

(04-005) - "GIS as a tool for calculating the Carbon Footprint of Food Banks"

Farías Estrada, Irely Joelia ¹; De Los Ríos, Ignacio ²; Velilla, Cristina ²; Marín Ferrer, Carmen ²

¹ Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra, ² Universidad Politecnica de Madrid

In project management, Geographic Information Systems (GIS) are frequently used as tools for the organization, storage, manipulation, analysis, and modeling of data that facilitate decision making and the dissemination of results. In this research, this tool is presented in the novel area of responsible consumption and the problem of food waste, for the calculation of the Carbon Footprint as an indicator in relation to Climate Change and the Sustainable Development Goals. The designed GIS is applied to the projects and activities of the Food Banks of Spain as civil society entities that provide benefits from various dimensions: social, economic, and environmental. The results allow us to learn more about the environmental dimension of the Food Banks, beginning the design of a Carbon Footprint Observatory linked to the Geographic Information System to estimate, contrast, and publish results and show their contribution to sustainable development.

Keywords: GIS; Carbon Footprint; Environmental impact; Food Banks; Waste of Food; Climate Change

“Los SIG como herramienta para el cálculo de la Huella de Carbono de los Bancos de Alimentos”

En la dirección de proyectos con frecuencia se utilizan los Sistemas de Información Geográfica (GIS, por sus siglas en inglés) como herramientas para la organización, almacenamiento, manipulación, análisis y modelización de datos que faciliten la toma de decisiones y la difusión de los resultados. En esta investigación se presenta esta herramienta en el ámbito novedoso del consumo responsable y el problema del despilfarro de alimentos, para el cálculo de la Huella de Carbono como indicador en relación con el Cambio Climático y los Objetivos de Desarrollo Sostenibles. El GIS diseñado se aplica a los proyectos y actividades de los Bancos de Alimentos de España como entidades de la sociedad civil que aportan beneficios desde diversas dimensiones: sociales, económicas y ambientales. Los resultados permiten conocer más la dimensión ambiental de los Bancos de Alimentos comenzando el diseño de un Observatorio de la Huella de Carbono vinculado al Sistema de Información Geográfica para estimar, contrastar y publicar resultados y mostrar su contribución al desarrollo sostenible.

Palabras clave: SIG; Huella de Carbono; Impacto Ambiental; Bancos de Alimentos; Despilfarro de Alimentos, Cambio Climático

Correspondencia: Irely Farías, irelyfarias@gmail.com

Agradecimientos: UPM y PUCMM



©2024 by the authors. Licensee AEIPRO, Spain. This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

1. Introducción

La pérdida y desperdicio de alimentos son una problemática relacionada con la dimensión ambiental, social y económica de una comunidad. Más recientemente, este problema se ha relacionado con la preocupación mundial sobre las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y su correlación con el cambio climático. La gestión de los excedentes alimentarios a lo largo de la cadena de suministro, junto con los hábitos o estilos de vidas de los individuos tienen también una repercusión directa e indirecta en esta dimensión ambiental.

En la dirección de proyectos con frecuencia se utilizan los Sistemas de Información Geográfica (SIG) como herramientas para la organización, almacenamiento, manipulación, análisis y modelización de datos que faciliten la toma de decisiones y la difusión de los resultados. El SIG diseñado se aplica a los proyectos y actividades de los Bancos de Alimentos (BdAs) de España como entidades de la sociedad civil que aportan beneficios desde diversas dimensiones: sociales, económicas y ambientales (Rocancio Burgos, De Los Ríos Carmenado & Zuluaga, 2023).

El SIG nos permiten la implementación y el seguimiento de proyectos basados en la información y ubicación geográfica, convirtiéndose en una herramienta valiosa para exponer las informaciones relevantes, el progreso y los resultados de los proyectos fundamentales para los ajustes de planificación y la toma de decisiones a futuro (Dasgupta, 2023). Su importancia radica en que nos permiten identificar y resolver problemas en una etapa temprana, lo que contribuye a cumplir con los plazos establecidos para el proyecto y facilita su integración con otros proyectos. En consecuencia, el uso de tecnologías de información geográfica se ha vuelto imprescindible para el éxito de la gestión de proyectos con enfoque territorial (Jones, 2019).

En la actualidad contribuyen a la consecución de los ODS, mediante el alcance de sus indicadores en un doble sentido. Por un lado, los SIG han crecido y evolucionado hasta convertirse en una plataforma global integral que contiene información procedente de todo el mundo, permitiendo a los ciudadanos y los usuarios de SIG integrar y combinar capas de información para entender las relaciones entre múltiples objetivos e indicadores. Por otro lado, permiten a la población de cualquier lugar conocer el progreso tanto de sus países y administraciones locales como de cualquier parte de la geografía mundial (Brown & Brigham, 2021).

La utilización del SIG en la construcción de contenido radica en sus múltiples aplicaciones basadas en todas las herramientas que incluye para la visualización de datos y planificación a futuro desde un punto de vista geográfico (Peña Osorio, 2010). Más concretamente, en el marco de los ODS, los SIG se han utilizado para localizar bancos de alimentos según indicadores, algunos obtenidos mediante Teledetección (Yagoub et al, 2022), generar mapas de desarrollo sostenible mediante indicadores (Mohamadzadeh et al, 2020) o establecer patrones de consumo de alimentos y nutrientes con el fin de localizar las regiones más desfavorecidas (Khushi et al, 2020), entre otras aplicaciones.

En este sentido, es conocido que todo lo que hacemos, compramos o comemos lleva consigo una cierta emisión de GEI, que se conoce como la Huella de Carbono (HC), que se define como *“la totalidad de gases de efecto invernadero (GEI) que se emiten por efecto directo o indirecto por un individuo, organización, evento o producto y que se expresa en toneladas o kilogramos de CO₂ equivalente”* (MITECO, 2015). La HC es uno de los indicadores que ha alcanzado una mayor difusión para sintetizar los posibles impactos ambientales de un modo comprensible y fácil de comunicar (Carballo Penela, Garcia-Negro & Doménech Quesada, 2009). Se considera una de las principales herramientas para la mitigación del Cambio Climático debido a que mide la

cantidad total de GEI asociados a una empresa, producto o individuo (Núñez Monroy & Núñez Palacios, 2012). Este indicador expone la cantidad de emisiones liberadas a la atmósfera como consecuencia del desarrollo de cualquier actividad y, a partir de este conocimiento, permite establecer medidas de reducción efectivas (MITECO, 2015).

Los BdAs en su lucha contra el hambre, la pobreza y el desperdicio de alimentos mediante su aprovechamiento y reparto a las personas más necesitadas, contribuyen por tanto a mejorar el medio ambiente, especialmente a través del uso y la reducción de los excedentes alimentarios (Tapia & López, 2020). Reconocidos como entidades relevantes que colaboran de manera significativa en el aprovechamiento de los excedentes del sistema alimentario, los BdAs forman parte de la distribución de alimentos a las personas necesitadas (Casal, 2020).

La Federación de Bancos de Alimentos de España (FESBAL) desde sus 54 BdAs de España asociados, en el año 2022, repartieron alimentos a 6.919 entidades benéficas de manera directa, llegando a 1.246.106 beneficiarios, desde su compromiso contra la pobreza, la pérdida y desperdicio de alimentos y su responsabilidad con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, ODS (FESBAL, 2023; Afonso, 2019).

Los BdAs y FESBAL son parte de la Federación Europea de Banco de Alimentos (FEBA) y del Global Food banking Network (GFN), contribuyendo al desarrollo sostenible desde múltiples facetas alineadas a ODS. Los BdAs como organizaciones cuyo propósito es mitigar el hambre, sensibilizar y evitar el desperdicio de alimentos, juegan un papel relevante en la reducción de los gases (CH₄, CO₂) producidos con la gestión de residuos (Eriksson & Spångberg, 2017; Eriksson & Strid, 2015), aprovechando recursos que en su mayoría serían desperdiciados. Además del contexto social y económico de la sostenibilidad, contribuyen al cumplimiento del ODS: Hambre Cero y la Producción y Consumo Responsable, aliados estratégico para contribuir al objetivo 13, Acción por el Clima, al favorecer a la reducción de las emisiones de GEI generados por los desperdicios de alimentos que se convierte en residuos (Afonso, 2019; Naciones Unidas & CEPAL, 2018).

De igual manera, los BdA contribuyen con los Principios para la inversión responsable en la agricultura y los sistemas alimentarios (CSA-IAR) aprobados por el Comité de Seguridad Alimentaria en octubre de 2014, los cuales tienen como objetivo “fomentar la responsabilidad en la agricultura y los sistemas alimentarios y contribuir a la *seguridad alimentaria y la nutrición y que, por tanto, se respalde la realización progresiva del derecho a una alimentación adecuada en el contexto de la seguridad alimentaria nacional*” (CSA, 2014).

Un ejemplo de excelencia en la gestión es el Premio a la Excelencia en dirección de Proyectos de AEIPRO 2021 que recibió el proyecto la Gran Recogida, en la modalidad proyectos sociales (AEIPRO, 2021), por integrar el conocimiento de expertos, la experiencia de los voluntarios y agentes implicados desde estándares internacionales reconocidos. Otros premios, además han dejado claro la buena gestión y la sostenibilidad, combinando procesos para realizar las distintas actividades de recogida, clasificación y distribución de los alimentos (De los Ríos et al, 2016).

Asimismo, en tiempos actuales tiene el reto de adaptarse a la innovación tecnológica para contribuir al desarrollo sostenible y al consumo responsable. Por esta razón, los BdA que integran conocimiento y experiencia, son un ejemplo de innovación social, en donde se refuerza desde proyectos de aprendizaje-servicio y de investigación conjuntos que priorizan a las personas más necesitadas y utilizan herramientas digitales.

Este proyecto pretende mostrar a los SIG como herramienta para el cálculo y la exposición de la HC de los BdAs, aportando información necesaria para la sociedad sobre el impacto climático de

sus actividades y, en consecuencia, contribuir a concienciar y tomar decisiones que ayuden a mejorar, además, continuar el diseño del observatorio de la HC de los BdAs iniciado (Farías & De los Ríos, 2023). Los resultados permiten conocer más la dimensión ambiental de los BdAs vinculado al SIG para estimar, contrastar y publicar resultados que muestren la contribución al desarrollo sostenible. Para la aplicación del proyecto se ha seleccionado como caso de estudio a dos BdAs, el de Navarra (que posee experiencia previa en la estimación de la HC) y el de Bilbao (sin experiencia), que además, tienen distinta capacidad productiva instalada para sus actividades.

2. Objetivos

Mostrar una metodología para implementar los SIG en la construcción y divulgación de la HC de los BdAs en relación con el Cambio Climático y los Objetivos de Desarrollo Sostenible desde las numerosas aplicaciones y herramientas SIG para la planificación.

3. Metodología

3.1. Metodología general del proyecto

El marco metodológico aplicado se basa en el metamodelo *Working With People*, WWP (Cazorla, De Los Ríos, & Salvo, 2013) con múltiples aplicaciones en la implementación de proyectos en relación con la sostenibilidad (Castañeda et al, 2022; Herrera-Reyes, De los Ríos & Martínez, 2018; Cazorla & De los Ríos, 2018a; Fontana et al, 2018; De los Ríos et al, 2016; Díaz-Puente, Cazorla & De Los Ríos, 2015; Stratta, De los Ríos & López, 2017).

Este proyecto se enmarca en los procesos de planificación como aprendizaje social, desde el marco conceptual WWP que considera a las personas como los principales activos y protagonistas para resolver las necesidades y problemas de la sociedad (De los Ríos et al, 2022), como se muestra en la figura 1.

En este sentido, el proyecto surge a partir del análisis de la realidad de la Federación de Bancos de Alimentos de España (FESBAL) desde sus 54 BdAs asociados en España en el contexto del desperdicio alimentario en relación con el cambio climático (0). Sobre esta realidad, se analizan y comparan una serie de experiencias de investigación en los BdAs que han implementado procesos para calcular la HC y estimar los GEI (1). Asimismo, se realiza una comparación de las diversas metodologías existentes para el cálculo y medición de las emisiones de GEI (2), sobre la base del estado del arte y de los análisis anteriores, desde la participación de los BdAs (Farías & De los Ríos, 2023).

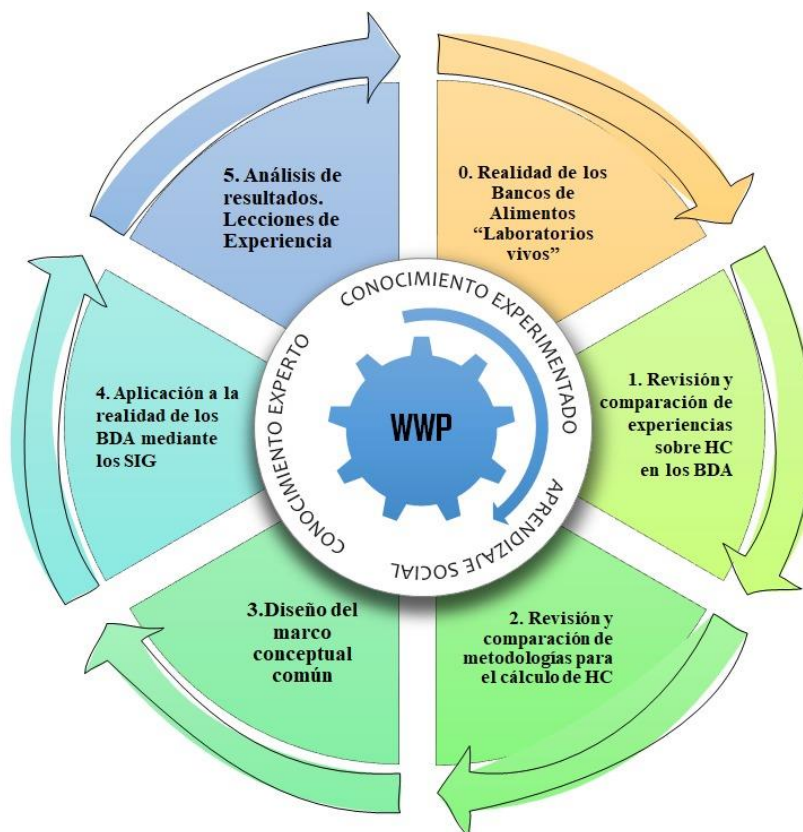
Los alcances contemplados basados en las experiencias analizadas en la primera etapa del proyecto son: “1, las emisiones directas relacionadas con las operaciones en las instalaciones del BdA, teniendo como indicadores el consumo estacionario (combustibles para climatización), consumo móvil (combustibles para vehículos propios) y consumo fugitivo (uso de refrigerantes). 2: las emisiones indirectas concernientes al uso de electricidad en el BdA, tanto en las instalaciones (consumo eléctrico fijo) como en los vehículos (consumo eléctrico móvil) si fuese el caso. 3: las otras emisiones indirectas referentes a las actividades relacionadas con el BdA, teniendo como indicadores el consumo móvil o el transporte de los alimentos” (Farías & De los Ríos, 2023).

Sobre el mismo marco conceptual se diseñó una metodología común, con indicadores y variables (3) para la estimación de la HC de los BdA en relación con el desperdicio de alimentos, que se

ha aplicado y validado a la misma realidad de la que parte (4), alcanzando la totalidad de los 3 alcances con apoyo de los SIG, y permitiendo analizar los resultados y extraer lecciones de experiencia (5). Por tanto, se trata de un proyecto de ciencia aplicada, en donde el propio "laboratorio de aprendizaje" son los mismos BdAs en los que se insertan las actividades (Farías & De los Ríos, 2023).

Desde el marco del modelo WWP, desde un proceso de aprendizaje social (Cazorla & De los Ríos, 2013) se ha integrado el conocimiento experto dos grupos de investigación (GESPLAN, PADO) de la CBA-UPM y la experiencia de los BdAs. Para ello se han establecido talleres y reuniones con las personas involucradas de los BdA con experiencia en esta materia (Barcelona, Navarra, Córdoba y Huelva, Madrid) permitiendo establecer criterios y pautas comunes para el diseño del cuestionario.

Figura 1: Marco metodológico de la investigación



Fuente: Elaboración propia en base al modelo WWP a partir de (Farías & De los Ríos, 2023)

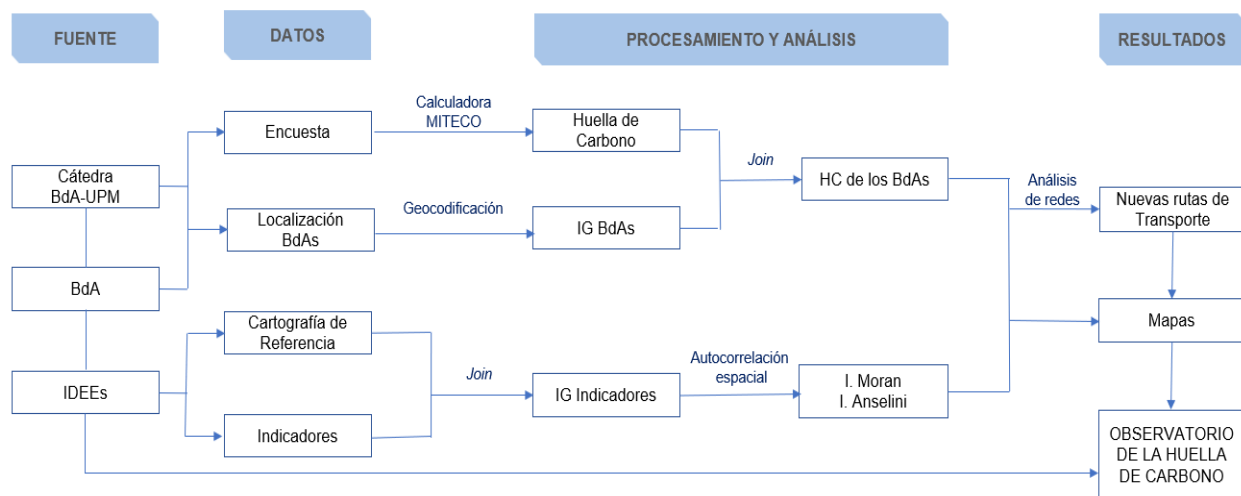
3.2. Metodología de implementación del SIG

Como continuación al marco conceptual común desarrollado en la primera parte del proyecto y utilizando la metodología del Protocolo GhG (Farías & De los Ríos, 2023), se han incorporado los SIG como herramienta de almacenamiento, visualización, análisis y difusión de los datos y de los resultados alcanzados, obteniendo un esquema mejorado que integra el uso del SIG en cada etapa del proyecto, como se muestra en la figura 2.

Esta etapa permite mejorar el cálculo de la HC, logrando estimar a través de los SIG el alcance 3, referido al impacto relacionado con las actividades de la organización y más concretamente, al transporte de alimentos por parte de las entidades colaboradoras y benéficas.

Los alcances 1 y 2, anteriormente mencionados, se calculan mediante una aplicación (calculadora) desarrollada por el MITECO (MITECO, 2024) a partir de los datos obtenidos de los BdAs con la encuesta que se describe en el apartado 3.3.1. Sin embargo, el alcance 3 relativo al transporte de alimentos es difícil de cuantificar sin herramientas de análisis espacial propias de los SIG. La metodología propuesta los incorpora, no sólo en esta fase de cálculo, sino también con el objetivo de optimizar las rutas de transporte utilizando indicadores socio económicos como la tasa de pobreza.

Figura 2: Esquema metodológico común integrando los SIG



Fuente: Elaboración propia a partir de (Farías & De los Ríos, 2023).

3.3. Descripción de los datos

3.3.1. Encuesta

La encuesta diseñada integra 4 apartados principales que combinaban escalas de Likert y respuestas abiertas: Datos generales; Emisiones directas: consumo anual de combustible; Emisiones Indirectas: consumo anual de electricidad y otras Emisiones Indirectas: consumo por adquisición de materiales y generación de residuos.

Tabla 1: Datos base de la encuesta

Alcance	Indicador	Variable	# Preguntas	Resultado
0: Datos Generales	Datos Generales		7	Dato para calcular la HC
	Cálculo HC previos	t CO2e	1	
1: Emisiones Directas	Consumo estacionario	Combustible	2	
	Consumo móvil	Combustible	5	

	Consumo fugitivo	Refrigerante	4
	Consumo eléctrico fijo	Electricidad	3
2: Emisiones Indirectas	Consumo eléctrico móvil	Electricidad	2
	Energía renovable	Electricidad	3
3: Otras emisiones indirectas	Consumo por adquisición de materiales	Cantidad comprada	7
	Generación de Residuos	Cantidad generada	5

Fuente: Elaboración propia en base al análisis de experiencias previo (Farías & De los Ríos, 2023)

3.3.2. Localización de los BdAs

Se han localizado espacialmente los bancos de alimentos mediante herramientas de geocodificación de direcciones postales. Para ello, se ha utilizado la herramienta “Geocode CSV with Geocode Service” del programa QGIS.

3.3.3. Cartografía de referencia

Se ha utilizado información geográfica en formato shapefile procedente del Instituto Geográfico Nacional (IGN), en concreto las correspondientes a los límites municipales y las vías de comunicación.

3.3.4. Indicadores

Partiendo de los datos disponibles para realizar el análisis y comparación a través del SIG, se ha utilizado el indicador tasa de riesgo de pobreza de la Comunidad Foral de Navarra a nivel de término municipal, lo que permite identificar las zonas más necesitadas de Navarra y determinar la relación entre el transporte desde los BdA a estas zonas y la HC, buscando, mediante la capacidad de análisis de los SIG, la ruta óptima de mínimo coste en términos de emisiones de GEI.

4. Resultados

4.1. Resultados obtenidos a partir de la encuesta

La tabla 2 muestra la estimación de la HC de los BdAs de Navarra y de Bilbao (Bizkaia) calculada con la aplicación MITECO y a partir de los datos de la encuesta. Los resultados obtenidos avalan la idoneidad de las preguntas planteadas, lo que permitirá ampliar el cálculo de la HC a la totalidad de los 54 BdA de España.

En el cálculo de la HC se establece la diferencia entre emisiones directas, aquellas procedentes de fuentes controladas por la organización (alcance 1), emisiones indirectas las cuales se generan como consecuencia de la actividad eléctrica de la organización (alcance 2) y las no controladas que dependen de otra institución (alcance 3) (GHG, 2023; IHOBE, 2012, 2013).

Se observa que la HC del BdA de Navarra es 2.6 veces inferior a la del BdA de Bilbao (Gráfico 1). Esta diferencia se debe a:

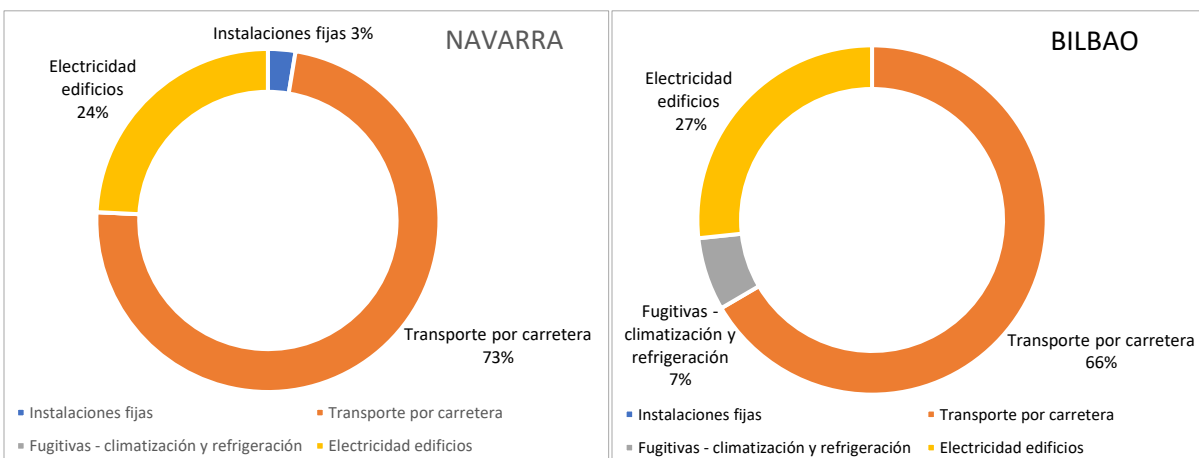
- El BdA de Navarra dispone de tres vehículos frente a los ocho del de Bilbao.
- El BdA de Navarra utiliza energías 100% renovables en una de sus dos instalaciones.
- El BdA de Bilbao realizó recargas de refrigerantes en el año 2022.

Tabla 2: Resultado Estimación Huella de Carbono (t CO₂ e) 2022

Alcance 1: Emisiones Directas	Navarra	Bilbao
Instalaciones fijas	0.58	-
Vehículos y maquinarias	16.30	38.85
Emisiones Fugitivas	-	3.94
Alcance 2: Emisiones Indirectas		
Consumo de electricidad	5.39	15.56
Huella de Carbono del BdA	22.27	58.35

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 1: Resultados de la HC: Valores Porcentuales



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos.

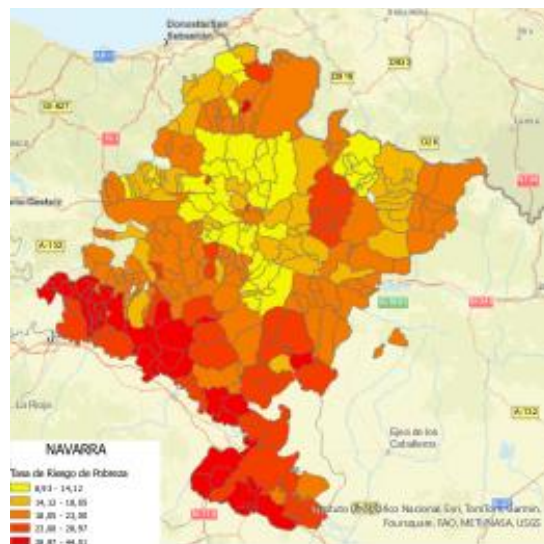
4.2. Implementación de las herramientas SIG

Mediante la incorporación del SIG, es posible estimar parte del alcance 3 utilizando herramientas de análisis de redes que permiten cuantificar, en términos de emisiones de GEI, el transporte de los alimentos mediante la representación digital de las rutas como elementos lineales y extrayendo la propiedad longitud de las mismas. Esta fase del trabajo se realiza utilizando los mapas base de vías de comunicación disponibles en formatos legibles por los programas SIG.

Las funciones de análisis de redes van a permitir, no sólo calcular de manera automática los kilómetros recorridos en el reparto de alimentos, sino disminuir la HC optimizando las rutas de transporte para controlar el gasto de combustible.

En este sentido, y con el objetivo de determinar el destino de los alimentos, se ha procedido a determinar los términos municipales de Navarra con mayor riesgo de pobreza, vinculando el indicador obtenido de la página Sistemas de Indicadores de Navarra con los términos municipales descargados del IGN (Figura 3), buscando patrones espaciales (aleatorio, disperso o conglomerado) que expliquen la variabilidad de este indicador. Para ello se ha empleado el software GeoDA (Anselin, Ibnu & Youngihn, 2016), software gratuito y de código abierto, para estudiar la autocorrelación espacial mediante el índice de Moran, tanto global como local utilizando en su cálculo la matriz de pesos *Queen* (contigüidad de primer orden). Los resultados han puesto en evidencia que existe autocorrelación espacial de tipo *clustering* (I de Moran=0.716) considerando todo el territorio.

Figura 3. Tasa de riesgo de pobreza por TM de Navarra



Fuente: Elaboración propia a partir de las informaciones de lo BdAs

Al estudiar la autocorrelación espacial local se aprecian dos zonas claramente diferenciadas que se muestran en la figura 4 en rojo y en azul. La zona azul corresponde a los municipios con baja tasa de pobreza rodeados también de municipios con tasa baja, mientras que en las zonas rojas, las tasas son altas tanto en el municipio como en los que le circundan. El nivel de significación (p-valor) se muestra en la figura 5, indicando en gris las áreas no significativas y en verde, de más claro a más oscuro, las más significativas.

Con esta información y con el objetivo de cuantificar la influencia del transporte en la HC, se han trazado posibles rutas de transporte de los alimentos, partiendo de la localización de las zonas con mayor tasa de pobreza y los BdAs más próximos. Aunque nuestro caso de estudio se refiere al banco de Navarra, se ha calculado también la ruta desde el banco de La Rioja para optimizar la eficiencia del transporte, siendo éste el factor más influyente en el cálculo de la HC.

Además, se asignaron espacialmente las emisiones calculadas a las ubicaciones de los BdAs y a las rutas de transporte, siendo posible identificar las áreas donde se generan las mayores emisiones e identificar oportunidades de reducción de éstas.

Se han tomado como ejemplo de análisis de transporte, 3 términos municipales con alta tasa de riesgo de pobreza: Lodosa, Viana y Lapoblación. Al calcular la distancia por carretera del BdA de Navarra a estos TM, se observa que suman un total de 132 km mientras que si el transporte se hiciera desde el BdA de La Rioja la distancia pasaría a 48 km, con la consiguiente reducción de emisiones procedentes de carburante móvil.

Figura 4: Correlación espacial de tasa de pobreza

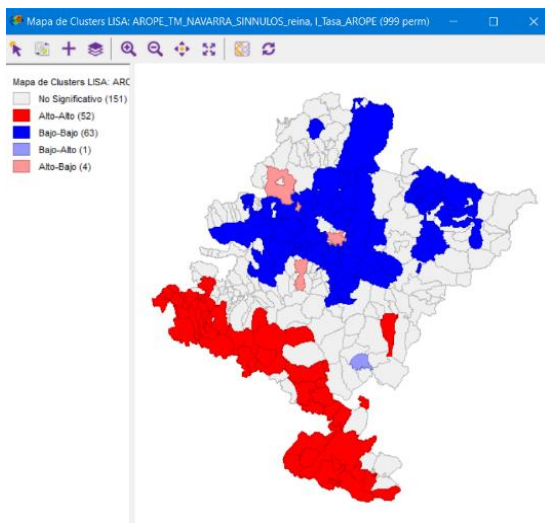
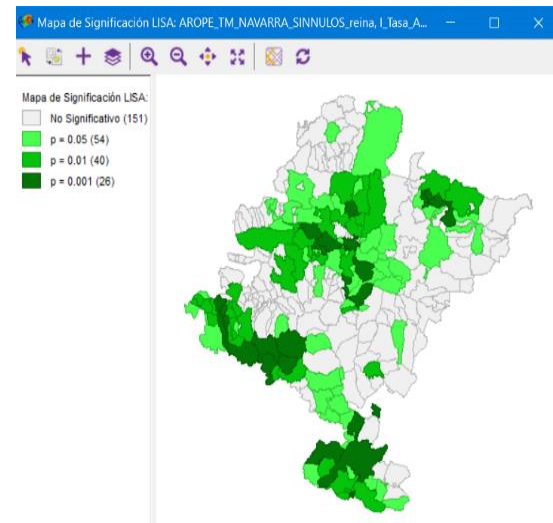


Figura 5: Representación de los valores significativos según el p-valor



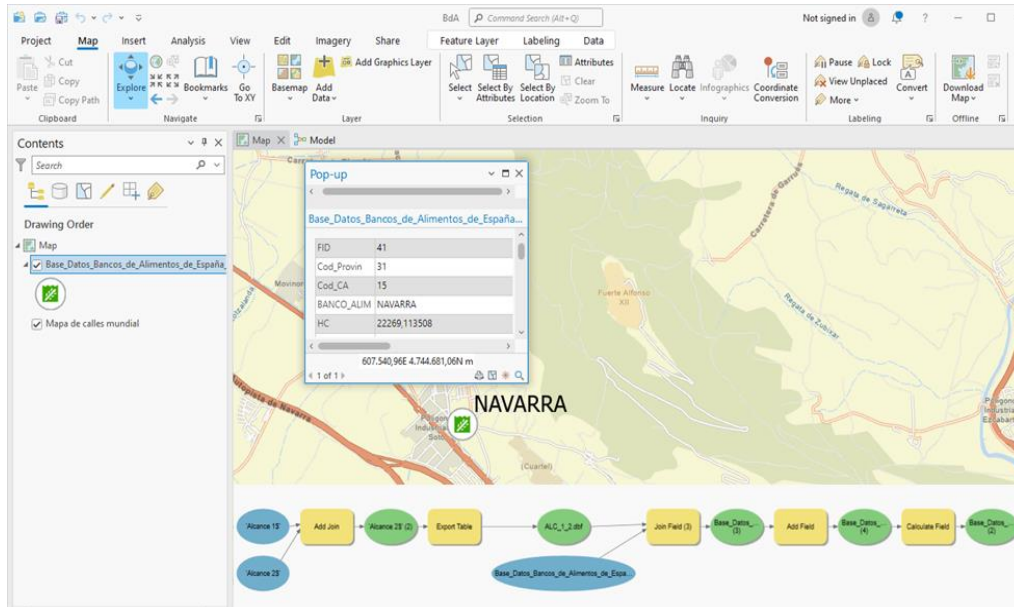
Fuente: Elaboración propia a partir de GeoDA

4.3. Difusión de resultado desde el SIG

Las herramientas de visualización de los SIG permiten representar las rutas de transporte actuales junto con las nuevas obtenidas al incorporar la tasa de pobreza en el análisis de redes. Si junto a la HC calculada mediante la calculadora MITECO se le asigna a cada ruta su correspondiente valor de emisión de GEI, se hace posible que los BdA consideren la posibilidad de modificar las redes de reparto si el objetivo es minimizar su HC.

En la figura 6 se puede ver la integración de los datos obtenidos de la calculadora MITECO con la capa de los BdAs y en particular del BdA de Navarra.

Figura 6: Visualización de la HC de Navarra en ArcGIS Pro



Fuente: Elaboración propia a partir de la información de los BdAs

Para la exposición de resultados se ha utilizado el Geoportal de la Cátedra de Alimentos FESBAL-UPM, específicamente la herramienta SIG ArcGIS StoryMaps, mostrando de forma atractiva a través de mapas los resultados obtenidos. Esta herramienta permite publicar como una historia la trayectoria del proyecto, facilitando el entendimiento y la posterior toma de decisiones. Los SIG son una herramienta de difusión de resultados eficiente, a través de las distintas visualizaciones, como se muestra en la figura 7.

Figura 7: Visualización de resultados desde el ArcGIS StoryMaps



Fuente: Elaboración propia a partir de las informaciones de lo BdAs

5. Conclusiones a la actualidad de la investigación

Las consideraciones finales del proyecto son:

- La encuesta diseñada ha permitido calcular los alcances 1 y 2 de la HC de los BdAs, aportando información para la planificación y administración eficiente de los recursos. Las actividades propias (internas) de los BdA no generan una gran cantidad de emisiones de GEI, siendo las actividades vinculadas con otras organizaciones y no controladas por los bancos (alcance 3), las que tienen un impacto más significativo en la HC.
- El alcance 3 correspondiente al transporte de alimentos desde las entidades donantes hasta las entidades beneficiarias, se puede obtener mediante la georreferenciación de los BdAs y la digitalización de las rutas de transporte sobre los mapas base de vías de comunicación existentes.
- Mediante las herramientas de análisis de redes propias de los SIG es posible diseñar nuevas rutas de transporte de alimentos de mínimo coste medioambiental en términos de GEI. Para ello es necesario reducir el kilometraje de los desplazamientos identificando previamente el destino de los alimentos mediante la localización de las zonas más desfavorecidas.
- Con la metodología planteada es posible calcular la HC del transporte de alimentos desde la ubicación espacial de las entidades colaboradoras hasta los beneficiarios y tomar decisiones que optimicen la organización y planificación de los BdAs.
- El cálculo de índices de correlación espacial que incorporan los SIG permite determinar las zonas más necesitadas de alimentos identificando patrones espaciales.
- Las herramientas de visualización y representación de resultados de los SIG suponen un acercamiento a la sensibilización y concienciación de los ciudadanos con el medioambiente.

6. Referencias

- AEIPRO. (26 de abril de 2021). *The AEIPRO Awards for Excellence in Projects 2021*. Obtenido de AEIPRO: <https://www.aepro.com/es/noticias/1347-entrega-de-los-premios-aeipro-a-la-excelencia-en-proyectos-2021.html>
- Afonso, A. (2019). *Towards a Strategic Plan for Food Banks to align with the SDG*. España: FESBAL.
- Anselin, L., Ibnu, S. & Youngihn, K. (2006). GeoDa: An Introduction to Spatial Data Analysis. *Geographical Analysis* 38 (1),5-22.
- Brown, C. & Brigham, C. (2021). How GIS and Geography are Playing a Strategic Role in Implementing the SDGs. Obtenido el 21 de marzo de 2024, desde <https://unstats.un.org/unsd/undataforum/blog/geography-in-implementing-the-SDGs/>
- Casal, C. (2020). *Food Banks against hunger and waste*. Madrid: Aries Grupo de Comunicaciones.
- Castañeda, R., Carlos Avila Cerón, Ignacio De los Ríos-Carmenado, Larissa Domínguez & Sergio Gomez. (2022). Implementing the voluntary guidelines on the responsible governance of tenure of land, fisheries and forests from the working with people model: lessons from Colombia and Guatemala, *The Journal of Peasant Studies*, DOI: 10.1080/03066150.2022.2120811

- Cazorla, A., De Los Ríos, I., & Salvo, M. (2013). Working With People (WWP) in rural development projects: A proposal from social learning. *Cuadernos De Desarrollo Rural*, 10(70), 131-157.
- Cazorla, A. & De los Ríos, I. (2018). Principles for a Responsible Investment in Agriculture and Voluntary Guidelines on the Responsible Governance of Tenure of Land: Links with University. In: Team GESPLAN, Polytechnic University of Madrid, Spain.
- CSA. (2014). *Principles for responsible investment in agriculture and food systems*. Roma: FAO (www.fao.org/cfs).
- Carballo Penela, A. , Garcia-Negro, M. & Doménech Quesada, J.L. (2009). The MC3 is a methodological alternative to estimate the Corporate Carbon Footprint (CCF). *Desarrollo Local Sostenible*, 1-16.
- Dasgupta, A. (2023). *Geospatial will facilitate sustainable development*. Geospatial world advancing.
- De los Ríos-Carmenado, I., Rivera, M. & García, C. (2016). “Redefining Rural Prosperity Through Social Learning in the Cooperative Sector: 25 Years of Experience from Organic Agriculture in Spain.” *Land Use Policy* 54: 85–94.
- De los Ríos, I., Polo C., Otero, P. & Castaño, J. (2016). Madrid Food Bank: 20 years working on volunteering project in favor of needed people. *20th Internacional Congress on Project Management and Engineering*, AEIPRO-IPMA, (págs. 341-253). Cartagena.
- De los Ríos, I., Cazorla, A. Sastre, S. & Cadeddu, C. (2016). New university-society relationships for rational consumption and solidarity: actions from the Food Banks-UPM Chair. In: Escajedo, L. and De Renobales Scheifler, M. *Envisioning a future without food waste and food poverty. Societal challenges*, pp 181 – 190. Wageningen Academic Publishers.
- De los Ríos Carmenado, I., Alfonso Gallegos, A., Quintanero Lahoz, S., Ortega Rincón, R., Nole Correa, P., Zuluaga, L. C., & Roncancio Burgos, M. (2022). FESBAL-UPM Food Bank Chair and the Service-Learning Projects from the “Working with People” perspective. *Springer Proceedings in Business and Economics Sciendo*, 5. España: Proceedings of the 7th International Conference ESPERA.
- Díaz-Puente, J. M., Montero, A. C., & de los Ríos Carmenado, I. (2009). Empowering communities through evaluation: some lessons from rural Spain. *Community Development Journal*, 44(1), 53-67.
- Eriksson, M. & Spångberg, J. (2017). Carbon footprint and energy use of food waste management options for fresh fruit and vegetables from supermarkets. *ELSEVIER*, 786-799.
- Eriksson, M. & Strid, I. (2015). Carbon footprint of food waste management options in the waste hierarchy e a Swedish case study. *ELSEVIER*, 115-125.
- Farías Estrada, I. & De Los Ríos Carmenado, I. (2023). The Carbon Footprint of the Food Banks: Conceptual Framework and Review of Experiences. *27th International Congress on Project Management and Engineering*, (págs.1219-1235). San Sebastián, España.
- FESBAL. (5 de Diciembre de 2023). *Spanish Federation of Food Banks*. Obtenido de [fesbal.org](https://www.fesbal.org): <https://www.fesbal.org.es/premios-y-reconocimientos>
- FESBAL. (13 de abril de 2023). *Spanish Federation of Food Banks*. Obtenido de [fesbal](https://www.fesbal.org): <https://www.fesbal.org.es/informes-catedra-bda-upm>

- FESBAL. (03 de 07 de 2023). *Spanish Federation of Food Banks*. Obtenido de FESBAL: <https://www.fesbal.org.es/>
- Fontana, A., De los Ríos Carmenado, I., Villanueva-Penedo, J., Ulloa-Salazar, J., & Santander-Peralta, D. (2018). Strategy for the Sustainability of a Food Production System for the Prosperity of Low-Income Populations in an Emerging Country: Twenty Years of Experience of the Peruvian Poultry Association. *Sustainability*, 10(11), 4035.
- GHG. (29 de MAYO de 2023). *GREENHOUSE GAS PROTOCOL*. Obtenido de https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/protocolo_spanish.pdf
- Herrera-Reyes, A. T., Carmenado, I. D. L. R., & Martínez-Almela, J. (2018). Project-based governance framework for an agri-food cooperative. *Sustainability*, 10(6), 1881.
- IHOBE. (2013). *7 Methodologies for calculating Greenhouse Gas emissions*. Bilbao: Ihobe, Sociedad Pública de Gestión Ambiental.
- IHOBE. (2012). *Methodological guide for the application of the UNE-ISO 14064-1:2006 standard for the development of Greenhouse Gas inventories in organizations*. Bilbao: Ihobe, Sociedad Pública de Gestión Ambiental.
- Jones, J. (2019). *GIS project management approach for implementation of GIS for planning organizations*. DOI:10.13140/RG.2.2.14791.04000: ResearchGate.
- Khushi, S., Ahmad, S. R., Ashraf, A., & Imran, M. (2020). Spatially analyzing food consumption inequalities using GIS with disaggregated data from Punjab, Pakistan. *Analyzing food patterns in Punjab using disaggregated data with GIS*. *Food security*, 12, 1283-1298.
- MITECO. (2015). *Guide for calculating the Carbon Footprint and for developing an improvement plan for an organization*. España: Ministerio de Transición Ecológica. Obtenido de https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/guia_huella_carbono_tcm30-479093.pdf
- MITECO. (31 de MAYO de 2024). Obtenido de MITECO: <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/calculadoras.html>
- Mohamadzadeh, P., Pourmoradian, S., Feizizadeh, B., Sharifi, A., & Vogdrup-Schmidt, M. (2020). A GIS-based approach for spatially-explicit sustainable development assessments in East Azerbaijan Province, Iran. *Sustainability*, 12(24), 10413.
- Naciones Unidas & CEPAL. (2018). *Agenda 2030 and the Sustainable Development Goals*. Santiago, Chile: Naciones Unidas LC/G.2681/Rev.2/-*.
- Núñez Monroy, J. & Núñez Palacios, R.A. (2012). Carbon Footprint: beyond a measuring instrument. Need to know its true impact. *Proceedings – IV International Latina Congress of Social Communication – IV CILCS – Universidad de La Laguna, diciembre 2012* (págs. 1-17). Mexico: Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Querétaro, México – A01201545@itesm.mx .
- Peña Osorio, M. Y. (2010). *GIS participation in planning's instruments and urbanistic norm formulation*. *Ventana Informática* (22).
- Rocancio Burgos, M.; De Los Ríos Carmenado, I. & Zuluaga, C. (2023). *GIS Applied in the Management of Responsible Consumption Awareness Projects*. San Sebastián, España. : 27th International Congress on Project Management and Engineering.

Stratta, R., De los Ríos, I. & López, M. (2017). Developing Competencies for Rural Development Project Management through Local Action Groups: The Punta Indio (Argentina) Experience. In: International Development. Appiah-Opoku, S. (Ed). InTech, 2017, Chapter 8, pp 153–172.

Tapia, M. S. & López, S. E. (2020). Food Banks. A Model that works worldwide in the fight against hunger. *AgEcon SEARCH: Research in Agricultural & Applied Economics*, 167-182.

Yagoub, M. M., Al Hosani, N., Alshehhi, A., Aldhanhani, S., & Albedwawi, S. (2022). Remote sensing and GIS for food banks. *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 10, 293-299.

Comunicación alineada con los Objetivos de Desarrollo Sostenible

