas que pueden ser identificados, así como establecer criterios más precisos. Lo anterior, permite que puedan ser tomadas estrategias eficaces para dar respuesta a la problemática.

2.3.2. Clasificación de la pobreza en México

Por muchos años en México no existió una metodología o forma oficial para medir la pobreza, no es hasta 2006 cuando se inicia a construir una metodología que permitiría medir la pobreza, tres años después se presenta por primera vez la metodología. Al año siguiente el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) a partir de información que ofrece la Encuesta Nacional de Ingreso Gasto de los Hogares (ENIGH) presentó un informe sobre la pobreza en los Estados Mexicanos.

En la actualidad, México cuenta con un grupo de índices que permiten establecer evaluaciones de la pobreza, y cada caso se componen de diferentes indicadores. En este sentido, el entorno de los indicadores puede modificarse tomando en cuenta las variables seleccionadas para construir el índice. Independientemente de los índices para medir la pobreza en México la clasificación de las mismas se puede resumir en los que propone la CONEVAL (2022) en su glosarios de términos:

Pobreza extrema: En México se considera que una persona padece de este tipo de pobreza, cuando no puede acceder a tres o más elementos que se incluyen dentro de los indicadores de carencia social y, adicionalmente están bajo una determinada línea de bienestar establecida como mínima. Este grupo de personas cuentan con bajos ingresos que aunque fueran utilizados para la comprar los alimentos, es insuficiente para adquirir los nutrimentos que se necesitan para una calidad de vida adecuada.

Pobreza moderada: Corresponde al grupo de personas no entra dentro del grupo en pobreza extrema. En el caso de la pobreza moderada puede conocer a partir de la diferencia entre el

total de personas en pobreza menos las personas que se hallan bajo el nivel de extrema pobreza.

Pobreza multidimensional: Se entiende a los elementos que se relacionan con los escenarios que perjudican la calidad de vida de las personas, restringen el derecho y libertad, y que a su vez imposibilitan que las personas puedan satisfacer sus necesidades fundamentales y se puedan integrar a la sociedad.

Pobreza por ingresos: En su momento fue utilizada para estimar el nivel de pobreza. Posteriormente hubo un cambio donde se estableció que la pobreza en México debía ser medida por medio de múltiples dimensiones. La pobreza por ingresos se entiende como la comparación de los ingresos de las personas con el valor monetario de en cuenta a capacidades y patrimonio.

Pobreza alimentaria: Son aquellas personas que tienen imposibilidad para la obtener la canasta básica alimentaria, es decir, si a una persona utilizando su ingreso no es capaz de comprar los bienes que están incluidos en la canasta.

Pobreza de capacidades: Es aquella que presentan las personas con un ingreso disponible que les priva de alcanzar el monto de la canasta alimentaria y que se realicen otros gastos importantes como son los servicios de salud y el acceso a una institución educativa.

Pobreza de patrimonio: Es la ausencia del ingreso disponible para acceder a la canasta alimentaria, y al mismo tiempo puedan realizar otros gastos importantes como son la salud, ropa, un hogar, servicios de transportación y acceso a instituciones de educación.

2.4. La medición de la pobreza

La discusión sobre cómo medir la pobreza es recurrente desde hace mucho tiempo, medirla es una cuestión que se plantea ahora de modo distinto, en un contexto que se caracteriza por el incremento de las divergencias entre los países.

Para medir la pobreza se ha hecho uso de diversos métodos que principalmente son agrupados en dos clasificaciones: procedimiento directo y procedimiento indirecto. En el caso del primero, toma en consideración la no satisfacción de las necesidades fundamentales de una población (alimentación, adecuada, educación, vivienda, etc.). En cambio, el método indirecto toma como base si se cuenta o no con los bienes necesarios para satisfacer esas necesidades fundamentales. O sea, el directo correlaciona la satisfacción con el consumo efectivamente realizado, por su parte el indirecto por medio de la capacidad para que sea

realizado. En este sentido, es posible que al definirse diversos indicadores para medir el bienestar, dichos métodos conciban una clasificación incongruente entre sí. En otras palabras, tomando en cuenta el procedimiento directo personas que cuenten con bienes suficientes para la satisfacción de sus necesidades puede ser considerado pobre, por otro lado, el indirecto establece que aunque un grupo de personas que no hayan satisfecho sus necesidades fundamentales puede que no sean considerados como pobres.

A estos procedimientos, se han agregado nuevas áreas de investigación que comparten similitudes con los antes mencionados. En la actualidad, Barneche et al. (2010) señala que para medir el nivel de pobreza, existen tres métodos reconocidos a nivel internacional que son: Línea de Pobreza (LP), Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI), y el Integrado, que es una combinación de los dos primeros. A continuación se explican cada una de ellas.

2.4.1. Línea de Pobreza (LP)

Este procedimiento establece que una línea de pobreza se pudiera ser conceptualizada como la cuantía, en términos económicos, de la calidad de vida de una persona, en un municipio, estado o país en un periodo dado (Lipton & Ravallion, 1995). De modo que, si se entiende de manera más amplia las líneas de pobreza tiene su base en encontrar niveles de ingresos o gastos que permitan a las personas tener una calidad de vida adecuada, la que previamente es establecida y que permita satisfacer las necesidades fundamentales de toda la población. Aquellas personas u hogares que no tengan las condiciones y recursos para obtener este estándar se consideran como pobres (Saraví, 2004). Es bastante común, que la construcción de líneas de pobreza su fundamento sea el establecimiento de una canasta básica de alimentos el que contenga los requisitos de nutrición necesarios para una alimentación apropiada para el desarrollo de las actividades diarias que realiza una persona (J Boltvinik & Damián, 2020; Saraví, 2004). Cabe mencionar que el nivel de actividades diarias no tiene correspondencia con el costo mínimo, ni menos aún tienen que ver con una medida de desnutrición; sino que se busca establecer los requisitos alimenticios más allá de los necesarios (Lipton & Ravallion, 1995).

En este sentido, existen un grupo de organismos cuyos especialistas son los responsables de precisar ese nivel de actividad física que el correcto desarrollo de una persona, son el caso de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), la Organización Mundial de la Salud (OMS). Es decir, que se encargan de identificar los

requisitos para una alimentación adecuada tomando en cuenta parámetros como la edad, sexo y labor que desempeña la persona.

Luego de identificar los requisitos de alimentación se procede a definir un listado de productos que integraran la canasta, los mismos deben cubrir las necesidades alimentarias mínimas de una persona. Posteriormente, se establece el valor monetario de dicha canasta en el mercado para que se pueda establecer el ingreso o gasto de las personas en la canasta. Finalmente, aquellas personas que puedan acceder a dicha canasta serán clasificados como no pobres, en caso contrario se clasificarán como pobres. En el caso particular de México, la línea de pobreza la establece el Comité Técnico para la Medición de la Pobreza (CTMP). La definición de una canasta básica de alimentos constituye solo la primera parte para construir las líneas de pobreza, no obstante, solo se encarga de medir una necesidad en concreto la “alimentaria”. Por tal motivo, la siguiente etapa consiste en establecer cuantificaciones de otros indicadores que intervienen en la medición de la pobreza como son los educativos, salud pública, vivienda, etc. Lo anterior puede ser realizado de dos maneras. La primera se realiza construyendo una nueva canasta básica de consumo donde se debe incluir los nuevos bienes y servicios a los que se desean medir, luego se procede a obtener el valor monetario que cuantifica a la canasta formada y se establece una comparación de los ingresos y gastos que realizan las personas a fin de realizar una clasificación de las personas para ubicarlas por encima o por debajo de la nueva línea de pobreza. En México, el CTMP la denominó Canasta Normativa de Satisfactores Esenciales (CNSE).

En relación con lo antes mencionado, incluir un conjunto de nuevos bienes y servicios, así como la cuantía precisa depende de elementos subjetivos y de la decisión que se tome por parte de los organismos especializados en las temáticas. Por ello, es que se habla reiteradamente de canasta normativa de bienes y servicios. Del mismo modo, la canasta construida estará conformada por dos o más grupos de bienes, aunque en realidad, será el costo el que represente el valor monetario dentro del mercado (CEPAL, 2018; Saraví, 2004). La segunda variante para cuantificar los satisfactores básicos para la calidad de vida de las personas se obtiene por medio de índice que se denomina coeficiente de expansión, que se obtiene a partir de la inversa de coeficiente de Engel (J Boltvinik & Damián, 2020). El cálculo consiste en emplear el valor que corresponde al gasto observado en los bienes y servicios relacionados con alimentación dentro del gasto total de las personas en un segmento de

población determinado. De este modo, la línea de pobreza se determina por el cociente del valor de la canasta básica y la proporción de gasto en productos alimenticios (CEPAL, 2018). El CMTMP (2002) ha presentado propuestas para la división en dos subgrupos de referencia a aquellos individuos que no puedan satisfacer sus necesidades básicas no alimentarias. En el primer punto de vista se identifican las personas que su nivel de ingreso no es suficiente para que sean cubiertas sus necesidades esencial alimentarias y no alimentarias (servicios educativos y de salud). Las personas que entren dentro de ese grupo se considerarán en pobreza de capacidades.

La segunda clasificación tiene similitud con la anterior, se observa a los individuos que su nivel de ingreso no alcance para cubrir las necesidades básicas de alimentación, los servicios educativos, además de los consumos básicos: ropa, vivienda, transporte serán considerados en el grupo con pobreza de patrimonio. Estos dos subgrupos, más aquellas personas en pobreza alimentaria, son los que establece México para clasificar la pobreza.

La ventaja principal que tiene la construcción de líneas de pobreza reside en su sencillez para identificar los pobres y una vez realizado el procedimiento permite medir el nivel de la pobreza y se pueda comparar en un periodo de tiempo. Como desventaja tenemos las normativas para construir la canasta esencial alimentaria y también que solo toma en cuenta el ingreso o gasto como una medida de bienestar.

2.4.2. Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI)

Es la metodología habitual para analizar aspectos sociales y la que más se maneja en América Latina dentro del enfoque directo (J Boltvinik & Damián, 2020). Justamente este método se encarga de precisar cuáles son las necesidades básicas de toda población, por ejemplo, la educación, el agua, nutrición, etc. Luego se establece el mínimo estándar para cada necesidad. A continuación, se cuantifica las personas que no han cubierto al menos una de las necesidades que intervienen en la construcción del índice, en este caso la población se clasificará como pobre (CTMP, 2002). En este sentido, es necesario aclarar que NBI no toma en cuenta la capacidad de que sean satisfechas las necesidades básicas en el futuro sino que su forma de medir es por medio de la satisfacción ex-post de las necesidades básicas seleccionadas(CEPAL, 2018). La muestra de la observación en estas metodologías por lo general son los hogares.

No obstante, la cantidad y la complejidad de las necesidades a calcular obedecen únicamente de las personas investigadoras, hay consenso en autores como Boltvinik & Damián (2020); CEPAL (2018); Saraví (2004) en que las necesidades esenciales por concepto son: la alimentación, ropa, hogar, servicios médicos, la condición de la vivienda, la educación que tiene la familia, el acceso al agua potable, entre otros (CTMP, 2002).

Entre las ventajas que tiene está metodología por la sencillez de su aplicación y sin tener problemáticas a la hora de agregar los indicadores. De igual manera que el anterior, presenta algunas restricciones, una vez que se incrementa la cantidad de necesidades esencial también tiende a que aumente el número de hogares pobres.

Al mismo tiempo, se define como un hogar pobre aquel que no le haya sido posible satisfacer por lo menos una de las necesidades esenciales como aquellos que no hayan conseguido satisfacer cuatro o cinco de dichas necesidades (CTMP, 2002). Por tal razón, se dice que dicho método mide la pobreza pero no atiende la problemática de la intensidad.

2.4.3. Método Integrado

Con base a los métodos directo e indirecto, hace poco ha sido desarrollado un nuevo método el mixto, el mismo permite combinar medidas multidimensionales como de valor monetario para medir la pobreza. Los inicios de esta nueva metodología se remonta a investigaciones realizadas por Beccaria & Minujin (1988) los cuales realizaron comparaciones del método NBI y el LP, donde encontraron divergencias en la población que se clasificaba como pobre dependiendo de la metodología que fuera empleada, al mismo tiempo se descubrió que la intersección entre ambos métodos mostró una pequeña divergencia.

Beccaria & Minujin (1988) en los resultados de su investigación consideran que cada una de las metodologías cuantifica un tipo de pobreza diferente, el NBI se encarga de identificar aquellos que presentan pobreza estructural, por su parte, el LP detecta aquellas personas con pobreza pauperizada.

Tratando de superar estas limitaciones, Beccaria & Minujin (1988) desarrollaron un nuevo método, para ello, combinaron de forma matricial los enfoques que se desarrolla en los métodos del NBI y de LP. Ahora bien, en vez de establecer la clasificación de los pobres de acuerdo a un único criterio, los investigadores pudieron construir una matriz, que por uno de sus lados puede clasificar a los pobres y no pobres por medio de la metodología LP y por el otro lado de la matriz se clasifica tomando en cuenta el criterio del método NBI. De esta

forma, aquellas personas que se encuentren dentro de las casillas donde se clasifican como pobres lo serán para ambos métodos (CTMP, 2002).

Sin embargo, la metodología más empleada dentro del enfoque mixto es la desarrollada por Boltvinik, que se conoce como Método de Medición Integrada de la Pobreza (MMIP), la propuesta utiliza una combinación de la variante mejorada de NBI con la variante de la canasta normativa generalizada de la LP e incluye un indicador para cuantificar la pobreza en el tiempo, lo anterior permite que construir un índice de pobreza compuesto por hogar permitiendo el cálculo de todas las medidas añadidas de pobreza (Boltvinik, 1992).

2.4.4. Otros indicadores utilizados para medición del desarrollo y la pobreza

También para medir la pobreza en diferentes países han sido utilizados otros criterios tomando en cuenta el objetivo y lo que se pretende medir, hay que tener en cuenta que estos índices cuentan con varias dimensiones, por lo que los índices que miden el desarrollo se consideran índices compuestos. A continuación se muestran algunos indicadores son utilizados para calcular medidas que pueden ser eficaces para criterios de pobreza y comparar los resultados entre los territorios:

Índice de Desarrollo Humano (IDH): es una medida multidimensional del desarrollo que abarca indicadores de salud, la educación y los ingresos (Salas-Bourgoin, 2014).

Índice de Pobreza Multidimensional (IPM): es una medida integral de la pobreza que considera las diversas privaciones que sufren las personas en su vida diaria, incluidos la salud, la educación y el nivel de vida (PNUD, 2022)

Coefficiente de Gini: El coeficiente de Gini es una medida estadística ampliamente utilizada de la desigualdad de ingresos, que va de 0 (igualdad perfecta) a 1 (máxima desigualdad) (Le Quang, 2021).

Índice de Desarrollo Municipal (IDM): Se utiliza para medir el progreso de los municipios y se compone de cuatro factores que evalúan los aspectos sociales, económicos, ambientales y de gobernanza, con el objetivo de evaluar integralmente la situación de los municipios.

Índice de Progreso Real (IPR): Este coeficiente se emplea para la medición del desempeño económico, realizar la evaluación del impacto de estrategias y políticas públicas y dar respuestas a las problemáticas de la calidad de vida de las poblaciones.

Índice de Bienestar Económico Sostenible (IBES): El presente indicador es un método alternativo que busca sustituir al Producto Interno Bruto (PIB). La diferencia de este indicador

con respecto al PIB es que registra el gasto de los consumidores, el empleo doméstico y resta el costo asociado a la contaminación y consumo de materia primas.

Índice de Satisfacción con la Vida: Se utiliza para medir la satisfacción de la vida en los países y establece el cálculo a partir de las dimensiones salud, riqueza, y acceso a instituciones educativas.

2.5.Los índices sintéticos para la medición de la pobreza

Los índices sintéticos se pueden ubicar en lo más alto de la cadena de la información, pues su medida se encarga de resumir la información de un conjunto de indicadores que representan un objeto de estudio y permitir análisis en un período de tiempo. Para que los índices sintéticos sean representativos son tomados en cuenta un grupo de criterios, que se encuentran fundamentados en los principios de los números índices referidos a la: proporcionalidad, homogeneidad e identidad (Alonso, 2004; De la Fuente Fernández, 2014; Dorin et al., 2018).

En este orden de ideas, los índices sintéticos como señalan Schumann & Moura (2015) son medidas-sintetizadas que permiten comprender una determinada realidad o dimensiones del objeto de estudio y que puede ser aplicada para relacionar las dinámicas de desarrollo de la población, los espacios y los entornos. Además, son importantes pues facilitan la síntesis de la información que puede ser compleja y tener múltiples dimensiones, adicionalmente reduce el volumen de datos de los indicadores, sin que se pierda información relevante.

Así mismo, permiten el empleo de medidas cuantitativas para el control y la evaluación del conjunto de actividades que comprenden la pobreza y el comportamiento del desarrollo económico a niveles micro y macro. También tienen la facilidad de comunicar resultados a la población mejorando el debate social y que se puedan realizar comparaciones entre municipios, regiones y estados y definir estrategias para mejorar los resultados del índice.

Por otro lado, para construir un índice sintético es preciso cumplir dos requisitos fundamentales, en primer lugar se debe definir claramente el objeto de estudio que se desea medir y que se cuente con información específica, confiable y medible en el tiempo. Sin duda, estos los requisitos son imprescindibles para la construcción de índices sintéticos, pues la primera proporcionará el sustento teórico-conceptual, mientras que la segunda le brindará la validez.

Por su parte, el desarrollo de índices sintéticos que permitan evaluar el comportamiento de la pobreza y el desarrollo económico, tiene su punto de partida en investigaciones y proyectos desarrollados Burns & Mitchell (1946), sus investigaciones y propuesta de indicadores fueron el primer paso para la posterior conformación de los indicadores utilizados por la Oficina Nacional de Investigación Económica (NBER) y Oficina de Análisis Económico (BEA) en los Estados Unidos. Desde ese momento se han incrementado los aportes metodológicos en este campo de investigación, así como las aplicaciones a nivel local, estatal y nacional.

En este orden de ideas, se debe mencionar que los índices sintéticos pueden ser sometidos a críticas, por constituir una aproximación estricta que tiene su base en la observación y experiencia sobre el problema de medir y evaluar el nivel de pobreza. Así, la primera crítica no se hizo esperar y Koopmans (1947), en su famoso artículo “Measurement without theory”, realiza la primera crítica como respuesta al sistema de indicadores que proponen Burns y Mitchell (1946). Sin embargo, autores como Burdín et al. (2022), Fernández Aragón et al., (2021), Galeota Lanza & De Martino (2022), Rao (2021), Tomaš (2022) destacan la bondad que tienen los índices sintéticos a la hora de estimar y predecir conceptualizaciones teóricas complejas, que con otro conjunto de técnicas como es el caso de los modelos econométricos sería más difícil realizar. Además, los resultados se obtienen con mayor facilidad si se compara con otras metodologías alternativas.

En este sentido, la mayor problemática que se encuentran los investigadores al momento de construir un índice sintético en el área de la pobreza a nivel estatal o local es la ausencia de bases de datos de los territorios ya sea mensual o trimestral que faciliten obtener información relevante sobre el comportamiento a corto plazo de la pobreza.

Por otro lado, cada vez se aplican más un conjunto de técnicas de la estadística multivariada, Como parte del procedimiento para obtener índices sintéticos, lo cual tiene como principal objetivo dar solución a dos problemas principales, la duplicidad a la hora de contabilizar la información que es agregada a los indicadores y asignar valores precisos a las ponderaciones. En este sentido, destaca dentro de la estadística multivariada la técnica conocida como Análisis de componentes Principales (ACP) que pertenece al grupo de técnicas que se basa en relaciones de interdependencia, lo anterior se debe a que cualquier de los indicadores seleccionados en un estudio tiene el mismo nivel de importancia, el ACP fue desarrollado

por Hotelling (1933 como un método de extracción de factores dentro del análisis factorial (Molina, 2022). El método ACP es empleado generalmente para la reducción de un conjunto de variables seleccionadas inicialmente para un estudio, dicho método busca que sea explicada en la mayor proporción posible la variabilidad de la muestra seleccionada en dimensiones o factores que reciben el nombre de componentes principales y que podrán ser expresados como combinación lineal de las variables originales.

Es así que el ACP facilita la obtención de índices sintéticos que permiten mostrar mayor información y de manera sencilla el sistema de información de partida. Para poder utilizar el método es necesario que exista un nivel de correlación entre los indicadores originales. Como punto importante hay que mencionar que la técnica debe ser utilizada para datos estandarizados, es decir, que todos los indicadores deben ser llevados a una misma unidad.

La metodología ACP específicamente aporta un nuevo conjunto de variables o dimensiones que no están relacionadas entre sí, presentan una esperanza matemática con valor cero, la varianza es la máxima y como se había mencionado antes son una combinación lineal de los indicadores originales. Estos nuevos componentes permiten crear un modelo matemático, en el caso del ACP el modelo general queda expresado de la siguiente manera:

Cuadro 1. Modelo matemático de los índices sintéticos

$$IS_i = \sum_{j=1}^m w_{hj} * IN_j$$

Dónde:

Z_h = *índice sintético de la componente h*

IN_j = *valor normalizado del indicador j.*

W_{hj} = *ponderaciones que definen la componente principal h*

Fuente: Tomado de Domínguez Serrano et al., 2016.

Son múltiples los estudios e investigaciones para obtener índices sintéticos relacionados con la pobreza entre ellos encontramos, el trabajo realizado por los autores Camardiel et al. (2000) que proponen una metodología para la construcción de un Índice Sintético de Pobreza en Venezuela y que se encuentra dirigido a seleccionar a personas que serán favorecidas con programas sociales. Para el desarrollo y poder construir el índice los autores se apoyan como fuente primaria de información la Encuesta de Hogares por Muestreo (EHM) que efectúa la Oficina Central de Estadística e Informática (OCEI) de ese país. Se destaca dentro de la propuesta realiza por los autores es la Valoración Cuantitativa Optima de un grupo de

indicadores relacionados con la calidad de vida de los seleccionados en la muestra. El índice sintético está formado por siete componentes parciales la escala empleada para interpretar los resultados es del cero al cien, donde cien representa el nivel de pobreza más intensa y cero la de no pobreza. El modelo se muestra en el cuadro 2.

Cuadro 2. Modelo del Índice Sintético Global de Pobreza para el caso de Venezuela

$$IG = \sum_{j=1}^p b_j * I_j$$

Dónde:

IG = índice Global de Pobreza.

I_j = j – ésimo índice parcial.

b_j = es la ponderación querepresenta la importancia de éste índice en la conformación del índice global.

Fuente: Tomado de Camardiel et al. (2000).

Durante el 2021 Sobczak et al., (2021) realizaron una investigación para analizar las problemáticas que ha tenido la implementación del Objetivo de Desarrollo Sostenible 1 que tiene que ver con la eliminación de la pobreza tomando como base los países del Grupo de Visegrado (V4). El objetivo principal de la investigación fue evaluar las divergencias existentes dentro de los países del Grupo Visegrado en el período 2005–2018 en cuanto a nivel de pobreza, desarrollo sostenible y el impacto del nivel de desarrollo socioeconómico y soluciones a la pobreza en los países objeto de estudio. Se realiza el análisis de un grupo de indicadores relacionados con la pobreza en estos países, y posteriormente se emplea una matriz de correlación para obtener los índices parciales que conforman índice sintético global. Entre los resultados que obtiene los autores se destacan la determinación de las diferencias que presentan los países del grupo y como han estado decreciendo en el período analizado, los indicadores utilizados permitieron describir la pobreza en relación con el desarrollo sostenible. Que provocan la eliminación paulatina de las desproporciones que existe en los países. En el Cuadro 3 se muestra la estructura del modelo:

Cuadro 3. Modelo de medida sintética de desarrollo sostenible en el área de No Pobreza. Caso de los países del Grupo Visegrado.

$$SSDNP_n^t = \frac{1}{f} \sum_{j=1}^f z_{ij}^t$$

Dónde:

$SSDNP_n^t$ = medida sintética de desarrollo sostenible en el área de No Pobreza definida para el n – ésimo país – objeto en el t – ésimo período del estudio

f = número de indicadores de diagnóstico final que describen un determinado fenómeno complejo.

i = número del objeto – país

Fuente: Tomado de Sobczak et al., (2021).

Otro de los estudios es el realizado por Costa et al., (2021) donde realizan una investigación con base a los microdatos de los censos demográficos de los años 1980, 1991, 2000 y 2010, sobre la ciudad brasileña de Juiz de Fora tomando un enfoque multidimensional y emplead una metodología adaptada por Barros, Carvalho y Franco (2003). A partir de los indicadores los autores conforman una base de datos, con las que realizan un análisis que les permite evaluar la calidad de vida del hogar en la ciudad. Los autores señalan que existen un conjunto de datos e indicadores sociales que funcionan y ayudan a exponer los fenómenos más importantes y variados. Así, buscando proporcionar información para esta demanda progresiva, el IDF fue elaborado por los investigadores Ricardo Paes de Barros, Mirela de Carvalho y Samuel Franco del Instituto de Investigación Económica Aplicada -IPEA, con el objetivo de crear un indicador sintético S derivado de una serie de indicadores fundamentales, debido a que esta es la forma más sencilla de elaborar indicadores sintéticos de pobreza para medir el grado de desarrollo de una familia. De forma resumida, el índice de desarrollo de las familias de Juiz de Fora se compone de seis dimensiones, y muestra el nivel de avances en el bienestar de las familias. La conformación del índice sintético propuesto por los autores muestra las brechas existente entre los hogares en la ciudad, y sirve de apoyo al gobierno en la elaboración de políticas públicas dirigidas a reducir las desigualdades en el municipio. Los resultados se muestran en el cuadro 4.

Cuadro 4. Modelo del índice de desarrollo de las familias de Juiz de Fora

$$S = \frac{1}{6} \sum_{k=1}^6 \left(\frac{1}{m_k} \sum_{j=1}^{m_k} \left(\frac{1}{n_{jk}} \sum_{i=1}^{n_{jk}} B_{jki} \right) \right)$$

Dónde:

B_{jki} = *representa el i – ésimo indicador básico del j – ésimo de la k – ésima dimensión*

m_k = *l número de componentes de la k – ésima dimensión*

n_{jk} = *la cantidad de indicadores del j – ésimo componente de la k – ésima dimensión*

S_{jk} = *es la media aritmética de los indicadores utilizados para representar este componente*

Fuente: Tomado de Costa et al., (2021).

Por su parte, la investigación de Fernández Aragón et al., (2021) busca mostrar la desigualdad urbana, y específicamente aquellas áreas vulnerables, por lo que propone en su trabajo construir un índice sintético establecer y clasificar las áreas urbanas, de manera específica los barrios, con respecto a su nivel de vulnerabilidad, la investigación toma en cuenta un grupo de variables de carácter sociodemográfico, socio laboral y residencial. Para elaborar el indicador sintético emplea la técnica de análisis factorial de componentes principales. Como aporte y novedad, este índice global se encuentra compuesto por cuatro índices parciales que sirven para mostrar de una manera sencilla y exacta que dan origen a los diferentes tipos de vulnerabilidad. Del mismo modo, con respecto a otros índices sintéticos el ISVUI no incluye datos del Censo 2011, lo que es sustituido por datos de la Estadística municipal de viviendas 2018 desarrollo por el Instituto Vasco de Estadística. Esto implica que el índice sintético se encuentre actualizado para los municipios vascos pero pueda ser comparado con el resultado de otros municipios del Estado por la homogeneidad de la base de datos con las variables censales. Para la validación de los resultados y exponer el carácter descriptivo, el mencionado índice se aplica a barrios del municipio de Bilbao y se comparan los resultados con investigaciones. Los resultados del índice muestran una evaluación multidimensional de la vulnerabilidad en los municipios. El modelo se muestra en cuadro 5.

Cuadro 5. Modelo del Índice Sintético de Vulnerabilidad Urbana Integral

$$ISVUI = IVS + IVL + IVR + IVD$$

Dónde:

ISVUI = Modelo del Índice Sintético de Vulnerabilidad Urbana Integral

IVS = Índice de Vulnerabilidad Social

IVL = Índice de Vulnerabilidad Laboral

IVR = Índice de Vulnerabilidad Residencial

IVD = Índice de Vulnerabilidad Demográfica

Fuente: Tomado de Fernández Aragón et al., (2021).

En el caso de México, se tienen los trabajos Galindo et al., (2019) donde se aborda sobre los procesos de urbanización en América Latina y la manera que son incorporadas grandes extensiones de territorio a los límites urbanos, lo que genera un crecimiento demográfico, espacial y operativo desigual, así como problemas sociales y ambientales que afectan a la población. La investigación tiene como objetivo evaluar las condiciones de habitabilidad a la que se enfrenta la población del estado de Puebla, por medio de un índice sintético que compuesto por indicadores económicos, sociales y ambientales. La construcción del índice sintético permitió conocer la heterogeneidad que existe en la condición de habitabilidad de la periferia de los municipios de Puebla, el estudio sirve como base para la realización de futuras estudios encaminados a solucionar problemáticas sociales que surgen en estas zonas de las ciudades.

Cuadro 6. Modelo del Índice Sintético de Condiciones de Habitabilidad

$$ICH = \frac{\sum X_i * w_i}{\sum w_i}$$

Dónde:

ICH = Índice de Condiciones de Habitabilidad

X_i = Dimensión estandarizada

w_i = Es el valor ponderado de la dimensión

Fuente: Tomado de Galindo et al., (2019).

También la investigación de Fernández & Gómez (2019) donde se trabaja en la adaptación de un índice multidimensional de bienestar de la población para los estados de México tomando en cuenta las recomendaciones de la Comisión sobre la Medición del Desempeño Económico y el Progreso Social. Entre las contribuciones de la investigación se encuentra

los siguientes, en primer lugar se utiliza la técnica de componentes principales para obtener ponderaciones distintas para todas las dimensiones, se toma en cuenta la desigualdad del bienestar material de la población según el estado que se esté analizando, y se identifican los datos más representativos de las dimensiones para cada uno de los estados. Finalmente, en los resultados se puede observar que las dimensiones que se encuentran interrelacionadas con el bienestar objetivo presentan una ponderación más representativa que las que pertenecen a las dimensiones de bienestar subjetivo. El modelo se puede observar en el cuadro 7

Cuadro 7. Modelo del índice multidimensional de bienestar estatal (IMBE)

$$IMBE = \sum w_k \left(\sum w_{jk} * X_{ij} \right)$$

Dónde:

IMBE = índice multidimensional de bienestar estatal

X_{ij} = se refiere al valor de cada indicador j correspondiente al estado i

w_k = se refiere a la proporción de varianza del componente principal k respecto a la varianza total de los componentes considerados en la construcción

w_{jk} = se refiere a la ponderación normalizada correspondiente al indicador j y el componente k

Fuente: Tomado de Fernández & Gómez (2019).

CAPÍTULO 3. ALGORITMO PARA LA DETERMINACIÓN ÍNDICE SINTÉTICO DE POBREZA MUNICIPAL (ISPM) PARA LOS MUNICIPIOS DEL ESTADO DE QUERÉTARO.

En el estudio tiene un enfoque descriptivo y correlacional. Según Hernández-Sampieri & Torres (2018), un estudio descriptivo mide y recopila información de manera independiente o combinada sobre una o varias variables en el tema de investigación. Por lo tanto, es importante la recopilación de datos de indicadores para evaluar la pobreza en los municipios de Querétaro.

3.1.Población

La investigación se realizó tomando en cuenta la población de los 18 municipios de Querétaro. Además, se tuvo en cuenta el criterio de inclusión a la hora de determinar la muestra. Se tomó una población de N=2368467 (INEGI, 2021).

3.2.Muestra

La muestra fue tomada con base a la información de CONEVAL y el censo de población desarrollado por el INEGI en 2020. Se tuvieron en cuenta la información de 16 de los 18 municipios, para una muestra de 13835 personas.

3.3.Algoritmo para la determinación índice sintético de pobreza municipal (ISPM)

Para determinar el nivel de pobreza de los municipios del estado de Querétaro se revisaron una serie de autores como son Álvarez et al.,(2021), Angulo et al., (2016), de Haro et al., (2017), Duque et al., (2021), Salvucci & Tarp (2021). A partir del estudio y sin importar los pasos que se puedan tener en el algoritmo y en conformidad con lo expuesto en la teoría para el desarrollo de la herramienta de estadística multivariada análisis de componentes principales (ACP), existe aceptación que para obtener un índice sintético es necesario desarrollar estos pasos:

1. Seleccionar y analizar las variables iniciales que mejor expresen los niveles de pobreza en los municipios.
2. Reducir el número de variables mediante el uso de la técnica ACP para obtener el índice sintético.
3. Analizar y validar los resultados del índice sintético.

A continuación se explicarán cada uno de los pasos anteriores en diferentes subepígrafes.

3.3.1. Seleccionar y analizar las variables iniciales que mejor expresen los niveles de pobreza en los municipios.

La complejidad para la medición de la pobreza municipal exige un análisis multidimensional que permita capturar las múltiples dimensiones de pobreza. En este sentido, la selección de las variables que mejor expresan los niveles de pobreza en los municipios no puede realizarse de manera arbitraria o simplista, sino que demanda un enfoque metodológico que considere tanto la relevancia teórica como la capacidad explicativa de los indicadores seleccionados. Es importante resaltar que, en el proceso de construcción del Índice Sintético de Pobreza Municipal (ISPM), se ha seguido una lógica que abarca los principales ejes estructurales de la pobreza: educación, salud, calidad de la vivienda, ingresos y acceso a la alimentación, entre otros.

La tabla siguiente presenta una descripción detallada de los indicadores que fueron considerados en las etapas iniciales del análisis. Estos indicadores abarcan aspectos relacionados con la educación, la salud, la seguridad social, la calidad de la vivienda, los ingresos y la alimentación. Cada uno de ellos juega un papel esencial en la construcción del ISPM y, por tanto, en la comprensión integral de los niveles de pobreza en los municipios.

Tabla 2. Indicadores iniciales utilizados para la medición del Índice Sintético de Pobreza Municipal (ISPM).

Siglas	Indicador	Descripción
ic_rezedu	Indicador de rezago educativo	Mide la carencia educativa de la población
anac_e	Año de nacimiento	Año de nacimiento de la persona
inas_esc	Inasistencia a la escuela	Porcentaje de niños que no asisten a la escuela
niv_ed	Nivel educativo	Nivel máximo de educación alcanzado
ic_asalud	Indicador de carencia por acceso a servicios de salud	Mide la falta de acceso a servicios de salud
ic_segsoc	Indicador de carencia por acceso a la seguridad social	Mide la carencia de seguridad social
sa_dir	Acceso directo a servicios de salud	Hogares con acceso directo a servicios de salud
ss_dir	Acceso directo a la seguridad social	Hogares con acceso directo a la seguridad social
s_salud	Servicios médicos por otros núcleos familiares	Acceso a servicios médicos proporcionados por otros familiares
par	Integrantes que tienen acceso por otros miembros	Miembros del hogar que tienen acceso a servicios sociales debido a otros integrantes
jef_ss	Acceso directo a la seguridad social de la jefatura del hogar	Acceso a la seguridad social por parte del jefe del hogar

cony_ss	Acceso directo a la seguridad social del cónyuge	Acceso a la seguridad social por parte del cónyuge
hijo_ss	Acceso directo a la seguridad social de hijos(as)	Hijos con acceso a la seguridad social
pea	Población económicamente activa	Personas que forman parte de la fuerza laboral
jub	Población pensionada o jubilada	Personas que reciben pensión o jubilación
pam	Programa de adultos mayores	Beneficiarios del programa de apoyo a adultos mayores
ing_pam	Ingresos del programa de adultos mayores	Ingresos obtenidos por el programa de apoyo a adultos mayores
ic_cv	Indicador de carencia por calidad y espacios de la vivienda	Mide la calidad de los materiales y los espacios de la vivienda
icv_pisos	Indicador de carencia del material de pisos de la vivienda	Calidad del material del piso en las viviendas
icv_muros	Indicador de carencia del material de muros de la vivienda	Calidad del material de los muros en las viviendas
icv_techos	Indicador de carencia del material de techos de la vivienda	Calidad del material del techo en las viviendas
icv_hac	Indicador de hacinamiento en la vivienda	Hogares con hacinamiento en las viviendas
ic_sbv	Indicador de carencia de acceso a servicios básicos en la vivienda	Mide el acceso a servicios básicos como agua, electricidad y saneamiento
isb_agua	Indicador de carencia de acceso al agua	Acceso limitado o inexistente a agua potable
isb_dren	Indicador de carencia de servicio de drenaje	Falta de servicio de drenaje en la vivienda
isb_luz	Indicador de carencia de electricidad	Falta de servicio de electricidad
isb_combus	Indicador de carencia por combustible para cocinar	Uso de combustibles poco eficientes para cocinar
ic_ali_nc	Indicador de carencia por acceso a alimentación nutritiva y de calidad	Mide el acceso a alimentos nutritivos y de calidad
id_men	Hogares con población de 0 a 17 años de edad	Hogares con niños y adolescentes de hasta 17 años
tot_iaad	Escala de Inseguridad Alimentaria para hogares sin menores	Mide el grado de inseguridad alimentaria en hogares sin menores de edad
tot_iamen	Escala de Inseguridad Alimentaria para hogares con menores	Mide el grado de inseguridad alimentaria en hogares con menores de edad
ins_ali	Grado de inseguridad alimentaria	Mide la inseguridad alimentaria en los hogares
ic_ali	Indicador de carencia por acceso a la alimentación	Mide la falta de acceso a alimentos
lca	Limitación en el consumo de alimentos	Mide la limitación del consumo de alimentos en los hogares
plp_e	Población con ingreso menor a la línea de bienestar mínimo	Personas cuyo ingreso es menor a la línea de bienestar mínimo
plp	Población con ingreso menor a la línea de bienestar	Personas cuyo ingreso es menor a la línea de bienestar
pobreza	Pobreza	Proporción de la población en situación de pobreza

pobreza_e	Pobreza extrema	Proporción de la población en situación de pobreza extrema
pobreza_m	Pobreza moderada	Proporción de la población en situación de pobreza moderada
vul_car	Población vulnerable por carencias	Población vulnerable debido a carencias sociales
vul_ing	Población vulnerable por ingresos	Población vulnerable debido a ingresos bajos
no_pobv	Población no pobre y no vulnerable	Población que no es pobre ni vulnerable
carencias	Población con al menos una carencia	Personas con al menos una carencia social
carencias3	Población con tres o más carencias	Personas con tres o más carencias sociales
ictpc	Ingreso corriente total per cápita	Ingreso corriente total per cápita del hogar
ict	Ingreso corriente total del hogar	Ingreso corriente total del hogar
hli	Hablante de lengua indígena	Personas que hablan una lengua indígena
discap	Población con presencia de discapacidad	Personas con discapacidad física o mental

Fuente: Elaboración propia con base en datos de CONEVAL.

Estos indicadores originales constituyen el núcleo de la evaluación inicial del estado de pobreza en los municipios. Cabe señalar que, si bien se utilizó una amplia gama de indicadores, en los resultados finales del análisis se realizó una depuración que permitió concentrarse en aquellos que mostraron mayor correlación y relevancia para la construcción del Índice Sintético de Pobreza Municipal (ISPM). Este índice multidimensional ofrece una medida compuesta que integra diferentes aspectos del bienestar y la privación, permitiendo una visión holística de las condiciones de vida de los habitantes en cada uno de los municipios evaluados.

La selección de estas variables responde a una lógica metodológica que pretende capturar las disparidades estructurales entre los municipios y proporcionar una herramienta de análisis robusta para la formulación de políticas públicas orientadas a la reducción de la pobreza y la mejora del bienestar territorial.

3.3.2. Reducir el número de variables mediante el uso de la técnica ACP para obtener el índice sintético.

Para el desarrollo de la técnica ACP se deben tomar en cuenta cuatro etapas fundamentales:

- I. Calcular el determinante y la matriz de correlaciones con base a los valores de los indicadores originales y, a continuación se debe comprobar a partir del determinante si la matriz obtenida es representativa y no es una matriz identidad.
- II. Obtener o extraer los componentes iniciales y que se necesiten para representar a los valores originales.
- III. Realizar la rotación de los componentes iniciales.

IV. Seleccionar la variable de mayor representatividad para cada componente para utilizarla en las estimaciones del índice.

3.3.2.1. Calcular y analizar la matriz de correlaciones y su determinante.

En toda investigación y sobre todo en aquellas donde se hace uso de técnicas de estadística multivariada hay un grupo de condiciones que son necesarios tomar en cuenta en el diseño de la investigación. Para el caso especial del ACP, seleccionar la muestra y el conjunto de indicadores a analizar es importante para darle una mayor robustez a los resultados. En relación con la muestra de preferencia debe ser la mayor cantidad de información con la que se cuente, debido a que el ACP tiene su base en calcular el nivel de correlación entre las variables o indicadores.

Asimismo, se debe tener en cuenta la problemática de no representatividad, lo anterior indica que el uso de muestras semejantes o sesgadas en para indicador puede producir resultados no adecuados. De igual manera si se utiliza una muestra demasiado pequeña y con un bajo nivel de representatividad se debe ser conservador con los resultados y la interpretación se hará con mucha cautela.

Previo a realizar el ACP, también se hace necesario tener en cuenta que para un correcto empleo de dicha técnica, satisfacer los siguientes requisitos básicos adicionales (Hair et al., 2010):

1. Parsimonia: Que un objeto de estudio tienen el poder explicarse con un número mínimo de factores sin que por ello se pierda información relevante.
2. Interpretabilidad: Se relaciona con que los indicadores y factores tienen la capacidad de interpretación sustantiva.

3.3.2.2. Matriz de correlaciones y su determinante

Para aplicar la técnica ACP se necesita partir de una matriz con los datos de los indicadores originales, para posteriormente obtener la matriz de correlación por medio de los indicadores originales y su determinante (Arango, 2022; López & Gutiérrez, 2019). Lo anterior permite expresar el grado en que se encuentran correlacionadas los indicadores originales, en esta tabla no se muestran las cargas factoriales de los componentes.

Señala Urrutia & Reiner (2010) que el primer requisito a revisar es el determinante de la matriz antes mencionada, una cercanía a cero implica que existe un alto grado de intercorrelación de los indicadores originales lo cual indica que los datos son los adecuado

para el ACP, en este sentido, se debe señalar que el determinante no debe tomar valor cero pues la matriz se convertiría en una matriz de identidad y los datos no serían adecuados para aplicar el ACP.

Como segundo requisito, se debe analizar la correlación parcial entre los indicadores originales, la cual evalúa la fuerza de interrelación entre dos variables, a la vez que tiene el control del efecto provocado por uno o más indicadores. Si el valor de correlación parcial es bajo implica que existen factores comunes, pues se excluyen los efectos de las restantes variables (Restrepo et al., 2012).

Otra manera de realizar la verificación de la matriz de correlación y ver si se convierte en una matriz identidad, o sea, que la correlación entre los indicadores originales es cero, se emplea el conocido “Test de Esfericidad de Bartlett”, el cual se emplea para la estimación de “ji-cuadrado” por medio de transformar el determinante que se obtiene de la matriz de correlaciones, en próximos epígrafe se explica en que consiste dicho test.

3.3.2.3. Prueba de Kaiser Mayer Olkin y Test de Esfericidad de Bartlett

Como siguiente paso corresponde analizar el índice de Kaiser–Meyer–Olkin (KMO), que permite establecer comparaciones entre los coeficientes de correlación simple y el coeficiente de correlación parcial. En otras palabras, el KMO permite medir la adecuación que tiene el conjunto de datos seleccionados en la muestra. Los resultados revelan que tan conveniente es aplicar dicha técnica de análisis de componentes principales. El KMO puede tomar valores entre 0 y 1, evaluando que tan fuerte es la correlación entre las variables utilizadas en el estudio. Para que un valor de Kaiser–Meyer–Olkin sea considerado adecuado su valor tiene que ser superior a 0,60. Según Backhaus et al. (1989) puede ser evaluado de la siguiente manera:

Tabla 3. Interpretación del valor de KMO

Valores KMO	Calidad del Valor
$KMO \geq 0.90$	Excelente
$KMO \geq 0.80$	Bueno
$KMO \geq 0.70$	Aceptable
$KMO \geq 0.60$	Regular
$KMO \geq 0.50$	Malo
$KMO < 0.50$	Inaceptable

Fuente: Elaboración propia a partir de Hair et al. (2014)

Por otro lado, adicionalmente se emplea el test de esfericidad de Bartlett, como comprobación para saber si la matriz de correlación corresponde con una matriz de identidad. En este test lo primero es tomar como hipótesis nula que los indicadores del estudio no se encuentran relacionados en la población y como hipótesis alternativa que si se encuentran correlacionados, para todo p-valor menor a un nivel de significación del 0.05 implica que es rechazada la hipótesis nula y por tanto es factible aplicar la técnica.

3.3.2.4. Analizar adecuación de los datos.

Para analizar la adecuación de la información se realiza a partir de la correlación anti-imagen, la cual incluye valores de correlación parcial con signo opuestos a la matriz de correlación. En la diagonal de dicha matriz se puede analizar la medida de adecuación muestral (MSA) de cada indicador del estudio.

En este sentido, los valores de la matriz se encuentran acotados en el intervalo de cero que es el valor mínimo y uno que es el valor máximo, mientras más se acerca el valor a uno mayor será la MSA de datos a la técnica ACP. Lo anterior, quiere decir que mientras los valores de dicha matriz sean más altos (valores que superen 0.6) es adecuado utilizar el ACP (Montoya, 2007).

3.3.2.5. Rotar de los factores iniciales

En este paso se selecciona el método de rotación para obtener la solución deseada a partir de la técnica ACP, en este caso existen tres vías de rotación ortogonal, en las cuales se considera la independencia entre los componentes que se obtienen de la solución inicial, y otras dos vías de rotación oblicua, por medio de los cuales se puede obtener componentes interrelacionados entre sí. A continuación se mencionan los métodos de rotación:

- a) **Varimax.** Este tipo de rotación ortogonal hace mínimo la cantidad de indicadores que tienen saturaciones elevadas para cada componente. En otras palabras, reduce la interpretación de los componentes mejorando las soluciones por columna.
- b) **Quartimax.** Este tipo de rotación ortogonal que reduce la cantidad de componentes que se necesitan para la explicación de cada variable. Es decir, sintetizar la interpretación de los indicadores utilizados para optimizar la interpretación por filas.
- c) **Equamax.** Consiste en combinar la rotación Varimax, y la Quartimax. Se minimiza tanto la cantidad de indicadores que saturan alto en un componente como la cantidad de componentes que se necesitan para la explicación de un determinado indicador.

- d) **Oblimin directo.** Este tipo de rotación permite que se establezcan interrelaciones de jerarquía entre los componentes, para ello se establece un nivel de inclinación delta (δ) entre ellos que cumple la condición $0 \leq \delta \leq 0.8$.
- e) **Promax.** Este tipo de rotación busca que los componentes se encuentren correlacionados. Para ello, eleva a la potencia las cargas factoriales que obtienen a partir de una rotación ortogonal a una potencia conocida como Kappa (k) que cumple con la condición $2 \leq k \leq 4$ (Martínez & Sepúlveda, 2012).

3.3.2.6. Comunalidades

Las comunalidades muestran una estimación inicial de los indicadores originales. Se toma en cuenta que si existe un indicador correlacionado con los restantes indicadores del análisis, tiende a compartir su información en un componente común.

La comunalidad asociada a determinada variable expresa la relación de la varianza con los distintos componentes, y en su conjunto, explican al indicador resultante. La comunalidad se denota como h_i^2 y se encuentra acotada en el intervalo $0 \leq h_i^2 \leq 1$, y mientras más cercano a uno se encuentre a uno significa que los componentes explican mejor a los indicadores originales.

3.3.2.7. Varianza total explicada

El análisis de la varianza total explicada se muestra en una tabla que puede ser dividida en dos partes para su mejor comprensión. En una primera parte de la tabla aparecen los porcentajes de cada uno de los factores iniciales utilizados en el estudio.

La segunda parte de la tabla recoge los valores de la varianza total explicada donde se presenta el porcentaje de la información explicada conforme al número de factores seleccionados en la investigación, mayor porcentaje significa una menor pérdida de información de los indicadores originales.

3.3.2.8. Matriz de componentes rotados

Una vez obtenida la matriz de componentes rotados se debe realizar una interpretación de los factores teniendo en cuenta los indicadores originales con los que se encuentran relacionados. Para lograrlo es necesario tomar en cuenta el siguiente algoritmo que sugiere (Bisquerra, 1989):

- (1) Representar la gráfica de los ejes factoriales para identificar aquellas variables que se encuentren agrupadas.

- (2) Ordenar cada indicador original en función del peso de los factores, para agrupar las variables que se encuentran asociadas a un mismo factor.
- (3) Eliminar los valores de saturación bajos dejando esos espacios en blanco.

3.3.2.9. Coeficiente de puntuación de cada componente

Después de identificar y elegir los componentes en los pasos anteriores, se procede a obtener los valores de las puntuaciones que corresponden a cada uno de los factores. Para ellos, se debe calcular las puntuaciones factoriales de cada uno de los datos. Las puntuaciones factoriales pueden ser obtenidas a partir de la matriz de componentes rotados y su modelo tiene relación con la regresión lineal múltiple, en el siguiente cuadro se muestra la ecuación y el significado de cada elemento:

Cuadro. 8 Ecuación para obtener las puntuaciones de cada factor.

$F_{ij} = P_{i1} * Z_1 + P_{i2} * Z_2 + \dots + P_{in} * Z_n$
<p>Donde:</p> <p>F_{ij}: Puntuación factorial del individuo j en el factor i.</p> <p>P_{i1}: Ponderación factorial de la variable l en el factor i</p> <p>Z_1: Puntuaciones típicas del sujeto con cada variable.</p>

Fuente: Elaboración Propia

Se debe resaltar que solo por medio de la técnica ACP es posible obtener las puntuaciones factoriales correctas, cualquier otro método que no sea el ACP mostrarán estimaciones que no podrán ser utilizados para realizar análisis o estudios.

3.4. Analizar y validar los resultados del índice sintético.

1. Evaluación de los indicadores originales que explican la pobreza en los municipios de Querétaro.

En este primer paso se evalúa el comportamiento de los indicadores originales para el análisis de los mismos en Estado de Querétaro. Además, representar a los municipios más aventajados para cada indicador.

2. Evaluación de los resultados para el último año por medio del Índice Sintético de Pobreza Municipal (ISPM).

En este paso se van a calcular los valores del ISPM para los municipios del Estado de Querétaro a partir de la ecuación que se obtiene de la técnica ACP y una vez que realice una

estandarización de los datos de los indicadores originales. Los resultados del ISPM cumplen con el siguiente intervalo $0 \leq ISPM \leq 1$, si los valores se acercan más uno indicará que para ese municipio el grado de pobreza es mayor.

3. Validar los resultados obtenidos por el Índice Sintético de Pobreza Municipal (ISPM).

Con este paso se busca la validación de los resultados que se obtienen del ISPM, para lograr dicho objetivo se utiliza otra de las técnicas de estadística multivariada que se puede combinar con la técnica ACP, se trata del análisis de Conglomerados jerárquico (ACJ). El ACJ es una técnica que se utiliza para descubrir los posibles clústeres que pudieran encontrarse en un conjunto de valores, que pudiera no ser visible a simple vista.

El análisis de conglomerados jerárquicos puede ser utilizado tanto para casos como para los valores de un grupo de variables, lo anterior depende, si lo que se quiere es la clasificación de los casos o reconocer relaciones existentes entre las variables. Para ello se analiza el dendograma que es un gráfico que es una combinación del historial de conglomeración y un diagrama de témpano. A partir del dendograma se puede tomar decisión sobre la cantidad de grupos que pueden representar de una forma más representativa la estructura de los valores de los indicadores originales, tomando en cuenta la manera en la que se van agrupando los conglomerados y el grado similitud que tienen. Por medio del dendograma puede observarse como se encuentran situados los municipios del Estado de Querétaro con respecto a los indicadores analizados.

CAPÍTULO 4. RESULTADOS

4.1. Análisis de Componentes Principales (PCA)

Después de realizar ajustes en el conjunto de variables, eliminando aquellas con baja representatividad y comunalidades insuficientes, se llevó a cabo un nuevo Análisis de Componentes Principales (PCA). El objetivo fue retener el menor número posible de componentes, sin comprometer la capacidad explicativa del modelo.

El gráfico del codo (ver Figura 1) muestra que los primeros 13 componentes explican el 80% de la varianza total del conjunto de datos. Este nivel de varianza acumulada es considerado un estándar apropiado en estudios socioeconómicos y administrativos, ya que permite capturar las dimensiones más relevantes del fenómeno bajo análisis, reduciendo la complejidad del modelo sin pérdida significativa de información.

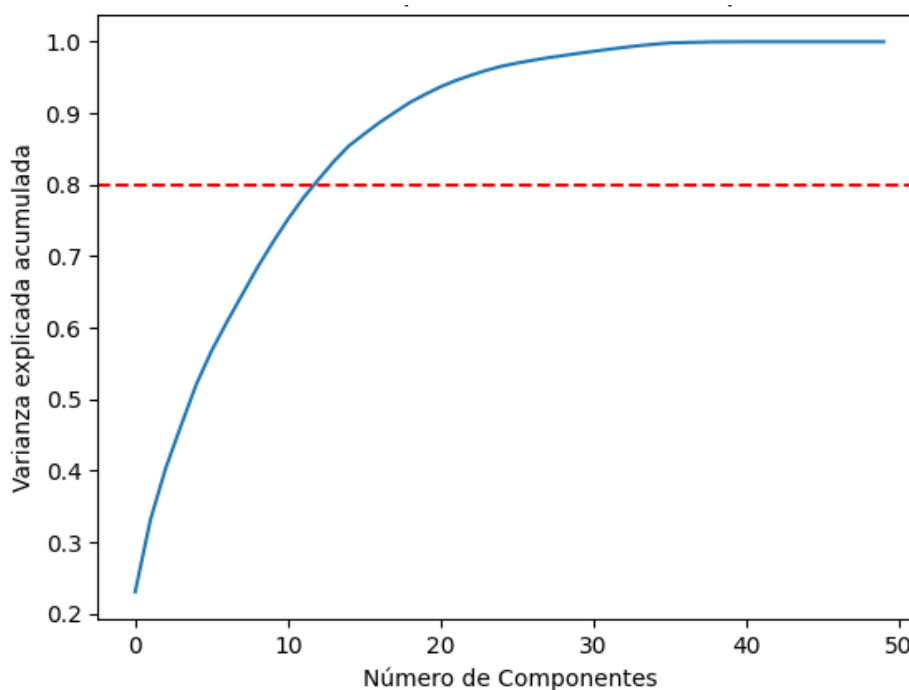


Gráfico 1. Retención de componentes

4.2.Pruebas de Adecuación: KMO y Esfericidad de Bartlett

Para validar la idoneidad del conjunto de datos y su estructura de correlaciones, se realizaron las pruebas de adecuación muestral y esfericidad de Bartlett.

- La prueba de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) dio un índice de 0,70, dato que se considera aceptable para proceder con el ACP. Esto indica que las correlaciones parciales entre variables son representativas.

- El test de esfericidad de Bartlett, con un valor p de 0,00 resulto estadísticamente significativa para los niveles del 1%, 5% y 10% con un valor de Chi-cuadrado de 5.462.043,56.

4.3. Varianza Total Explicada

El porcentaje de varianza total explicado luego de aplicar el ACP con una rotación varimax muestra que los primeros **13 componentes** alcanza un **80.73%** de varianza explicada, garantizando así una representación adecuada del fenómeno socioeconómico.

La tabla de la **varianza total explicada** se presenta a continuación:

Tabla 2. Varianza total explicada.

Componente	Varianza Explicada Individual	Varianza Acumulada
Componente 1	14.38%	14.38%
Componente 2	9.53%	23.90%
Componente 3	7.84%	31.74%
Componente 4	5.21%	36.96%
Componente 5	7.81%	44.77%
Componente 6	7.64%	52.41%
Componente 7	4.56%	56.97%
Componente 8	3.61%	60.58%
Componente 9	3.77%	64.35%
Componente 10	4.13%	68.48%
Componente 11	5.11%	73.59%
Componente 12	4.03%	77.62%
Componente 13	3.11%	80.73%

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados obtenidos mediante Python.

Estos resultados indican el modelo es eficiente en reducir la dimensionalidad del conjunto de datos sin perder información significativa.

4.4. Comunalidades de las Variables

Las **comunalidades** de las variables indican qué proporción de la varianza de cada variable original es explicada por los factores retenidos. En este caso, las comunalidades oscilan entre **0.3898** y **0.9799**, lo que refleja que la mayoría de las variables están bien representadas por los componentes seleccionados.

Algunas variables clave que presentan **altas comunalidades** (mayores a 0.9) son:

- *icv_techos* (0.9799)
- *ic_sbv* (0.9316)
- *ic_ali_nc* (0.9096)

Estas variables están altamente representadas en el modelo y son factores determinantes en la explicación de las dimensiones socioeconómicas de la pobreza municipal en Querétaro. En contraste, las variables que presentaron comunalidades más bajas fueron:

- *ic_rezedu* (0.4113)
- *par* (0.3898)

A pesar de su menor comunalidad, estas variables se mantienen en el modelo dado su relevancia teórica para el análisis.

El análisis factorial muestra que los componentes retenidos explican de manera eficiente las **dimensiones clave de la pobreza y privación socioeconómica** en el contexto territorial analizado. Las pruebas de adecuación, como el KMO y el test de esfericidad de Bartlett, validan la estructura de correlaciones subyacente, lo que respalda la elección de los componentes principales retenidos. Con esta estructura, es posible avanzar hacia la **construcción de un índice sintético**, el cual resumirá el grado de privación territorial en Querétaro.

4.5.Resultados del Índice Sintético de Pobreza Municipal

La construcción del Índice Sintético de Pobreza Municipal, fue a partir del PCA donde los indicadores seleccionados se agruparon en cinco dimensiones: educación, salud, vivienda, ingresos, y alimentación.

4.5.1. Subíndices y Ponderaciones de los Indicadores

Para cada subíndice, se procedió a calcular el valor ponderado de sus indicadores. El valor ponderado permite asignar un peso a cada indicador dentro de su subíndice. A continuación se muestra cada subíndice:

Subíndice de Educación: El subíndice de Educación se construye a partir de los siguientes indicadores: *ic_rezedu* (indicador de rezago educativo), *anac_e* (año de nacimiento), e *inas_esc* (inasistencia a la escuela). La ecuación del Subíndice de Educación es:

$$S_{Educación} = 0.2878 \times ic_rezedu + 0.3758 \times anac_e + 0.3364 \times inas_esc$$

El mayor valor de ponderación le corresponde al indicador de año de nacimiento (*anac_e*), seguida por el rezago educativo (*ic_rezedu*) y la inasistencia escolar (*inas_esc*).

Subíndice de Salud: El subíndice de salud se compone de los siguientes indicadores: *ic_asalud*, *ic_segsc*, *sa_dir*, *ss_dir*, y *s_salud*. La ecuación resultante es:

$$S_{salud} = 0.1753 \times ic_{asalud} + 0.1681 \times ic_{segsoc} + 0.2340 \times sa_{dir} + 0.2293 \times ss_{dir} \\ + 0.1933 \times s_{salud}$$

Aquí se observa que *sa_dir* y *ss_dir* tienen el mayor valor ponderado.

Subíndice de Vivienda: El subíndice de vivienda se evalúa mediante cinco: *ic_cv*, *icv_hac*, *ic_sbv*, *isb_agua*, y *isb_combus*. La ecuación del subíndice es:

$$S_{vivienda} = 0.2135 \times ic_{cv} + 0.2120 \times icv_{hac} + 0.2215 \times ic_{sbv} + 0.1889 \times isb_{agua} \\ + 0.1641 \times isb_{combust}$$

En este caso, los indicadores *ic_cv* y *ic_sbv* resultan ser los más determinantes en la definición del subíndice.

Subíndice de Ingresos: El subíndice de Ingresos integra una mayor cantidad de indicadores, incluyendo las líneas de bienestar económico (*plp_e*, *plp*), indicadores de pobreza (*pobreza*, *pobreza_e*, *pobreza_m*), y otros relacionados con el ingreso corriente del hogar (*ictpc*, *ict*, *ing_mon*, etc.). La ecuación es:

$$S_{Ingresos} = 0.0942 \times plp_e + 0.0562 \times plp + 0.0620 \times pobreza + 0.0805 \times pobreza_e \\ + 0.0796 \times pobreza_m + 0.0738 \times ictpc + 0.0834 \times ict$$

En esta dimensión, el indicador de población con ingreso menor a la línea de bienestar mínimo (*plp_e*) obtiene una ponderación significativa.

Subíndice de Alimentación: Finalmente, el subíndice de alimentación incluye indicadores como *ic_ali_nc* (carencia alimentaria), *tot_iamen* (escala de inseguridad alimentaria), *ins_ali* (grado de inseguridad alimentaria), entre otros. La ecuación es:

$$S_{Alimentación} = 0.1304 \times ic_{ali_nc} + 0.1473 \times tot_{iamen} + 0.1497 \times ins_{ali} + 0.1635 \\ \times ic_{ali} + 0.2044 \times lca$$

En este subíndice, la limitación en el consumo de alimentos y el grado de inseguridad alimentaria son los indicadores relevantes.

4.5.2. Índice Sintético de Pobreza Municipal (ISPM)

El Índice Sintético de Pobreza Municipal se construye como una combinación del valor ponderado de los subíndices, el valor ponderado se obtiene de la varianza total explicada del PCA. La ecuación del ISPM es la siguiente:

$$ISPM = 0.0713 \times S_{Educación} + 0.1682 \times S_{Salud} + 0.1491 \times S_{Vivienda} + 0.4174 \times S_{Ingresos-} \\ + 0.1940 \times S_{Alimentación}$$

Como se observa, el subíndice de ingresos tiene el mayor valor ponderado dentro del índice sintético, esto muestra la importancia del ingreso en la determinación del nivel de pobreza municipal.

4.5.3. Resultados del índice sintético (2020)

El estudio de los niveles de pobreza en el municipio de Querétaro para el año 2020 analiza por subíndices y por medio del ISPM. A continuación, se detallan los principales hallazgos por subíndice:

El **Subíndice de Educación** muestra valores que oscilan entre 0.5311 y 0.6039. El municipio con el mayor valor en este subíndice es Huimilpan (0.6039), esto denota mayor privación en términos educativos, mientras que Corregidora registra el valor más bajos (0.5311), sugiere una menor privación en cuanto a la escolarización y el rezago educativo (Gráfico 2).

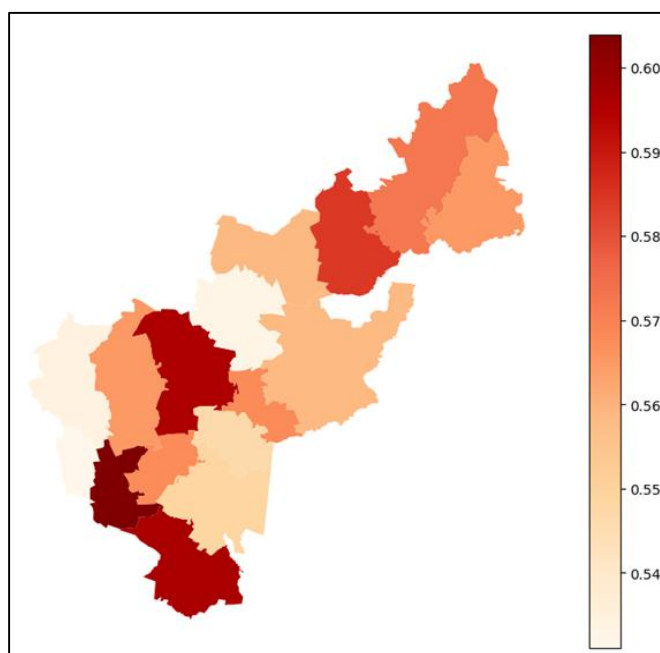


Gráfico 2. Subíndice de educación por municipios en Querétaro

El **Subíndice de Salud** los municipios con menor carencia en esta dimensión son Jalpan de Serra y Pinal de Amoles, con valores de 0.1756 y 0.1921 respectivamente, en tanto, el municipio de Querétaro muestra un valor de 0.2739, revelando una mayor privación en este aspecto (Gráfico 3).

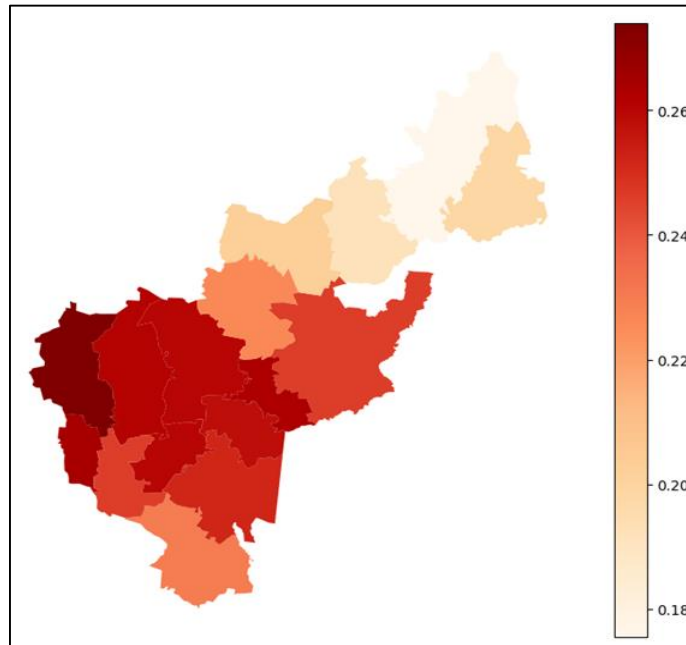


Gráfico 3. Subíndice de salud por municipios en Querétaro

El **Subíndice de Vivienda** los municipios mayor privación en este aspecto son Jalpan de Serra y Peñamiller, con valores de 0.4449 y 0.3312 respectivamente, en tanto, el municipio de Querétaro muestra un valor de 0.0392, revelando una menor privación (Gráfico 4).

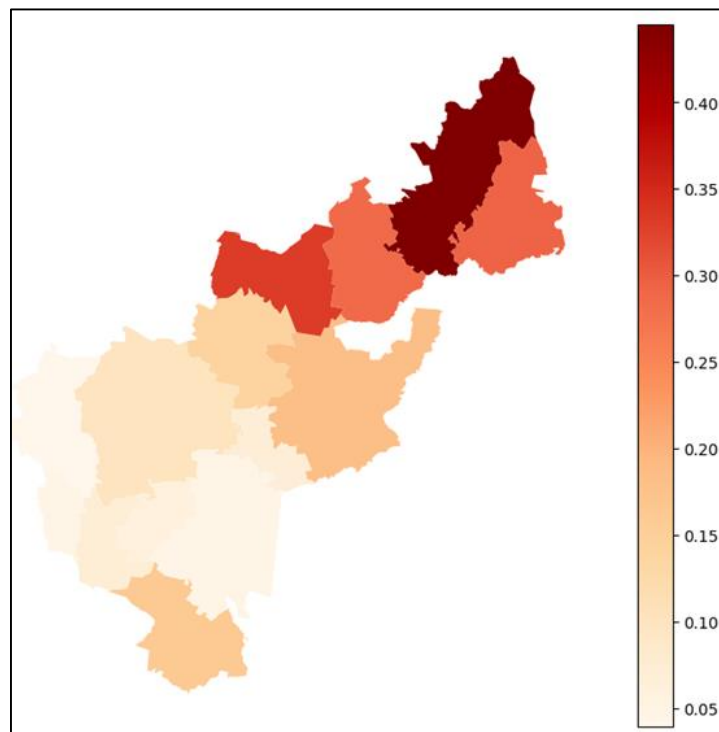


Gráfico 4. Subíndice de vivienda por municipios en Querétaro

El Subíndice de Ingresos muestra a municipios de Pinal de Amoles y Tolimán tienen niveles altos de pobreza monetaria, con subíndices superiores a 0.14, municipios como Corregidora y Pedro Escobedo presentan un subíndice menor a 0.07, lo que indica mejores condiciones económicas (Gráfico 5).

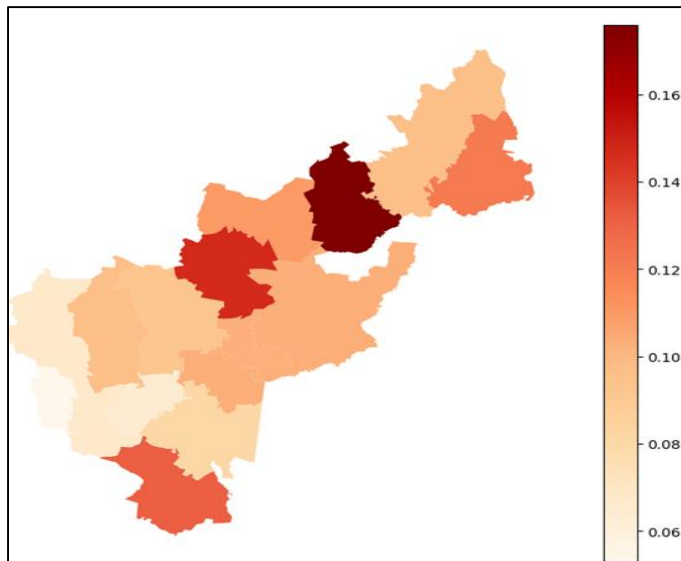


Gráfico 5. Subíndice de ingresos por municipios en Querétaro

El Subíndice de Alimentación los municipios con mayores limitaciones en el acceso a alimentos son Amealco de Bonfil (0.1603) y Pedro Escobedo (0.1552) muestran valores superiores a 0.15. En el extremo opuesto, Jalpan de Serra (0.0514) registra un valor inferior a 0.06, sugiriendo condiciones menos severas en términos de inseguridad alimentaria (Gráfico 6).

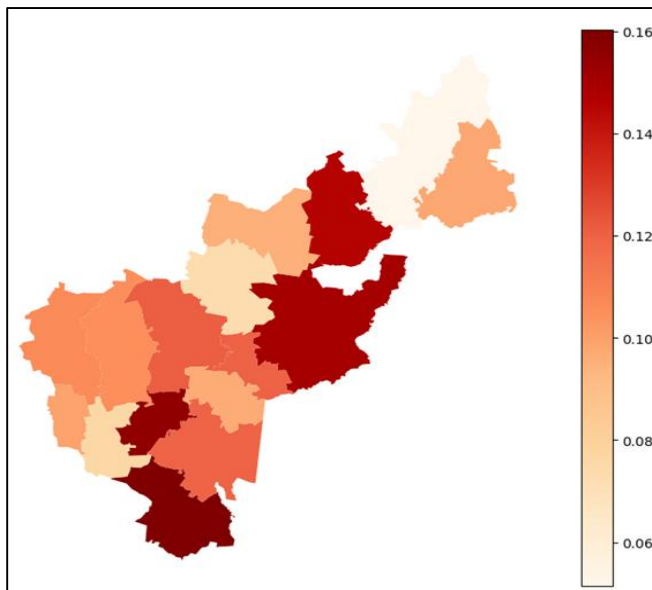


Gráfico 6. Subíndice de alimentación por municipios en Querétaro

Finalmente, el ISPM muestra que as municipios con menor pobreza en el año 2020 fueron Corregidora, Huimilpan y Querétaro, con valores menores a 0.18, del otro lado los municipios de Amealco de Bonfil y Pinal de Amoles alcanzaron valores superiores de 0.18, indicando mejores condiciones en estos municipios (Gráfico 7).

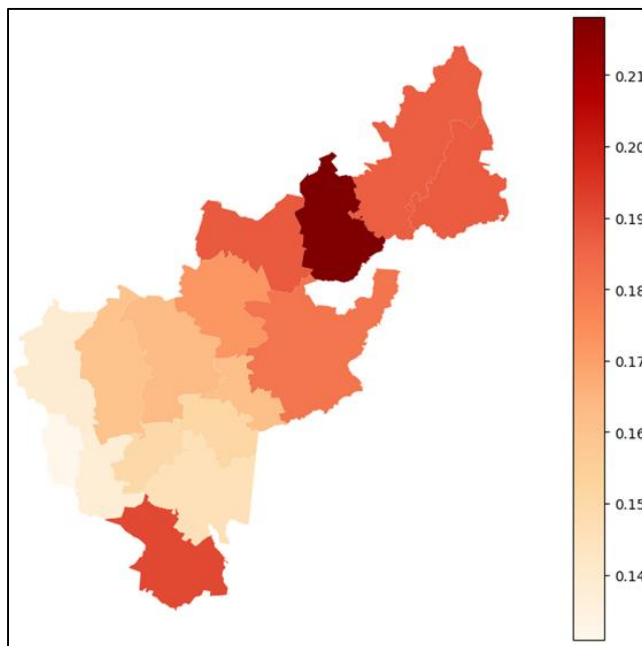


Gráfico 7. Índice Sintético de Pobreza Municipal por municipios en Querétaro.

4.5.4. Resultados del índice sintético (2022)

El **Subíndice de Educación** para el 2022 muestra valores que oscilan entre 0.5309 y 0.6038. El municipio con el mayor valor en este subíndice es Huimilpan (0.6038) y le sigue Amealco de Bonfil (0.5963), esto denota mayor privación en términos educativos, mientras que Corregidora registra uno de los valores más bajos (0.5309), sugiere menores incidencias en cuanto a la escolarización y el rezago educativo

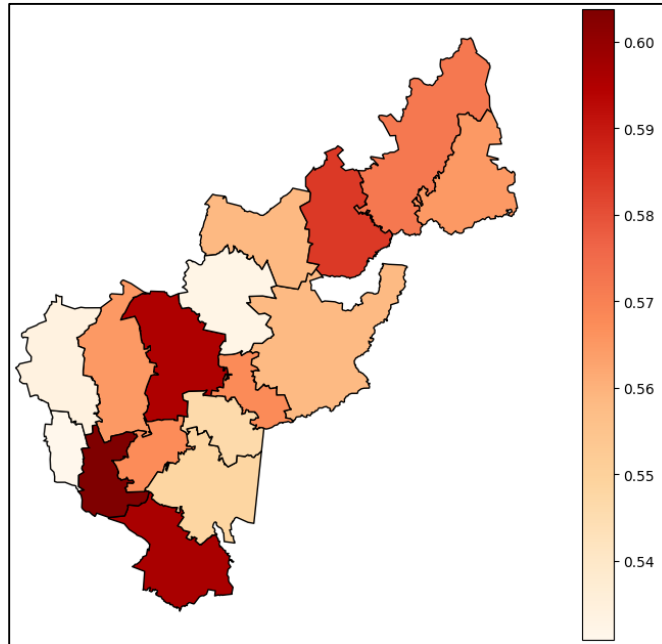


Gráfico 8. Subíndice de educación por municipios en Querétaro (2022)

De manera similar, el **Subíndice de Salud** los municipios con menor carencia en esta dimensión son Landa de Matamoros, Pinal de Amoles y Jalpan de Serra, con valores de 0.1985, 0.1920 y 0.1755 respectivamente, en tanto, el municipio de Querétaro muestra un valor de 0.2739, revelando una mayor privación en este aspecto (Gráfico 9).

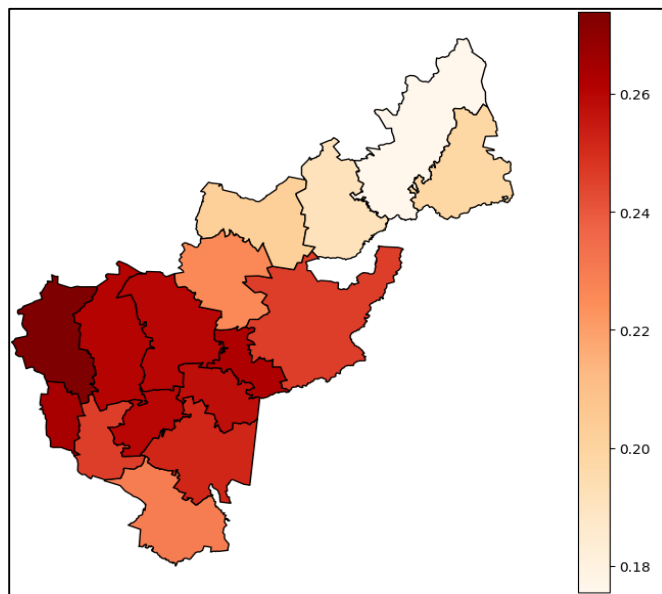


Gráfico 9. Subíndice de salud por municipios en Querétaro (2022)

En cuanto al **Subíndice de Vivienda**, la situación es alarmante en municipios como Jalpan de Serra y Cadereyta de Montes, donde los valores alcanzan 0.444 y 0.294 respectivamente, exponiendo deficiencias en el acceso a condiciones habitacionales dignas. Este patrón se refuerza al observar los bajos valores obtenidos en el Subíndice de Ingresos, que evidencia una limitada capacidad adquisitiva en la mayoría de los municipios rurales del estado, con valores inferiores a 0.15 en municipios como Tolimán y San Juan del Río.

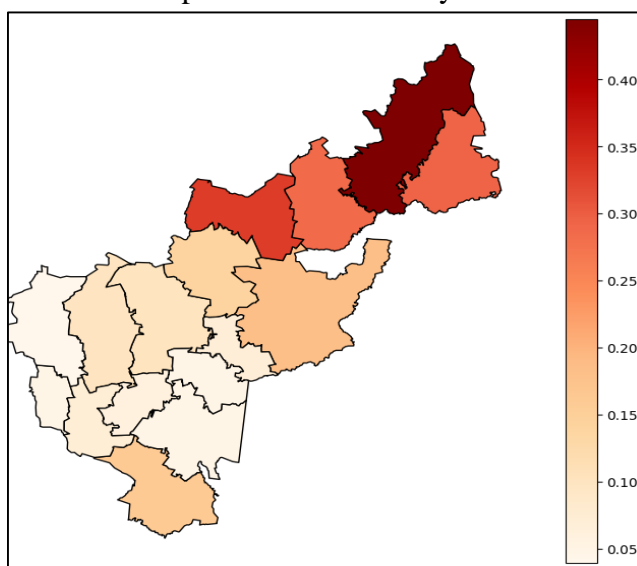


Gráfico 10. Subíndice de vivienda por municipios en Querétaro (2022)

El **Subíndice de Ingresos** pone de manifiesto las diferencias en la capacidad adquisitiva y las condiciones económicas de los municipios de Querétaro. Tal como se muestra en el mapa, los municipios más afectados por esta dimensión se encuentran en el norte y sur del estado. Jalpan de Serra y Cadereyta de Montes sobresalen con valores elevados, alrededor de 0.16, lo que indica mayores limitaciones en el acceso a ingresos suficientes para cubrir las necesidades básicas. En contraste, municipios como Corregidora y San Juan del Río presentan niveles más bajos, cercanos a 0.06, lo cual refleja una menor vulnerabilidad en esta área.

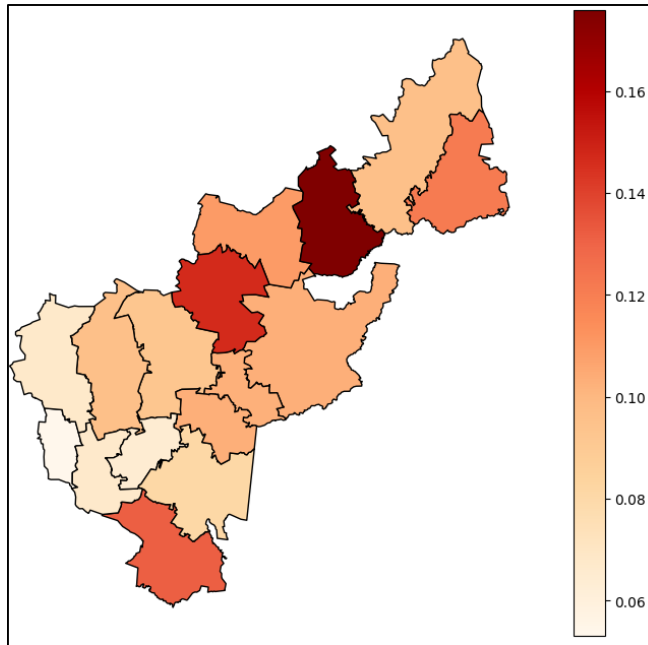


Gráfico 11. Subíndice de ingresos por municipios en Querétaro (2022)

Por último, el **Subíndice de Alimentación** revela carencias en el acceso a una alimentación adecuada, siendo Corregidora y Huimilpan los municipios con menores valores (0.076 y 0.051, respectivamente). En contraste, el municipio de Querétaro presenta el valor más elevado (0.106), lo que subraya su situación relativamente más favorable en esta dimensión específica.

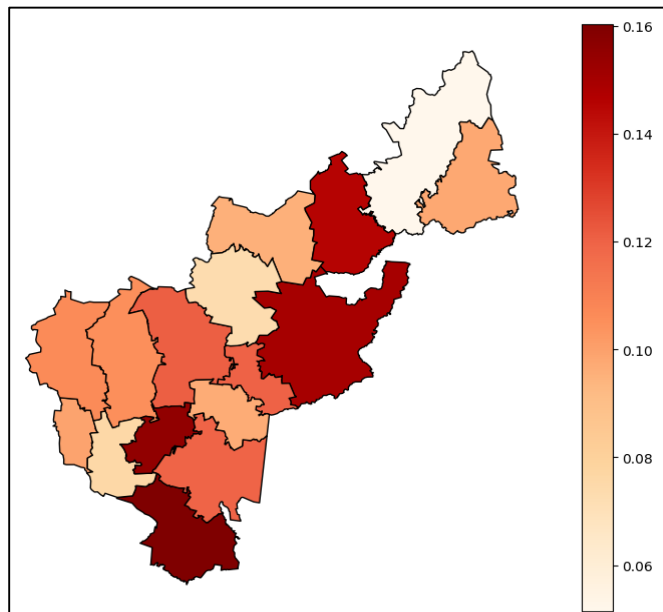


Gráfico 12. Subíndice de alimentación por municipios en Querétaro (2022)

El análisis del **índice sintético de pobreza municipal (ISPM)** muestra que los municipios con mayores niveles de pobreza en 2022 Pinal de Amoles alcanzando un valor de 0.277 y Jalpan de Serra un valor de 0.268. Estos valores reflejan una convergencia de privaciones en múltiples dimensiones, y destacan la necesidad de implementar políticas públicas focalizadas que logren mitigar estas disparidades socioeconómicas.

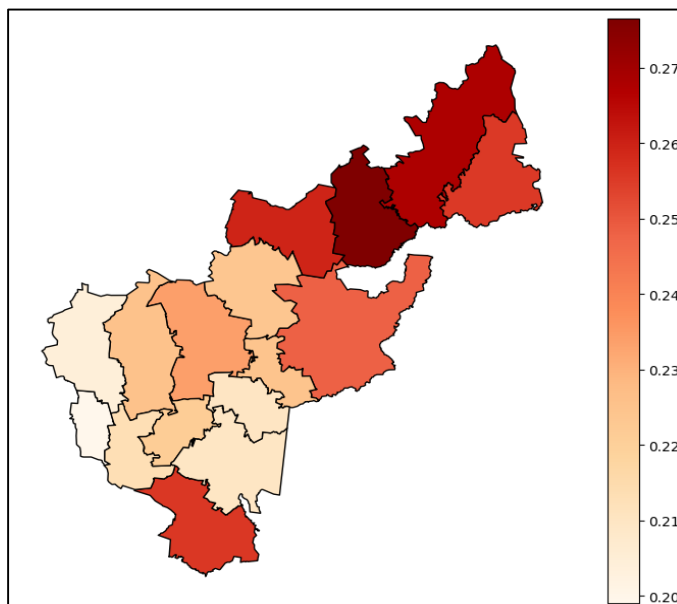


Gráfico 13. Índice Sintético de Pobreza Municipal por municipios en Querétaro (2022)

En resumen, los resultados del índice sintético para 2022 permiten visibilizar, con una notable precisión, las áreas de mayor vulnerabilidad en el estado de Querétaro, proporcionando una herramienta robusta para la toma de decisiones en materia de desarrollo social. La diversidad de resultados entre los municipios pone de manifiesto la importancia de abordar la pobreza desde un enfoque territorial diferenciado, considerando las particularidades de cada región para garantizar una distribución más equitativa de los recursos y oportunidades.

4.6. Validación del Índice Sintético de Pobreza Municipal (ISPM)

La validación del Índice Sintético de Pobreza Municipal (ISPM) se realiza a través de un enfoque de análisis multivariado, utilizando técnicas de agrupamiento que permiten corroborar la consistencia de los resultados obtenidos. El objetivo es identificar patrones estructurales en los datos que validen la precisión y solidez del índice construido, empleando criterios empíricos robustos y metodologías cuantitativas contrastables.

4.6.1. Validación Índice Sintético mediante Clustering Jerárquico

Para contrastar los datos se el clustering jerárquico, basado en la métrica de la distancia euclidiana. La representación gráfica de los resultados del dendrograma, se puede comparar los resultados con lo obtenido por el índice.

El dendrograma obtenido (ver gráfico 14) revela las diferencias entre los municipios en función de sus subíndices. El análisis jerárquico muestra tres grandes clústeres, donde se agrupan municipios con características socioeconómicas similares.

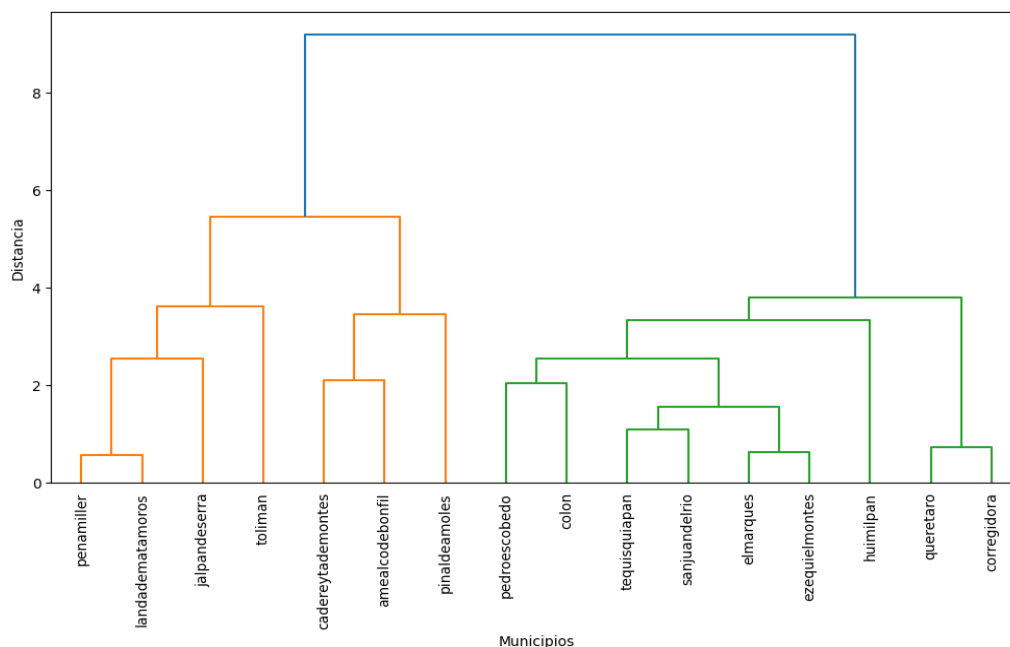


Gráfico 14. Dendrograma - Clustering Jerárquico

El grafico muestra que los municipios de Querétaro y Corregidora forman parte de un clúster que refleja menores niveles de pobreza, ambos municipios tienen un ISPM inferior a 0.14, que tienen mejores condiciones socioeconómicas y un acceso más equilibrado a servicios básicos. En lado contrario están los municipios de Pinal de Amoles, Amealco de Bonfil, Cadereyta de Montes y otro grupo de municipios que tienen los valores más elevados de ISPM. Este resultado no solo confirma la solidez del índice construido, sino que también aporta una nueva perspectiva sobre la naturaleza jerárquica de las disparidades socioeconómicas en el estado de Querétaro. El método de clustering jerárquico, por tanto, ofrece una validación robusta del ISPM, proporcionando evidencia empírica de la heterogeneidad estructural que subyace a los niveles de pobreza en los municipios.

4.6.2. Validación del Índice Sintético mediante modelo de aprendizaje supervisado XGBoost

La validación del Índice Sintético de Pobreza Municipal (ISPM) se ha realizado empleando un modelo de aprendizaje supervisado XGBoost, con el objetivo de evaluar la capacidad predictiva de los subíndices utilizados para su construcción. El modelo ha sido ajustado para clasificar las observaciones en dos categorías: municipios con altos niveles de pobreza (clase 1) y municipios con bajos niveles de pobreza (clase 0). A continuación, se presentan los resultados obtenidos a partir de este proceso de validación.

4.6.2.1. Precisión del Modelo

El modelo XGBoost ha logrado una precisión del 75% en la clasificación de los municipios, lo que indica que el conjunto de características (subíndices de Educación, Salud, Vivienda, Ingresos y Alimentación) ofrece un buen nivel de predictibilidad del índice final de pobreza. La matriz de confusión (Gráfico 15) muestra que el modelo clasificó correctamente 2 instancias de la clase 0 (bajos niveles de pobreza) y 1 instancia de la clase 1 (altos niveles de pobreza), mientras que se presentó una clasificación incorrecta en la categoría de pobreza alta. Este resultado se refleja en una precisión promedio de 75%, con un recall del 100% para la clase 0 y del 50% para la clase 1. La puntuación F1 para la clase mayoritaria es perfecta, mientras que para la clase minoritaria refleja oportunidades de mejora en la sensibilidad del modelo.

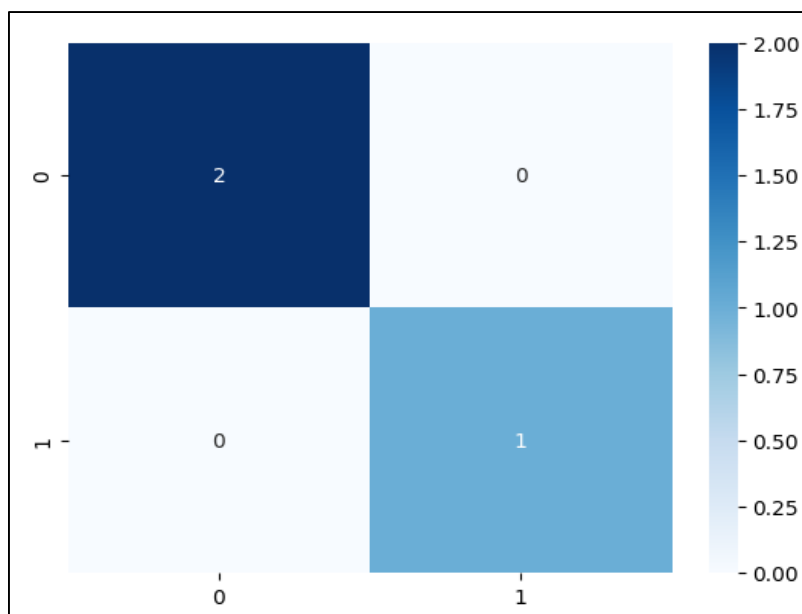


Gráfico 15. Matriz de Confusión

4.6.2.2.Importancia de las Características

La importancia relativa de las características, obtenida a partir de las métricas de ganancia de XGBoost, muestra que el Subíndice de Alimentación (f4) es el factor más determinante para la predicción del ISPM (Gráfico 16). Este subíndice ha obtenido el mayor puntaje en importancia con un F-score de 41.0, seguido del Subíndice de Ingresos (f3) con un F-score de 14.0 y del Subíndice de Vivienda (f2) con 9.0. Estas observaciones confirman que las privaciones en acceso a una alimentación adecuada y las limitaciones económicas juegan un papel crucial en la determinación de los niveles de pobreza municipal.

Por otro lado, los subíndices de Educación (f0) y Salud (f1), aunque importantes, muestran un impacto comparativamente menor en el resultado final del índice, con F-scores de 3.0 y 1.0, respectivamente. Esto podría estar relacionado con una mayor homogeneidad en estas dimensiones en los municipios analizados o con una menor variabilidad en las privaciones relacionadas con la educación y la salud en comparación con otras dimensiones.

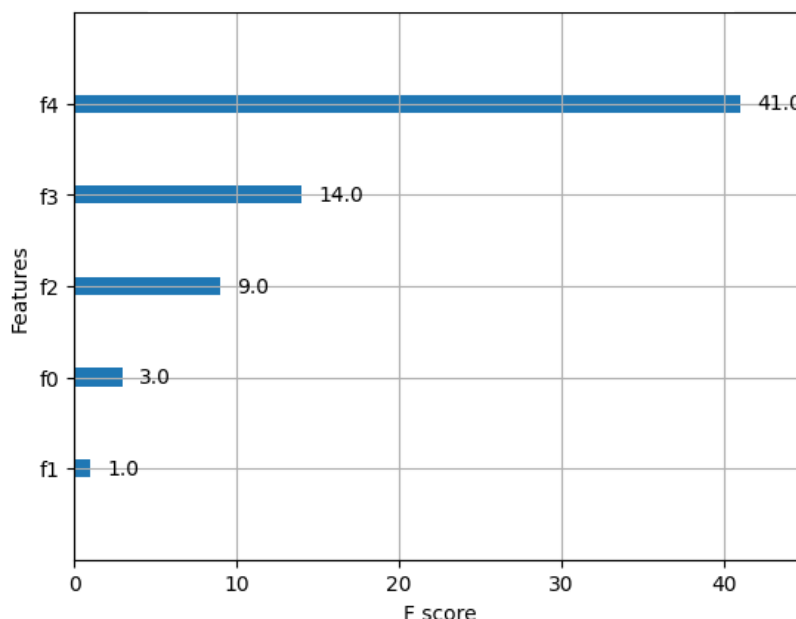


Gráfico 16. Importancia de las características en XGBoost

4.6.2.3.Evaluación de la Curva de Aprendizaje

La curva de pérdida logarítmica (log loss) a lo largo de las iteraciones del modelo XGBoost muestra una rápida convergencia, lo que indica que el modelo alcanza un rendimiento óptimo después de aproximadamente 200 iteraciones (Gráfico 17). La disminución progresiva de la pérdida en el conjunto de entrenamiento es consistente, mientras que la curva de validación

se estabiliza tras alcanzar su punto mínimo. Esto sugiere que el modelo ha sido adecuadamente ajustado, logrando un equilibrio entre sesgo y varianza, sin evidencias de sobreajuste ni subajuste.

Además, el área bajo la curva ROC (AUC) obtenida es de 0.88, lo que indica un desempeño sólido en términos de capacidad discriminativa del modelo para diferenciar entre municipios con altos y bajos niveles de pobreza. Este valor refleja una alta efectividad en la clasificación, con un buen balance entre la tasa de verdaderos positivos y la tasa de falsos positivos. La combinación de una pérdida logarítmica estabilizada y un AUC elevado confirma la robustez del modelo y su capacidad de generalización.

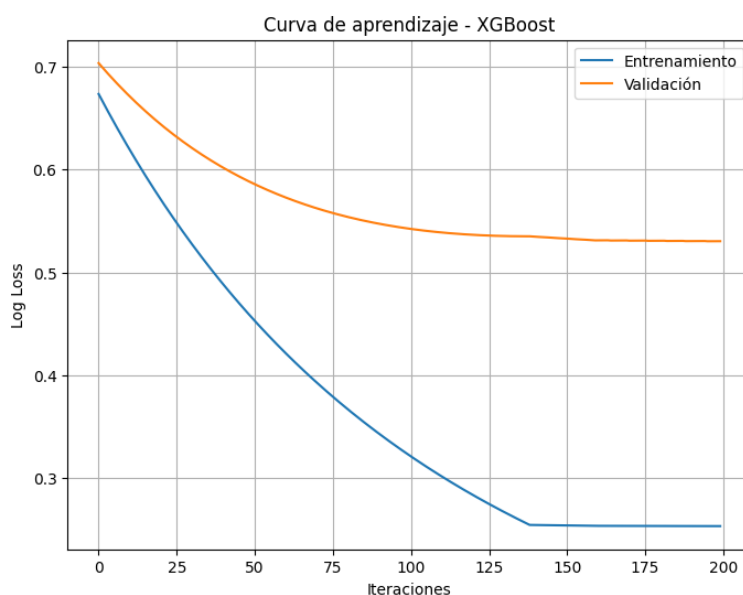


Gráfico 17. XGBoost Log Loss

4.6.2.4. Conclusión de la Validación

Los resultados de la validación indican que el índice sintético es un indicador robusto y confiable para evaluar las condiciones de pobreza en los municipios del estado de Querétaro. Los subíndices de Alimentación e Ingresos son los principales predictores del índice general, lo que resalta la importancia de estas dimensiones en la configuración de la pobreza. La alta precisión del modelo y la claridad en la importancia de las características ofrecen una sólida base para futuras aplicaciones del ISPM en políticas públicas y análisis de pobreza territorial.

CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES

El análisis de la pobreza territorial en el estado de Querétaro, a partir del desarrollo y aplicación del Índice Sintético de Pobreza Municipal (ISPM), ha revelado profundas disparidades entre los municipios, confirmando la naturaleza multidimensional del fenómeno de la pobreza. La técnica de Análisis de Componentes Principales (ACP) aplicada en esta investigación ha permitido identificar con precisión las dimensiones clave que estructuran la pobreza en la región, tales como la educación, el acceso a la salud, la calidad de la vivienda, los ingresos y la alimentación. Este enfoque multivariado, robustecido con métodos de validación como el clustering jerárquico y el modelo de aprendizaje supervisado XGBoost, ha proporcionado una herramienta confiable para evaluar y monitorear las condiciones socioeconómicas a nivel municipal.

Los resultados han puesto en evidencia que las mayores disparidades se encuentran en los municipios rurales y de la periferia, tales como Landa de Matamoros, Tolimán y Jalpan de Serra, que presentan altos niveles de privación en todas las dimensiones del ISPM. Por otro lado, los municipios más urbanizados, como Querétaro y Corregidora, han mostrado un comportamiento más favorable, reflejando mejores condiciones socioeconómicas y una menor incidencia de pobreza multidimensional. No obstante, persisten desafíos estructurales que limitan el acceso equitativo a servicios esenciales.

El Subíndice de Ingresos y el Subíndice de Alimentación han emergido como los principales predictores de la pobreza, confirmando que la capacidad adquisitiva y la seguridad alimentaria son determinantes críticos para el bienestar en los municipios de Querétaro. La validación de estos resultados, a través del modelo XGBoost, ha demostrado la alta capacidad predictiva de estos subíndices, lo que refuerza la importancia de políticas públicas focalizadas en mejorar el acceso a recursos económicos y alimentarios.

En síntesis, esta investigación ofrece un marco metodológico sólido para la medición de la pobreza territorial, que no solo permite un análisis integral de las condiciones socioeconómicas actuales, sino que también proporciona un punto de partida para la formulación de estrategias públicas más eficaces, adaptadas a las realidades específicas de cada municipio. La implementación de este índice sintético será de gran valor para el gobierno local y estatal, al servir como herramienta de monitoreo y evaluación en la lucha contra la pobreza y la desigualdad territorial.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alkire, S., & Foster, J. (2007). *Counting and Multidimensional Poverty Measurement*.
- Alonso, J. C. (2004). Números índices. *Apuntes de Economía*.
- Álvarez-Gamboa, J., Cabrera-Barona, P., & Jácome-Estrella, H. (2021). Financial inclusion and multidimensional poverty in Ecuador: A spatial approach. *World Development Perspectives*, 22, 100311. <https://doi.org/10.1016/j.wdp.2021.100311>
- Álvarez, P. S., Trujillo Ubaldo, E., & Pérez Robles, K. (2021). Determinantes de la pobreza rural en México: Caso de 5 localidades. *Comunicaciones En Estadística*. <https://doi.org/10.15332/23393076/5642>
- Angulo, R., Díaz, Y., & Pardo, R. (2016). The Colombian Multidimensional Poverty Index: Measuring Poverty in a Public Policy Context. *Social Indicators Research*, 127(1), 1–38. <https://doi.org/10.1007/s11205-015-0964-z>
- Arango Benjumea, J. J. (2022). Factores determinantes de la consolidación empresarial: un enfoque integrador desde el emprendedor, la empresa y el entorno. *Contaduría y Administración*; Vol. 67, Núm. 2. <http://www.cya.unam.mx/index.php/cya/article/view/2981>
- Backhaus, K., Erichson, B., Plinke, W., Schuchard-Ficher, C., & Weiber, R. (1989). *Multivariate Analysemethoden*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-08890-6>
- Barneche, P., Bugallo, A., Ferrea, H., Ilarregui, M., Monterde, C., Pérez, M. V, Santa María, T., Serrano, S., & Angeletti, K. (2010). Métodos de Medición de la Pobreza. Conceptos y aplicaciones en América Latina. *Entrelíneas de La Política Económica*, 26(4), 31–41.
- Barrera, M. A. (2019). ¿Disminución de la pobreza en México? Estudio de caso para Quintana Roo 2010-2016. *Revista Científica Visión de Futuro*, 24(1 SE-Artículos originales). <https://visiondefuturo.fce.unam.edu.ar/index.php/visiondefuturo/article/view/364>
- Barrera Rojas, M. A. (2020). ¿ Disminución de la pobreza en México? Estudio de caso para Quintana Roo 2010-2016: Poverty reduction in Mexico? Case study for Quintana Roo 2010-2016. *Visión de Futuro*, 24(1), 0.
- Beccaria, L., & Minujin, A. (1988). Métodos alternativos para medir la evolución del tamaño de la pobreza. *Instituto Nacional de Estadística y Censos, Buenos Aires*.

- Bisquerra, R. (1989). *Métodos de investigación educativa: Guía práctica* (Issue 370.7 B57.).
- Boltvinik, J., & Damián, A. (2020). Medición de la Pobreza de México: análisis crítico comparativo de los diferentes métodos aplicados. *Recomendación de Buenas Prácticas Para La Medición de La Pobreza En México y América Latina. Ciudad de México: Naciones Unidas.*
- Boltvinik, Julio. (1992). El método de medición integrada de la pobreza. Una propuesta para su desarrollo. *Comercio Exterior*, 42(4), 354–365.
- Burbano, C., Londoño, H. H., & Pérez, C. A. (2022). Regiones para vivir. Índice sintético de calidad de vida departamental. *Revista de Economía Del Caribe*, 23, 7–32. <https://doi.org/10.14482/ecoca.23.3010>
- Burdín, G., De Rosa, M., Vigorito, A., & Vilá, J. (2022). Falling inequality and the growing capital income share: Reconciling divergent trends in survey and tax data. *World Development*, 152, 105783. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2021.105783>
- Burns, A. F., & Mitchell, W. C. (1946). The basic measures of cyclical behavior. In *Measuring Business Cycles* (pp. 115–202). NBER.
- Camardiel, A., Vásquez, M., & Ramírez, G. (2000). Una propuesta para la construcción de un índice sintético de pobreza. *Revista Venezolana de Análisis de Coyuntura*, 6(1), 121–142.
- CEPAL, N. U. (2018). *Medición de la pobreza por ingresos: actualización metodológica y resultados*. CEPAL.
- Cid, J. (2013). La pobreza en la Argentina y las estrategias de los hogares. *Instituto de Investigaciones Económicas, Universidad Nacional de Salta. Reunión de Discusión*, 194.
- CONEVAL. (2022). *Medición de la pobreza*. Glosario. <https://www.coneval.org.mx/Medicion/Paginas/Glosario.aspx#:~:text=Vulnerables por carencias sociales%3A Aquella,a la línea de bienestar.>
- Corbelle Cacabelos, F., & Troitiño Cobas, Á. (2021). Pobreza multidimensional en España. Una aplicación de la metodología de Alkire y Foster. 2008 - 2015. *Revista de Métodos Cuantitativos Para La Economía y La Empresa*, 31, 55–103. <https://doi.org/10.46661/revmetodoscuanteconempresa.3489>
- Costa, F. B., Olher, B. S., Freitas, B. R. de, & Garcia, C. P. (2021). Elaboração e análise do

- índice de desenvolvimento das famílias na cidade de Juiz de Fora. *Desenvolvimento Socioeconômico Em Debate*, 7(1), 104. <https://doi.org/10.18616/rdsd.v7i1.6066>
- de Haro Mota, R., Marcelleño Flores, S., Bojórquez Serrano, J. I., & González, O. N. (2017). Las desigualdades socioeconómicas entre los municipios de Nayarit, México. *Revista Mexicana de Ciencias Políticas y Sociales*, 62(230), 117–154. [https://doi.org/10.1016/S0185-1918\(17\)30019-3](https://doi.org/10.1016/S0185-1918(17)30019-3)
- De la Fuente Fernández, F. (2014). Números Índices. *Apuntes de Economía*, 4.
- Domínguez Serrano, M., Blancas Peral, F. J., Guerrero Casas, F. M., & González Lozano, M. (2016). Una revisión crítica para la construcción de indicadores sintéticos // A Critical Review to Construct Composite Indicators. *Revista de Métodos Cuantitativos Para La Economía y La Empresa*, 11(0 SE-Artículos), Páginas 41 a 70. <https://www.upo.es/revistas/index.php/RevMetCuant/article/view/2094>
- Dorin, F., Perrotti, D., & Goldszier, P. (2018). Los números índices y su relación con la economía. In *Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)*.
- Duque, I., Domínguez-Berjón, M. F., Cebrecos, A., Prieto-Salceda, M. D., Esnaola, S., Calvo Sánchez, M., & Marí-Dell’Olmo, M. (2021). Índice de privación en España por sección censal en 2011. *Gaceta Sanitaria*, 35(2), 113–122. <https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2019.10.008>
- Enríquez, I. (2016). Las teorías del crecimiento económico: notas críticas para incursionar en un debate inconcluso. In *Revista Latinoamericana de Desarrollo Económico* (pp. 73–125). scielobo.
- Fernández Aragón, I., Ochoa de Aspuru Gulin, O., & Ruiz Ciarreta, I. (2021). Análisis de la desigualdad urbana: propuesta de un Índice Sintético de Vulnerabilidad Urbana Integral (ISVUI) en Bilbao. *ACE: Architecture, City and Environment*, 15(45). <https://doi.org/10.5821/ace.15.45.9520>
- Fernández Domínguez, A. O., & Gómez Hernández, D. (2019). El bienestar de la población de los estados de México bajo un enfoque de multidimensionalidad. *Revista de La CEPAL*, 2019(128). <https://doi.org/10.18356/f319fedc-es>
- Fields, G. (2001). Poverty: concepts and dimensions. *International Symposium on Poverty: Concepts and Methodologies*.
- Galeota Lanza, G., & De Martino, M. (2022). Urban Housing Inequity: Housing Deprivation

- and Social Response in the City of Naples. *Sustainability*, 14(3), 1047. <https://doi.org/10.3390/su14031047>
- Galindo, E. L., Flores Domínguez, Á. D., & Zulaica, M. L. (2019). *Evaluación de las condiciones de habitabilidad de la Ciudad de Puebla (México), mediante la construcción de un índice sintético*. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/82497>
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2010). Multivariate Data Analysis. In *Vectors*. <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2011.02.019>
- Hernández-Sampieri, R., & Torres, C. P. M. (2018). *Metodología de la investigación* (Vol. 4). McGraw-Hill Interamericana México^ eD. F DF.
- Herrero-Olarte, S. (2018). ¿Cómo son las comunidades marginales que generan pobreza estructural? *Papeles de Población*, 24(98), 157–183. <https://doi.org/10.22185/24487147.2018.98.39>
- Iguñiz Echeverría, J. (2002). *La pobreza es multidimensional: un ensayo de clasificación*. INEGI. (2021). *Anuario estadístico y geográfico de los Estados Unidos Mexicanos*. Inegi México.
- Jesús Salazar, J. de, & Husted, B. W. (2019). Desigualdad de ingresos y la empresa: su conceptualización y medición. *EconoQuantum*, 16(2), 89–112.
- Koopmans, T. C. (1947). Measurement Without Theory. *The Review of Economics and Statistics*, 29(3), 161. <https://doi.org/10.2307/1928627>
- Le Quang, M. (2021). Débats autour de l’extractivisme, transition écosociale et buen vivir en Équateur. In *Gouvernements progressistes en Amérique latine (1998-2018)* (pp. 91–104). Presses universitaires de Rennes. <https://doi.org/10.4000/books.pur.143085>
- Lipton, M., & Ravallion, M. (1995). Poverty and policy. *Handbook of Development Economics*, 3, 2551–2657.
- London, S. (2018). Sobre el análisis de la pobreza urbana y el medio ambiente: una visión socioecológica/ On the analysis of urban poverty and the environment: a socio-ecological view. *Letras Verdes. Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*, 24, 143–160. <https://doi.org/10.17141/letrasverdes.24.2018.3306>
- López-Aguado, M., & Gutiérrez-Provecho, L. (2019). Cómo realizar e interpretar un análisis factorial exploratorio utilizando SPSS. *REIRE Revista d Innovaci i Recerca En Educaci*, 12 (2). <https://doi.org/10.1344/reire2019.12.227057>

- Martínez, C. M., & Sepúlveda, M. A. R. (2012). Introducción al análisis factorial exploratorio. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, 41(1). [https://doi.org/10.1016/s0034-7450\(14\)60077-9](https://doi.org/10.1016/s0034-7450(14)60077-9)
- Martner, G. D. (2018). Mediciones alternativas de pobreza en Chile, 1990-2015. *Economía y Sociedad*, 23(53), 1. <https://doi.org/10.15359/eyes.23-53.7>
- Mayorga, D. C. E., Salinas, L. E. C., & Morales, A. X. A. (2017). Pobreza por consumo o ingreso: un cambio coyuntural o estructural en la economía social del Ecuador. *Dominio de Las Ciencias*, 3(2), 275–290.
- Mendoza Enríquez, H. (2011). El concepto de pobreza y su evolución en la política social del gobierno mexicano. *Estudios Sociales (Hermosillo, Son.)*, 19(37), 221–251.
- Molina Belmonte, J. (2022). *Áreas funcionales y mercados locales de trabajo en Andalucía* [Universidad de Granada]. <https://hdl.handle.net/10481/77138>
- Montoya, O. (2007). Aplicación del análisis factorial a la investigación de mercados. Caso de estudio. *Scientia et Technica*, 3.
- Moreno, J., Enrique, M. A., Pérez, M., Martínez, C., & Martínez, K. A. (2020). Desigualdades territoriales de las ciudades multiculturales. El caso del estado de Oaxaca, México. *Economía Sociedad y Territorio*, 20(64), 601–631. <https://doi.org/10.22136/est20201570>
- Naciones Unidas (UN). (2015). *Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015. United Nations General Assembly A/RES/70/1, Seventieth Session, Agenda items 15 and 116.* http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E.
- PNUD. (2022). *Índice de pobreza multidimensional global 2021*. United Nations. <https://doi.org/10.18356/9789210018173>
- Rao, S.-H. (2021). Transportation synthetic sustainability indices: A case of Taiwan intercity railway transport. *Ecological Indicators*, 127, 107753. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107753>
- Restrepo, L. F., Posada, S. L., & Noguera, R. R. (2012). Aplicación del análisis por componentes principales en la evaluación de tres variedades de pasto. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 25(2).
- Robles, M. (2008). Principales aportaciones teóricas sobre la pobreza. *Contribuciones a Las*

- Salas-Bourgoin, M. A. (2014). Una propuesta para la modificación del Índice de Desarrollo Humano. *Revista de La CEPAL*, 2014(112), 31–46. <https://doi.org/10.18356/79d9b579-es>
- Salvucci, V., & Tarp, F. (2021). Poverty and vulnerability in Mozambique: An analysis of dynamics and correlates in light of the Covid-19 crisis using synthetic panels. *Review of Development Economics*, 25(4), 1895–1918. <https://doi.org/10.1111/rode.12835>
- Saraví, G. A. (2004). Segregación urbana y espacio público: los jóvenes en enclaves de pobreza estructural. *Revista de La CEPAL*.
- Schoijet, M. (2005). La recepción e impacto de las ideas de Malthus sobre la población / Reception and Impact on Malthus' Ideas on Population. *Estudios Demográficos y Urbanos*, 20(3), 569. <https://doi.org/10.24201/edu.v20i3.1210>
- Schumann, L. A., & Moura, L. B. A. (2015). Índices sintéticos de vulnerabilidade: Uma revisão integrativa de literatura. In *Ciencia e Saude Coletiva* (Vol. 20, Issue 7, pp. 2105–2120). Associacao Brasileira de Pos - Graduacao em Saude Coletiva. <https://doi.org/10.1590/1413-81232015207.10742014>
- Sen, A. (1981). Issues in the Measurement of Poverty. In *Measurement in Public Choice* (pp. 144–166). Springer.
- Sen, A. (2000). *Social exclusion: Concept, application, and scrutiny*.
- Sen, A., Rajan, R., & Banerjee, A. (2020). Huge numbers may be pushed into dire poverty or starvation... we need to secure them. *The Indian Express*, 18.
- Sevilla, J. A. (2019). El poder de los gobernadores . Conceptualización y medición en los ejecutivos locales mexicanos. *Colombia Internacional*, 100, 201–235. <https://doi.org/10.7440/colombiaint100.2019.09>
- Sobczak, E., Bartniczak, B., & Raszkowski, A. (2021). Implementation of the No Poverty Sustainable Development Goal (SDG) in Visegrad Group (V4). *Sustainability*, 13(3), 1030. <https://doi.org/10.3390/su13031030>
- Solimano, A. (2017). Estrategias de desarrollo económico en Chile: Crecimiento, pobreza estructural y desigualdad de ingresos y riqueza. *Centro Internacional de Globalización y Desarrollo*.
- Spicker, P. (2009). Definiciones de pobreza: doce grupos de significados. *Pobreza: Un*

Glosario Internacional, 291–306.

Spicker, P., ALVAREZ LEGUIZAMÓN, S., & GORDON, D. (2009). *Pobreza: un glosario internacional*, –Buenos Aires: Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales-CLACSO.

Stezano, F. (2020). *Enfoques, definiciones y estimaciones de pobreza y desigualdad en América Latina y el Caribe*. mimeo.

Strabidis, O., Salgado, C., Santiago, M., & Vázquez, S. (2019). El contexto social y su relación con el análisis de la pobreza rural. *Pobreza. La Realidad Detrás de Sus Perpetradores y Productores*, 59–84.

Thorbecke, E. (2013). Multidimensional Poverty: Conceptual and Measurement Issues. In *The Many Dimensions of Poverty* (pp. 3–19). Palgrave Macmillan UK. https://doi.org/10.1057/9780230592407_1

Tomaš, R. (2022). Measurement of the Concentration of Potential Quality of Life in Local Communities. *Social Indicators Research*, 163(1), 79–109. <https://doi.org/10.1007/s11205-022-02895-9>

Townsend, P. (1979). *Poverty in the United Kingdom: a survey of household resources and standards of living*. Univ of California Press.

Urrutia, J., & Reiner, P. (2010). Componentes Principales En La Determinación De Estaciones Con Patrones Homogeneos De Temperatura En El Chocó. *Scientia Et Technica*, XVI(45).

Ziccardi Contigiani, A. (2019). Nueva arquitectura espacial, pobreza urbana y desigualdad territorial. *Polis*, 15(1), 7–31.