

Elaboración de un Sistema de Información Geográfica y Geoportal de Pobreza y Desigualdad en Sonora, México.

Development of a Geographic Information System and Geoportal for Poverty and Inequality in Sonora, Mexico.

Olmedo Muñoz Mónica^{1*}, Morales Méndez Daniel¹

¹ El Colegio de Sonora, Avenida Obregón #54, Col. Centro. Hermosillo, Sonora, México, C.P. 83000.

Autor para la correspondencia: Mónica Olmedo Muñoz monicaolmedo9@gmail.com

Resumen

El artículo muestra la elaboración de un Sistema de información Geográfica (SIG), accesible como un geoportal de acceso público en la plataforma de El Colegio de Sonora, que permite interactuar de manera dinámica con los diferentes datos e indicadores de medición de la pobreza y condiciones de desigualdad, con el fin de crear un anclaje espacial en los análisis y ofrecer la posibilidad de intervención y prácticas significativas en la realidad para la reducción de la pobreza a nivel regional y local. Se presenta el marco de análisis sobre pobreza y desigualdades que permitió la elección de fuentes y variables incluidas en el sistema. Se muestran las etapas del proceso con énfasis en la metodología que llevó a la elaboración de un SIG y GeoPortal conformado por 279 capas de información en dicha temática.

Palabras clave: Pobreza, Desigualdad, Sistemas de Información Geográfica.

Abstract

This paper presents the creation of a Geographic Information System (GIS), accessible as a publicly available geoportal hosted on the El Colegio de Sonora platform. The GIS system facilitates dynamic interaction with diverse datasets and indicators related to poverty and conditions of inequality. The primary objective is to establish a spatial context for analytical endeavors and to offer opportunities for practical interventions aimed at addressing poverty reduction on regional and local scales. The article introduces the theoretical framework underpinning the conceptualization of poverty and inequality, which informed the selection of data sources and variables integrated into the GIS. The subsequent sections detail the methodological approach used in constructing the GIS and geoportal, comprising a total of 279 information layers.

Key words: Poverty, Inequality, Geographic Information Systems.

DOI 10.46588/invurnus.v19i1.106

Recibido 12/11/2023

Aceptado 18/08/2024

Publicado 24/08/2024

Introducción

La configuración socioespacial comprende lógicas de producción y transformación del espacio: desde los grupos que lo habitan hasta sus interacciones. Su estudio brinda un enfoque que permite entender fenómenos socioeconómicos que a primera vista no se consideran dependientes del territorio, pero que constituyen una variable importante.

La construcción de un Sistema de Información Geográfica (SIG) permite la caracterización representativa del espacio geográfico y social, en una base de datos accesible y actualizada. En general los SIG constituyen “una extensión en sí misma de las bases de datos, enfatizando las diferencias en cuanto a la estructuración de estos, y las distintas posibilidades de uso de la información espacial” (Del Bosque, Fernández, Martín-Forero y Pérez, 2012, p.30). También sirven para resolver problemas sociales mediante el reconocimiento de las dimensiones territoriales como parte del análisis de una realidad compleja, multidimensional e interseccional (Shiaffini, 2024. Oliveira, 2007), donde los SIG pueden constituirse como una herramienta teórico-práctica del análisis socio-espacial que permite acercamientos a la realidad para llevar a cabo acciones a diferentes escalas (Buzai, 2007).

El objetivo principal del presente trabajo es presentar la creación de un SIG y la elaboración de un geoportal, que facilitan la consulta y el análisis de las condiciones de pobreza y desigualdad en Sonora, México. Esta herramienta será útil para instituciones, organizaciones e investigadores que utilizan la dimensión geográfica, así como para constituir un instrumento de análisis y organización de datos. El SIG permite a los usuarios crear escenarios sobre las condiciones posibles de un determinado territorio y espacio urbano, así como suponer los cambios en su población, ya que brinda la oportunidad de considerar acciones de desarrollo e intervenciones de manera informada.

El SIG “se constituye como un sistema de información que soporta la gestión, las políticas, la intervención y la toma de decisiones” (Del Bosque et al., 2012, p.30). Al utilizar varias fuentes de información actualizadas y la determinación de variables. El SIG es potencialmente integrador, permite asociar datos temáticos para darle características a cada espacio geográfico. También se seleccionaron variables para mejorar la visualización y permitir la interacción de los usuarios. Igualmente se tomaron en cuenta varias escalas (para el presente artículo, las zonas urbanas de Hermosillo y Nogales), como la descripción territorial y socioeconómica de la zona urbana en temas de pobreza y desigualdades.

Con la construcción del geoportal, se buscó enfatizar la posibilidad de entender aspectos sociales y condiciones históricas que ayudan a comprender de manera más integral los fenómenos socioespaciales y urbanos. De la misma manera, se trató de posibilitar el análisis de la regionalización y sus características geográficas, materiales y simbólicas, ya que al analizarlas en su conjunto permiten entender la convergencia territorial de los lugares, la relevancia del análisis socioespacial y la relación de diversas problemáticas al espacio, lugar y territorio (Wilson, 2021). La interactividad entre los datos a escala local y regional dan un panorama que crea un anclaje espacial en los análisis sobre la pobreza, que ofrece la posibilidad de una intervención y muestra prácticas significativas en la realidad para su reducción.

Para caracterizar el territorio se organizaron datos bajo la estructura de la información “en capas temáticas vinculadas geográficamente, (...) donde cada una de las capas hace referencia a un tipo de datos o a un conjunto de estos de características similares” (Del Bosque et al., 2012, p.37). Esto permitió mezclar e intercambiar diversas capas, y generar nuevas representaciones, o realizar consultas complejas; en otras palabras, el SIG almacena la información en capas temáticas enlazadas geográficamente, que tienen el



potencial de ser relevantes en la resolución de variados problemas sociales, económicos, urbanos, culturales, asociados a la pobreza y sus mediciones. Al mismo tiempo, derivado de la conformación de un SIG, se construyó el geoportal accesible de manera pública en la plataforma de El Colegio de Sonora en: <https://www.colson.edu.mx:8099/dpsonVisor/>.

En la construcción del SIG se buscó agotar la información disponible de variables socioeconómicas (espaciales y no espaciales) para incorporarlas al sistema. Además, se utilizó la definición de la pobreza y de las desigualdades como multidimensionales e interseccionales (Schiaffini, et. al. 2024; Oliveira, 2007) y que incluyen aspectos socioeconómicos, alimentarios, políticos, culturales y de ingreso en diferentes grupos poblacionales. Sin dejar de lado el impacto espacial y del territorio en las condiciones de vida. Se consideró a la pobreza desde la perspectiva planteada por Sen (1999), es decir, como la falta de condiciones para desarrollar el potencial basado en capacidades. De esta manera, en las mediciones de pobreza y desigualdad se puso particular énfasis en la selección de variables sobre educación y salud como condiciones básicas de desarrollo.

Destaca la capacidad visual de los SIG para determinar localizaciones, distribuciones y patrones espaciales, al mismo tiempo que pueden constituirse como la base para métodos de evaluación multicriterio y para sustentar intervenciones y políticas públicas. Del mismo modo, los SIG asisten en la toma de decisiones e incluso en su constante reformulación para conformar una disciplina particular Giscience (SIGciencia o Geociencias) (Saavedra, 1992; Goodchild, 2010; Olaya, 2020). Dicha disciplina y los SIG, como herramientas, se relacionan a los diversos contextos sociales, culturales, económicos y políticos que han marcado la pauta para su desarrollo, por lo cual, no es de extrañarse que los SIG sean utilizados conforme al enfoque de las ciencias sociales, sobre todo desde principios del siglo XXI (Wilson, 2021). Dichos estudios van desde la antropología social (Aldenderfer y Maschner, 1996), diversos abordajes cualitativos y sociales (Martin y Shuurmann, 2020), la cartografía colaborativa y participativa (Ruíz, 2010), hasta propuestas de perspectiva crítica para los proyectos SIG (Shuurman, 2017).

Los geoportales consisten en puntos de acceso a información espacial almacenados en servidores online que funcionan como un sistema de consulta (Goodchild, 2009). Permiten observar la distribución de la información en el territorio, además de ayudar en la identificación de patrones espaciales de ubicación, cantidad y características del espacio (Franco-Plata et al., 2012).

El GeoPortal presenta datos que pueden utilizarse para dar cuenta de diversas condiciones de carencia que pueden acumularse o imbricarse, teniendo un efecto acumulativo de vulnerabilidad o de limitación del desarrollo de las posibles capacidades. Se seleccionaron variables que pueden dar cuenta de brechas multidimensionales e interseccionales (Shiaffini, 2024. Oliveira, 2007), por ejemplo, entre lo rural y urbano. Como menciona Coneval, la brecha entre lo rural y urbano es amplia, con más de 17 puntos porcentuales. Mientras que en 2008, la pobreza urbana representaba 38.9%, la pobreza rural para el mismo año era de 62.5%. Para el año 2018, la pobreza urbana representaba 37.8%, mientras que la pobreza rural fue de 55.3% (Coneval, 2020 p, 17). Por tanto, al considerar la pobreza, además de los diferentes municipios de Sonora, nos concentramos en los espacios urbanos de las ciudades de Hermosillo y Nogales.

Planteamiento y delimitación para la recolección de datos

Los debates sobre la pobreza son diversos y sus propuestas de medición tienen un vasto universo de estudios, por ejemplo, los insertos en grandes paradigmas económicos contendientes, como el rol que juega el Estado o el mercado en esto; sin embargo, a menudo, además de dónde vienen los recursos también es importante



cómo se utilizan y a dónde van (Banerjee y Dulfo, 2012), bajo qué premisas, qué canales y cuál es su impacto fundamental y si realmente es a largo plazo. Observar el problema de la pobreza de manera multidimensional (Ziccardi, 2008), interseccional, y como dependiente a capacidades (Sen, 1999), quiere decir también considerarlo como un fenómeno espacial, social, cultural y urbano que puede brindar más pistas sobre encontrar soluciones más efectivas, y aportar al conocimiento sobre la transformación de las condiciones de vida y habitar en las ciudades y territorios.

La necesidad de representar la pobreza y las desigualdades desde lo territorial y espacial ha impulsado a reagrupar estadísticas poblacionales complejas de manera ilustrativa, su exposición en mapas no es nueva, algunos ejemplos conocidos son los estudios sociales de mediados del siglo XIX realizados por Charles Booth (Vaughan, 2018) a trabajadores de la Revolución Industrial en asentamientos de Londres, los cuales mostraban importantes concentraciones de pobreza y otros problemas sociales en un espacio particular.

Sin embargo, la perspectiva de la pobreza y su relación con las diversas desigualdades se han complejizado hasta considerarse un intrincado de relaciones que en su conjunto evidencian desigualdades, lo que ha llevado a pensar en la ciudad no solo como un contenedor sino un elemento con un rol activo en la conformación de dichas desigualdades y la perpetuación de la pobreza, por lo que es necesario el análisis socio-espacial y la configuración de SIG que permiten tener cartografías más profundas a las únicamente enunciativas y descriptivas (Ruíz, Temes-Cordovez y Cámara-Menoyo, 2018). Por ejemplo, lo anterior vuelve necesaria la conjunción de metodologías que ayuden a comprender estos procesos recurrentes y que adquieren características particulares según su contexto y escala, de ahí la alternativa de utilizar los SIG como gestores de información espacial para la consulta, análisis y representación de la información sobre esos fenómenos y su solución.

En otras palabras, el SIG (expresado en un GeoPortal) busca ser relevante para guiar acciones e intervenciones en espacios puntuales y el impacto que pueden tener en el desarrollo de capacidades y la reducción de la pobreza, brindando acceso a cruces de variables que se acumulan como formas de desigualdad. Igualmente, los diferentes indicadores pueden referirse a problemáticas específicas como los niveles urbanización o accesibilidad a diversos recursos y equipamientos.

El geoportal responde al interés de observar y vincular bases de datos y el SIG, con problemas sociales y las capacidades de las personas para enfrentar diferentes contextos de falta de acceso a recursos y otras carencias, que posibilitan o no el desarrollo, es decir las posibilidades y capacidades de desarrollarse desde múltiples dimensiones, en base a condiciones adecuadas o no de salud, educación, alimentación, de capital, poblacional, etc. Además, buscamos contribuir a comprender dichas carencias en un contexto desigual y sus determinantes socioespaciales. Existen esfuerzos exhaustivos de consulta de información geográfica a nivel nacional como es CONABIO SIG, Mapa Digital de Escritorio (Versión en línea), Visualizador de información del DENU, e incluso de temáticas específicas como fueron los tableros de casos de COVID (ejemplo el publicado por el CentroGeo). Bajo estos antecedentes, se considera que es necesaria la elaboración de visualizadores particulares en escala y en temática, por lo cual se elaboró esta propuesta del estado de Sonora con información de diversas fuentes asociadas a la pobreza y desigualdades. Ya que son pocos los disponibles para el estado de Sonora.

El geoportal es un punto de interacción entre el usuario y los diferentes recursos y servicios de connotación geográfica contenidos en el sitio web (Calderón et al., 2014). Por lo tanto, el objetivo del geoportal es volver accesible la información georreferenciada y permitir una interacción activa en diferentes niveles de abstracción, en primera instancia a manera de consulta y, conforme al tipo de usuario poder



generar nuevas hipótesis y problematizar el espacio bajo distintos marcos teóricos. El uso y desarrollo efectivo de los sistemas de información geográfica (SIG), en particular los SIG en la web (geoportales), está adquiriendo especial relevancia ya que brindan acceso a recursos de información sobre sitios naturales y socioeconómicos que significan un potencial de políticas públicas que se pueden ver reflejadas en avances en el ámbito social y cultural (Yamashkin et al., 2019). Por lo que mostramos datos actualizados y accesibles para tomadores de decisiones y para el público en general, aportando a la identificación de diferentes problemáticas y a las posibles capacidades de las personas ante los diferentes contextos de desigualdad.

Se busca brindar elementos para responder preguntas como ¿qué efectos socio espaciales se reflejan en los procesos de transformación de los territorios y las ciudades con el incremento de las diversas desigualdades? Las cuales pueden acumularse entre diferentes grupos de edad, género, y etnia; y en relación a accesos diferenciados a recursos físicos, materiales, simbólicos y del desarrollo.

También se busca brindar una perspectiva desde la geografía las desigualdades y la sociología urbana sobre el contexto en que se desarrollan dichas transformaciones, y cuestionar el predominio de una perspectiva urbana y económica que ha dejado de lado lo social y la socioespacialidad de las desigualdades. Ya que la sociología urbana nos muestra cómo estudiar la naturaleza social del espacio y el territorio, que no se limita a un cúmulo de datos simples y características físicas y materiales, sino donde el espacio es social y la sociedad es espacio y territorio, por lo que se agregaron variables sociales vinculadas y una diversidad de datos e indicadores.

Materiales y métodos

El sistema de información geográfica sobre pobreza y desigualdad del estado de Sonora busca ser un integrador de información temática que permita tener un uso interactivo mediante la interfaz Qgis 3 y un geoportal web, además de conservar el inherente sentido de representación cartográfica que permita relacionar los diferentes componentes que lo conforman. Se elaboró en cuatro etapas, la etapa 1 consistió en la recopilación de la información de distintas fuentes oficiales, publicada en diferentes periodos de tiempo y a varias escalas; la etapa 2 consistió en el diseño y estructuración del SIG según su orden por escala y tema; en la etapa 3 se insertó la información a el programa Qgis 3, en el cual se homologó cartográficamente, es decir, se les asignaron a todas las capas las mismas características de referencia espacial (proyección y DATUM); por último, en la etapa cuatro se presentó la información dentro de la interfaz del SIG Qgis 3 además de que se construyó el geoportal web para la publicación en el servidor de El Colegio de Sonora (Figura 1). Cada etapa se enuncia de manera particular a continuación.



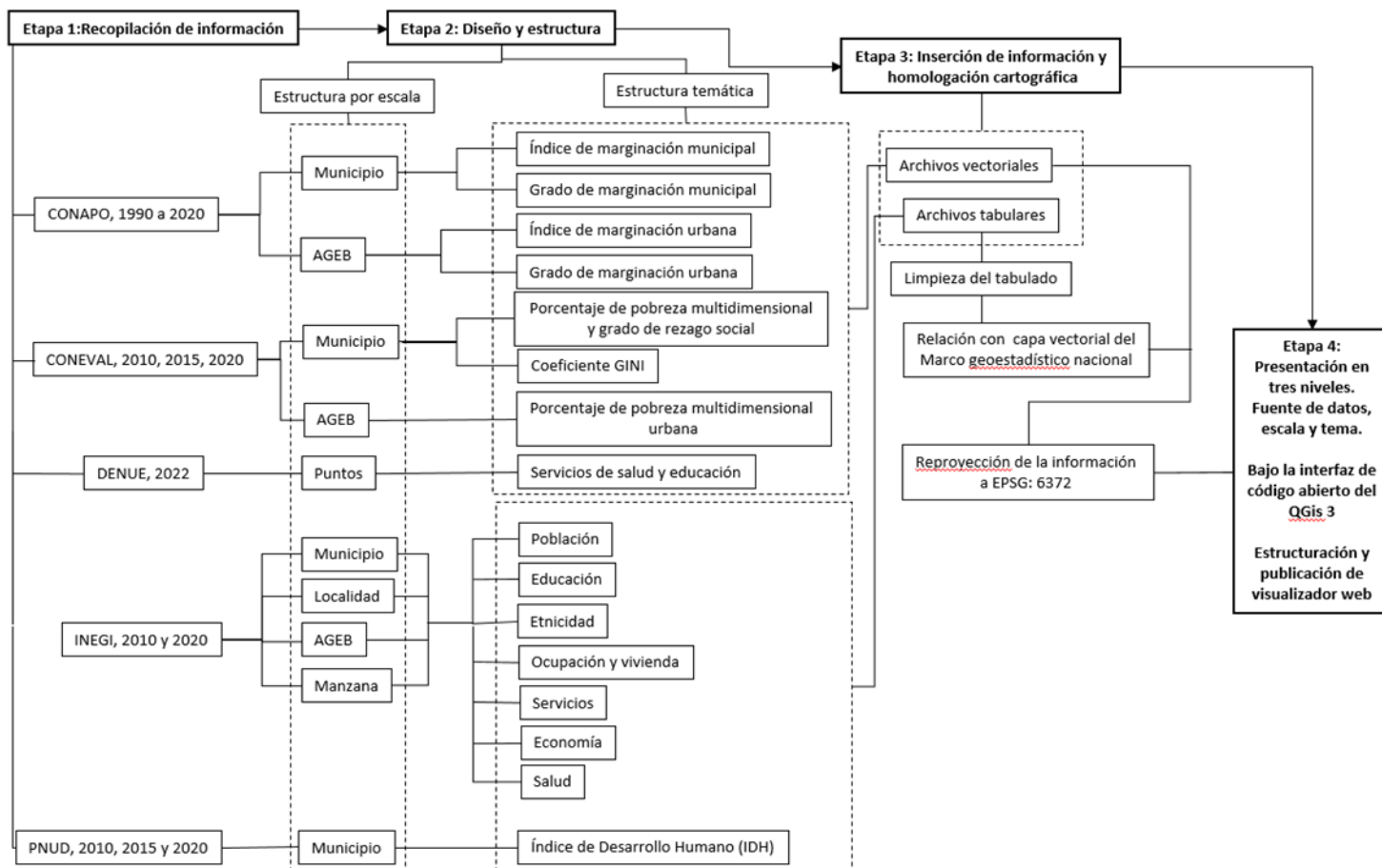


Figura 1. Diagrama metodológico para elaboración del Sistema de Información Geográfica de pobreza y desigualdad, de Sonora. Fuente: Elaboración propia.

Etapa 1: Recopilación de datos

Como mecanismo de orientación del proyecto SIG hacia las condiciones de pobreza y el análisis de la desigualdad, se eligieron, dentro los censos de población y vivienda, variables e índices relacionados a las condiciones de la población, educación, etnicidad, ocupación y vivienda, servicios urbanos, economía, y salud, del Instituto Nacional de Estadística y Geografía e Informática (INEGI) de los años 2010 y 2020 a cuatro escalas: municipio, localidad, AGEB y manzana. De la misma fuente, se descargó el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENU) del año 2022.

Se utilizaron: primero, el índice y grado de marginación municipal de los años 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015 y 2020, así como el índice y grado de marginación urbana de 2000, 2005, 2010 y 2020, publicados por el Consejo Nacional de Población (CONAPO). El índice de marginación utiliza un conjunto de variables estandarizadas que son: población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela, población de 15 años o más sin educación básica completa, población sin derechohabencia a servicios de salud, hijos fallecidos de las mujeres de 15 a 49 años, viviendas particulares habitadas sin drenaje conectado a la red pública, viviendas particulares habitadas sin agua entubada, viviendas particulares sin excusado con



conexión de agua, viviendas particulares con piso de tierra, viviendas particulares habitadas con algún tipo de hacinamiento y viviendas particulares habitadas sin refrigerador (CONAPO, 2010; CONAPO 2021; Cortés y Vargas, 2011).

Segundo, se obtuvo el índice de pobreza multidimensional 2010, 2015 y 2020 a escala municipal, y el grado de rezago social 2020 a escala municipal y AGEB. Además del Coeficiente de desigualdad (GINI) del año 2015 y 2020 a nivel municipal. Todos los anteriores obtenidos del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL). El índice considera que una persona se encuentra en situación de pobreza cuando tiene al menos una carencia social (reflejada en los indicadores de rezago educativo, acceso a servicios de salud, acceso a la seguridad social, calidad y espacios de la vivienda, servicios básicos en la vivienda y acceso a la alimentación) y si su ingreso es insuficiente para adquirir los bienes y servicios que requiere para satisfacer sus necesidades alimentarias y no alimentarias (CONEVAL, 2020). Es decir, el indicador de porcentaje de pobreza es la proporción de población que se encuentra bajo dichas condiciones.

En tercer lugar, el coeficiente de desigualdad económica GINI, el cual es una medida de concentración del ingreso que mide la desigualdad en la distribución del ingreso de la población, es decir, describe qué porcentaje del ingreso está acumulado en qué porcentaje de población en una economía. Toma valores de 0 a 1. Entre más cercano sea el valor del coeficiente a 1, mayor desigualdad existe (CONEVAL, 2020).

Por último, se extrajo el Índice de Desarrollo Humano (IDH) de los años 2010, 2015 y 2020 a nivel municipal, del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). El IDH es una forma de medición que amplía constantemente el número de variables consideradas, derivando incluso a otros índices como Índice de Pobreza, ya que busca medir el conjunto de capacidades y libertades que tienen o no los individuos para elegir entre formas de vida alternativas, en concordancia con la perspectiva de la formación de capacidades a largo plazo. Toma en cuenta tres dimensiones básicas para el desarrollo: la posibilidad de gozar de una vida larga y saludable; la capacidad de adquirir conocimientos; la oportunidad de tener recursos que permitan un nivel de vida digno (PNUD, 2019). Para medir las diferentes dimensiones del IDH, en la dimensión de salud se usa la tasa de supervivencia infantil como base para aproximar la información que proporciona la esperanza de vida al nacer. En el aspecto de la educación se observan los años promedio de escolaridad y los años esperados de escolarización para formar el índice combinado de educación. En cuanto a la dimensión de ingreso, se utiliza el ingreso municipal per cápita ajustado al Ingreso Nacional Bruto (INB) anual en dólares estadounidenses ajustados por paridad de poder de compra (ppc). Los tres índices se agregan mediante el uso de la media geométrica y dan como resultado el IDH que se expresa en valores entre cero y uno (PNUD, 2019). Lo cual nos brinda una diversidad importante de datos y sus posibles interrelaciones alrededor de la temática, lo que nos llevó a una fase 2.

Etapas 2: Diseño y estructura

En la segunda etapa se elaboró el diseño temático, conforme a la elección de variables a representar cartográficamente, derivado de las relaciones entre datos, es decir, de la información obtenida, se eligieron las formas en las cuales se organiza y presenta según su coherencia visual, que permita poder manejar el sistema de una forma intuitiva y estructurada.

La información de CONAPO se estratifica en dos escalas (municipal y por AGEB), posteriormente fue dividida en índice y grado de marginación, presentados ambos por años. Es así como se muestran el



índice y grado de marginación municipal de los años 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015 y 2020, así como el índice y grado de marginación urbana, a nivel de área geoadministrativa básica, de los años 2000, 2005, 2010 y 2020.

Los Censos de Población y Vivienda correspondientes a los años 2010 y 2020 se dividieron en 7 categorías temáticas que abarcaron condiciones de pobreza y desigualdad, estas se seccionaron en: población, educación, etnicidad, ocupación y vivienda, servicios urbanos, economía, y salud. Mientras que el DENU 2022 se aborda desde el equipamiento educativo y de salud, las capas utilizadas en educación del DENU corresponden a localización de escuelas en los cinco niveles educativos (preescolar, primaria, secundaria, medio superior y superior), además de escuelas que abarcan varios grados; por otra parte, en salud se agregaron consultorios y hospitales especializados y generales.

Entre estas 7 categorías se eligieron variables, que son usadas como capas de información, para la categoría población se representaron el número de población total, población masculina, población femenina, población de 0 a 14 años, población de 65 y más, población de 15 a 24 años y la relación entre hombres y mujeres. En educación se eligió visualizar a la población de 3 a 14 años que no asiste a la escuela, de 15 a 24 que asiste a la escuela, de 15 a 130 años sin educación, el grado promedio de escolaridad total, además del masculino y femenino. En etnicidad se representó a la población hablante de lengua indígena. En ocupación y vivienda se utilizaron las variables de total de hogares, así como los hogares con jefatura masculina y femenina. En servicios se utilizó viviendas con piso de tierra, viviendas sin electrodomésticos, viviendas sin luz eléctrica y viviendas sin drenaje. Para la categoría economía se utilizó a la población económicamente activa total, masculina y femenina, al igual que la población desocupada total, masculina y femenina. Y en la categoría salud se representó la variable de población sin derechohabencia a servicios de salud.

La información de CONEVAL corresponde al porcentaje de población en situación de pobreza, a escala municipal, y se representaron los años 2010, 2015 y 2020. Mientras que a nivel de área geoadministrativa básica el año es 2015. El coeficiente de desigualdad económica GINI corresponde a los años 2015 y 2020 y se encuentra a escala municipal. El grado de rezago social se representa a nivel municipal y AGEB. De los datos a partir de las metodologías del PNUD se utilizó el Índice de Desarrollo Humano IDH de los años 2010, 2015 y 2020 a nivel municipal.

Etapas 3: Inserción de información y homologación cartográfica

La inserción de información partió de tablas y archivos vectoriales, las tablas corresponden a los censos de población y vivienda de INEGI, y el IDH del PNUD; las cuales fueron unidas a capas vectoriales en cuatro niveles político administrativos: municipio, localidad, AGEB y manzanas, bajo un procedimiento de spatial join (unión espacial), el cual permite agregar datos tabulares externos a la tabla de un archivo vectorial conforme a un campo clave, es decir, sincroniza información externa con una capa según la coincidencia de un campo particular, en este caso las claves geográficas (Jacox y Samet, 2007).

Los datos de CONAPO, CONEVAL y del DENU fueron descargados en archivos .shp por lo cual se ingresaron directamente en el Sistema de Información Geográfica QGIS 3. Una vez obtenida la información fue homologada cartográficamente, es decir, toda se ajustó a un sistema de referencia bajo una proyección Cónica Conforme de Lambert con Datum México ITRF 2008 (epsg: 6372). El método de reproyección fue tomado de Graser (2016), consiste en reconocer el epsg de origen y cambiarlo por el deseado exportando una nueva capa desde la original.



En total, el sistema de información geográfica de desigualdad y pobreza del estado de Sonora comprende 279 capas de información, las cuales se les asignó un estilo de simbolización además de su clasificación estadística como se muestra en la etapa 4.

Resultados y Discusión

Etapa 4: Presentación de los datos (ejemplos de visualización).

Los resultados se presentaron bajo una estructura dividida en tres niveles: a. fuentes de datos, b. escala y c. temática. Y fueron trabajados bajo la interfaz de código abierto del SIG QGis 3. El nivel principal de la información fue estructurado en 6 carpetas de archivos vectoriales según la fuente de información.

La primera carpeta o grupo de capas son: los datos del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE 2022), del cual se extrajo la información de equipamiento de educación y salud. Fue dividida por niveles educativos y sector (público o privado) y en medicina general o de especialidades respectivamente (Figura 2).

En la segunda carpeta. De CONAPO se presenta información en escala municipal y por AGEB, los grados de marginación municipal y urbano, de los diferentes periodos quinquenales de 1990 a 2020 se presentan de muy alto a muy bajo, mientras que los índices de marginación municipal y urbano se clasificaron con el método *Natural Breaks* en cinco clases (Figura 3). La clasificación natural breaks, es una forma de clasificación de minimización de la varianza del conjunto de datos, las rupturas consisten en grandes cambios en la tendencia de los valores que permite observar clases contrastantes entre sí, y posibilitan elaborar inferencias espaciales (Smith, Goodchild y Longley, 2020).

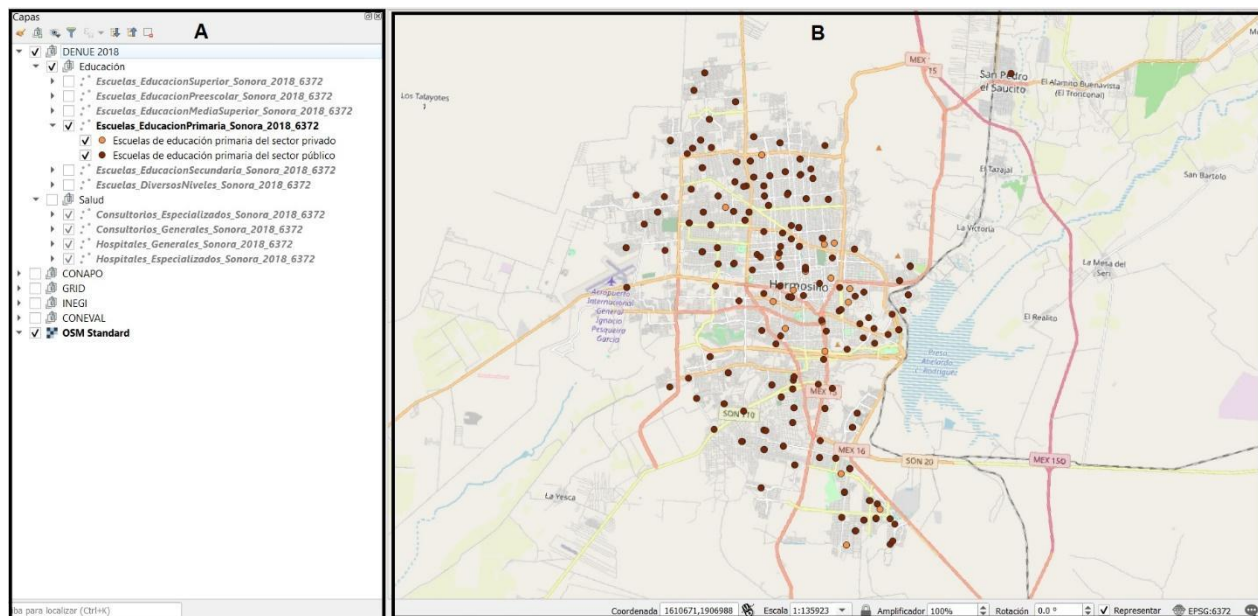


Figura 2. Ejemplo de capa representada en el SIG, elaborada a partir del DENUE, 2018. A) Estructura y subdivisiones de las capas; B) Visualización cartográfica. Fuente: Elaboración propia.

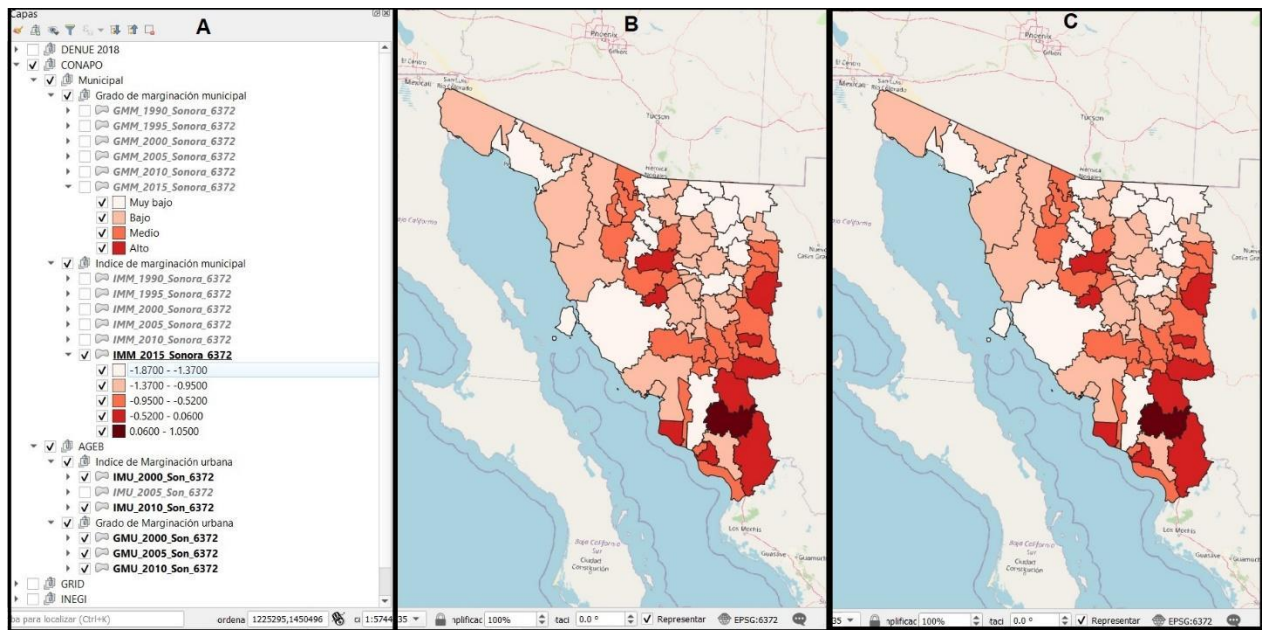


Figura 3. Ejemplo de capa representada en el SIG, elaborada a partir de CONAPO. A) Estructura y subdivisiones de las capas; B) visualización cartográfica del Grado de Marginación Municipal 2015; C) visualización cartográfica del Índice de Marginación Municipal 2015. Fuente: Elaboración propia.

Para el tercer grupo de capas, a partir de los valores del índice de marginación, se elaboró una propuesta de representación de los datos conforme a 1 km². Los valores correspondientes a cada AGEB, son trasladados de polígonos a puntos conforme a una malla de 1 km², y se hace un conteo de puntos y sumativa a partir del índice de marginación, este método se conoce como *Spatial Rescaling* (Gallego, 2010, Nordhaus, 2006) (Figura 4). Gallego (2010), utiliza el método para medir la densidad de población europea a una escala más específica, mientras que Nordhaus (2006) se enfoca a la representación de datos macroeconómicos conforme a un grid de referencia. El ejemplo muestra la concentración de la pobreza urbana conforme al grid de referencia, que puede también compararse en diferentes periodos de tiempo.



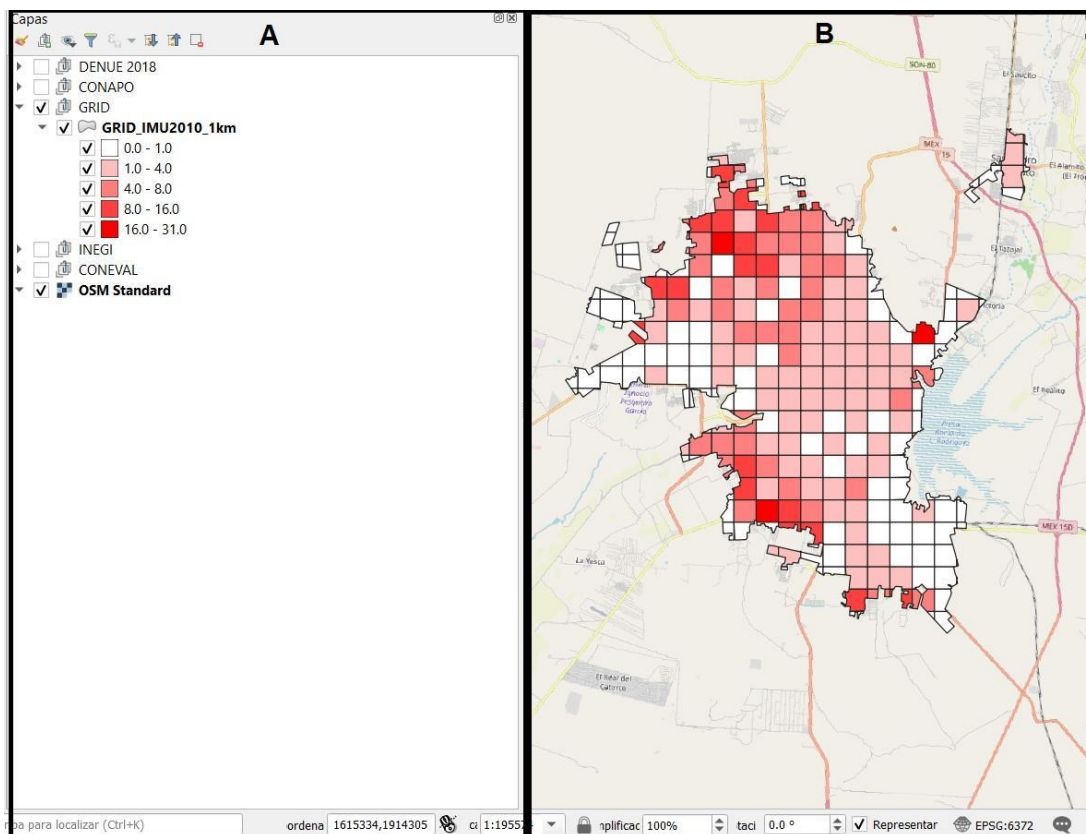


Figura 4. Representación de Grid con información reescalada del índice de marginación urbano. A) Estructura y subdivisiones de las capas; B) Visualización cartográfica. Fuente: Elaboración propia.

La cuarta carpeta de capas, presenta la información de los Censos de Población y Vivienda, 2010 y 2020, de INEGI. Se subdividió en información a nivel municipal, localidad, AGEB y manzana, a su vez, estas se categorizaron según las temáticas mencionadas con anterioridad, y se presentan capas con variables particulares (28 en total para cada censo) clasificadas cada una con el método *Natural Breaks* (Figura 5).

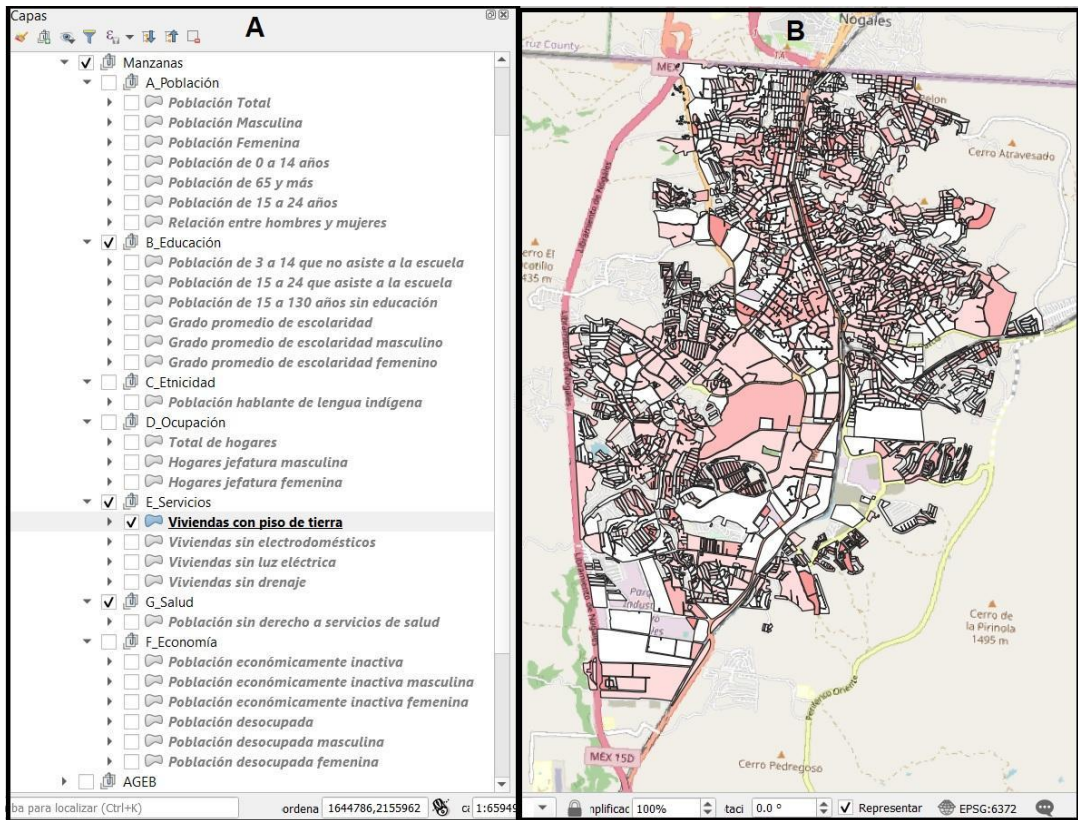


Figura 5. Ejemplo de capa representada en el SIG, elaborada a partir de INEGI, 2010. A) Estructura y subdivisiones de las capas; B) Visualización cartográfica. Fuente: Elaboración propia.

En el quinto grupo de capas se presentan los datos de CONEVAL, que mide el grado de pobreza multidimensional y lo presenta como el porcentaje de población en esta situación. Se tienen datos de 2010, 2015 y 2020 a nivel municipal, y del 2015 y 2020 a nivel AGEB (Figura 6). Los datos a nivel municipal se clasificaron por *Natural Breaks*, mientras que el índice de pobreza urbano se presenta conforme a la clasificación que emite CONEVAL. Se agregó al SIG también los resultados a nivel municipal del coeficiente GINI.



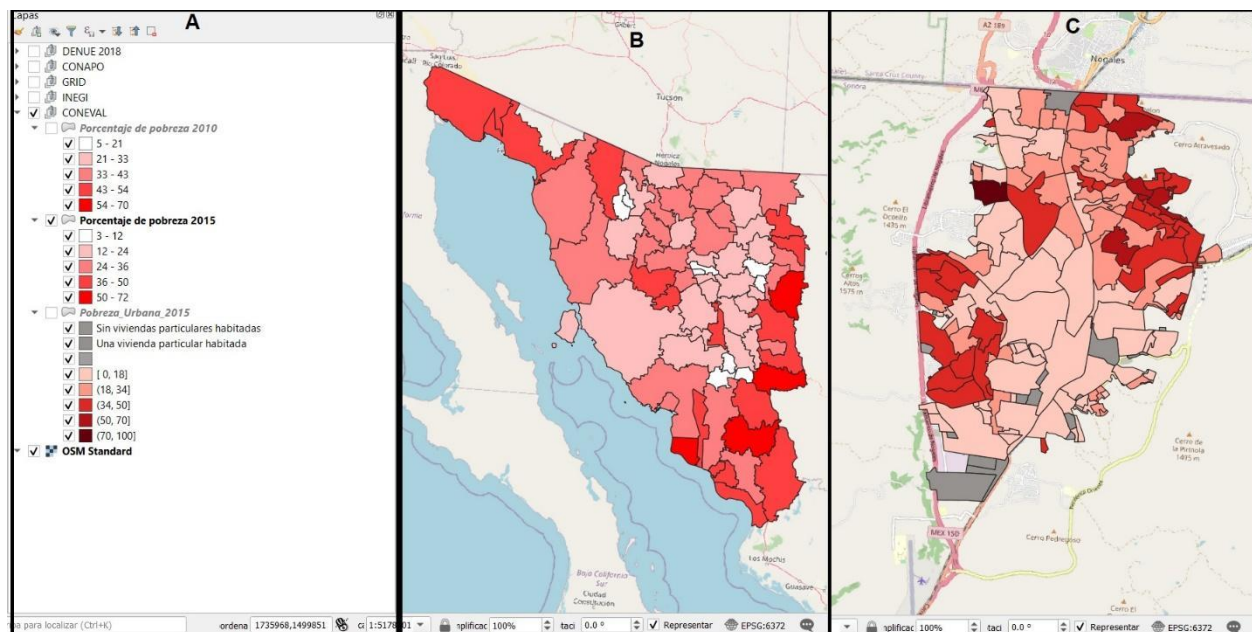


Figura 6. Ejemplo de capa representada en el SIG, elaborada a partir de CONEVAL. A) Estructura y subdivisiones de las capas; B) visualización cartográfica del porcentaje de población en pobreza a nivel Municipal 2015; C) visualización cartográfica del porcentaje de Pobreza. Fuente: Elaboración propia.

Por último, en la sexta carpeta se muestran los datos del índice de desarrollo Humano del PNUD se presentan en las temporalidades 2010 y 2015 a nivel municipal. Se decidió clasificar esta fuente por cuantiles, debido al corto intervalo de valores, que no presenta cambios tan importantes como para aplicar las rupturas naturales (Figura 7).

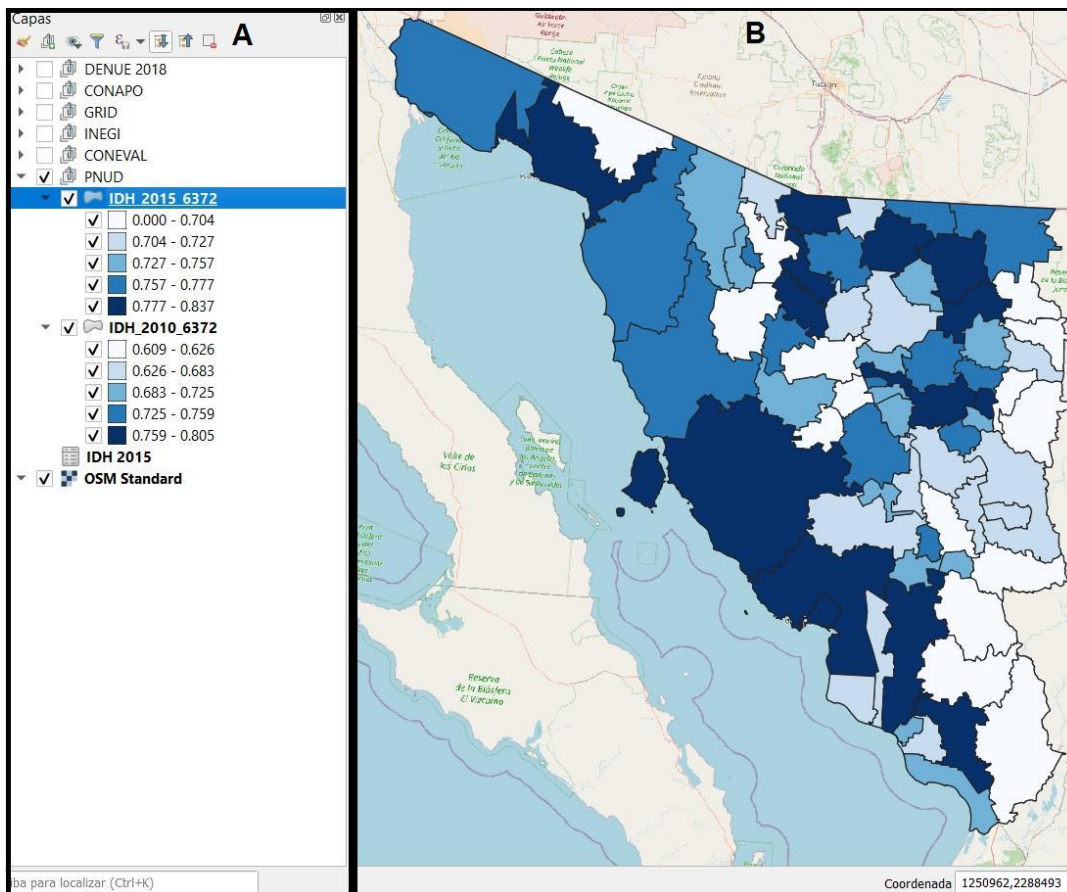


Figura 7. Ejemplo de capa representada en el SIG, elaborada a partir de PNUD, 2015. A) Estructura y subdivisiones de las capas; B) Visualización cartográfica. Fuente: Elaboración propia.

Con el fin de dar una salida interactiva al Sistema de Información Geográfica, se diseñó un geoportal que funciona como visualizador de las 279 capas de información espacial. Se elaboró a partir de la migración de los archivos vectoriales a un servidor de mapas (geoserver), posteriormente se maquetó a un sitio HTML con librerías de Openlayers bajo un entorno de apache Tomcat. Entre las funcionalidades que contiene está la visualización de las capas de información conforme a los estilos determinados en el SIG, se pueden descargar los datos en KML para su visualización en softwares como Google Earth. El geoportal permite consultar atributos de las capas, realizar medidas del espacio además de contener los metadatos del proyecto: <https://www.colson.edu.mx:8099/dpsonVisor/> (Figura 8).



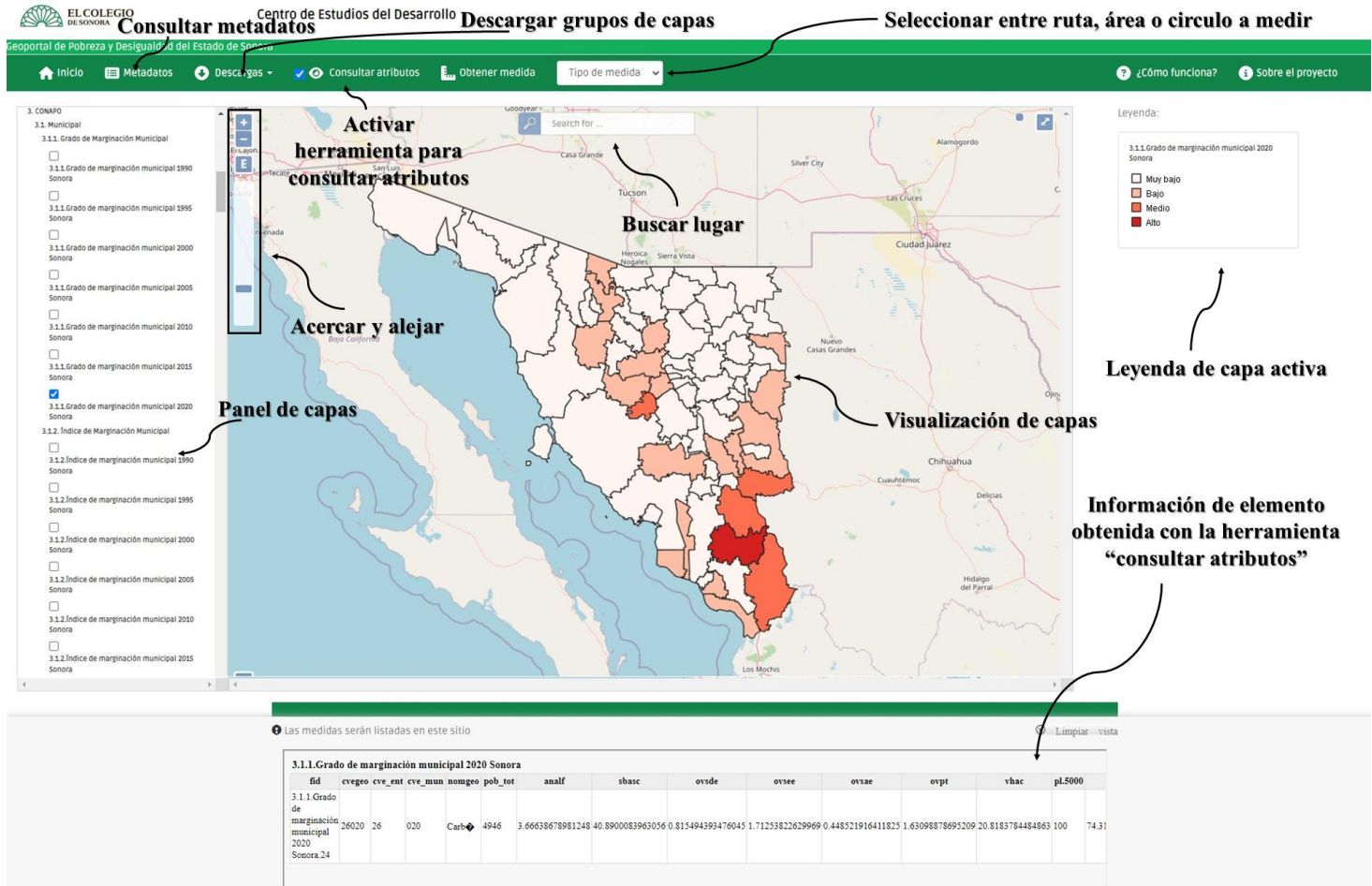


Figura 8. Presentación del geoportail y sus funcionalidades. Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones

El Sistema de Información Geográfica presente se conformó como una herramienta de visualización y consulta de la información, la cual, aun reconociendo sus límites, resulta útil y sin precedente en las áreas de estudio y las temáticas de pobreza y desigualdades en el estado de Sonora. Se constituyó como punto de partida para interpretaciones espaciales relevantes en el tema, y tiene características interdisciplinarias que pueden contribuir a análisis más complejos, y con mejores respuestas de acción, incorporando diferentes disciplinas incluyendo a las ciencias sociales, además reafirma la idea de que se requieren fundamentos de análisis y formación de conocimiento más amplios sobre lo que puede mostrar una herramienta como la nuestra.

Como se puede observar, la cartografía tiene un carácter indicativo según la perspectiva y los intereses temáticos de quienes representan ‘la realidad’ y muestran el espacio de acuerdo a ciertas perspectivas, que es importante reconocer como parte de la explicación del fenómeno social que estudiamos, y a partir de esto poder dar contenido explicativo a través de la herramienta. Los SIG, como el que construimos, muestra su potencial de integración de fuentes de información heterogéneas, a través del uso



de la ubicación geográfica, territorial y espacial, particularmente en cuatro dimensiones: a. el análisis socio-espacial; b. para realizar tareas complejas de geoprocetamiento; c. para la configuración de nueva información sobre la temática d. y/o dar énfasis a la que existe en nuestra propia base de datos y su visualización en relación con un usuario interesado en el fenómeno que estudiamos, y tema sobre el que buscamos añadir nuevos usos.

La geovisualización es un elemento poderoso como sistema de comunicación en sí mismo, y la manera en cómo se representa es determinante en la interpretación de los resultados”. En concordancia a esto se consideró que el acceso de nuestros datos y los servicios geográficos de referencia fueran open access y open source para poder igualmente compartir y brindar libre acceso a información sistematizada, y para que los usuarios puedan interactuar y tener acceso. En otras palabras, toda la información en el SIG está anclada a una referencia socio espacial, a la que pueden añadirse nuevas dimensiones de análisis, ya que no solo se trata de simple información de localización (como nombres de calles o colonias), la base del SIG que construimos usa la georreferencia como la manera de contener y brindar acceso a la información, y con el geoportal la vía de presentarla y consultarla de manera compleja y desde una perspectiva de análisis socio-espacial, “la manera en que la información se almacena y analiza dentro del SIG (perspectiva implícita e intereses epistémicos) refleja la manera en que se usará para una investigación específica y en procesos de toma de decisiones” (Fazal, 2008). Al igual que utilizando la delimitación que define a la pobreza como multidimensional, de capacidades, y espacialmente determinada.

Por ejemplo, la información del DENUÉ ayuda a determinar la ubicación y la distribución de los puntos de equipamiento médico y escolar; entre las posibles funcionalidades que se pueden obtener de esto, están los análisis de puntos de calor (Gómez, 2021), los análisis de proximidad y accesibilidad (Plata, Bosque y Gómez, 2011), el diagnósticos de equipamiento (Suarez y Jiménez, 2006), entre otros; también puede mostrar el acceso desigual al equipamiento de salud y educación, ya sea porque se encuentra concentrado en la ciudad central o por la falta de accesibilidad al equipamiento por diversas razones, la cercanía por localización no asegura su acceso.

Los datos de grado de marginación municipal y por AGEB al ser estratificados conforme a los datos de todo el país, suelen mostrar algunos sesgos en cuanto a su interpretación, contrariamente a si los datos son clasificados tomando en cuenta sólo el espectro acotado de Sonora, como se hizo, con métodos como Natural Breaks o Cuantiles. La propuesta de reescalar los datos a Km² entra en las interpretaciones de hot spots (puntos calientes) donde se resalta la operación algebraica para llegar a su resultado. No obstante, en el presente estudio se tienen datos desagregados por AGEB que cumplen la función de mostrar puntos particulares que cumplan con condiciones de marginación muy altas. Aun así, se resalta la propuesta de identificar patrones a través de utilizar modelos espaciales para reconocer interrelaciones de fenómenos o problemáticas sociales, económicas y culturales con ocurrencias de desigualdad y vulnerabilidad social asociadas a la pobreza.

Los datos de pobreza multidimensional del CONEVAL representados en porcentaje de población con algún tipo de pobreza, así como el Índice de Desarrollo Humano del PNUD, proponen representaciones coropléticas sencillas que permiten interpretar o encontrar patrones de distribución y determinación socio-espacial.

Una mejor actuación, intervención o comprensión profunda del territorio y su población, al igual que la planificación territorial y urbana nos ayuda a entender de manera eficaz las manifestaciones sociales, culturales, económicas y étnicas de determinada población, a identificar territorios de coincidencia, los



cuales convergen más allá de las delimitaciones formales o fronteras administrativas. De igual manera, la inclusión de variables de diferentes fuentes y escalas busca rebasar las limitantes político-administrativas de demarcación a través de análisis inter escalares.

En el trabajo con bases de datos vinculadas a entidades geográficas georreferenciadas y en estudios de desigualdad socioespacial, el uso del SIG y del geoportal permite realizar ajustes a la información desde puntos a líneas, y desde estos a polígonos, con lo cual se superan las limitaciones en la forma en como originalmente aparecerían (Radicelli, Pomboza, Villacrés y Boderó, 2019).

Otra área de oportunidad que se observa, se encuentra en los SIG participativos y la cartografía social, en donde se analizan aspectos sobre la cartografía formal (euclidiana) y la cartografía social (no necesariamente euclidiana), así como su relación como formas de representación espacial de los territorios (Radicelli et al., 2019). Y entonces la posibilidad de asociar el geoportal con sistemas de información geográficos participativos y cartografía social para fomentar el desarrollo social, desde los datos georeferenciados obtenidos desde y para la población, hasta contribuir a una mejor gestión de problemáticas urbanas particulares asociadas con la condición de empobrecimiento, carencia de accesos y desigualdad.

Se hace evidente la necesidad de actualización de ciertos indicadores derivados de la publicación del Censo de Población y Vivienda 2020, como son el Índice de Marginación de CONAPO y las mediciones de Pobreza de CONEVAL.

El geoportal alojado en El Colegio de Sonora, conforma una plataforma novedosa de comunicación de la información socio-espacial, resulta en la posibilidad de incentivar y mejorar la vinculación de las ciencias sociales con las tecnologías de la información geográfica, con el objetivo de generar análisis más completos, complejos y acciones más efectivas. La vida útil del geoportal depende en total medida de las actualizaciones de las fuentes oficiales, el esfuerzo de generar información que sea más cercana a la realidad de los lugares, de abajo hacia arriba, y accesible desde la previa sistematización, es un área a explorar cada vez más dentro de los análisis socio-espaciales.

Referencias

1. Aldenderfer, M. & Maschner, H. D. (eds.). (1996). *Anthropology, space, and geographic information systems*. Oxford University Press. 305 pp.
2. Banerjee, A., & Duflo, E. (2012). *Repensar la pobreza. Un giro radical en la lucha contra la desigualdad global*. Santillana Ediciones, 1-35.
3. Buzai, G. D. (2007). Dilemas de la relación Geográfica-SIG entre la disciplina, la interdisciplina y la transdisciplina. *GeoFocus. Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica*, (7), 5-7. <https://www.geofocus.org/index.php/geofocus/article/view/106>
4. Calderón, L. J., Campoverde, J. Y., & Hoehne, A. V. (2014). El usuario como factor de éxito en el diseño de un geoportal. *GeoFocus. International Review of Geographical Information Science and Technology*, (14), 181-210.
5. CONAPO (2010). Anexo C: Metodología de estimación del índice de marginación urbana, 2010.
6. CONAPO (2016a). Índice de marginación por entidad federativa 1990-2015. Datos abiertos del índice de marginación. México. http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Datos_Abiertos_del_Indice_de_Marginacion



7. CONAPO. (2016b). Índice de marginación por entidad federativa 1990-2015. Datos abiertos del índice de marginación. México. http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Datos_Abiertos_del_Indice_de_Marginacion
8. CONAPO. (2021). Índice De Marginación Por Entidad Federativa Y Municipio 2020. Datos abiertos del índice de marginación. México. <https://www.gob.mx/conapo/documentos/indices-de-marginacion-2020-284372>
9. CONEVAL, (2017). Metodología para la medición de la pobreza en los municipios de México 2015. Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social, México. 135 pp.
10. Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social, (2020). Pobreza Rural en México. Coneval. https://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Documents/PATP/Pobreza_rural.pdf
11. Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social, CONEVAL. (2020) Informe de pobreza y evaluación 2020. Sonora. Ciudad de México: CONEVAL.
12. Cortés, F., & Vargas, D. (2011). Marginación en México a través del tiempo: a propósito del índice de Conapo. Estudios sociológicos, 361-387. <https://www.jstor.org/stable/23043401>
13. Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas [DENUE]. (2018). DENUE. Obtenido de <http://www.beta.inegi.org.mx/app/denue/>
14. Del Bosque, I. D., Fernández, C., Martín-Forero Morente, L., & Pérez, E. (2012). Los sistemas de información geográfica y la investigación en ciencias humanas y sociales. Confederación Española de Centros de Estudios Locales.
15. Fazal, S. (2008). GIS basics. New Age International.
16. Franco-Plata, R., Solís, L., López, S., Jaimes, N., Sánchez, J., & Juárez. (2012). Implementación de un SIG en la Universidad Autónoma del Estado de México (México) para dar un marco geográfico a su estadística de educación media superior y superior. GeoFocus. Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica, (12), 25-43.
17. Gallego, F. J. (2010). A population density grid of the European Union. Population and Environment, 31(6), 460-473.
18. Gómez, N. J. (2021). Mapa de calor del Covid-19 en Santa Fe: análisis provincial y metropolitano. Universidad Nacional de Luján. Instituto de Investigaciones Geográficas; Posición; 5; 15-6-2021; 1-15
19. Goodchild, M. F. (2010). Twenty years of progress: GIScience in 2010. Journal of spatial information science, 2010(1), 3-20.
20. Goodchild, M.F. (2009). GIScience and systems. In the International encyclopedia of human geography. Esevier Inc. 526-538.
21. Graser, A. (2016). Learning Qgis. Packt Publishing Ltd.
22. INEGI. (2020a). México en cifras. Instituto Nacional de Geografía y Estadística, Aguascalientes, México. Recurso en línea en: <https://www.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/>
23. Jacox, E. H., & Samet, H. (2007). Spatial join techniques. ACM Transactions on Database Systems (TODS), 32(1), 7-es. <https://doi.org/10.1145/1206049.1206056>
24. Martin, M.E. & Shuurman, N. (2020). Social media big data acquisition and analysis for qualitative GIScience: Challenges and opportunities. Annals of the American Association of Geographers, 110(5), 1335-1352. <https://doi.org/10.1080/24694452.2019.1696664>
25. Nordhaus, W. D. (2006). Geography and macroeconomics: New data and new findings. Proceedings of the National Academy of Sciences, 103(10), 3510-3517.
26. Olaya, V. (2020). Sistemas de información geográfica. Un libro libre de Víctor Olaya. <https://volaya.github.io/libro-sig/>
27. Oliveira, O. (2007) Reflexiones acerca de las desigualdades sociales y el género, en Estudios Sociológicos, XXXV: 75, 2007, pp.805-812
28. Plata, W., Bosque, J., & Gómez, M. (2011). Análisis de factores explicativos del crecimiento urbano en la Comunidad de Madrid a través de métodos estadísticos y SIG. Geografía y Sistemas de Información Geográfica (GEOSIG), 3, 201-230.
29. PNUD. (2019). Informe de Desarrollo Humano Municipal 2010-2015.



30. PNUD. (2020). Informe Sobre Desarrollo Humano 2020.
31. Radicelli, C., Pomboza, M., Villacrés, P., & Boderó, E. (2019). Sistemas de información geográfica y su aplicación en las ciencias sociales: Una revisión bibliográfica. *Revista Chakiñan de Ciencias Sociales y Humanidades*, (8), 24-35.
32. Ruiz, E. (2010). Consideraciones acerca de la explosión geográfica: Geografía colaborativa e información geográfica voluntaria acreditada. *GeoFocus. Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica*. <https://geofocus.org/index.php/geofocus/article/view/201>
33. Ruíz, A., Temes-Cordovez, R. R., & Cámara-Menoyo, C. (2018). Accesibilidad y tecnologías de información colaborativas. *Cartografías para una ciudad inclusiva. Bitácora Urbano Territorial*, 28(1), 171-178.
34. Saavedra, N. S. (1992). Los sistemas de información geográfica (SIG) una herramienta poderosa para la toma de decisiones. *Ingeniería e Investigación*, (28), 31-40.
35. Sen, A. (1999). *Nuevo examen de la desigualdad* (trad. Bravo, AM). Madrid, Alianza.
36. Shiaffini, H. et, al (2024) *Pobreza y desigualdad multidimensional ¿Hacia nuevos pactos sociales?* Buenos Aires, Clacso.
37. Shuurman, N. (2017). Critical GIScience. *International Encyclopedia of Geography: People, the Earth, Environment and Technology*, 1-7. <https://doi.org/10.1002/9781118786352.wbieg0973>
38. Smith, M. J., Goodchild, M. F., & Longley, P. (2020). *Geospatial analysis: a comprehensive guide to principles, techniques and software tools*. Troubador publishing ltd. <https://www.spatialanalysisonline.com/HTML/index.html>
39. Suárez, P. M., & Jiménez, A. M. (2006). El ambiente acústico de los hospitales de Madrid: metodología de análisis y diagnóstico con SIG. *Cuadernos Geográficos*, (39), 125-146.
40. Vaughan, L. (2018). Charles Booth and the mapping of poverty. *Mapping Society: The Spatial Dimensions of Social Cartography*, 61-92.
41. Wilson, M.W. (2021). Giscience I: Social histories and disciplinary crucibles. *Progress in Human Geography*, 45(1), 166-177.
42. Yamashkin, S. A., Radovanović, M. M., Yamashkin, A. A., Barmin, A. N., Zanozin, V. V., & Petrović, M. D. (2019). Problems of designing geoportal interfaces. *GeoJournal of Tourism and Geosites*, 24(1), 88-101.
43. Ziccardi, A. (2008). Pobreza y exclusión social en las ciudades del siglo XXI. *Procesos de urbanización de la pobreza y nuevas formas de exclusión social. Los retos de las políticas sociales de las ciudades latinoamericanas del siglo XXI*, 9-33.

