



**Universidad
Zaragoza**

Trabajo Fin de Máster

Análisis del impacto de factores técnicos,
socioeconómicos y ambientales en la huella
ecológica local de Zaragoza.

Analysis of the impact of technical, socioeconomic and
environmental factors in the local ecological footprint of
Zaragoza.

Autor:

Pedro José Fañanás Viñuales

Director:

José María Agudo Valiente

Titulación del autor:

Máster en Ingeniería Industrial

ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
2020

Análisis del impacto de factores técnicos, socioeconómicos y ambientales en la huella ecológica local de Zaragoza. RESUMEN

El trabajo realizado se basa en el análisis de factores que se relacionen, tanto directa como indirectamente, con las variables de cálculo de la Huella Ecológica local en el entorno delimitado en Zaragoza, indicador de sostenibilidad en la zona. Fundamentado con el propósito de demostrar que para desarrollar Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) se debe actuar sobre todos los ámbitos de la sociedad.

El análisis se desarrolla en tres etapas, en la primera se realiza un estudio del concepto y cálculo de la Huella Ecológica, para establecer un proceso de búsqueda de fuentes de datos con interés en ser analizados como factores externos.

La segunda etapa desarrolla un análisis gráfico de datos para detectar relaciones con la herramienta Microsoft POWER BI, este análisis requiere previamente de una estructuración común de datos para establecer un esquema lógico de relaciones. Las relaciones gráficas observadas son justificadas con información adicional de fuentes consistentes.

En la tercera etapa se describe un análisis matemático de las relaciones observadas y justificadas, basado en un proceso de regresión con variables múltiples desarrollado con MATLAB tomando como variables los factores externos. En este análisis se requiere un proceso previo para adimensionalizar las variables, así como establecer una jerarquía en varios niveles para relacionar de forma más o menos directa las variables. Finalmente, las expresiones matemáticas obtenidas se valoran bajo un criterio común en base al factor de escala y al signo de cada variable para eliminar resultados aceptables numéricamente pero representativamente incoherentes de la realidad, y de esta forma obtener una expresión numérica que defina de forma correcta y coherente las relaciones observadas y justificadas de los factores externos.

La cuarta y última etapa del análisis es la recopilación de resultados que verifique que se ha desarrollado un procedimiento riguroso en el que cada etapa se fundamenta en las conclusiones de la anterior. De tal forma que se obtenga una conclusión final que permita argumentar el propósito de demostrar que para desarrollar Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) se debe actuar sobre todos los ámbitos de la sociedad.

INDICE

MEMORIA

1. INTRODUCCIÓN	
1.1. OBJETO Y ALCANCE	3
1.2. CONCEPTO DE HUELLA ECOLÓGICA	4
1.3. ANTECEDENTES HISTÓRICOS	5-6
1.4. CÁLCULO DE LA HUELLA ECOLÓGICA	7
1.5. FUENTES DE DATOS PARA DESARROLLAR EL CÁLCULO	7
2. ESTUDIO DE BASES DE DATOS COMO FACTORES EXTERNOS	8
3. ANÁLISIS GRÁFICO DE LAS RELACIONES EN POWER BI	
3.1. PROCEDIMIENTO DESARROLLADO	9
3.2. OBSERVACIONES GRÁFICAS EN POWER BI	10-14
3.3. ANÁLISIS DE LAS OBSERVACIONES	15-19
4. ANÁLISIS MEDIANTE REGRESIONES DE VARIABLES MÚLTIPLES EN MATLAB	20-21
5. RESUMEN DEL ANÁLISIS	21
6. CONCLUSIONES DEL TRABAJO	22
7. BIBLIOGRAFÍA	23-28

ANEXOS

A.1. DATOS HUELLA ECOLÓGICA	
A.1.1. CÁLCULO HUELLA ECOLÓGICA	
A.1.1.1. CÁLCULO HUELLA ECOLÓGICA PROCEDIMIENTO	29-31
A.1.1.2. CÁLCULO HUELLA ECOLÓGICA BASES DE DATOS	32
A.1.2. BASES DE DATOS DE FACTORES EXTERNOS	32-35
A.2. ANÁLISIS DE DATOS	36-38
A.3. GRÁFICAS RELACIONES EN POWER BI	
A.3.1. ANÁLISIS GENERAL HUELLA ECOLÓGICA	39-40
A.3.2. ANÁLISIS GENERAL CONSUMOS ENERGÉTICOS	41-42
A.3.3. ANÁLISIS RELACIONES PRIMARIAS	
A.3.3.1. ANÁLISIS RELACIONES PRIMARIAS EN ALIMENTACIÓN	43-46
A.3.3.2. ANÁLISIS RELACIONES PRIMARIAS EN BIENES DE CONSUMO	46-47
A.3.3.3. ANÁLISIS RELACIONES PRIMARIAS EN TRANSPORTE	47-48
A.3.3.4. ANÁLISIS RELACIONES PRIMARIAS EN VIVIENDA Y SERVICIOS	48
A.3.4. ANÁLISIS DE FACTORES ECONÓMICOS	
A.3.4.1. ANÁLISIS DE FACTORES ECONÓMICOS EN ALIMENTACIÓN	49-51
A.3.4.2. ANÁLISIS RELACIONES ECONÓMICOS EN BIENES DE CONSUMO	52
A.3.4.3. ANÁLISIS RELACIONES ECONÓMICOS EN TRANSPORTE	53
A.3.4.4. ANÁLISIS RELACIONES ECONÓMICOS EN VIVIENDA Y SERVICIOS	53
A.3.5. ANÁLISIS DE FACTORES CLIMATOLÓGICOS	
A.3.5.1. ANÁLISIS CLIMATOLÓGICO EN EL RENDIMIENTO DE CULTIVOS	54
A.3.5.2. ANÁLISIS CLIMATOLÓGICO EN EL CONSUMO ENERGÉTICO	54
A.3.6. ANÁLISIS DE FACTORES SOCIALES	
A.3.6.1. ANÁLISIS FACTORES SOCIALES EN ALIMENTACIÓN	55-56
A.3.6.2. ANÁLISIS FACTORES SOCIALES EN EL CONSUMO ENERGÉTICO	56-57
A.4. INFORMACIÓN ADICIONAL GRÁFICA	58-65
A.5. REGRESIONES EN MATLAB	66-77

1. INTRODUCCIÓN

1.1. OBJETO Y ALCANCE

El objeto de este Trabajo Fin de Máster es analizar la influencia de factores que se relacionen, tanto directa como indirectamente, con las variables de cálculo de la Huella Ecológica local en el entorno delimitado en Zaragoza, indicador de sostenibilidad en la zona. Dichos factores serán obtenidos del estudio de fuentes de datos basado en la relevancia de su relación.

El propósito del análisis es demostrar que para desarrollar Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) se debe actuar sobre todos los ámbitos de la sociedad. Para ello este procedimiento propone establecer varios niveles de impacto en los cuales ubicar los datos obtenidos de las fuentes estudiadas, de forma que se identifiquen los factores que mayor repercusión tienen sobre la Huella Ecológica Local en Zaragoza. Dichos niveles de impacto han de ser justificados numéricamente y deben permitir desarrollar expresiones matemáticas obtenidas a partir de regresiones de variables múltiples.

La motivación de desarrollar regresiones de variables múltiples en este análisis de datos viene precedida por las siguientes palabras: *“A technique which is commonly used to examine the relationship between a so-called explained variable (here the ecological footprint) and explanatory variables (here the socioeconomic-demographic factors) is multivariate regression.”*(Lenzen & Murray, 2003, p.)²⁵

El alcance del trabajo se basa en los siguientes apartados:

- Identificar las fuentes de datos relacionadas directamente con el cálculo de la Huella Ecológica, en concreto el cálculo de la Huella Ecológica Local de Zaragoza en el periodo comprendido entre 2005 y 2016.
- Estudiar posibles fuentes de datos con influencia significativa sobre la Huella Ecológica o sobre las variables que desarrollan su cálculo.
- Analizar mediante herramientas gráficas las relaciones entre bases de datos, composición y combinación de estas con el fin de observar correlaciones.
- Justificar las correlaciones observadas con fuentes externas que analicen las relaciones, llegando a establecer en algunas de ellas su causalidad.
- Analizar mediante herramientas de cálculo matemático las relaciones gráficas.
- Resumir mediante expresiones matemáticas las conclusiones del análisis de forma que tenga un alto grado de generalización a otros escenarios.
- Obtener una reflexión en base a los resultados sobre el impacto de ciertos factores representativos de la actividad social en la sostenibilidad de la zona de estudio, generalizable a otros indicadores de objetivos de desarrollo sostenible (ODS).

1.2. CONCEPTO DE HUELLA ECOLÓGICA

El concepto de Huella Ecológica fue creado y desarrollado por Wackernagel & Rees (1996) en su libro *“Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth”*.³⁶ Su propósito era determinar la superficie de tierra necesaria para abastecer las necesidades de una población. Con su magnitud de medida en hectáreas per cápita, obtenida a partir del consumo de recursos naturales transformado en consumo de tierra biológicamente productiva. Una definición más específica del concepto fue desarrollada por Quesada (2007) como *“el total de espacios de tierra y mar, ecológicamente productivos, necesarios para producir todos los recursos consumidos por una población y para asimilar todos sus desechos”*.¹⁰

Cabe destacar que Wackernagel & Rees (1996) defienden demostrar la dependencia de los humanos en la naturaleza y la capacidad de esta para soportarla, no se centran en demostrar el impacto negativo de la actividad humana. Tal y como reflejaron con sus palabras en su libro; *“The Ecological footprint is not about “how bad the things are”. It is about humanity’s continuing dependence on nature ...”*³⁶ Es decir, defienden la sociedad como un subsistema natural; *“Human society is a subsystem of ecosphere, that human beings are embedded in nature.”*³⁶

Como magnitud de capacidad se atiende al concepto de capacidad de carga, definida por Palmero (2004) como *“la capacidad que tiene un ecosistema para sustentar y mantener al mismo tiempo la productividad, adaptabilidad y renovabilidad de los recursos”*.³³ Igualmente expresada en hectáreas per cápita.

Comparando el valor de la huella ecológica con el de la capacidad de carga se llegará a la conclusión de si la población de estudio presenta un déficit ecológico o por el contrario un superávit. Permitiendo desarrollar un indicador de sostenibilidad.

Pese a que la capacidad de carga depende de la zona y el contexto temporal en el cual se analice. Un valor característico podría ser de 1,7 hag/cap (Global Footprint Network, 2013)¹⁴. Estableciendo un valor a nivel global en un marco temporal intermedio en estos últimos años objetos de estudio. Valor muy próximo al mencionado por Wackernagel (1999) de 2 ha per cápita; *“only 2 ha per capita of land and sea space are available for human use”*.³⁷

La Ilustración 1.Concepto_HE representa de forma sencilla y clara el concepto de huella ecológica para un escenario con déficit ecológico donde la huella ecológica supera la capacidad de carga y para un escenario sostenible con capacidad de carga suficiente.



Ilustración 1. Concepto_HE (Recuperado de Wackernagel, 1997, p. 385)

1.3. ANTECEDENTES HISTÓRICOS

El desarrollo de conceptos teóricos relacionados con la sostenibilidad y sus posteriores planes de acción no se fomentan ni establecen de forma consistente y global hasta finales del siglo XX y principio del siglo XXI. Los hitos más representativos en cuanto a sostenibilidad y concepto de Huella Ecológica tanto de forma global como en el entorno de Zaragoza son los siguientes;

- Creación del PNUMA en 1972 (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente).
- Félix Rodríguez de la Fuente, a través del programa de televisión “Planeta Azul” emitido en 1972, describe la sociedad actual como “la sociedad de la basura”.
- El concepto de sostenibilidad fue introducido en 1981 por Lester Brown, fundador del Worldwatch Institute. Definía el desarrollo sostenible como *“aquella que satisface sus necesidades sin disminuir las perspectivas de las futuras generaciones”*.
- Se lanza el primer programa de la ONU sobre el ambiente en 1982 mediante la Carta mundial de la naturaleza.
- Desarrollo del Informe en 1987 de la Comisión Mundial sobre el medio ambiente y desarrollo “Nuestro futuro común” (informe Brundtland). Define el desarrollo sostenible como *“Aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades”*.
- Se establece en 1988 el Panel intergubernamental en cambio climático (IPCC)
- Surge la Agenda 21 en 1992 de la Conferencia sobre Medio Ambiente y Desarrollo, conocida como “Cumbre de la Tierra” que la Organización de Naciones Unidas (ONU) convocó en Río de Janeiro, Brasil
- El concepto de Huella ecológica se expone por M.Wackernagel y W.E.Rees en 1996 como *“el área de territorio biológicamente productiva necesaria para producir los recursos utilizados y asumir los residuos producidos por una población definida, con un nivel de vida específico, indefinidamente, donde quiera que se encuentra esa área”*.
- Se establece el Protocolo de Kioto en 1997 de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible conocida como RIO+5.
- Se aprueba la implantación de la Agenda 21 Local con sus indicadores de sostenibilidad en la ciudad de Zaragoza en el 2000 por el Ayuntamiento de Zaragoza. Con treinta y cinco indicadores, diez indicadores comunes propuestos por la Unión Europea y veinticinco indicadores locales diseñados específicamente para Zaragoza. Entre ellos se encuentra el indicador N°G1 HUELLA ECOLÓGICA con periodicidad quinquenal.
- Se celebra en 2002 la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible Johannesburgo conocida como RIO+10.

- James Leape declara en 2006 como director general de la fundación World Wildlife Fundation (WWF) “Estamos hablando de un serio déficit ecológico; estamos consumiendo los recursos más rápido de lo que la Tierra los puede reponer”.
- Se pone en manifiesto de la importancia de indicadores que cuantifiquen de forma estandarizada la sostenibilidad en declaraciones de Juan Luis Doménech Quesada en 2007, *“No podremos emprender acciones para la sostenibilidad si ni siquiera hemos medido esta y ni siquiera sabemos si somos o no sostenibles”*.
- Se aprueba el texto refundido de la LCSP por el Real Decreto Legislativo 3/2011. Para dar cumplimiento a la disposición final 32ª de la Ley 2/2011, de Economía Sostenible.
- Se aprueba en el ámbito de la eficiencia energética, la Ley 15/2014, de racionalización del Sector Público y otras medidas de reforma administrativa.
- Se crea el registro de la huella de carbono, compensación y proyectos de absorción de dióxido de carbono en El Real Decreto 163/2014.
- En 2019 se publica “COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS”.
- Se aprueba la Orden PCI/86/2019, con el Plan de Contratación Pública Ecológica de la Administración General del Estado, sus organismos autónomos y las entidades gestoras de Seguridad Social (2018-2015).

1.4. CÁLCULO DE LA HUELLA ECOLÓGICA

Cálculo basado en el procedimiento desarrollado por Wackernagel (1997), definido como “método compuesto”³⁸ con el objeto de ser aplicado a las huellas de los países. A diferencia del “método basado en componentes”⁷ desarrollado por Chambers (2002), con objeto de ser aplicado en el entorno de una actividad.

En este método el cálculo de la huella se descompone en tres componentes; huella relativa al consumo de recursos bióticos, huella relativa al consumo energético y huella relativa a la construcción de edificios e infraestructuras. Las expresiones de cálculo de cada una de ellas se adjuntan en ANEXO A.1.1.1. CÁLCULO HUELLA ECOLÓGICA PROCEDIMIENTO.

De esta forma se definen seis tipos de tierra diferentes en relación con estos componentes; Cultivos, Pastos, Espacio marino productivo, Bosques, Terreno Construido y Bosques destinados a la absorción de CO₂. Una descripción detallada de cada tipo de tierra se adjunta en en ANEXO A.1.1.1. CÁLCULO HUELLA ECOLÓGICA PROCEDIMIENTO como Tabla 1.Tipos_Tierra.

Estos tipos de tierra describen el consumo de cada actividad en una determinada área. Para clasificar estas actividades se representan cinco tipos de componentes; Alimentación, Bienes de Consumo, Vivienda, Transporte y Servicios. La descripción de cada uno de ellos se encuentra en la Tabla 2.Componentes_HE de ANEXO A.1.1.1. CÁLCULO HUELLA ECOLÓGICA PROCEDIMIENTO.

Con esta clasificación se relaciona cada componente relativo a un grupo de actividades con las tipologías de tierra que consume. Tal y como resume la Tabla 3.Relación_Componentes_HE-Tierras de ANEXO A.1.1.1. CÁLCULO HUELLA ECOLÓGICA PROCEDIMIENTO.

Por último, cabe destacar que este procedimiento de cálculo, como todos, está basado de acuerdo con una serie de consideraciones que es importante tener en cuenta para poder interpretar correctamente los resultados, así como comparar numéricamente con otros cálculos. Algunas de las consideraciones más relevantes se recogen en ANEXO A.1.1.1. CÁLCULO HUELLA ECOLÓGICA PROCEDIMIENTO.

Los resultados de cálculo de Huella ecológica en Zaragoza se obtienen de los trabajos previos realizados por Artigas (2004)², Artigas (2009)³, Pascual (2003)³⁴, Cantón (2016)⁶, Larraga (2018)²⁴ y Somalo (2019)³⁵.

1.5. FUENTES DE DATOS PARA DESARROLLAR EL CÁLCULO

Las bases de datos de las que se basa el cálculo tienden a respetar la siguiente condición, estar registradas bajo organismos oficiales que acrediten la veracidad de los datos y delimiten los datos en el área de cálculo delimitada. Los principales organismos oficiales son el Ayuntamiento de Zaragoza, el Gobierno de Aragón y los diferentes Ministerios de España. En cuanto a las bases de datos, la Tabla 4.Base_Datos_Cálculo de ANEXO A.1.1.2. CÁLCULO HUELLA ECOLÓGICA BASES DE DATOS, enumera todas las fuentes de datos que se han requerido en los cálculos de Huella Ecológica.

2. ESTUDIO DE BASES DE DATOS COMO FACTORES EXTERNOS

Requisitos buscados en las bases de datos para considerarse factores externos a estudiar:

- Datos numéricos.
- Relación directa o indirecta con los componentes de cálculo de la HE.
- Estructuración de datos en función del tiempo.
- Bases de datos con un volumen de información considerable (cantidad y/o relevancia).
- Bases de datos estáticas.
- Representatividad diversificada en factores técnicos, económicos, sociales, climatológicos y ambientales.
- Bases de datos obtenidas de fuentes consistentes (grado de veracidad y fiabilidad).

El volumen de datos analizado como factores externos es de 55.266 datos, estos datos representan valores numéricos de los factores externos con diferentes registros temporales. Una enumeración completa de cada factor externo, su carácter, su fuente de base de datos, el periodo de registro temporal y el volumen de datos asociado a ese factor se adjunta en ANEXO A.1.1.2. CÁLCULO HUELLA ECOLÓGICA BASES DE DATOS como Tabla 5.Factores_Externos.

En todo el proceso de análisis, tanto en la búsqueda previa de bases de datos para considerar factores externos como en el posterior análisis para determinar las variables de mayor impacto, se busca maximizar la precisión. Es decir, el volumen de datos aceptados (verdaderos positivos), pese a que repercuta en una tasa de acierto menor. Esto significa que es preferible considerar en el análisis factores que no deberían tener representación (falsos positivos) pero haber considerado todos los representativos (verdaderos positivos), a excluir del análisis todo factor con poca representación (verdaderos negativos), lo que provoque excluir algún factor determinante (falsos negativos).

3. ANÁLISIS GRÁFICO DE LAS RELACIONES EN POWER BI

3.1. PROCEDIMIENTO DESARROLLADO

Valoración requerimientos del proceso:

- Identificar los datos relativos a los valores característicos de cada factor externo como identidades independientes y únicas.
- Estructuración de los datos en un formato temporal común.
- Eliminación de incompatibilidades entre bases de datos con diferente periodo de registro.
- Diseñar un modelo Entidad-Relación que permita analizar los datos correctamente.
- Permitir crear a nivel lógico un modelo relacional basado en el modelo E-R diseñado, que permita graficar la relación entre cualquiera de ellas respetando la estructuración de datos temporal.

Diseño del modelo Entidad-Relación:

- Tratar los factores externos como entidades con el correspondiente nombre del factor como atributo identificador.
- Tratar el tiempo como una entidad, con la fecha como atributo identificador.
- Todas las entidades se relacionan con la entidad tiempo.

Estructuración de datos en Excel en base al modelo Entidad-Relación:

- Crear una tabla para cada entidad.
- Para la entidad del tiempo crear una tabla como referencia temporal con una columna de identificación que asigne a cada fecha un número. Se puede observar un fragmento en ANEXO A.2. ANÁLISIS DE DATOS, como Tabla 6.Referencia_Tiempo(Fragmento).
- Para el resto de las entidades, que representan factores externos, añadir a sus tablas la columna de identificación temporal, de forma que cada fila de datos quede asignada a un número de esta columna, que a través de la tabla de referencia temporal queda vinculado de forma indirecta a una fecha. (Campos o columnas quedan asociados a cada registro o fila). Se puede observar un ejemplo de la entidad PIB de Zaragoza como Tabla 7.PIB(%)_Zaragoza en ANEXO A.2. ANÁLISIS DE DATOS.

Modelo Relacional de datos en Power BI:

- Configuración de esquema en estrella con tabla referencia tiempo como núcleo.
- Relaciones con cardinalidad Varios a Uno (*:1).
- Relaciones con filtro cruzado bidireccional.

Esquema del modelo relacional desarrollado en Power BI en ANEXO A.2. ANÁLISIS DE DATOS como Ilustración 2.Esquema_Relaciones_BasesDatos_PowerBI.

3.2. OBSERVACIONES GRÁFICAS EN POWER BI

En este apartado del trabajo únicamente se pretende obtener correlaciones entre los datos, no precipitarse a determinar la causalidad de las relaciones.

- **ANÁLISIS GENERAL HUELLA ECOLÓGICA:**

El valor de Huella Ecológica Local de Zaragoza en el periodo de estudio, 2005 a 2016, resulta en promedio 4,915 ha per cápita al año con una desviación estándar de 0,153 ha. Valor considerablemente superior a 1,7 hag/cap (Global Footprint Network, 2013)¹⁴, o incluso superior a las 2 ha per cápita mencionadas por Wackernagel (1999).³⁷ Este valor queda repartido en promedio con un 63 % en Alimentación, 20 % en Bienes de Consumo, 12 % en Transporte y 5 % en Vivienda y Servicios. La evolución refleja un aumento desde el 2005 al 2009, alcanzando el máximo del periodo de estudio en dicho año. En los siguientes años desciende hasta alcanzar el mínimo del periodo en el 2013, posteriormente hasta el 2016 se produce un aumento. Gráficas de dichas observaciones dadas en Ilustración 3.HE_local_2005-07 e Ilustración 4.HE_local_2008-16 de ANEXOS A.3.1. ANÁLISIS GENERAL HUELLA ECOLÓGICA.

En cuanto a la composición de la Huella Ecológica de Alimentación, componente principal observado anteriormente, queda repartida en promedio para el mismo periodo de estudio en 50 % Pastos, 36 % Mar, 13 % Cultivos y 1 % Energía. Gráficas de dichas observaciones dadas en Ilustración 5.HE_Alimentación_2005-07 e Ilustración 6.HE_Alimentación_2008-16 de ANEXOS A.3.1. ANÁLISIS GENERAL HUELLA ECOLÓGICA.

- **ANÁLISIS GENERAL CONSUMOS ENERGÉTICOS:**

El consumo energético vinculado a los componentes de cálculo de la Huella Ecológica queda establecido en una media de 550.000 tep de Gas Natural, 150.000 tep de Biomasa y 100.000 tep de Petróleo para los Bienes de Consumo. 700.000 tep de Petróleo para el Transporte. 260.000 tep de Gas Natural, 120.000 tep de Energía Eólica y 100.000 tep de Biomasa para Vivienda y Servicios. Y 150.000 tep de Petróleo para la Alimentación. Hay que destacar un pico en el consumo energético con mayor impacto sobre Bienes de Consumo y Vivienda y Servicios en el año 2010. Gráficas dadas en Ilustración 7.ConsumoEnergía[tep]_Alimentación, Ilustración 8.ConsumoEnergía[tep]_Transporte, Ilustración 9.ConsumoEnergía[tep]_B.Consumo e Ilustración 10.ConsumoEnergía[tep]_Vivienda de ANEXOS A.3.2. ANÁLISIS GENERAL CONSUMOS ENERGÉTICOS.

- **ANÁLISIS RELACIONES PRIMARIAS:**

ALIMENTACIÓN:

El componente de Alimentación se vincula a las actividades del sector primario, agricultura, ganadería y pesca. En referencia a los cultivos en Zaragoza destaca que, en superficie agrícola, el trigo, en concreto la variedad de trigo Duro, es el cultivo que abarca mayor extensión de terreno. Sin embargo, la alfalfa es el cultivo que mayor producción en toneladas obtiene. Tal y como se observa en Ilustración 15.Superficie_Cultivos_Zaragoza e Ilustración 16.Producción_Cultivos_Zaragoza de ANEXOS A.3.3.1. ANÁLISIS RELACIONES PRIMARIAS EN ALIMENTACIÓN.

La evolución de la Huella Ecológica de Alimentación refleja una relación con las producciones en toneladas de estos dos cultivos, trigo duro y alfalfa, y con la superficie de cultivo de trigo duro. Gráficas dadas en Ilustración 11.Relación_HE_Alimentación-Producción_TrigoDuro/Alfalfa e

Ilustración 12.Relación_HE_Alimentación-Superficie_TrigoDuro de ANEXOS A.3.3.1. ANÁLISIS RELACIONES PRIMARIAS EN ALIMENTACIÓN.

En el consumo de productos derivados del componente Pastos, destaca el descenso en el consumo de carnes relacionado con la Huella Ecológica de Pastos de Alimentación, observada en Ilustración 14.Relación_HE_Alimentación_Pastos-Consumo_Carnes. Aunque el producto derivado de pastos de mayor consumo son los huevos, observado en Ilustración 17.Consumo_Alimentación_Pastos de ANEXOS A.3.3.1. ANÁLISIS RELACIONES PRIMARIAS EN ALIMENTACIÓN.

En cuanto al consumo de productos derivados del componente Mar, se observa un aumento en el consumo de pescados procesados a diferencia del descenso en el consumo de pescado fresco, sin embargo, este es el producto derivado de Mar que más se consume. Ambos productos muestran una relación con la Huella Ecológica de Mar de Alimentación. Gráficas observadas en Ilustración 14.Relación_HE_Alimentación_Pastos-Consumo_Carnes e Ilustración 18.Consumo_Alimentación_Mar de ANEXOS A.3.3.1. ANÁLISIS RELACIONES PRIMARIAS EN ALIMENTACIÓN.

BIENES DE CONSUMO:

El componente de Bienes de Consumo se vincula al sector industrial, actividades de producción o transformación de productos para darles el valor añadido que demanda el mercado. Por ello se observa una relación de la Huella Ecológica de Bienes de Consumo con el Índice de Producción Industrial y una relación de la Huella Ecológica de Energía de Bienes de Consumo con el Índice de Producción Industrial de Energía. Relaciones observadas en Ilustración 19.Relación_HE_B.Consumo-Indice_Producción_Industrial e Ilustración 20.Relación_HE_Energía_B.Consumo-Indice_Producción_Industrial_Energía de ANEXOS A.3.3.2. ANÁLISIS RELACIONES PRIMARIAS EN BIENES DE CONSUMO.

TRANSPORTE:

El componente de transporte es prácticamente componente de energía, en concreto procedente de combustibles derivados del petróleo. Por ello se observa una relación de la Huella Ecológica de Transporte con el consumo de tep de Petróleo en el transporte tal y como se grafica en Ilustración 21.Relación_HE_Transporte-Consumo_Petróleo_Transporte de ANEXOS A.3.3.3. ANÁLISIS RELACIONES PRIMARIAS EN TRANSPORTE. Por otra parte, dado que es un análisis local de Zaragoza, el volumen de vehículos matriculados que contempla su Ayuntamiento queda relacionado del mismo modo, observaciones citadas dadas en Ilustración 22.Relación_HE_Transporte_Matriculaciones_Ayto.Zaragoza de ANEXOS A.3.3.3. ANÁLISIS RELACIONES PRIMARIAS EN TRANSPORTE.

VIVIENDA Y SERVICIOS:

El componente de Vivienda y Servicios es en su mayor parte componente de energía, y el consumo está vinculado al ritmo de consumo en el hogar, consumo que en su mayor parte es de electricidad. Esto permite observar una relación entre la Huella Ecológica de Vivienda y Servicios y el consumo energético medio por persona en el hogar, reflejado en Ilustración 23.Relación_HE_Vivienda_Servicios-Consumo_Energía_Hogar de ANEXOS A.3.3.4. ANÁLISIS RELACIONES PRIMARIAS EN VIVIENDA Y SERVICIOS.

- **ANÁLISIS FACTORES ECONÓMICOS:**

ALIMENTACIÓN:

En términos generales económicos de la actividad de agricultura, ganadería y pesca en Zaragoza, así como la actividad general en Zaragoza, mostradas a través del PIB tanto en el sector primario como general. Reflejan una cierta relación con la Huella Ecológica de Alimentación tal y como se ve en Ilustración 24.Relación_HE_Alimentación-PIB(Agricultura y Pesca/ General) de ANEXOS A.3.4.1. ANÁLISIS FACTORES ECONÓMICOS EN ALIMENTACIÓN.

Analizando en detalle la economía de la agricultura, en concreto a través del precio de los cultivos más representativos de la actividad, trigo Duro y alfalfa. Puede observarse una relación inversamente proporcional del precio con la producción de cada cultivo. Ambas relaciones se observan en las gráficas de Ilustración 25.Relación_Producción_Trigo-Precio_Trigo e Ilustración 26.Relación_Producción_Alfalfa-Precio_Alfalfa de ANEXOS A.3.4.1. ANÁLISIS FACTORES ECONÓMICOS EN ALIMENTACIÓN. Otro factor importante de la agricultura es el rendimiento de los cultivos, producción de la cosecha entre superficie cultivada. Con una fuerte dependencia en el correcto abonado del terreno, por ello puede observarse cierta relación entre el precio de estos abonos y el rendimiento del terreno agrícola en Zaragoza. Observaciones dadas en Ilustración 29.Relación_Rendimiento_Cultivos-Precio_Abonos de ANEXOS A.3.4.1. ANÁLISIS FACTORES ECONÓMICOS EN ALIMENTACIÓN.

En cuanto a la ganadería, el consumo de carnes se desvincula de su precio a excepción del consumo de huevos que muestra una relación directa entre su consumo y su precio. Observaciones dadas en Ilustración 28.Independencia_Consumo_Carnes-Precio_Carnes e Ilustración 27.Relación_Consumo_Huevos_Precio_Huevos de ANEXOS A.3.4.1. ANÁLISIS FACTORES ECONÓMICOS EN ALIMENTACIÓN.

BIENES DE CONSUMO:

El sector Industrial al que se vincula el componente de Bienes de Consumo es un motor económico principal de las áreas locales. Este hecho queda fuertemente demostrado en la relación del PIB de Zaragoza con la Huella Ecológica de Bienes de Consumo. Tal y como se observa en Ilustración 30.Relación_HE_B.Consumo-PIB de ANEXOS A.3.4.2. ANÁLISIS FACTORES ECONÓMICOS EN BIENES DE CONSUMO. A su vez el sector industrial puede relacionarse con la economía a través de las relaciones entre los Índices de Producción Industrial y de Energía Industrial con los Índices del Precio de la Industria y Energía Industrial, observaciones dadas en Ilustración 31.Relación_Indices_Producción_Industrial-Indices_Precio_Industrial de ANEXOS A.3.4.2. ANÁLISIS FACTORES ECONÓMICOS EN BIENES DE CONSUMO.

TRANSPORTE:

El análisis en términos económicos del transporte se vincula al análisis económico de los combustibles derivados del petróleo en los cuales se basa el componente. En concreto se observa una relación entre el consumo de tep de petróleo en transporte y el precio de los principales combustibles con un lapso de un año. De forma que la variación positiva o negativa del precio de combustible del mercado internacional induce una variación positiva o negativa respectivamente en el consumo de petróleo del transporte en el área local. Observación dada en Ilustración 32.Relación_Consumo_Petróleo_Transporte-Precio_Combustible de ANEXOS A.3.4.3. ANÁLISIS FACTORES ECONÓMICOS EN BIENES DE CONSUMO.

VIVIENDA Y SERVICIOS:

En el componente de Vivienda y Servicios el consumo energético del hogar supone la mayor parte. Analizando el consumo de energía en el hogar bajo una perspectiva económica, queda vinculado a las tarifas energéticas de las compañías. Esta relación puede observarse en Ilustración 33.Relación_Consumo_Energía_Hogar-Tarifa_Energía_Hogar de ANEXOS A.3.4.4. ANÁLISIS FACTORES ECONÓMICOS EN VIVIENDA Y SERVICIOS.

- **ANÁLISIS FACTORES CLIMATOLÓGICOS:**

PRECIPITACIONES:

El impacto de las precipitaciones queda vinculado al rendimiento de los cultivos, analizándolo sobre los cultivos locales más representativos, trigo duro y alfalfa, se observa la estacionalidad de las precipitaciones y el impacto meses después en el rendimiento. Siendo más sensible sobre el cultivo herbáceo que sobre el cereal. Observaciones dadas en Ilustración 34.Relación_Precipitaciones-Rendimiento_Cultivos de ANEXOS A.3.5.1. ANÁLISIS CLIMATOLÓGICO EN RENDIMIENTO DE CULTIVOS.

TEMPERATURA:

La evolución de la temperatura en los últimos años condicionada por el calentamiento que causa el cambio climático tiene un impacto sobre muchos escenarios, en particular se analiza el consumo energético de los hogares condicionado por la necesidad de climatizar los espacios interiores. Este consumo de los hogares refleja una evolución relacionada con el consumo de tep de energía en Vivienda y Servicios a gran escala, a la vez que mantiene una estacionalidad que puede relacionarse con la estacionalidad anual de la variación de temperatura. Observaciones en Ilustración 35.Relación_Temperaturas-Consumo_Energía_Hogar de ANEXOS A.3.5.2. ANÁLISIS CLIMATOLÓGICO EN EL CONSUMO ENERGÉTICO.

- **ANÁLISIS FACTORES SOCIALES:**

ALIMENTACIÓN:

Las tendencias sociales en dietas tienen un impacto sobre el consumo de ciertos productos, esto se refleja en las dietas vegetarianas sobre el consumo de carnes, puede observarse que, tras el auge de las tendencias vegetarianas en el año 2005, el consumo de carnes ha disminuido progresivamente, así como el de pescado fresco, aunque este se compensa por el aumento en el consumo de pescados procesados. Por otro lado, las tendencias de dietas en general condicionadas por otros motivos relacionados con el bien estar y la salud, condicionan el consumo de otros productos como los lácteos o los huevos. Aumentando el consumo de huevos o leche semidesnatada frente a la reducción en el consumo de leche entera.

Observaciones dadas en Ilustración 36.Relación_Tendencias_Dieta_Vegetariana-Consumo_Carnes, Ilustración 37.Relación_Tendencias_Vegetarianas-Consumo_Pescados e Ilustración 38.Relación_Tendencias_Dieta-Consumo_Huevos/Lácteos de ANEXOS A.3.6.1. ANÁLISIS FACTORES SOCIALES EN ALIMENTACIÓN.

ENERGÍA:

En el consumo energético, las tendencias sociales también tienen un impacto considerable. Este hecho condiciona la rutina de consumo de la sociedad, basada en este análisis sobre el hogar y el transporte. En cuanto al consumo de energía en el hogar refleja una relación con las tendencias de ahorro de energía de mayor impacto que la relación reflejada entre las tendencias de movilidad sostenible y el consumo de energía en el transporte.

Observaciones dadas en Ilustración 39.Relación_Tendencias_Ahorro_Energía-Consumo_Energía[tep_GN]_Vivienda_Servicios e Ilustración 40.Relación_Tendencias_Movilidad_Sostenible-Consumo_Energía[tep_Petróleo]_Transporte de ANEXOS A.3.6.2. ANÁLISIS FACTORES SOCIALES EN EL CONSUMO ENERGÉTICO.

SOSTENIBILIDAD:

En las tendencias sociales relacionadas directamente con la sostenibilidad y en concreto con la huella ecológica presentan una cierta estacionalidad común a lo largo de los últimos años que puede relacionarse en cierto modo con la variación anual que presenta el valor de la Huella Ecológica local en Zaragoza, siendo más potente los periodos en los que parece haber un mayor consumo de recursos. Sin embargo, la evolución de las tendencias sociales en sostenibilidad y huella ecológica no reflejan una evolución progresiva a lo largo del tiempo como puede observarse en otras tendencias sociales. Estas observaciones se dan en Ilustración 41.Relación_Tendencias_Sostenibilidad/HE-HE_local de ANEXOS A.3.6.2. ANÁLISIS FACTORES SOCIALES EN EL CONSUMO ENERGÉTICO.

3.3. ANÁLISIS DE LAS OBSERVACIONES

A continuación, se analiza la existencia o no de relaciones de causalidad en las observaciones, para ello se considera fuentes consistentes externas de información con alto grado de veracidad.

- **LA ALIMENTACIÓN SUPONE EL 63 % DE LA HUELLA ECOLÓGICA:**

Se ha observado que el componente de Alimentación supone un promedio del 63 % de la Huella Ecológica local de Zaragoza en el periodo analizado. Es decir, la superficie requerida para cubrir las necesidades alimenticias de una persona, tanto de terreno de pastos para productos ganaderos, cultivos para agrícolas, como el consumo marítimo, es superior la superficie requerida en infraestructuras y consumo energético. Este último medido por huella de CO₂, tanto directo en el hogar y transporte como indirecto en la elaboración de bienes de consumo.

Este hecho se constata con los siguientes datos, la provincia de Zaragoza tiene una superficie de 1.727.400 ha, de las cuales 846.993 ha, un 49 %, son tierras de cultivos y pastos. Magnitud que se denomina densidad de cultivo del área. Los datos de la distribución de tierras en la provincia de Zaragoza, así como el mapa de la densidad de cultivo segmentada por comarcas pueden observarse en el documento *CARACTERIZACIÓN DE LAS COMARCAS AGRARIAS EN ESPAÑA, TOMO 51 PROVINCIA DE ZARAGOZA del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (2005)*.²⁷ Las ilustraciones más representativas del documento se recogen en ANEXO A.4.1 INFORMACIÓN ADICIONAL GRÁFICA como Ilustración 42.Distribución_Tierras_Zaragoza e Ilustración 43.Mapa_Densidad_Cultivo_Calatayud.

No obstante, el componente de Alimentación no sólo refleja su ponderación en términos de superficie, en concreto en la superficie relativa a cultivos, también se puede observar en el consumo de la sociedad bajo una valoración alternativa como es la económica. Con datos ofrecidos por el INE que indican como la alimentación cubre un 15 % del gasto del hogar, considerando como gasto del hogar el relativo a alimentación, vestuario, agua, gas, electricidad, comunicaciones, mantenimiento, transporte, sanidad, educación y ocio. La ilustración gráfica queda adjunta en Ilustración 44.Gasto_Hogar_2018 en ANEXO A.4.1 INFORMACIÓN ADICIONAL GRÁFICA. Este gasto ha desarrollado una evolución entre los años 2009 y 2018 que ha mantenido el gasto en alimentación en los hogares españoles en un rango comprendido entre 66.500 y 69.000 millones de euros. Datos ofrecidos por el documento *INFORME CONSUMO ALIMENTARIO EN ESPAÑA 2018 del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (2018)*.²⁸ Esta evolución se grafica en la ilustración obtenida de este documento y adjuntada como Ilustración 45.Evolución_Gasto_Hogar_2009-2018 en ANEXO A.4.1 INFORMACIÓN ADICIONAL GRÁFICA.

En cuanto a la alimentación, se ha observado que la Huella Ecológica queda repartida en promedio por 50 % Pastos, 36 % Mar, 13 % Cultivos y 1 % Energía. Estos datos quedan justificados por el documento anteriormente citado y referenciado *INFORME CONSUMO ALIMENTARIO EN ESPAÑA 2018 del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (2018)*.²⁸ En el cual hay que excluir del análisis a todos los productos de alimentación que requieren de un procesado industrial que serían considerados como Bienes de Consumo en el cálculo de la Huella Ecológica. En este documento se constata que el consumo de productos cárnicos y lácteos, significativos del componente Pastos y productos de pesca, significativos del componente Mar, suponen el 30 % aproximado del consumo alimentario, porcentaje prácticamente similar al consumo de fruta, hortalizas y verduras, productos significativos del componente Cultivos. Estos datos quedan ilustrados en Ilustración 46.Consumo_Alimentos de ANEXO A.4.1 INFORMACIÓN ADICIONAL GRÁFICA.

Pero pese a que en consumo presentan valores semejantes, en huella ecológica presentan cierta diferencia dado que los valores de productividades en los cuales se basa en cálculo difieren en órdenes de magnitud. Estas productividades se consideran tomando valores referenciados en la FAO³² en torno a 0,7 Kg/ha en el mar, 400 Kg/ha/año en los pastos y 3000 Kg/ha en los cultivos. Por ello productividades menores suponen un mayor consumo de superficie para la huella ecológica.

- **EL CONSUMO ENERGÉTICO DE BIENES DE CONSUMO SUPERA AL RESTO:**

En el consumo energético, cada componente de Huella Ecológica se asocia a un sector de consumo de energía. Alimentación al sector de agricultura y ganadería, Bienes de Consumo al sector Industria, Transporte al sector Transporte y Vivienda y Servicios al sector Residencial, Comercial y Servicios. El componente de Bienes de Consumo, vinculado al sector Industrial, es el que mayor consumo supone. Los datos se basan en los informes anuales del Boletín de coyuntura energética en Aragón,³⁴ analizando en particular el documento *Boletín Nº 32 de coyuntura energética en Aragón. Datos correspondientes al año 2018*.¹⁸ Se observa un consumo energético del sector Industria que supone el 50 % del consumo total, considerando tanto la Comunidad de Aragón como la Provincia de Zaragoza. Los datos más representativos se adjuntan en las siguientes ilustraciones; Ilustración 47.Consumo_Energía_Sectores e Ilustración 48.Consumo_Energía_Sectores/Provincias de ANEXO A.4.1 INFORMACIÓN ADICIONAL GRÁFICA.

- **LOS CULTIVOS DE TRIGO DURO Y ALFALFA SON PROTAGONISTAS EN ARAGÓN:**

Se ha observado que los cultivos representativos de la zona son el trigo Duro y el Alfalfa, con los datos de producción, superficie cultivada y rendimiento de los cultivos obtenidos del Anuario Estadístico Agrario de Aragón. Siendo el trigo Duro el cultivo de mayor extensión en superficie cultivada y la alfalfa el cultivo que mayor producción obtiene. Esto se debe principalmente a que el rendimiento de la alfalfa en regadío ronda las 30 Tm/ha por año distribuida en 6 cortes, frente a los 4 Tm/ha por año de trigo en regadío. Un análisis en profundidad de comparación entre el cultivo de alfalfa y los cereales en Aragón se desarrolla en un informe realizado por el Servicio de Planificación y Análisis del Gobierno de Aragón en Julio de 2009, *ANÁLISIS DEL SISTEMA PRODUCTIVO AGROALIMENTARIO DE ARAGÓN. 1. Producción, transformación y usos de cereales y alfalfa*.¹⁶ Este documento recopila información del Anuario Estadístico Agrario de Aragón, Encuesta de Producción de Piensos de la Dirección General de Alimentación, Lonja Agropecuaria del Ebro, Análisis de la Economía de los Sistemas de Producción de 2008 del MARM, Encuesta Anual de Empresas del INE, encuestas de productores de cereal con representatividad del 65% de la producción en Aragón, encuestas de deshidratadoras de forraje con representatividad del 35% de la producción, harineras con representatividad del 100 %, fábricas de piensos con representatividad del 70 % y encuestas a ganaderos y abastecedores de carne. En él se elaboran varias gráficas y tablas que justifican el protagonismo de estos cultivos en la zona y apuntaba una conclusión acerca el desarrollo de la alfalfa, con datos de rendimientos de cada cultivo, producciones o datos económicos del mercado, entre otros. De este documento se destacan las ilustraciones adjuntadas como Ilustración 49.Tabla_Comparativa_Cereales-Alfalfa e Ilustración 50.Esquema_Comparativo_Cereales-Alfalfa en ANEXO A.4.1 INFORMACIÓN ADICIONAL GRÁFICA.

- **LA HUELLA DE ENERGÍA EN TRANSPORTE Y VIVIENDA ES SUPERIOR A LA SUPERFICIE CONSTRUIDA RELATIVA A CADA COMPONENTE:**

Los datos calculados de Huella Ecológica indican que la superficie de tierra para absorber el CO₂ equivalente del consumo de energía tanto en Vivienda y Servicios como en Transporte, supone una superficie mayor a la superficie construida para albergar las infraestructuras de cada componente. Estos resultados se han de justificar con los siguientes datos, el factor de energía-tierra considerado para el petróleo es 71 GJ/ha, es decir, 71 GJ de petróleo equivalen a una cantidad de CO₂ que requiere de 1ha de superficie forestal para ser absorbido. Para otras fuentes de energía como el Gas Natural es 93 GJ/ha o eólica 60.000 GJ/ha. Si se considera en Transporte un consumo anual de 700.000 tep de Petróleo, equivale a una huella energética aproximada de 413.000 ha. En el caso de Vivienda y Servicios, considerando 260.000 tep de Gas Natural y 120.000 tep de Eólica, equivalen a 118.000 ha de huella energética. Comparándolo con la superficie construida por infraestructuras de transporte, atendiendo a los datos del PGOUZ⁴ se tiene 120 ha en aeropuerto, 6 ha en estaciones de tren y autobús y 1420 ha en calzadas del municipio de Zaragoza. Y en cuanto a la superficie construida en Vivienda no supera 4500 ha y en Servicios 5700 ha. Es decir, se demuestra como la huella energética supone la principal huella ecológica en los componentes de Transporte y Vivienda y Servicios.

- **PICO DE CONSUMO ENERGÉTICO EN EL AÑO 2010, CON MAYOR IMPACTO SOBRE LOS COMPONENTES DE BIENES DE CONSUMO Y VIVIENDA:**

El aumento puntual del consumo energético en el año 2010 mostrando un mayor impacto sobre Bienes de Consumo y Vivienda y Servicios, parece estar relacionado con el consumo energético en la estación de verano. Datos registrados en noticias como el informe del periódico ABC en septiembre de 2016, en el apartado de Economía, apuntaba el siguiente titular; *“El consumo eléctrico registra su pico veraniego más alto de los últimos seis años. Los expertos señalan como causa las altas temperaturas del último periodo estival”*.¹¹ La noticia se completaba con la siguiente información; *“Para la temporada de verano, la cota alcanzada este martes es la más elevada en seis años, en concreto desde las 13:30 horas del 20 de julio de 2010, cuando el sistema registró una demanda de 40.534 MW.”* Este hecho justifica además la relación observada entre el consumo energético en el hogar y la periodicidad en la variación de temperatura.

- **VARIACIÓN POSITIVA DE LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA CONLLEVA UNA VARIACIÓN NEGATIVA DEL PRECIO DEL PRODUCTO AGRÍCOLA:**

Según la FAO³², existen tres factores que afectan a los precios agrícolas internos reales de un país, entendiendo por tales los precios exentos de las influencias políticas que dan los precios netos. El mercado del propio país que regula la oferta y demanda internas, las tendencias seculares a largo plazo de los precios internacionales y la presencia de exportaciones subsidiadas en los mercados mundiales. Es decir, las importaciones compensan el déficit de la producción y las exportaciones proporcionan una salida a los excedentes de oferta. Además, el comercio exterior expuesto al mercado mundial tiende a limitar el precio de los productos al precio de los mercados de los países con un nivel económico inferior.

La variación inversa en el precio del trigo o alfalfa relacionada con la variación en la producción justifica que, pese a que el precio de los productos viene impuesto por el mercado mundial, las fluctuaciones locales del mismo parecen estar condicionadas por el mercado local. Es decir, una producción mayor conlleva un aumento en la oferta interna y por tanto caída del precio.

- **EL AUMENTO EN EL CONSUMO DE HUEVOS PRESENTA UNA RELACIÓN DIRECTA EN EL AUMENTO DE SU PRECIO, RELACIÓN NO OBSERVADA EN OTROS PRODUCTOS DE ORIGEN ANIMAL:**

El consumo de ciertos productos del sector ganadero tales como carne porcina, ovina o vacuna, parece no mostrar una relación con el precio de estos. Sin embargo, se ha observado una relación entre el consumo de huevos y su precio. Una posible causa que particulariza este producto respecto a otros puede ser el volumen productivo que Aragón impone tanto a nivel nacional como internacional. Registros destacados en noticias como el titular del periódico Heraldo de Aragón, en marzo de 2019 destacaba lo siguiente; *“El mercado libera a las gallinas y cambia las granjas. Por el momento el número de granjas que crían a sus gallinas en libertad es reducido, pero el cambio de tendencia ha provocado que aumenten los métodos de producción alternativos.”*¹² Los datos que informaban acerca de la capacidad productiva local de este producto apuntaban lo siguiente; *“Aragón tiene el 10,3 % de las gallinas registradas en el territorio español, exhibiéndose, de esta forma, como una de las principales zonas productoras de huevos...datos que hacen que España tenga más del 10% de gallinas ponedoras de la Unión Europea.”*

- **EL IMPACTO DEL PIB EN LA HUELLA ECOLÓGICA:**

La caída del PIB del sector industrial en los últimos años ha tenido repercusiones sobre el PIB general tanto del país como de Aragón o incluso Zaragoza, pese a que aproximadamente el 60 % del PIB nacional proviene del sector servicios. Por ello la variación del PIB general se observa que tiene relación con la variación del de la Huella Ecológica del componente de Bienes de Consumo, vinculado al sector industrial. Este componente pondera en un 20 % sobre el total de Huella Ecológica, sin embargo, se ha observado una relación muy significativa entre el PIB general y la Huella Ecológica local de Zaragoza, tal y como muestra la ilustración destacada anteriormente. Esta relación entre la economía del PIB y la huella ecológica se justifica por estudios tales como el desarrollado por Mattila (2011)²⁶. Resultados gráficos adjuntados en ANEXO A.4.1 INFORMACIÓN ADICIONAL GRÁFICA como Ilustración 51. Estudio_PIB-Huella_Ecológica. Este estudio está basado en datos de Finlandia entre los años 2002 y 2005 y desarrolla un análisis de sensibilidad a través de matrices que determina factores comunes que provocan cambio tanto en la huella ecológica como en el PIB. Esta comparativa es a nivel local, es decir, se compara la huella ecológica con el PIB en un área determinada, si la comparativa se realiza a nivel global el resultado es muy diferente. Esta afirmación viene demostrada por el estudio *“The Ecological Footprint Intensity of National Economies”* (York, Rosa & Dietz, 2008)⁴⁰. Donde se demuestra que los países con un nivel económico superior medido a través del PIB, tienen un menor impacto en la huella ecológica. Resultados gráficos en Ilustración 52. Estudio_PIB(Países)-HE de ANEXO A.4.1 INFORMACIÓN ADICIONAL GRÁFICA. Otro estudio a nivel global para comparar la huella ecológica con las actividades económicas fue desarrollado por Jorgenson & Burns (2006)²³, en el cual se destaca el impacto en la huella ecológica de los países basados en economías industriales y la actividad de exportación.

- **EL IMPACTO DE LAS PRECIPITACIONES EN EL RENDIMIENTO AGRÍCOLA:**

La observación del impacto de las precipitaciones sobre el rendimiento agrícola es una evidencia de la naturaleza que, a efectos de la huella ecológica, un aumento en las precipitaciones locales supone aumentar el rendimiento del terreno agrícola y por ello reducir la huella de los cultivos. Para justificar numéricamente este impacto se atiende a la investigación promovida por el Ministerio de Educación Superior de Cuba y el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas de Cuba fue desarrollado por Bustamante, Pérez, Rivera, Martín & Viñals (2015).⁵ Los resultados de la investigación concluyen en una expresión numérica apoyada con una gráfica que relaciona el rendimiento de este cultivo de una variedad local de café en la región del este de Cuba. Datos gráficos adjuntados en Ilustración 53. Investigación_Relación_Rendimiento_Cultivos-Precipitaciones en ANEXO A.4.1 INFORMACIÓN ADICIONAL GRÁFICA. Lo que demuestra que la relación entre las precipitaciones y el rendimiento agrícola puede analizarse para un área específica de terreno sujeta a condiciones climatológicas locales para una variedad específica de cultivo. Con el objetivo de extraer la expresión numérica que modele la relación.

- **EL IMPACTO DE LAS TENDENCIAS SOCIALES EN LA HUELLA ECOLÓGICA:**

La existencia de una relación de las costumbres y pequeños hábitos de vida con el impacto sobre la huella ecológica se analiza en el estudio de Wood & Garnett (2006).³⁹ En donde para un área delimitada en el norte de Australia se demuestra que diferentes grupos sociales tienen hábitos de consumo determinados que provocan impactos diferentes en la huella ecológica. Es decir, acciones individuales generan hábitos sociales con un impacto apreciable. Estudios como el desarrollado por Cordero, Todd & Abellera (2008)⁸. Demuestra que la educación, en particular sobre el tema del cambio climático y abordando conceptos como la huella ecológica, permiten conectar la dimensión global con las acciones individuales. Motivando la puesta en práctica de acciones de desarrollo sostenible. Datos gráficos adjuntados en ANEXO A.4.1 INFORMACIÓN ADICIONAL GRÁFICA como Ilustración 54. Educación_Social-Impacto_HE. Estas acciones se basan en lograr sistemas complejos de adaptación progresiva y continua, tal y como se describe en el artículo de Grove (2009)²⁰. Describe la sociedad urbana como un ecosistema natural resultado de progresivas propuestas de desarrollo. Esta motivación de desarrollo progresivo requiere de estímulos sociales que empujen cada acción, conclusiones basadas del estudio de Hill, Halamish, Iain & Megan (2013).²¹ El cual analiza los hitos históricos relacionados con el impacto medioambiental y su posterior repercusión social en logros alcanzados.

4. ANÁLISIS MEDIANTE REGRESIONES DE VARIABLES MÚLTIPLES EN MATLAB

Consideraciones de análisis:

- Seleccionar las variables a cargar como factores externos según las relaciones observados en PowerBI.
- Trabajar con variables adimensionales, definidas de la siguiente forma;

$$Variable_{Adimensional} = \Delta Variable = \frac{Variable(t + 1) - Variable(t)}{Variable(t)}$$

- Establecer varias jerarquías de análisis;
 - NIVEL 0: La variable adimensional de HE local de Zaragoza se relaciona directamente con las variables adimensionales de los factores externos mediante una expresión matemática obtenida del análisis de regresión.
 - NIVEL 1: La variable adimensional de HE local de Zaragoza se relaciona mediante ponderaciones con las diferentes variables adimensionales de sus componentes (Alimentación, Vivienda, Servicios, Transporte y Bienes de Consumo). Cada variable adimensional de cada componente se relaciona con las variables adimensionales de los factores externos forma independiente para cada componente.
 - NIVEL 2: La variable adimensional de HE local de Zaragoza se relaciona mediante ponderaciones con las diferentes variables adimensionales de sus componentes. Estas variables adimensionales de cada componente se relacionan a su vez mediante ponderaciones con sus respectivas fuentes (Energía, Cultivos, Pasto, Mar, Bosque, Construido). La variable adimensional de cada fuente de cada componente se relaciona con las variables adimensionales de los factores externos de forma independiente.
- Obtener las expresiones matemáticas con las variables obtenidas del análisis de regresión de variables múltiples realizado por MATLAB.
- Establecer un criterio de valoración común para todas las expresiones resultantes que permita establecer de forma objetiva la coherencia en los resultados numéricos para concluir con la obtención de una expresión única.

El proceso desarrollado hasta llegar a esta expresión se adjunta explicado en ANEXO A.5. REGRESIONES DE MATLAB.

La expresión obtenida es la siguiente:

$$\begin{aligned}
 \Delta HE = & -0,3025 x \Delta Precio_{Trigo Duro} + 0,2013 x \Delta Precio_{Alfalfa} \\
 & - 0,023 x \Delta Precipitaciones + 1,1042 x \Delta PIB \\
 & - 0,1426 x \Delta PIB_{Agricultura Pesca} + 0,1556 x \Delta Precio_{Diesel} \\
 & + 1,773 x \Delta Consumo_{Huevos} + 0,0274 x \Delta Precio_{Huevos} \\
 & - 1,1881 x \Delta PIB - 0,6671 x \Delta PIB_{Agricultura Pesca} \\
 & + 0,0234 x \Delta Trends_{Dietas} + 0,3097 x \Delta Consumo_{Pescado Fresco} \\
 & + 0,1143 x \Delta PIB - 0,091 x \Delta PIB_{Agricultura Pesca} \\
 & - 0,0482 x \Delta Trends_{Dieta} + 0,08936 x \Delta Consumo_{\frac{Energía}{persona}} \\
 & + 0,1473 x \frac{\Delta euro}{KWh} - 0,2681 x \Delta Indice_{Precio Vivienda} - 0,008 x \Delta PIB \\
 & + 0,0523 x \Delta Temperatura - 0,1573 x \Delta Trends_{Ahorro} \\
 & + 0,1483 x \Delta tep_{Petóleo_{Transporte}} + 0,185 x \Delta Parque_{Vehiculos} \\
 & + 2,2718 x \Delta Matriculaciones - 0,0431 x \Delta PIB_{Comercio} \\
 & + 0,3047 x \Delta Indice_{Producción Industrial} + 5,1395 x \Delta PIB \\
 & - 2,8416 x \Delta PIB_{Industria} - 0,0233 x \Delta Indice_{Precio Industria}
 \end{aligned}$$

5. RESUMEN DEL ANÁLISIS

Tras haber estudiado en profundidad el concepto y el cálculo de la de Huella Ecológica, se han determinado, a partir de un proceso de búsqueda con unas pautas preestablecidas, fuentes de datos con un relativo interés en ser analizados como factores externos con impacto sobre la Huella Ecológica, en particular, sobre la Huella Ecológica Local de Zaragoza.

El proceso de análisis de datos ha requerido de una estructuración común de datos, para establecer un esquema lógico de relaciones en POWER BI que permita desarrollar el análisis gráfico. Las observaciones gráficas han sido justificadas con información adicional de fuentes consistentes, es decir, con alto grado de veracidad y fiabilidad.

En base a las observaciones dadas en POWER BI y posteriormente justificadas, se ha llevado a cabo un proceso de regresión con variables múltiples con la ayuda de la herramienta MATLAB que permita describir mediante expresiones matemáticas estas relaciones. Esta regresión de variables múltiples ha requerido de un proceso previo para adimensionalizar las variables, así como establecer una jerarquía en varios niveles para relacionar de forma más o menos directa las variables de factores externos con la Huella Ecológica Local de Zaragoza.

Las expresiones matemáticas obtenidas han sido valoradas bajo un criterio común en base al factor de escala y al signo de cada variable. De esta forma se han eliminado las incoherencias en los resultados y se ha establecido una expresión que defina de forma correcta y coherente las relaciones observadas y justificadas anteriormente.

6. CONCLUSIONES DEL TRABAJO

El objetivo de este Trabajo Fin de Máster era demostrar que para desarrollar Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) se debe actuar sobre todos los ámbitos de la sociedad. Para ello se ha desarrollado un procedimiento riguroso en el que cada etapa se fundamenta en las conclusiones de la anterior.

En primer lugar, se observa que los resultados en el cálculo de Huella Ecológica basados en las fuentes de datos comentadas mantienen la coherencia al compararlos con otras fuentes externas al cálculo. En los denominados análisis general y de relaciones primarias. Además, en esta etapa se identifican factores determinantes tales como cultivos característicos de la zona, índices característicos con mayor representatividad, consumos energéticos característicos para un sector o ratios de la actividad social en un área restringida.

Posteriormente, se observa que los componentes y variables de cálculo de Huella Ecológica, así como las fuentes externas relacionadas directamente con ellos, presentan relaciones con factores externos de carácter económico, climatológico o social. De esta forma se cuantifica el impacto de los mercados internacionales comparado con el mercado local, se demuestra la presencia directa e indirecta del entorno económico en toda la cadena de la actividad social, la presencia climatológica en la sociedad propia de un subsistema natural o el gran potencial que ejercen las tendencias sociales sobre los resultados de magnitudes a gran escala.

Por último, se desarrolla una expresión matemática de las relaciones observadas en la que ponderan variables representativas de todos los ámbitos que componen la actividad social en el área de estudio determinada, Zaragoza, justificando numéricamente el impacto que ejercen sobre la magnitud de análisis, la Huella Ecológica, y demostrando de esta forma numéricamente la presencia de toda la actividad social en el impacto de un indicador de sostenibilidad como es la Huella Ecológica. Cabe destacar que el objetivo de este análisis no es alcanzar un ajuste de gran precisión exclusivo para los datos analizados, sino desarrollar una expresión generalizable a otros escenarios.

De esta forma, a través de la Huella Ecológica como indicador de sostenibilidad se demuestra la importancia de tener en cuenta todos los pilares de la actividad de la sociedad para poder desarrollar Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) con mayor repercusión en resultados satisfactorios.

Con todo ello, se recomienda tener en cuenta los resultados obtenidos con el fin de poder generalizar las expresiones y/o adaptar a otros escenarios en los que se implanten iniciativas de ODS, como herramienta o soporte básico para cuantificar el impacto de factores externos y aumentar la consistencia en datos técnicos que fundamenten acciones de ODS.

7. BIBLIOGRAFÍA

1. Agencia Estatal de Meteorología. (AEMET). Consultado en *febrero 2020*.
Recuperado de: <http://www.aemet.es/>
2. Artigas, T. (2004). *Estudio de la huella ecológica de Zaragoza en 2001*. [Proyecto Final de Carrera en Ingeniería Química] Universidad de Zaragoza.
3. Artigas, T. (2009). *Estudio de la huella ecológica de Zaragoza en 2007*. Ayuntamiento de Zaragoza.
4. Ayuntamiento de Zaragoza. Urbanismo. Plan General de Ordenación Urbana.
Recuperado de: <http://www.zaragoza.es> [consulta: febrero 2020]
5. Bustamante, C., Pérez, A., Rivera, R., Martín, G. M. & Viñals, R. (2015). "Cultivos Tropicales. Influence of rainfall on the yield of Coffea canephora Pierre ex Frohener cultivated in Cambisol soils of the eastern región of Cuba". *Ediciones Inca Edu Cu. Ministerio de Educación Superior de Cuba e Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas de Cuba*, 36(4), 21-27.
Recuperado de:
<http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v36n4/ctr03415.pdf> [consulta: marzo 2020]
6. Cantón, N. (2016). *Estudio de la huella ecológica de Zaragoza en 2013*. [Proyecto fin de carrera en Ingeniería Industrial] Universidad de Zaragoza.
7. Chambers, N., Simmons, C. & Wackernagel, M. (2002). *Sharing Nature's Interest. Ecological Footprints as an indicator of sustainability*. Gateshead, Reino Unido: Earthscan from Routledge.
8. Cordero, E. C. Todd, A .M. & Abellera. D. (2008). "Climate Change Education and the Ecological Footprint". *American Metereological Society*, 89 (6), 865-872.
Recuperado de:
<https://doi.org/10.1175/2007BAMS2432.1> [consulta: abril 2020]
9. Datosmacro. Expansión. Energía. Precios gasolina diesel calefacción. España. Consultado en *enero 2020*.
Recuperado de: <https://datosmacro.expansion.com/energia/precios-gasolina-diesel-calefaccion/espana>

10. Doménech, J. L. (2007). *Huella ecológica y desarrollo sostenible*. Madrid, España: Aenor.

11. El consumo eléctrico registra su pico veraniego más alto de los últimos seis años. Los expertos señalan como causa las altas temperaturas del último periodo estival. (6 de septiembre de 2016). *ABC. Apartado Economía*.
Recuperado de:
https://www.abc.es/economia/abci-consumo-electrico-registra-pico-veraniego-mas-alto-ultimos-seis-anos-201609061834_noticia.html [consulta: marzo 2020]

12. El mercado libera a las gallinas y cambia las granjas. Por el momento el número de granjas que crían a sus gallinas en libertad es reducido, pero el cambio de tendencia ha provocado que aumenten los métodos de producción alternativos. (10 de marzo de 2019). *Periódico el Heraldo de Aragón. Apartado de Aragón*.
Recuperado de:
<https://www.heraldo.es/noticias/aragon/2019/03/10/el-mercado-libera-a-las-gallinas-y-atenaza-al-granjero-1302071.html> [consulta: marzo 2020]

13. Evolución de las tarifas energéticas. Tarifas para viviendas. Fecha de cambio. Iberdrola. Consultado en *enero 2020*.
Recuperado de: <https://javiersevillano.es/TarifasElectricasEvolucion.htm>

14. Global Footprint Network. Consultado en *diciembre 2019*. Recuperado de:
<http://www.footprintnetwork.org>

15. Gobierno de Aragón. Departamento de Desarrollo Rural y Sostenible. (2009-2016). Estadísticas Agrarias. *Anuario Estadístico Agrario de Aragón 2009-2016*.
Recuperado de: <http://www.aragon.es> [consulta: febrero 2020]

16. Gobierno de Aragón. Departamento de Desarrollo Rural y Sostenible. (2009). Servicio de planificación y análisis. Estadísticas Agrarias. *ANÁLISIS DEL SISTEMA PRODUCTIVO AGROALIMENTARIO DE ARAGÓN. 1. Producción, transformación y usos de cereales y alfalfa*.
Recuperado de:
<https://www.aragon.es/documents/20127/674325/Los%20cereales%20y%20la%20alfalfa%20en%20Aragon.pdf/1f374f33-e135-a88b-32fc-9298ac9a8947> [consulta: marzo 2020]

17. Gobierno de Aragón. Departamento de Economía, Industria y empleo. (2009-2016). *Boletín Conyuntura Energética de Aragón*
Recuperado de: <http://www.aragon.es> [consulta: febrero 2020]
18. Gobierno de Aragón. Departamento de Economía, Industria y empleo. (2019). *Boletín N°32 de Coyuntura Energética de Aragón. Datos correspondientes al año 2018.*
Recuperado de: <http://www.aragon.es> [consulta: febrero 2020]
19. Google TRENDS. Consultado en *marzo 2020*.
Recuperado de: <https://trends.google.es/>
20. Grove, J.M. (2009). “Cities: Managing Densely Settled Social–Ecological Systems”. *Principles of Ecosystem Stewardship*, 281-294.
Recuperado de:
https://www.nrs.fs.fed.us/pubs/jrnl/2009/nrs_2009_grove_001.pdf [consulta: abril 2020]
21. Hill, R.,^a Halamish, E.,^b Iain, J. G. J.^c & Megan, C..^d (2013). “The maturation of biodiversity as a global social–ecological issue and implications for future biodiversity science and policy”. *Science Direct. Elsevier*, 46, 41-49.
a) CSIRO Ecosystem Sciences and James Cook University School of Earth and Environmental Sciences, PO Box 12139, Earlville BC, Cairns Qld 4870, Australia.
b) Futureeye, Level 2 388 Bourke St, Melbourne, Victoria 3000, Australia.
c) The James Hutton Institute, Mylnefield, Invergowrie, Dundee, DD2 5DA, Scotland, UK.
d) CSIRO Corporate Centre, Limestone Avenue, Campbell, ACT 2612, Australia.
Recuperado de:
<https://doi.org/10.1016/j.futures.2012.10.002> [consulta: abril 2020]
22. Instituto Nacional de Estadística. (INE). Consultado en *febrero 2020*.
Recuperado de: <https://www.ine.es/>

23. Jorgenson, A. K^a. & Burns, T. J^b. (2006). "The political-economic causes of change in the ecological footprints of nations, 1991–2001: A quantitative investigation." *Science Direct. Elsevier*, 36(2), 834-853.
- a) Department of Sociology, Washington State University, P.O. Box 644020, Pullman, WA 99164-4020, USA.
- b) Department of Sociology, University of Oklahoma, USA.
- Recuperado de:
<https://doi.org/10.1016/j.ssresearch.2006.06.003> [consulta: marzo 2020]
24. Larraga, C. (2018). *Estudio de la huella ecológica de Zaragoza en 2010, 2011, 2012, 2014 y 2015*. [Proyecto fin de grado en Ingeniería Química] Universidad de Zaragoza.
25. Lenzen, M. & Murray, S. A. (2003). *The Ecological Footprint .Issues and Trends*. The University of Sydney: ISA research paper.
26. Mattila, T. (2011). *Any sustainable decoupling in the Finnish economy? A comparison of the pathways and sensitivities of GDP and ecological footprint 2002–2005*. Helsinki, Finland: Finnish Environment Institute SYKE
- Recuperado de:
<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.03.010> [consulta: abril 2020]
27. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. (2005). *CARACTERIZACIÓN DE LAS COMARCAS AGRARIAS EN ESPAÑA, TOMO 51 PROVINCIA DE ZARAGOZA*. 2005.
- Recuperado de: <http://comarcasagrarias.coag.org/download-doc/93444> [consulta: febrero 2020]
28. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. (2018). *INFORME CONSUMO ALIMENTARIO EN ESPAÑA 2018*.
- Recuperado de:
https://www.mapa.gob.es/images/es/20190807_informedeconsumo2018pdf_tcm30-512256.pdf [consulta: febrero 2020]
29. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. (2009-2016). Biodiversidad. Estadísticas. Anuarios de Estadística Forestal. *Anuario de Estadística Forestal 2009-2016*.
- Recuperado de: <http://www.mapama.gob.es> [consulta: febrero 2020]

30. Ministerio de Economía, Industria y Competitividad. (2009-2016). Data-Comex.
Recuperado de: <http://datacomex.comercio.es/> [consulta: febrero 2020]
31. Ministerio de Hacienda. (2009-2016). Comisionado para el Mercado de Tabacos.
Recuperado de: <http://www.cmtabacos.es> [consulta: febrero 2020]
32. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (F.A.O). Estadísticas.
Bases de datos. FAOSTAT.
Recuperado de: <http://www.fao.org> [consulta: febrero 2020]
33. Palmero, F.M., Laxe, F. G., Pose, F. M., Pérez, E.M. & Castro, J. D. (2004). *Desarrollo sostenible y Huella ecológica. Una aplicación a la economía Gallega*. A Coruña, España: Netbiblo, S.L.
34. Pascual, A. (2003). *Estudio de la huella ecológica de Zaragoza en 2009*. [Proyecto fin de grado en Ciencias Ambientales]Universidad de Valencia.
35. Somalo, L. (2019). *Estimación de todas las componentes de la huella ecológica en Zaragoza, para los años 2005,2006,2008 y 2016*. [Proyecto fin de grado en Ingeniería Química] Universidad de Zaragoza.
36. Wackernagel, M. & Rees, W. (1996). *Our Ecological footprint, Reducing Human Impact on the Earth*. Gabriola Island: New Society Publisher.
37. Wackernagel, M. (1999). "Ecological Economics. National natural capital accounting with the ecological footprint concept". *Science Direct. Elsevier*. 29(3), 375-390.
38. Wackernagel, M., Onisto, L., Callejas, A., Lopez, I.S., Mendez, J., Suarez, A.I., Suarez, M.G. (1997). *Ecological footprints of Nations. How much Nature do they use? How much do they have?.* Toronto, Canadá: Internacional Council for Local Environmental Initiatives.

39. Wood, R^{a,b,c}. & Garnett, S^a. (2006). "Regional sustainability in Northern Australia —A quantitative assessment of social, economic and environmental impacts". *Science Direct. Elsevier*, 69 (9), 1877-1882.

a) School for Environmental Research, Charles Darwin University, NT 0909, Australia.

b) Industrial Ecology Program, NTNU, Trondheim, Norway.

c) Integrated Sustainability Analysis, University of Sydney, Australia.

Recuperado de:

<https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2010.05.006> [consulta: marzo 2020]

40. York, R. Rosa, E. A. & Dietz, T. (2008). "The Ecological Footprint Intensity of National Economies". *Massachusetts Institute of Technology and Yale University*, 8 (4).

Recuperado de:

<https://doi.org/10.1162/1088198043630487> [consulta: marzo 2020]

ANEXOS

A.1. DATOS HUELLA ECOLÓGICA

A.1.1. CÁLCULO HUELLA ECOLÓGICA

A.1.1.1. CÁLCULO HUELLA ECOLÓGICA PROCEDIMIENTO

- Huella relativa al consumo de Recursos Bióticos.

$$\text{Consumo}_i \left(\frac{\text{Kg}}{\text{per}} \right) = \frac{\text{Producción} + \text{importación} - \text{exportación}}{\text{Población}}$$

$$HE_i \left(\frac{\text{ha}}{\text{per año}} \right) = \frac{\text{Consumo}}{\text{Productividad} \left(\frac{\text{ha}}{\text{Kg}} \right)}$$

- Huella relativa al consumo energético.

$$\text{Consumo}_i \left(\frac{\text{KJ}}{\text{per}} \right) = \frac{\text{Producción} + \text{importación} - \text{exportación}}{\text{Población}}$$

$$HE_i \left(\frac{\text{ha}}{\text{per año}} \right) = \frac{\text{Consumo (KJ)} \times \text{factor}_{\text{Energía-Tierra}} \left(\frac{\text{Kg CO}_2}{\text{KJ}} \right)}{\text{Absorción} \left(\frac{\text{ha}}{\text{Kg CO}_2} \right)}$$

- Huella relativa a la construcción de edificios e infraestructuras.

$$HE_i \left(\frac{\text{ha}}{\text{per año}} \right) = \frac{\text{Superficie Construida (ha)}}{\text{Población}}$$

TIPO DE TIERRA	DEFINICIÓN
Cultivos	Superficie con actividad agrícola. Superficie de tierra necesaria para cultivar alimentos y fibras de consumo humano. También alimento para animales, cultivos oleaginosos, caucho...
Pastos	Tierra de pastoreo utilizada para criar ganado y obtener carne, productos lácteos, miel...
Espacio marino productivo	Superficie marina en la que existe una producción biológica aprovechable para el consumo humano.
Bosques	Superficies forestales en explotación. Para la obtención de madera, papel, leña...
Terreno construido	Cantidad de superficie ocupada por infraestructuras (viviendas, servicios, transporte, industria...)
Bosques destinados a la absorción de CO ₂	Superficie de bosques necesaria para absorber las emisiones de CO ₂ procedentes del uso de combustibles fósiles para la producción de energía. No se contabilizan las emisiones de CO ₂ absorbidas por los océanos.

Tabla 1. Tipos_Tierra

COMPONENTE HE	ACTIVIDADES	TIERRA DEMANDADA
Alimentación	Producción de alimento humano y animal	Cultivos, pastos, mar productivo y bosques para la absorción de las emisiones de CO ₂ .
Bienes de consumo	Producción de bienes de consumo, cualquiera que sea la materia prima.	Terreno construido, bosque, cultivos, pastos y bosque necesarios para absorción de CO ₂ .
Vivienda	Construcción de infraestructuras para uso residencial	Terreno construido. Bosques necesarios para la absorción de CO ₂ .
Movilidad y transporte	Construcción de infraestructuras para comunicación y transporte.	Terreno construido. Bosques necesarios para la absorción de CO ₂
Servicios	Construcción de infraestructuras destinadas al sector servicios	Terreno construido. Bosques necesarios para la absorción de CO ₂

Tabla 2. Componentes_HE

	Cultivos	Pastos	Espacio marino productivo	Bosques	Terreno construido	Bosques destinados a la absorción de CO ₂
Alimentación						
Bienes de consumo						
Vivienda						
Movilidad y transporte						
Servicios						

Tabla 3. Relación_Componentes_HE-Tierras

Consideraciones para tener en cuenta en el procedimiento de cálculo:

- El método de cálculo estima el consumo a partir de estadísticas comerciales y datos energéticos nacionales, y la productividad a partir de estadísticas medias mundiales. El paso de valores globales a locales se realiza mediante factores de equivalencia y de productividad.
- Se contabiliza únicamente la superficie biológicamente productiva y no de superficie total. Es decir, no se consideran las áreas no productivas, como polos y desiertos, ni las áreas explotadas por el ser humano pero improductivas desde el punto de vista biológico. Si se contabiliza la tierra necesaria para la conservación de la biodiversidad, equivalente a un 12% de la capacidad ecológica según el Informe Brundtland.
- El cálculo se delimita a un área específica y no se contabiliza todo el impacto globalizado de la población de forma indirecta, por lo tanto, hay que considerar que el impacto real siempre será mayor que el calculado por la huella ecológica
- Únicamente se tienen en cuenta las emisiones de CO₂ a la atmósfera, no se contabilizan los vertidos a ríos y mares u otro tipo de residuos o emisiones.
- Se parte de la suposición que las prácticas en agricultura, ganadería y sector forestal son sostenibles, lo que supone que la productividad del suelo no disminuye con el tiempo. Algo que no es cierto, pues dependiendo de las técnicas utilizadas la productividad del suelo puede disminuir (contaminación, erosión...), o alterarse de forma significativa por el uso de fertilizantes, herbicidas u otros agentes químicos.
- No se tiene en cuenta el impacto asociado al agua. Únicamente se contabiliza la ocupación directa del suelo por embalses e infraestructuras hidráulicas y la energía asociada a la gestión del ciclo del agua.
- No debe contabilizarse doblemente una tierra que tenga doble uso. Como es el caso, por ejemplo, de los molinos de viento que pueden instalarse en campos de cultivos.

A.1.1.2. CÁLCULO HUELLA ECOLÓGICA BASES DE DATOS

Variable	Componente de cálculo	Base de Datos
Producción Recursos Alimentación	Cultivos, Pasto, Mar	Anuario Estadístico Agrario de Aragón ¹⁵
Producción Tabaco	Cultivos	Mercado de Tabaco de España ³¹
Producción Madera	Bosque	Anuario Forestal del Ministerio ²⁹
Importación Recursos Bióticos	Cultivos, Pasto, Mar	Data Comex del Ministerio de España ³⁰
Exportación Recursos Bióticos	Cultivos, Pasto, Mar	Data Comex del Ministerio de España ³⁰
Productividad Recursos Bióticos	Cultivos, Pasto, Mar	FAO (Nivel mundial) ³²
Consumo Energía Alimentación	Energía alimentación	Boletín Conyuntura Energética de Aragón (Sector Agrícola) ¹⁷
Consumo Energía Bienes Consumo	Energía Bienes Consumo	Boletín Conyuntura Energética de Aragón (Sector Industrial) ¹⁷
Consumo Energía Vivienda y Servicios	Energía Vivienda y Servicios	Boletín Conyuntura Energética de Aragón (Sector Residencial y Comercial) ¹⁷
Consumo Energía Transporte	Energía Transporte	Boletín Conyuntura Energética de Aragón (Sector Transporte) ¹⁷
Superficie construida Bienes Consumo	Construido Bienes Consumo	Observatorio Municipal de Estadística Nº2 Ayuntamiento Zaragoza (Superficie Industrial) ⁴
Superficie construida Vivienda y Servicios	Construido Vivienda y Servicios	Observatorio Municipal de Estadística Nº2 Ayuntamiento Zaragoza (Superficie Edificable y verde) ⁴
Superficie construida Transporte	Construido Transporte	Observatorio Municipal de Estadística Nº2 Ayuntamiento Zaragoza (Superficie Viales) ⁴

Tabla 4.Base_Datos_Cálculo

A.1.2. BASES DE DATOS DE FACTORES EXTERNOS

Factor externo	Carácter	Base de Datos	Periodo Registro	Volumen Datos
Consumo energía [tep i j] (i = Hidroeléctrica, Eólica, Biomasa, Gas Natural, Petróleo, Otras) (j = Alimentación, Bienes Consumo, Transporte, Vivienda y Servicios)	Consumo Energético por componente de HE y fuente de energía	Boletín Conyuntura Energética de Aragón ¹⁷	Anual	264 datos (6 fuentes de energía, 4 grupos de actividades, 11 años)
Superficie producción Zaragoza [ha]	Consumo Recursos Bióticos	Anuario Estadístico Agrario de Aragón ¹⁵	Anual	1863 datos (207 variedades cultivo, 9 años)

Rendimiento Producción de Zaragoza [Kg/ha]	Consumo Recursos Bióticos	Anuario Estadístico Agrario de Aragón ²⁹	Anual	1863 datos (207 variedades cultivo, 9 años)
Producción Zaragoza [Tm]	Consumo Recursos Bióticos	Anuario Estadístico Agrario de Aragón ²⁹	Anual	1863 datos (207 variedades cultivo, 9 años)
Importación España [Tm]	Consumo Recursos Bióticos	DATA COMEX Ministerio España ³⁰	Anual	2277 datos (207 variedades cultivo, 11 años)
Exportación España [Tm]	Consumo Recursos Bióticos	DATA COMEX Ministerio España ³⁰	Anual	2277 datos (207 variedades cultivo, 11 años)
Indice Producción Industrial General España	Bienes de Consumo	INE ²²	Mensual	168 datos (14 años)
Indice Producción Industrial Energía España	Bienes de Consumo	INE ²²	Mensual	168 datos (14 años)
Consumo Energía Hogar medio/persona [litros o KWh/pers]	Vivienda	INE ²²	Anual	100 datos (10 fuente energía, 10 años)
Consumo Alimentos Hogar medio/persona [Kg /pers]	Vivienda/Consumo Recursos Bióticos	INE ²²	Anual	200 datos (20 tipos alimentos, 10 años)
Tarifas electricidad Hogar [euro/KWh]	Vivienda	IBERDROLA ¹³	Fechas Aleatorias	23 datos (Fechas cambio tarifa en 11 años)
Hipotecas Municipio de Zaragoza	Vivienda	Observatorio Municipal de Estadística del Ayuntamiento de Zaragoza ⁴	Mensual	96 datos (8 años)
Parque Vehículos Municipio de Zaragoza	Transporte	Observatorio Municipal de Estadística del Ayuntamiento de Zaragoza ⁴	Anual	17 datos (17 años)
Matriculaciones Municipio de Zaragoza	Transporte	Observatorio Municipal de Estadística del Ayuntamiento de Zaragoza ⁴	Anual	17 datos (17 años)

PIB Municipio de Zaragoza [%]	Económico en Municipio	Observatorio Municipal de Estadística del Ayuntamiento de Zaragoza ⁴	Trimestral	21 datos (9 años)
PIB Provincia de Zaragoza [miles]	Económico en Provincia	INE ²²	Anual	21 datos (9 años)
PIB Provincia de Zaragoza [miles per cápita]	Económico en Provincia	INE ²²	Anual	21 datos (9 años)
PIB Provincia de Zaragoza por sector [miles per cápita]	Económico en Provincia por sector	INE ²²	Anual	126 datos (9 años, 6 sectores)
IPC Provincia de Zaragoza	Económico en Provincia	INE ²²	Mensual	132 datos (11 años)
Índice Precio Industria en España	Económico de Bienes de Consumo	INE ²²	Mensual	168 datos (14 años)
Índice Precio Industrial Energía en España	Económico de Bienes de Consumo	INE ²²	Mensual	168 datos (14 años)
Índice Precio Vivienda en España	Económico de Vivienda	INE ²²	Trimestral	42 datos (14 años)
Índice Precio Vivienda Nueva en España	Económico de Vivienda	INE ²²	Trimestral	42 datos (14 años)
Precio tierra en Aragón	Económico de Recursos Bióticos	Anuario Estadístico Agrario de Aragón ¹⁵	Anual	544 datos (32 tipos tierra cultivo, 17 años)
Precio Promediado de Cereales, herbáceos y verdura.	Económico de Recursos Bióticos	Anuario Estadístico Agrario de Aragón ¹⁵	Anual	731 datos (43 cultivos, 17 años)
Precio Promediado de Árboles frutales	Económico de Recursos Bióticos	Anuario Estadístico Agrario de Aragón ¹⁵	Anual	969 datos (57 árboles, 17 años)
Precio Promediado de Productos de ganadería	Económico de Recursos Bióticos	Anuario Estadístico Agrario de Aragón ¹⁵	Anual	527 datos (31 productos, 17 años)
Precio Mensual Cereales	Económico de Recursos Bióticos	Anuario Estadístico Agrario de Aragón ¹⁵	Mensual	3888 datos (12 cereales, 27 años)
Precio Mensual Fruta y verdura	Económico de Recursos Bióticos	Anuario Estadístico Agrario de Aragón ¹⁵	Mensual	3564 datos (11 cultivos, 27 años)
Precio Mensual Productos ganadería	Económico de Recursos Bióticos	Anuario Estadístico Agrario de Aragón ¹⁵	Mensual	4536 datos (14 productos, 27 años)
Precio Mensual Productos elaborados	Económico de Recursos Bióticos/ Bienes de Consumo	Anuario Estadístico Agrario de Aragón ¹⁵	Mensual	3564 datos (11 productos, 27 años)

Precio Mensual Productos químicos (abonos y herbicidas)	Económico de Recursos Bióticos	Anuario Estadístico Agrario de Aragón ¹⁵	Mensual	3888 datos (12 productos, 27 años)
Precio combustible en España	Económico de consumo energético	datosmacro.expansion ⁹	Fechas Aleatorias	3798 datos (6 tipos de combustible, 633 fechas)
Tª Máxima [°C]	Climatología	AEMET ¹	Diario	4015 datos (11 años)
Tª Mínima [°C]	Climatología	AEMET ¹	Diario	4015 datos (11 años)
Precipitaciones [l/m2]	Climatología	AEMET ¹	Diario	4015 datos (11 años)
Horas de Sol [h]	Climatología	AEMET ¹	Diario	4015 datos (11 años)
Búsquedas dietas veganas en España	Consumo Recursos Bióticos	Google TRENDS ¹⁹	Mensual	180 datos (15 años)
Búsqueda dietas vegetarianas en España	Consumo Recursos Bióticos	Google TRENDS ¹⁹	Mensual	180 datos (15 años)
Búsquedas Huella Ecológica en España	Sostenibilidad general	Google TRENDS ¹⁹	Mensual	180 datos (15 años)
Búsquedas Ecological Footprint en el mundo	Sostenibilidad general	Google TRENDS ¹⁹	Mensual	180 datos (15 años)
Búsquedas Ahorro energético en España	Sostenibilidad general	Google TRENDS ¹⁹	Mensual	180 datos (15 años)
Búsquedas Movilidad sostenible en España	Sostenibilidad general	Google TRENDS ¹⁹	Mensual	180 datos (15 años)
Búsquedas Sostenibilidad en España	Sostenibilidad general	Google TRENDS ¹⁹	Mensual	180 datos (15 años)

Tabla 5. Factores Externos

A.2. ANÁLISIS DE DATOS

AÑO	TRIMESTRE	MES	DIA	N_DIA
2009	4_09	12_09	7_12_09	1275
2009	4_09	12_09	8_12_09	1276
2009	4_09	12_09	9_12_09	1277
2009	4_09	12_09	10_12_09	1278
2009	4_09	12_09	11_12_09	1279
2009	4_09	12_09	12_12_09	1280
2009	4_09	12_09	13_12_09	1281
2009	4_09	12_09	14_12_09	1282
2009	4_09	12_09	15_12_09	1283
2009	4_09	12_09	16_12_09	1284
2009	4_09	12_09	17_12_09	1285
2009	4_09	12_09	18_12_09	1286
2009	4_09	12_09	19_12_09	1287
2009	4_09	12_09	20_12_09	1288
2009	4_09	12_09	21_12_09	1289
2009	4_09	12_09	22_12_09	1290
2009	4_09	12_09	23_12_09	1291
2009	4_09	12_09	24_12_09	1292
2009	4_09	12_09	25_12_09	1293
2009	4_09	12_09	26_12_09	1294
2009	4_09	12_09	27_12_09	1295
2009	4_09	12_09	28_12_09	1296
2009	4_09	12_09	29_12_09	1297
2009	4_09	12_09	30_12_09	1298
2009	4_09	12_09	31_12_09	1299
2010	1_10	1_10	1_01_10	1300
2010	1_10	1_10	2_01_10	1301
2010	1_10	1_10	3_01_10	1302
2010	1_10	1_10	4_01_10	1303
2010	1_10	1_10	5_01_10	1304

Tabla 6.Referencia_Tiempo(Fragmento)

PIB (%)	N_DIA
3,28	181
3,32	184
2,43	187
2,59	190
3,53	193
3,71	196
3,97	199
4,04	202
4,45	205
4,45	295
4,23	386
3,85	478
3,29	570
2,87	660
1,95	751
-1,62	843
-4,3	935
-6,38	1025
-6,15	1116
-3,18	1208
-1,4	1300
0,16	1390
0,48	1481
0,47	1573
0,76	1665
0,49	1755
1,14	1846
0,77	1938
-0,2	2030
-1,63	2121

Tabla 7.PIB(%)_Zaragoza

A.3. GRÁFICAS RELACIONES EN POWER BI

A.3.1. ANÁLISIS GENERAL HUELLA ECOLÓGICA

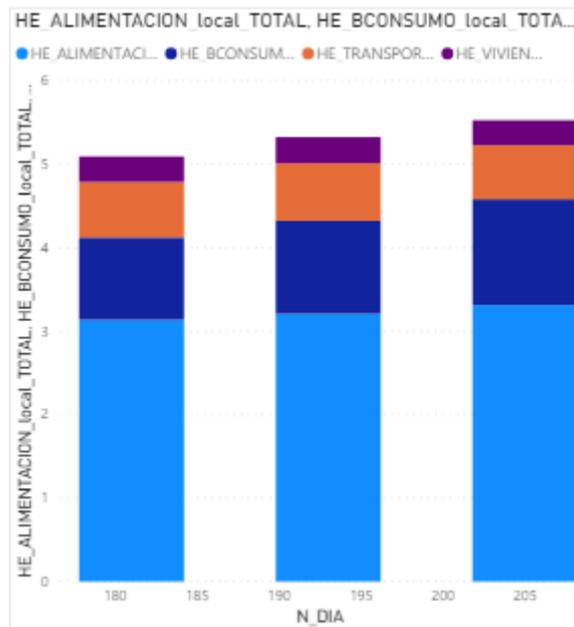


Ilustración 3.HE_local_2005-07

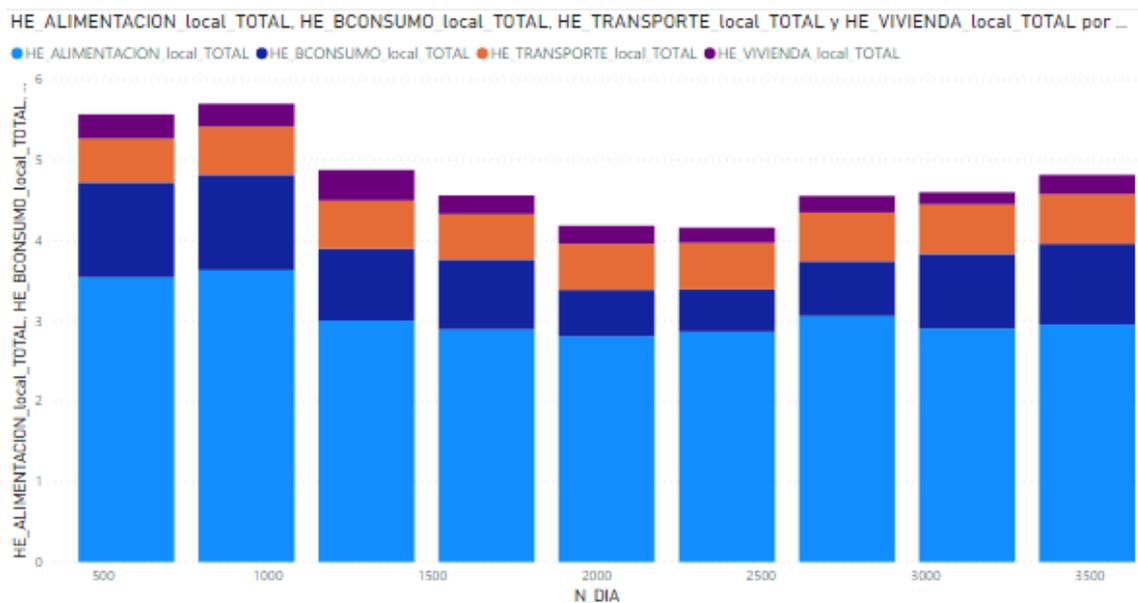


Ilustración 4.HE_local_2008-16

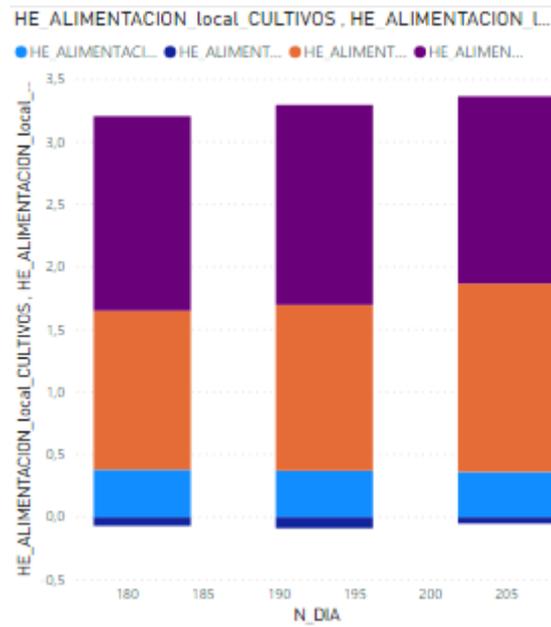


Ilustración 5. HE_Alimentación_2005-07

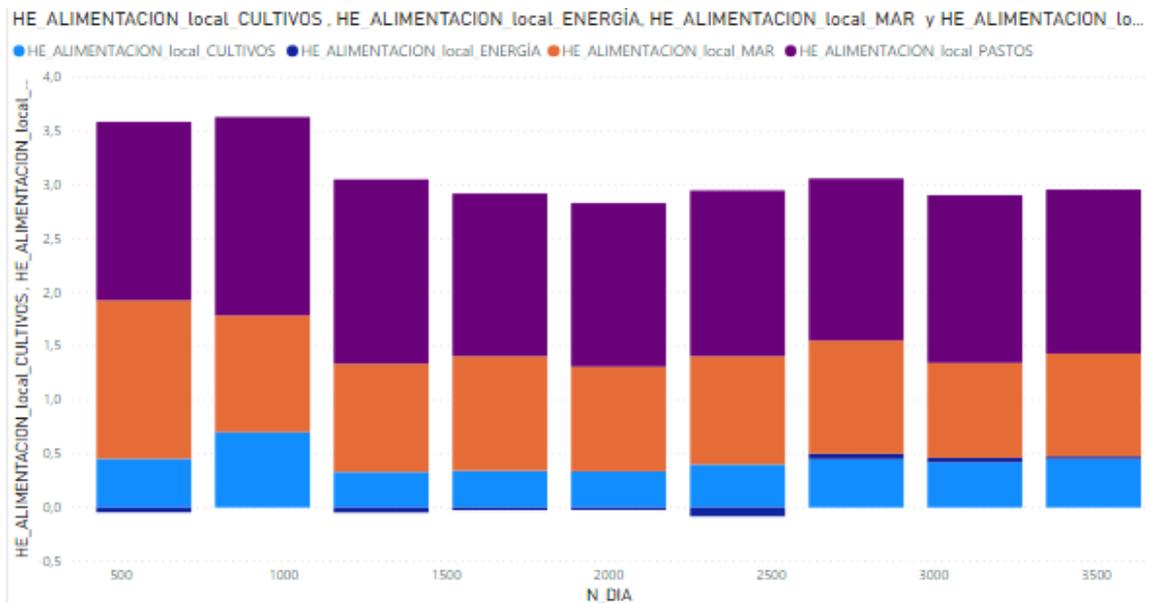


Ilustración 6. HE_Alimentación_2008-16

A.3.2. ANÁLISIS GENERAL CONSUMOS ENERGÉTICOS

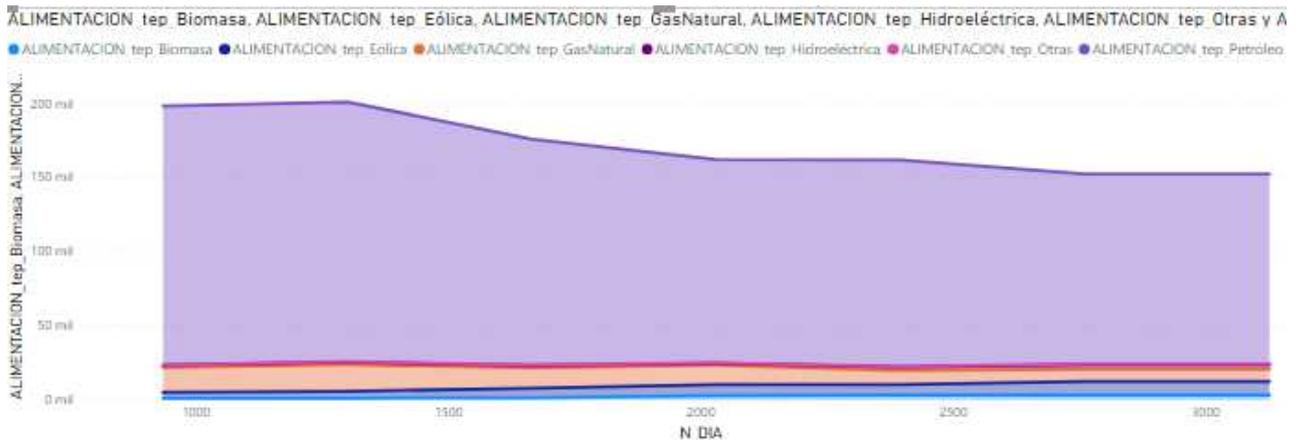


Ilustración 7. Consumo Energía[tep]_Alimentación

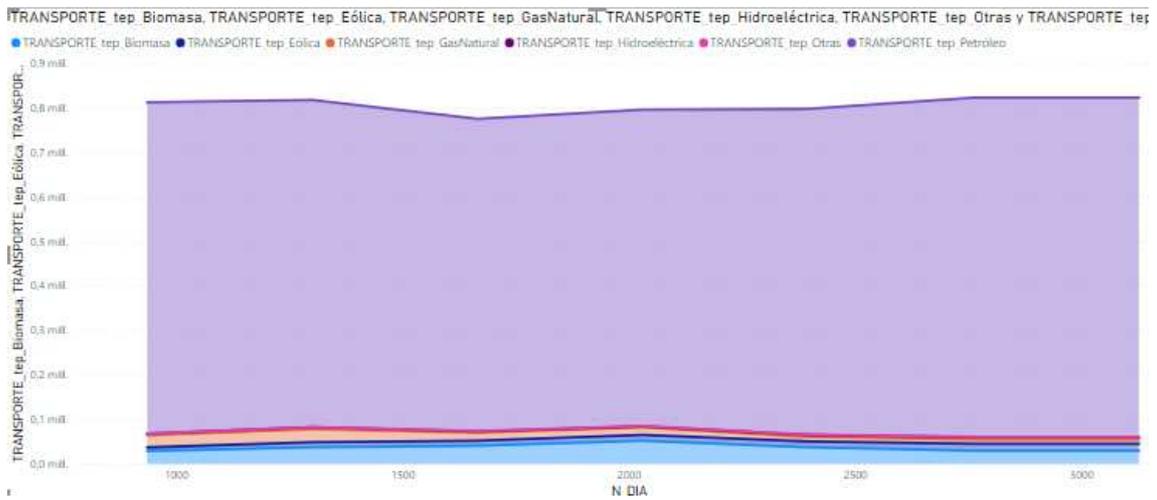


Ilustración 8. Consumo Energía[tep]_Transporte

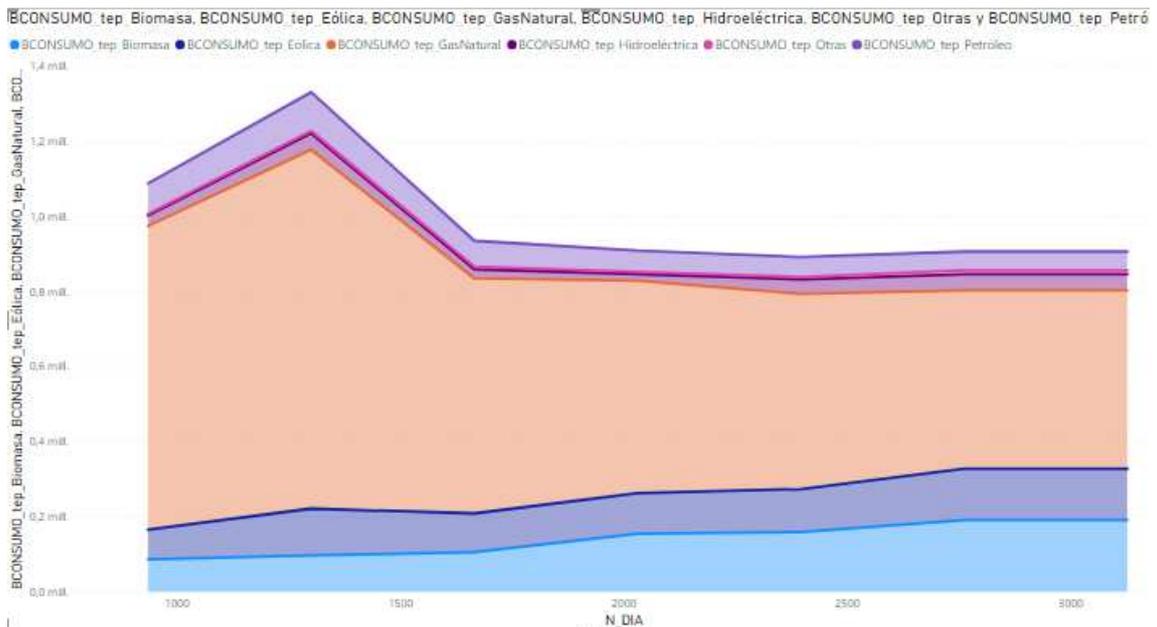


Ilustración 9. Consumo Energía[tep]_B.Consumo

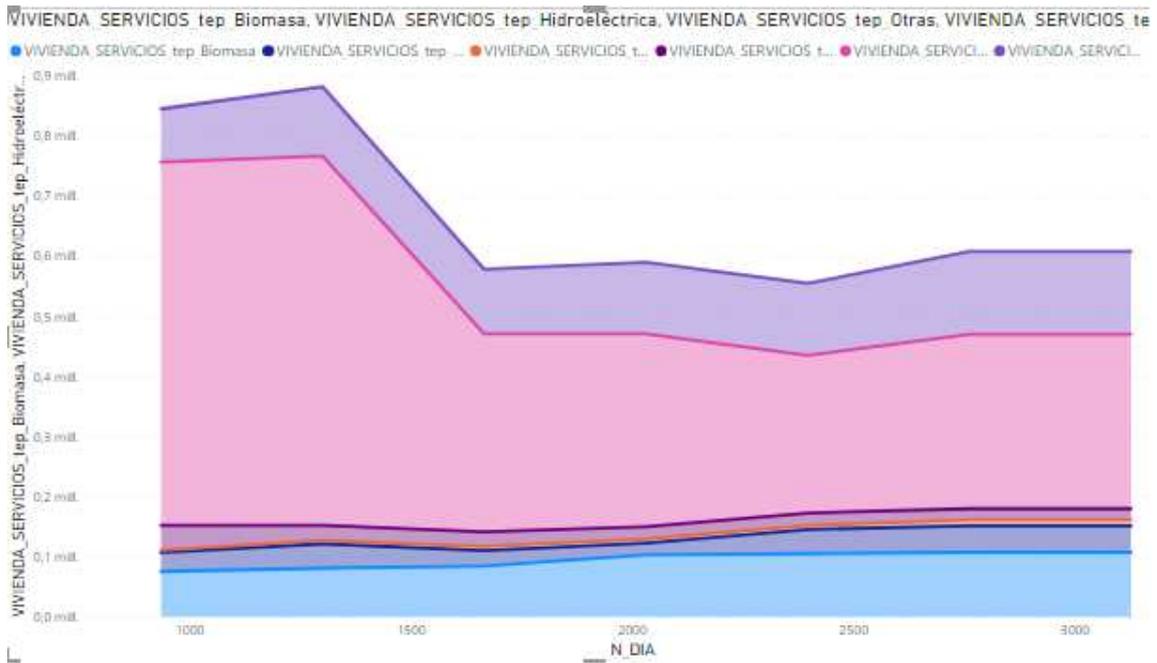


Ilustración 10. Consumo Energía [tep]_ Vivienda

A.3.3. ANÁLISIS RELACIONES PRIMARIAS

A.3.3.1. ANÁLISIS RELACIONES PRIMARIAS EN ALIMENTACIÓN

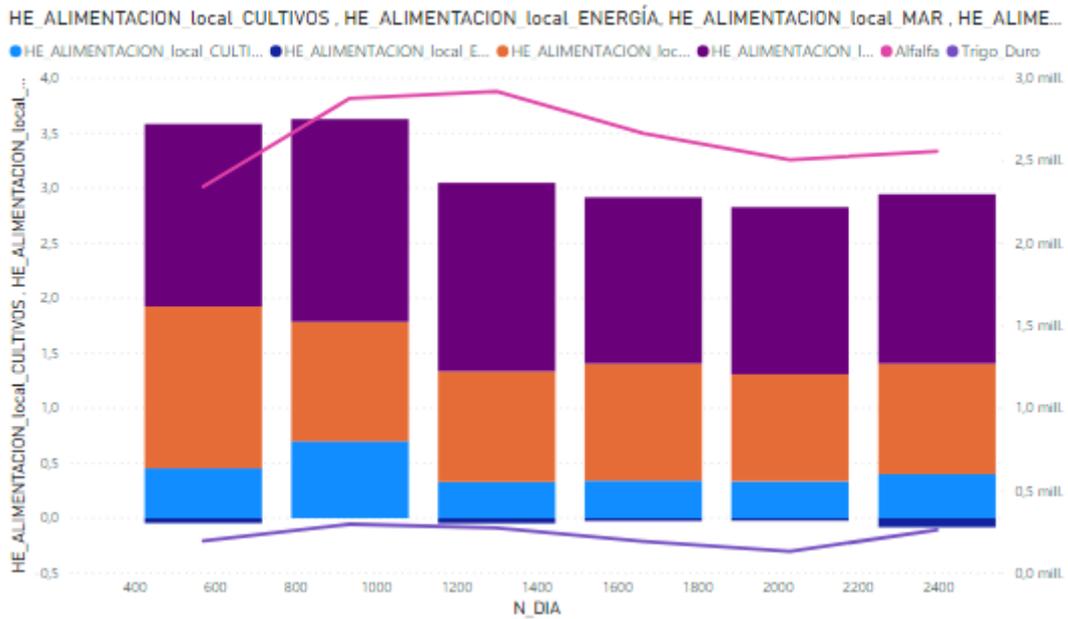


Ilustración 11. Relación_HE_Alimentación-Producción_TrigoDuro/Alfalfa

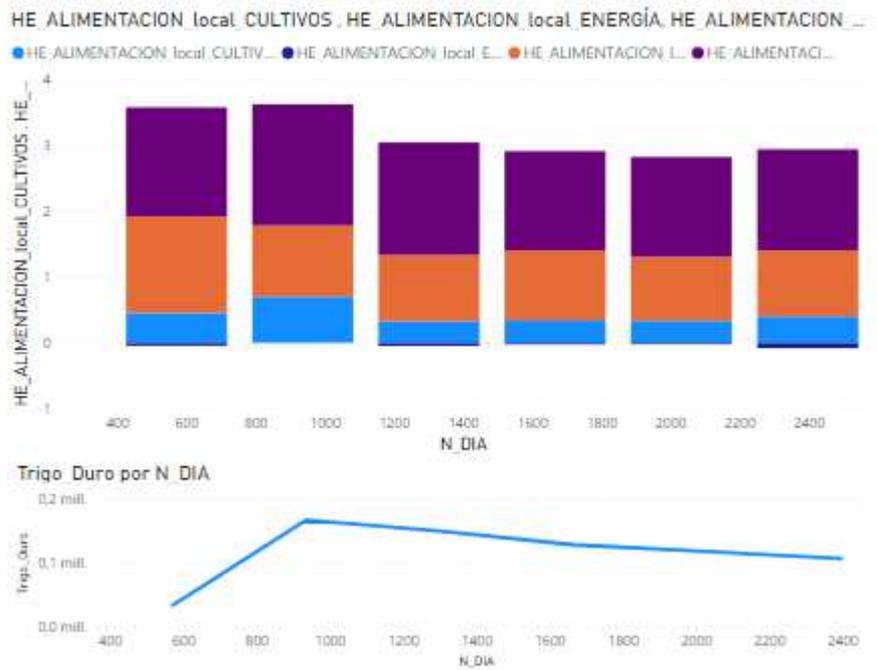


Ilustración 12.Relación_HE_Alimentación-Superficie_TriigoDuro

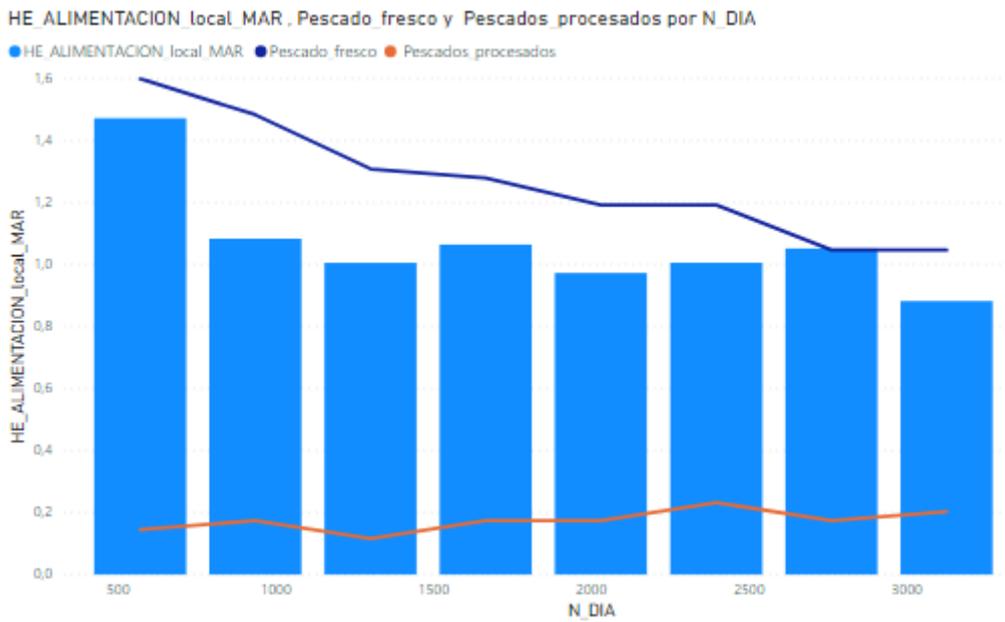


Ilustración 13.Relación_HE_Alimentación_Mar-Consumo_Pescados

HE_ALIMENTACION_local_PASTOS, Carne_porcino y Carne_bovino por N_DIA

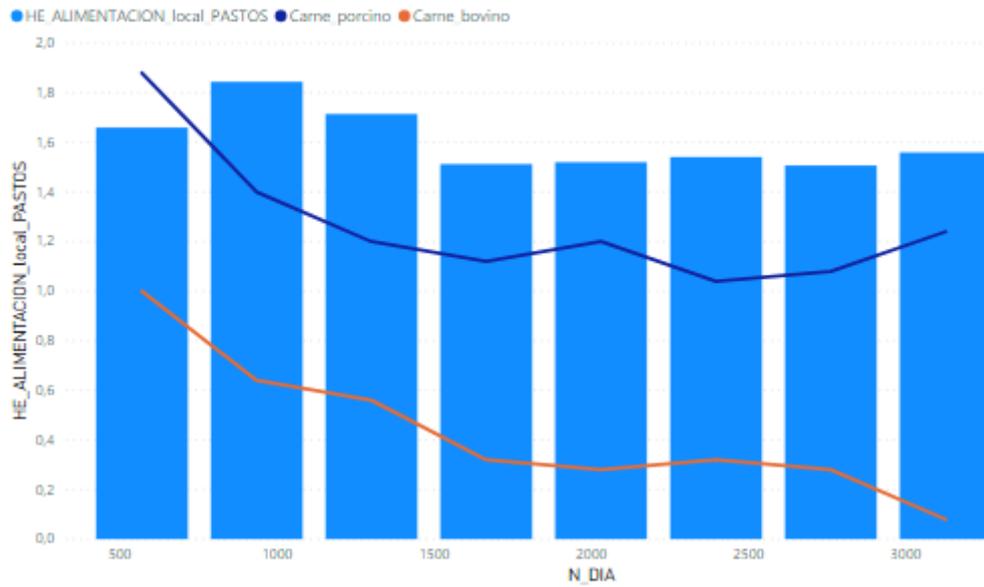


Ilustración 14.Relación_HE_Alimentación_Pastos-Consumo_Carnes

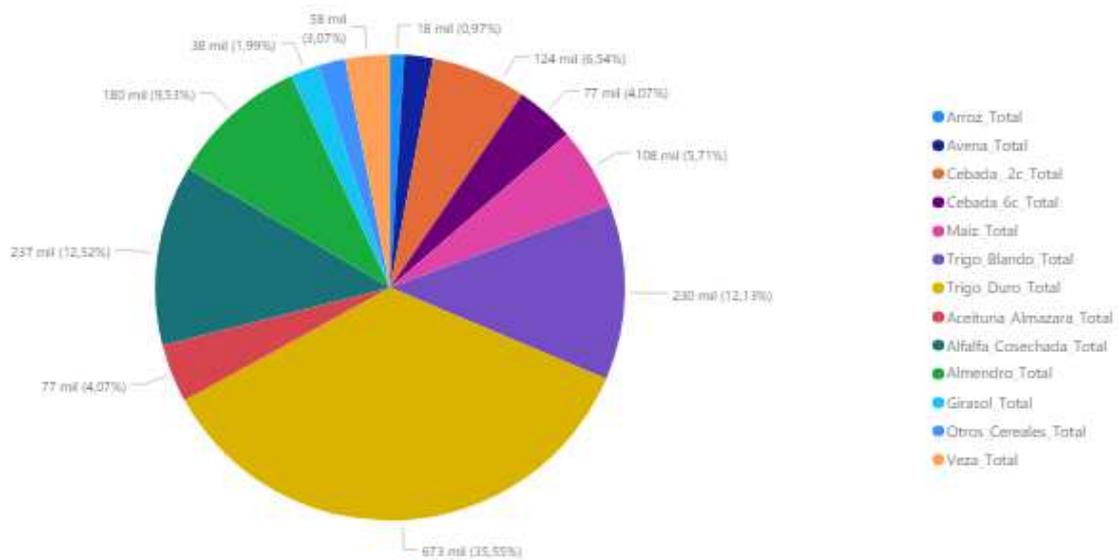


Ilustración 15.Superficie_Cultivos_Zaragoza

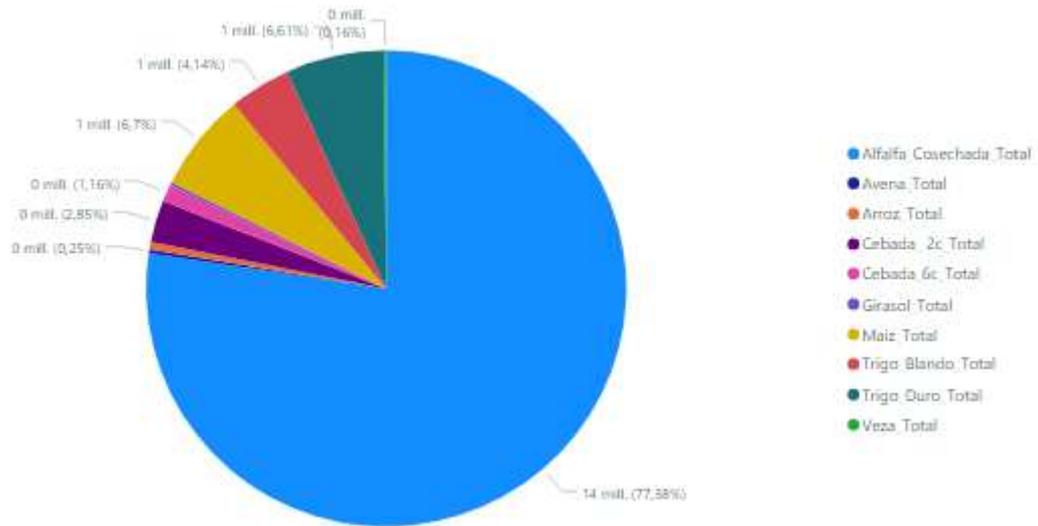


Ilustración 16. Producción_Cultivos_Zaragoza

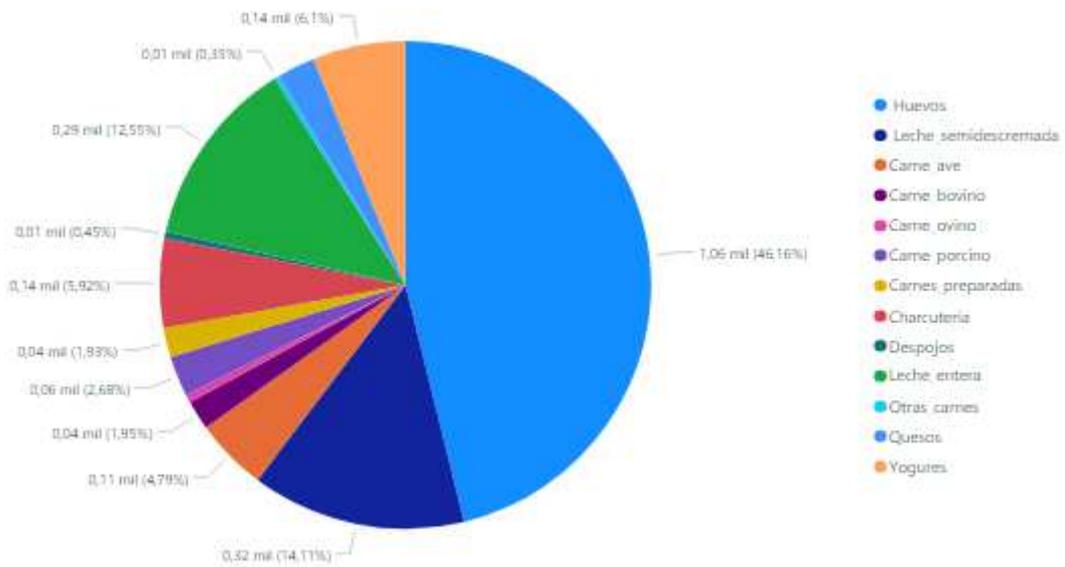


Ilustración 17. Consumo_Alimentación_Pastos

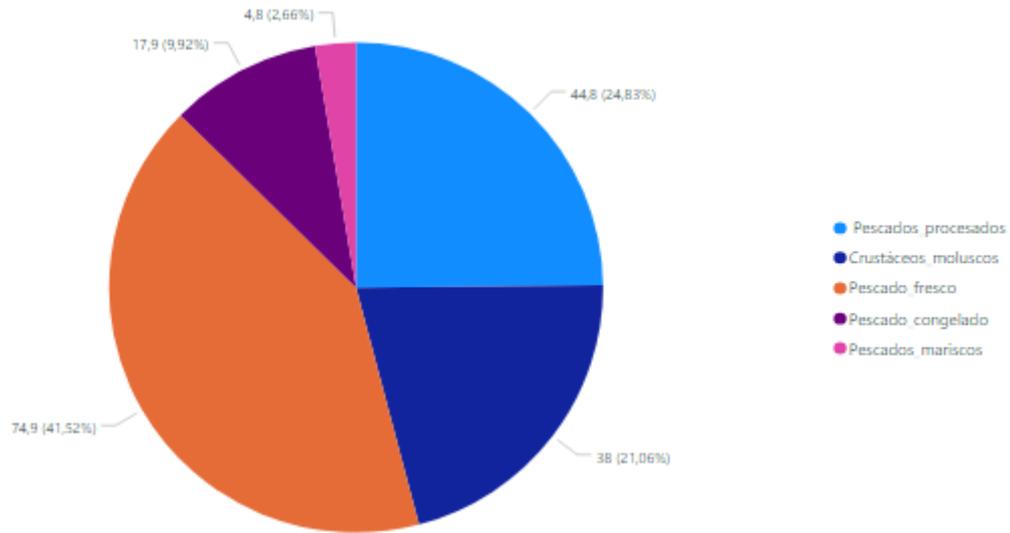


Ilustración 18. Consumo_Alimentación_Mar

A.3.3.2. ANÁLISIS RELACIONES PRIMARIAS EN BIENES DE CONSUMO

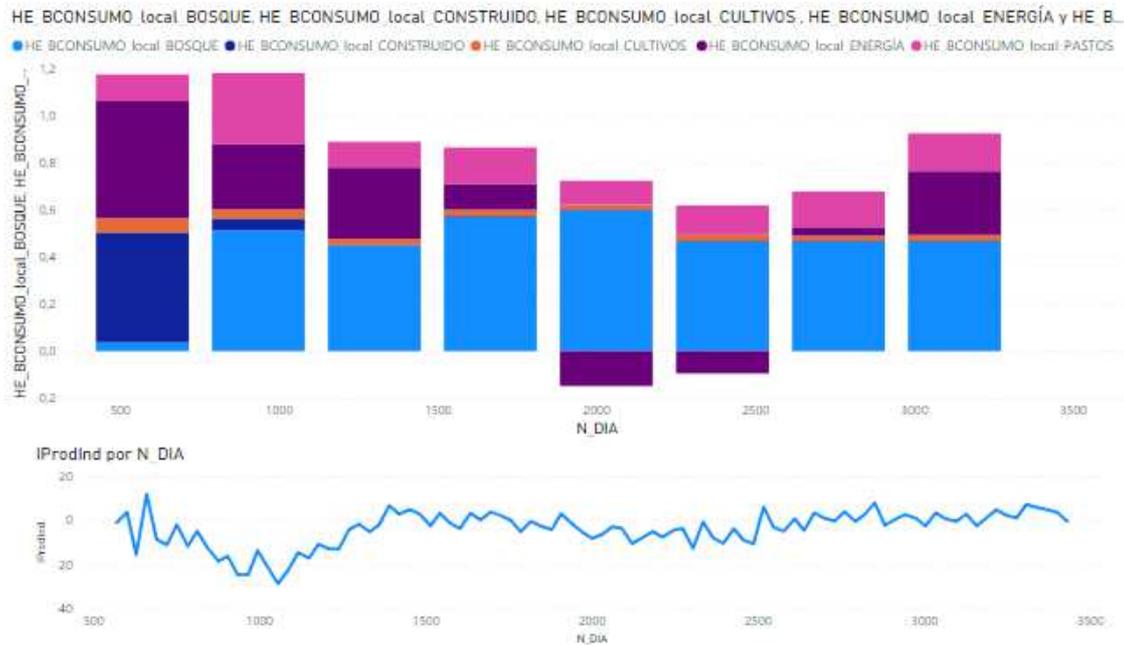


Ilustración 19. Relación_HE_B.Consumo-Índice_Producción_Industrial

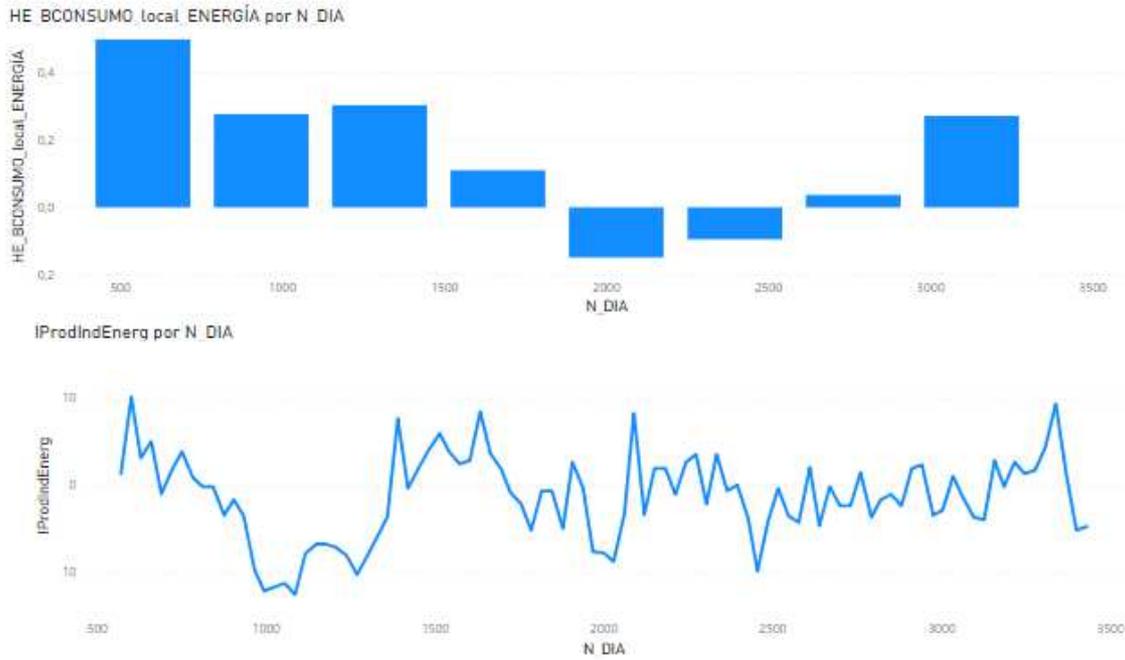


Ilustración 20.Relación_HE_Energía_B.Consumo-Índice_Producción_Industrial_Energía

A.3.3.3. ANÁLISIS RELACIONES PRIMARIAS EN TRANSPORTE

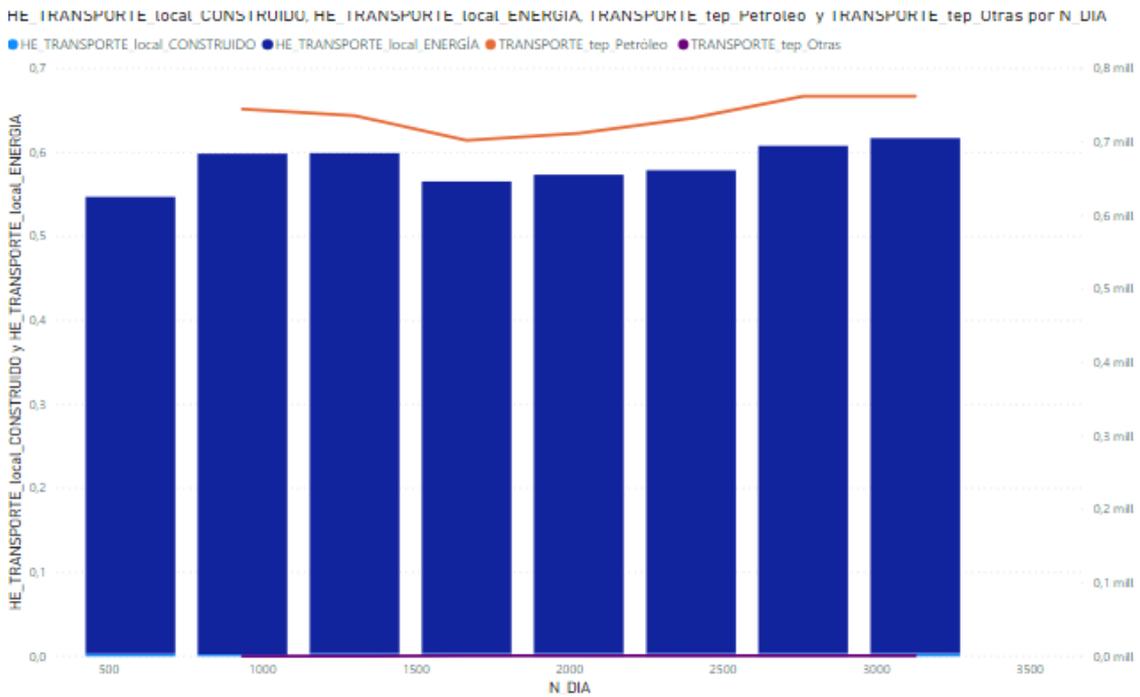


Ilustración 21.Relación_HE_Transporte-Consumo_Petróleo_Transporte

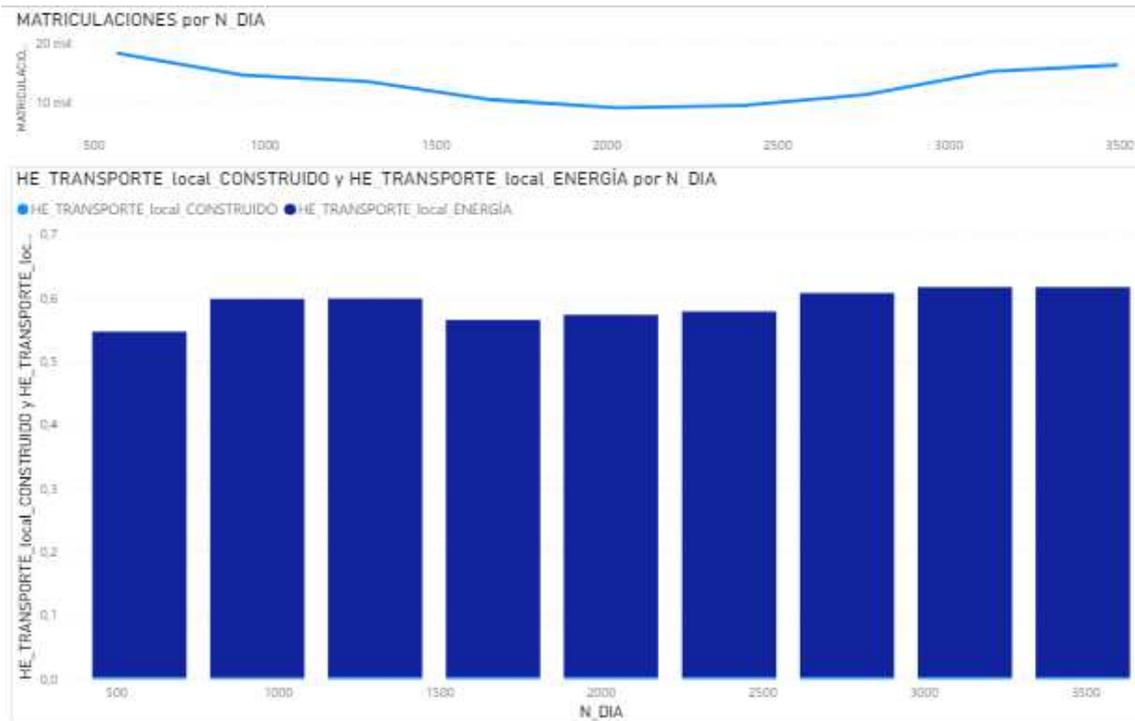


Ilustración 22.Relación_HE_Transporte_Matriculaciones_Ayto.Zaragoza

A.3.3.4. ANÁLISIS RELACIONES PRIMARIAS EN VIVIENDA Y SERVICIOS

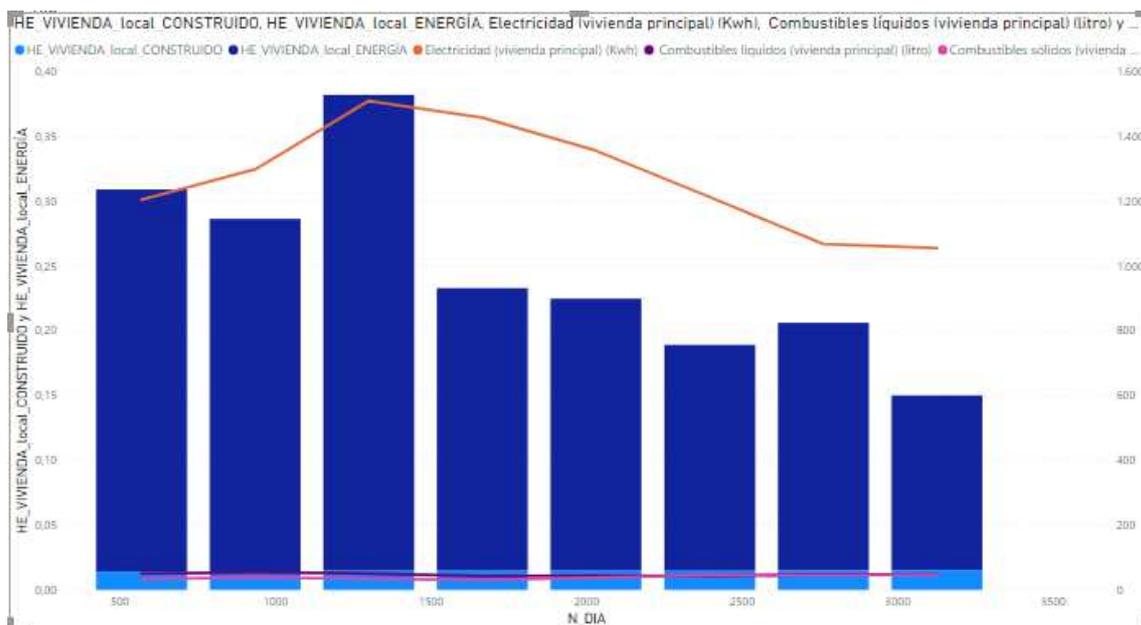


Ilustración 23.Relación_HE_Vivienda_Servicios-Consumo_Energía_Hogar

A.3.4. ANÁLISIS FACTORES ECONÓMICOS

A.3.4.1. ANÁLISIS FACTORES ECONÓMICOS EN ALIMENTACIÓN

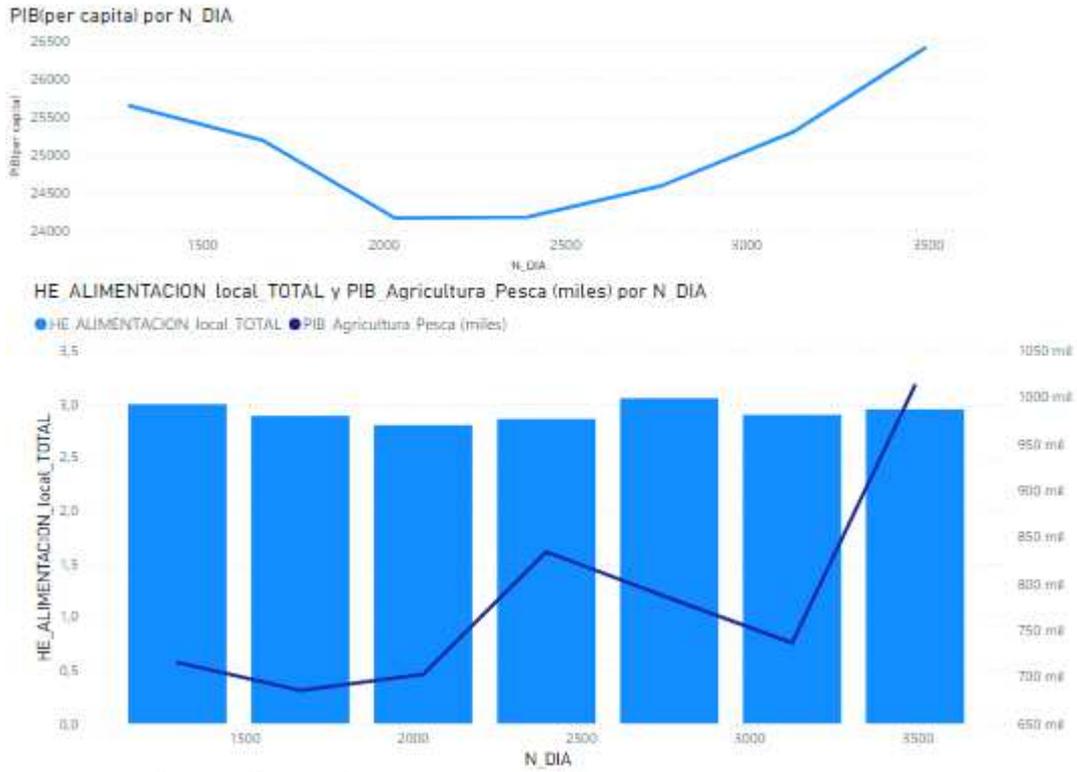


Ilustración 24.Relación_HE_Alimentación-PIB(Agricultura y Pesca/ General)

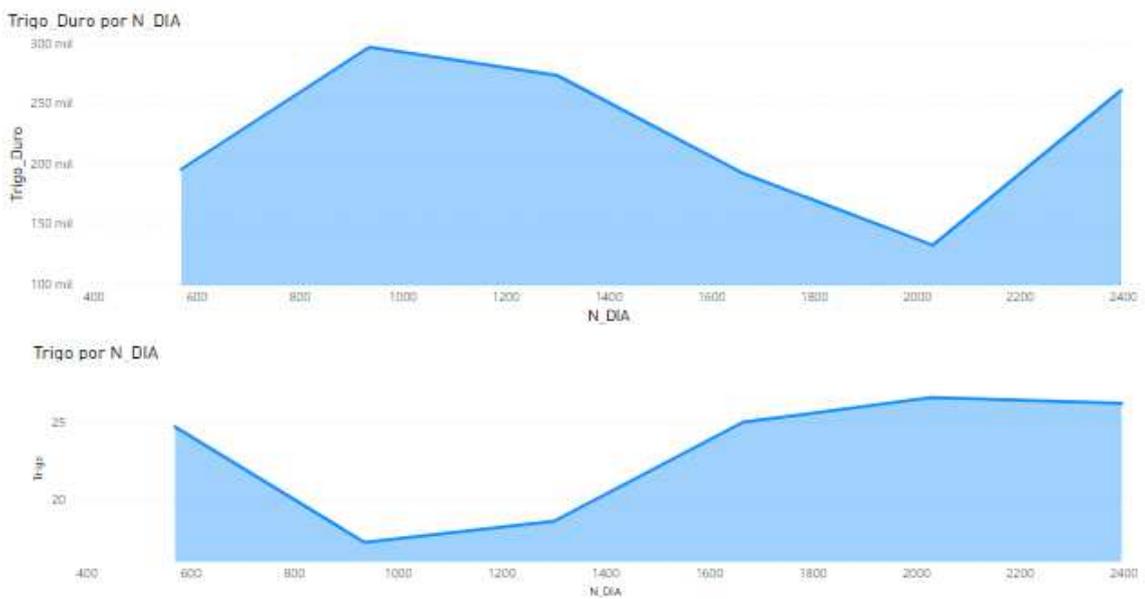


Ilustración 25.Relación_Producción_Trigo-Precio_Trigo

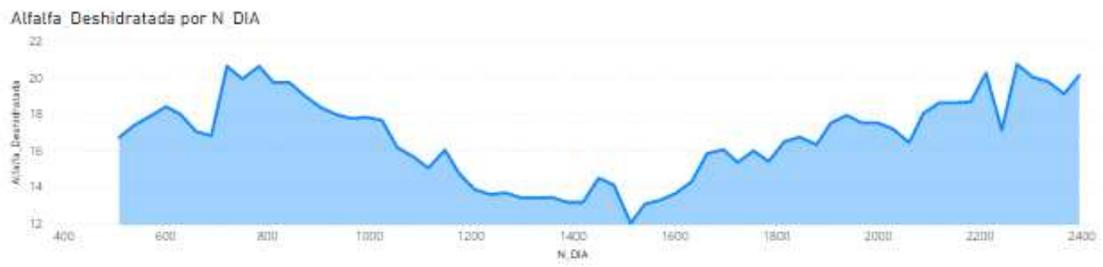
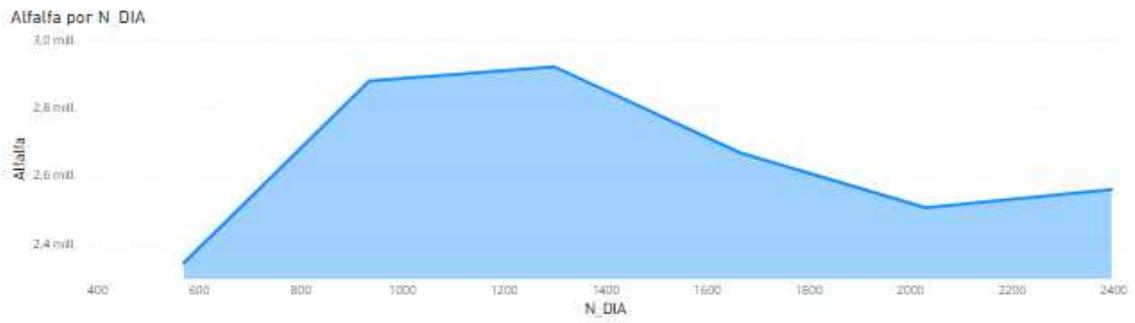


Ilustración 26. Relación_Producción_Alfalfa-Precio_Alfalfa

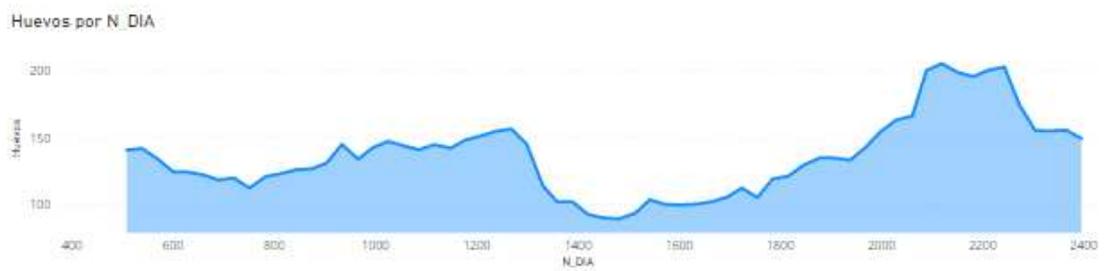
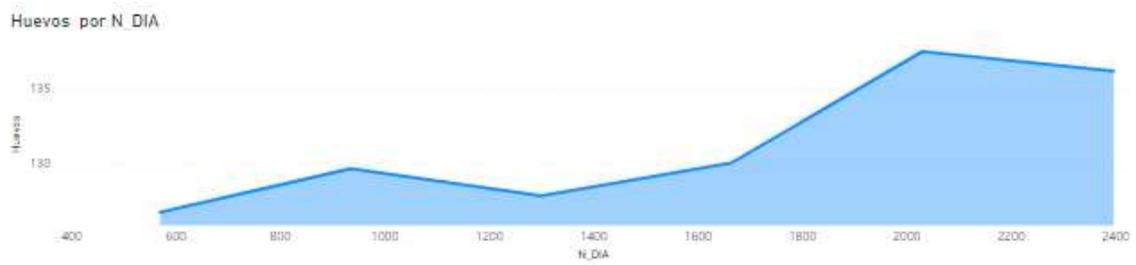


Ilustración 27. Relación_Consumo_Huevos_Precio_Huevos

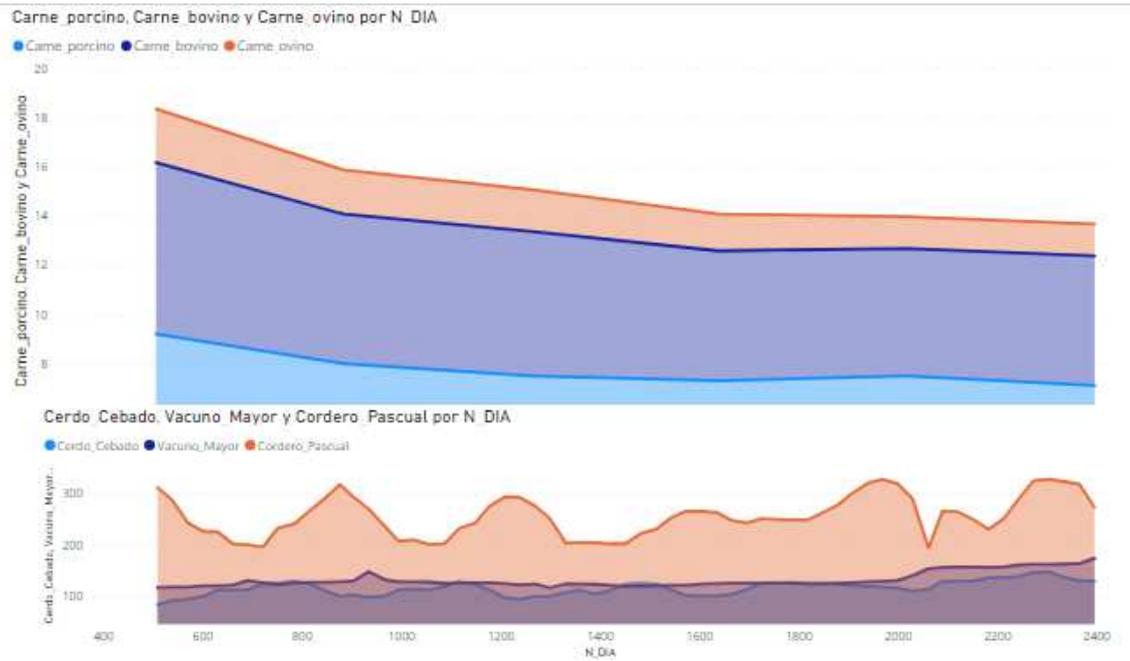


Ilustración 28. Independencia_Consumo_Carnes-Precio_Carnes

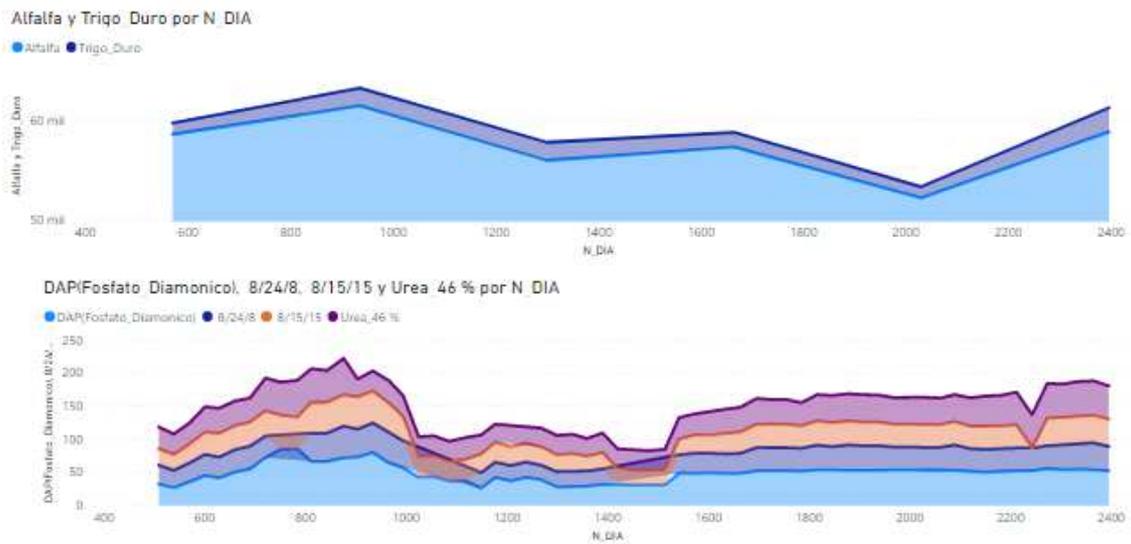


Ilustración 29. Relación_Rendimiento_Cultivos-Precio_Abonos

A.3.4.2. ANÁLISIS FACTORES ECONÓMICOS EN BIENES DE CONSUMO

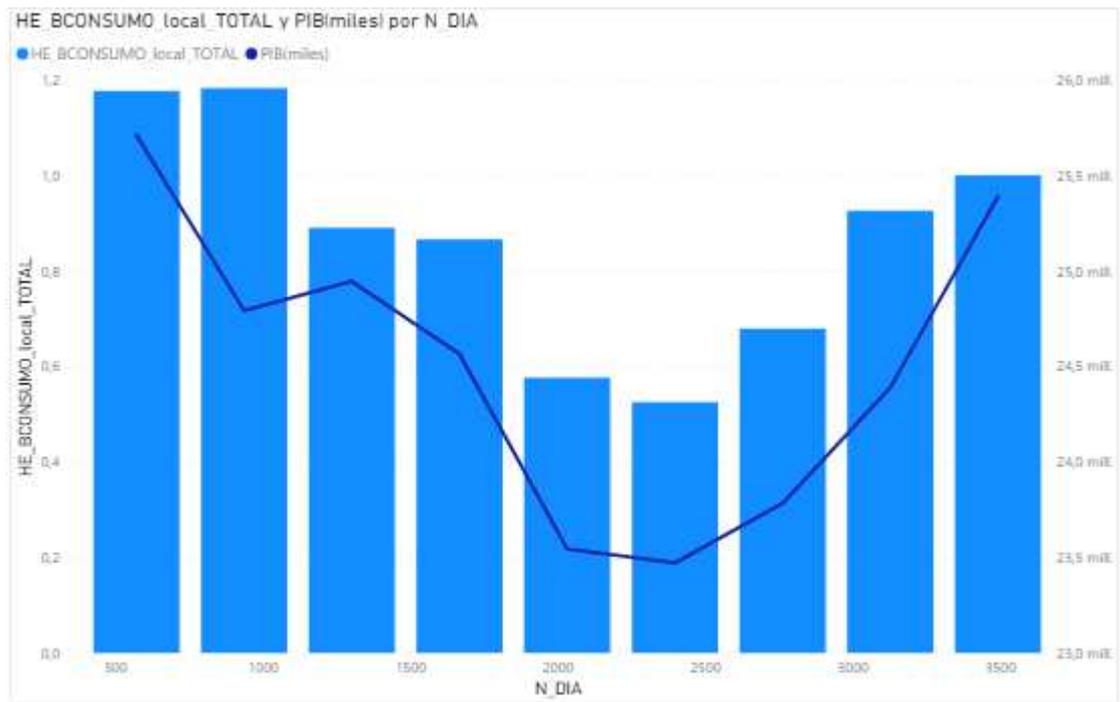


Ilustración 30. Relación_HE_B.Consumo-PIB

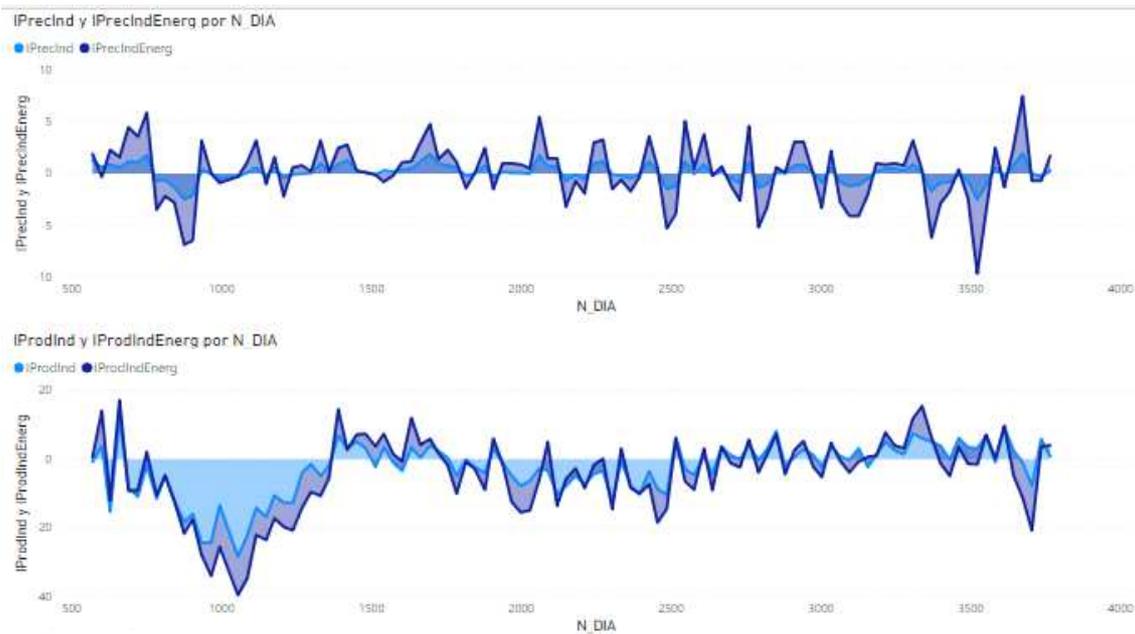


Ilustración 31. Relación_Indices_Producción_Industrial-Indices_Precio_Industrial

A.3.4.3. ANÁLISIS FACTORES ECONÓMICOS EN TRANSPORTE

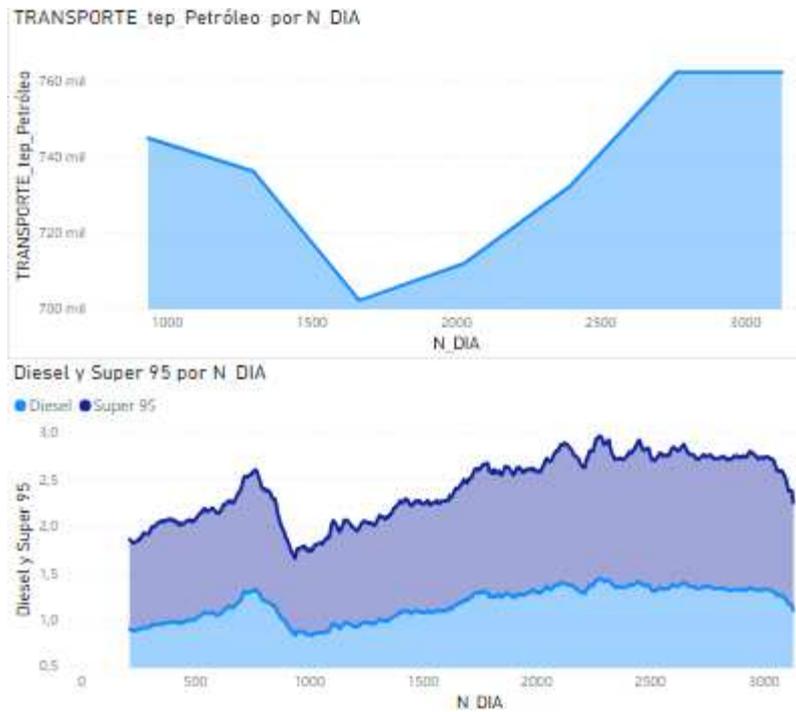


Ilustración 32.Relación_Consumo_Petróleo_Transporte-Precio_Combustible

A.3.4.4. ANÁLISIS FACTORES ECONÓMICOS EN VIVIENDA Y SERVICIOS

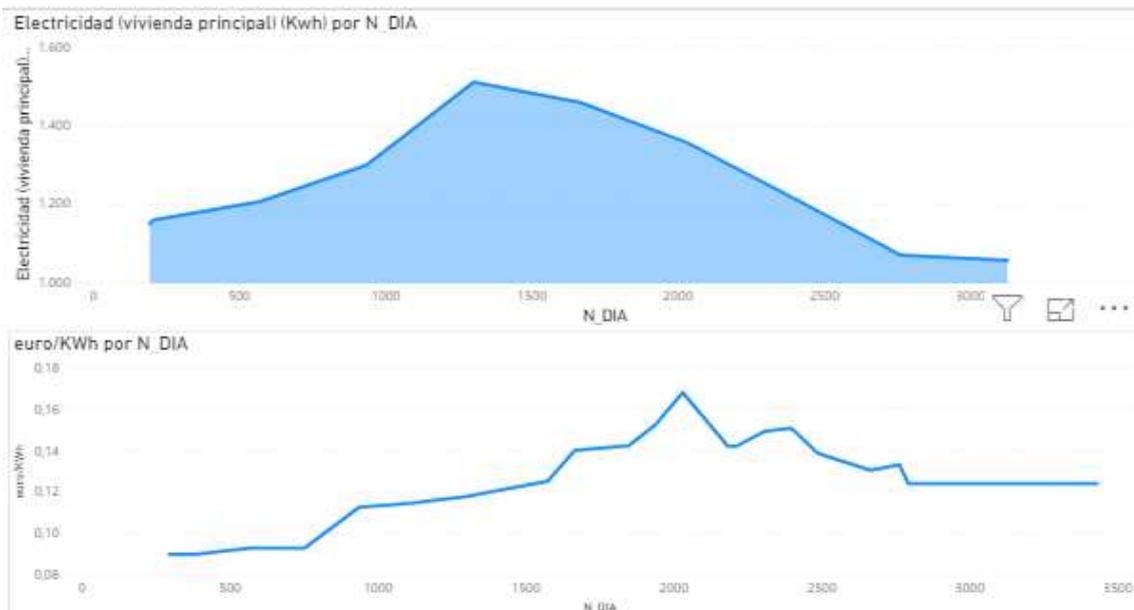


Ilustración 33.Relación_Consumo_Energía_Hogar-Tarifa_Energía_Hogar

A.3.5. ANÁLISIS FACTORES CLIMATOLÓGICOS

A.3.5.1. ANÁLISIS CLIMATOLÓGICO EN EL RENDIMIENTO DE CULTIVOS

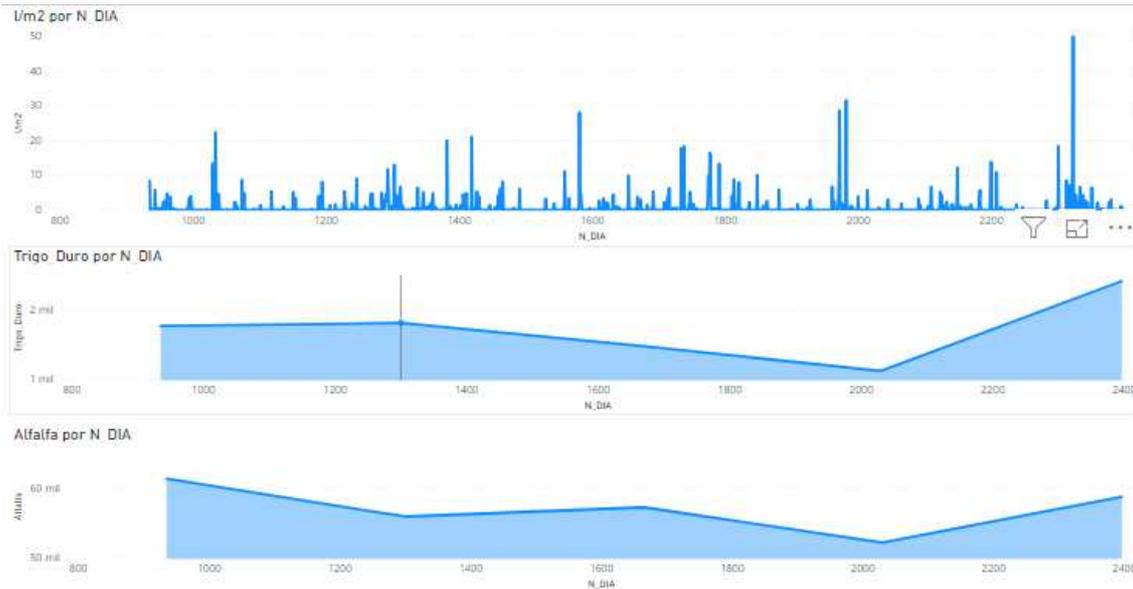


Ilustración 34. Relación_Precipitaciones-Rendimiento_Cultivos

A.3.5.2. ANÁLISIS CLIMATOLÓGICO EN EL CONSUMO ENERGÉTICO

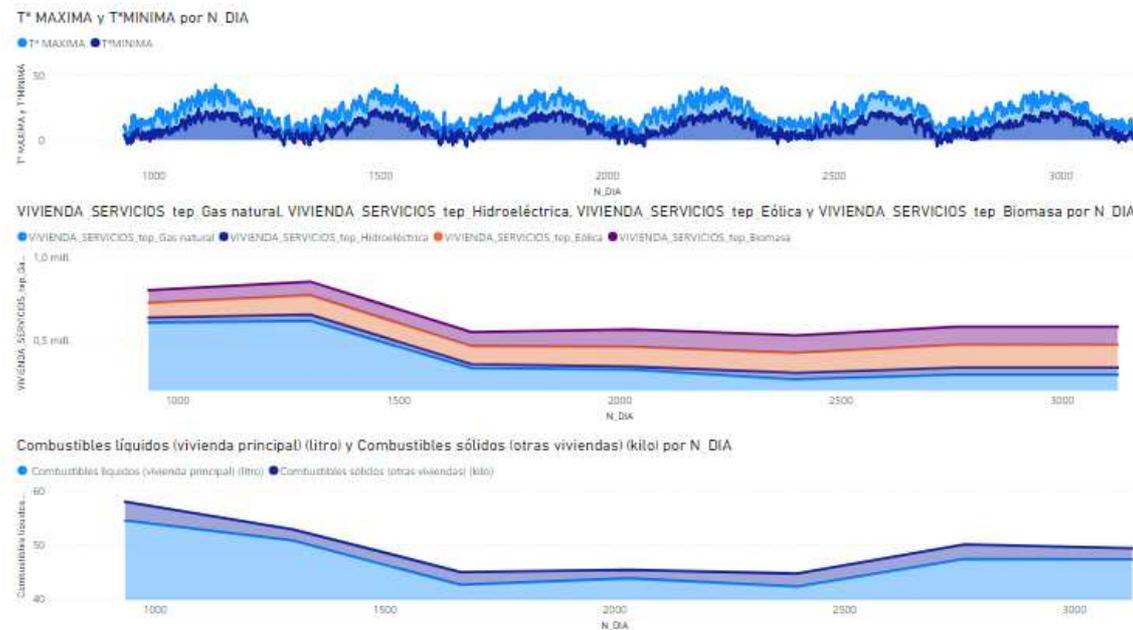


Ilustración 35. Relación_Temperaturas-Consumo_Energía_Hogar

A.3.6. ANÁLISIS FACTORES SOCIALES

A.3.6.1. ANÁLISIS FACTORES SOCIALES EN ALIMENTACIÓN

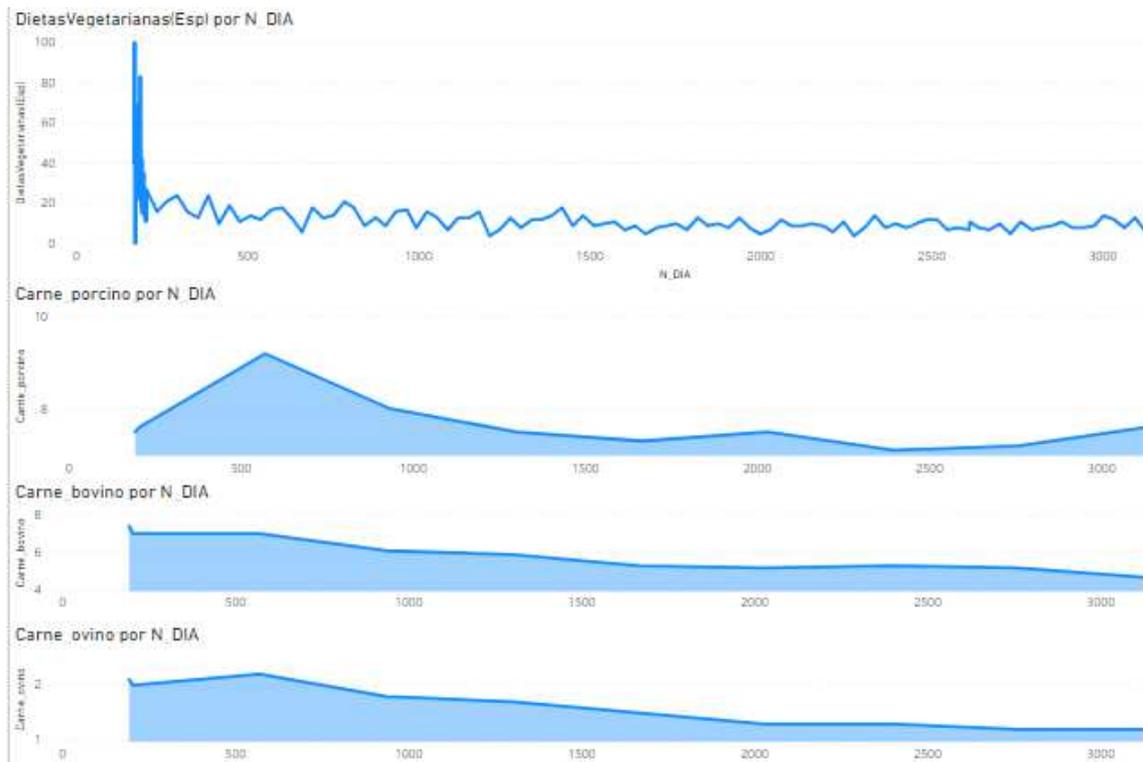


Ilustración 36.Relación_Tendencias_Dieta_Vegetariana-Consumo_Carnes

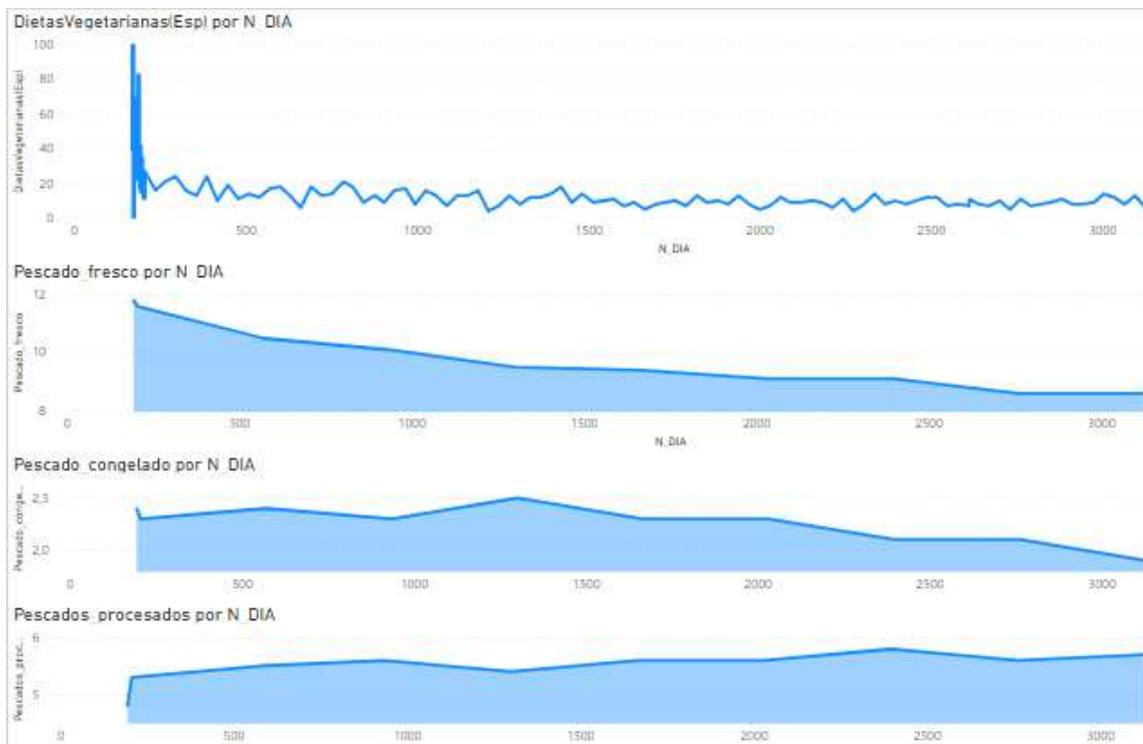


Ilustración 37.Relación_Tendencias_Vegetarianas-Consumo_Pescados

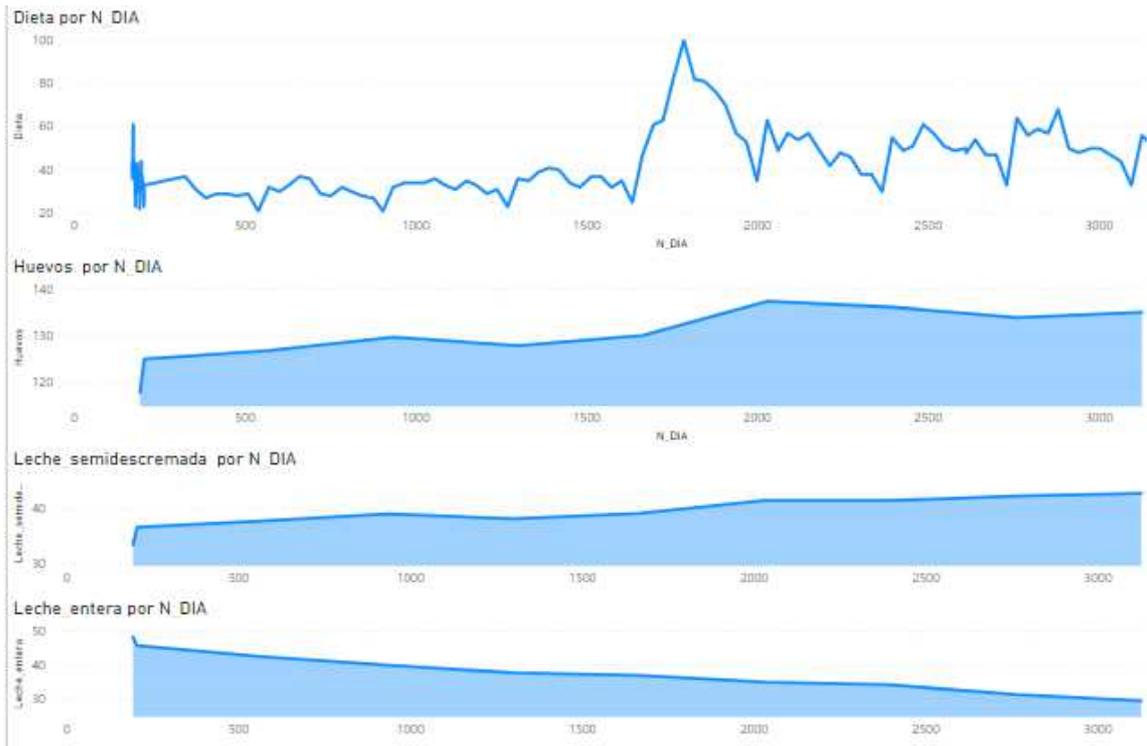


Ilustración 38. Relación_Tendencias_Dieta-Consumo_Huevos/Lácteos

A.3.6.2. ANÁLISIS FACTORES SOCIALES EN EL CONSUMO ENERGÉTICO

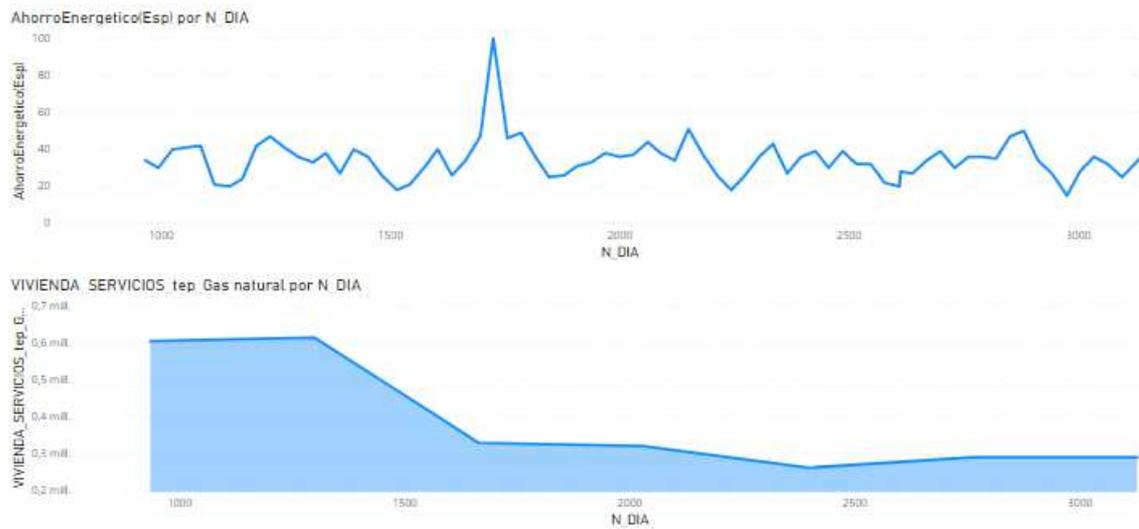


Ilustración 39. Relación_Tendencias_Ahorro_Energía-Consumo_Energía[tep_GN]_Vivienda_Servicios

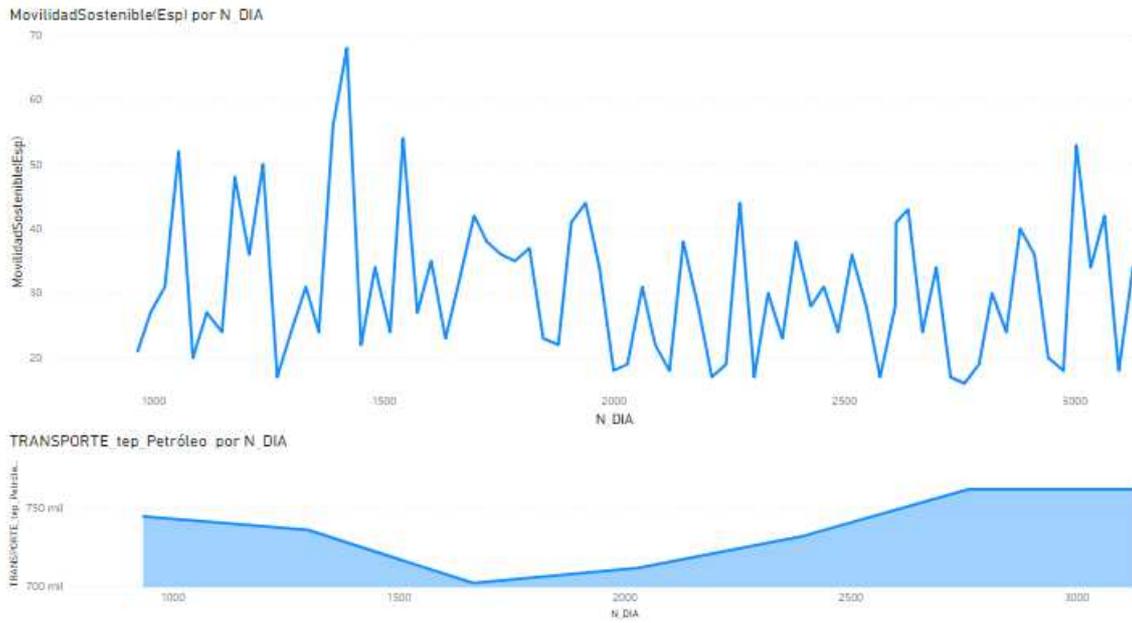


Ilustración 40.Relación_Tendencias_Movilidad_Sostenible-Consumo_Energía[tep_Petróleo]_Transporte

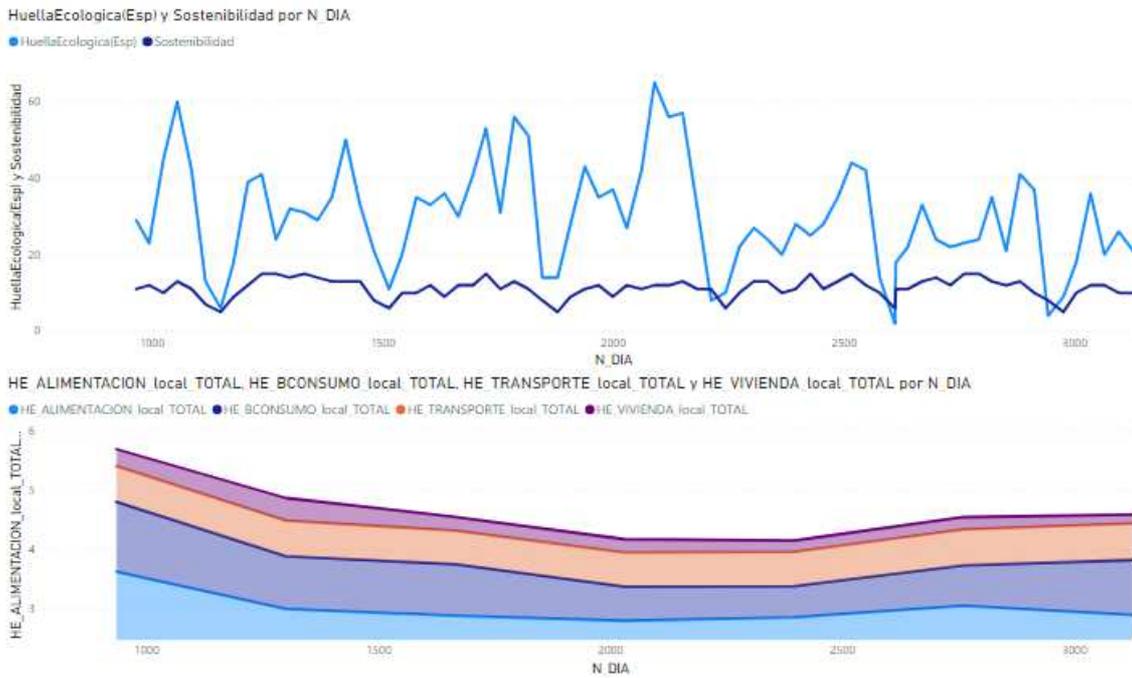


Ilustración 41.Relación_Tendencias_Sostenibilidad/HE-HE_local

A.4. INFORMACIÓN ADICIONAL GRÁFICA

Tabla 1-V: Distribución general de tierras (ha) en la provincia de Zaragoza

Distribución de tierras	Superficie (ha)		
	Secano	Regadio	Total
Cultivos herbáceos			
Trigo	232.357	25.722	258.079
Cebada	43.947	14.506	58.453
Maíz	12	33.511	33.523
Arroz	0	5.977	5.977
Alfalfa	946	42.964	43.910
Cardo y otros forrajes varios	12.499	1.289	13.788
Girasol	3.617	3.629	7.246
Hortalizas	0	6.792	6.792
Otros	12.110	9.249	21.359
Tierras ocupadas por cultivos herbáceos	305.488	143.639	449.127
Cultivos leñosos			
Viñedo no asociado	35.457	4.937	40.394
Olivar	9.137	6.477	15.614
Frutales	42.902	24.352	67.254
Otros	1	46	47
Tierras ocupadas por cultivos leñosos	87.497	35.812	123.309
Barbecho y otras tierras no ocupadas	218.830	9.046	227.876
TERRAS DE CULTIVO	611.815	188.497	800.312
Prados naturales	0	10	10
Pastizales	46.671	0	46.671
PRADOS Y PASTOS	46.671	10	46.681
Monte maderable	164.238	588	164.826
Monte abierto	140.352	-	140.352
Monte leñoso	159.471	-	159.471
TERRENO FORESTAL	464.061	588	464.649
Erial a pastos	246.954	-	246.954
Espartizal	3.005	-	3.005
Terreno improductivo	69.919	-	69.919
Superficie no agrícola	71.573	-	71.573
Ríos y lagos	20.187	-	20.187
OTRAS SUPERFICIES	411.638	-	411.638
SUPERFICIE TOTAL	1.534.185	189.095	1.723.280

Fuente: Subdirección General de Estadística Agroalimentaria MAGRAMA 2004.

Ilustración 42. Distribución_Tierras_Zaragoza

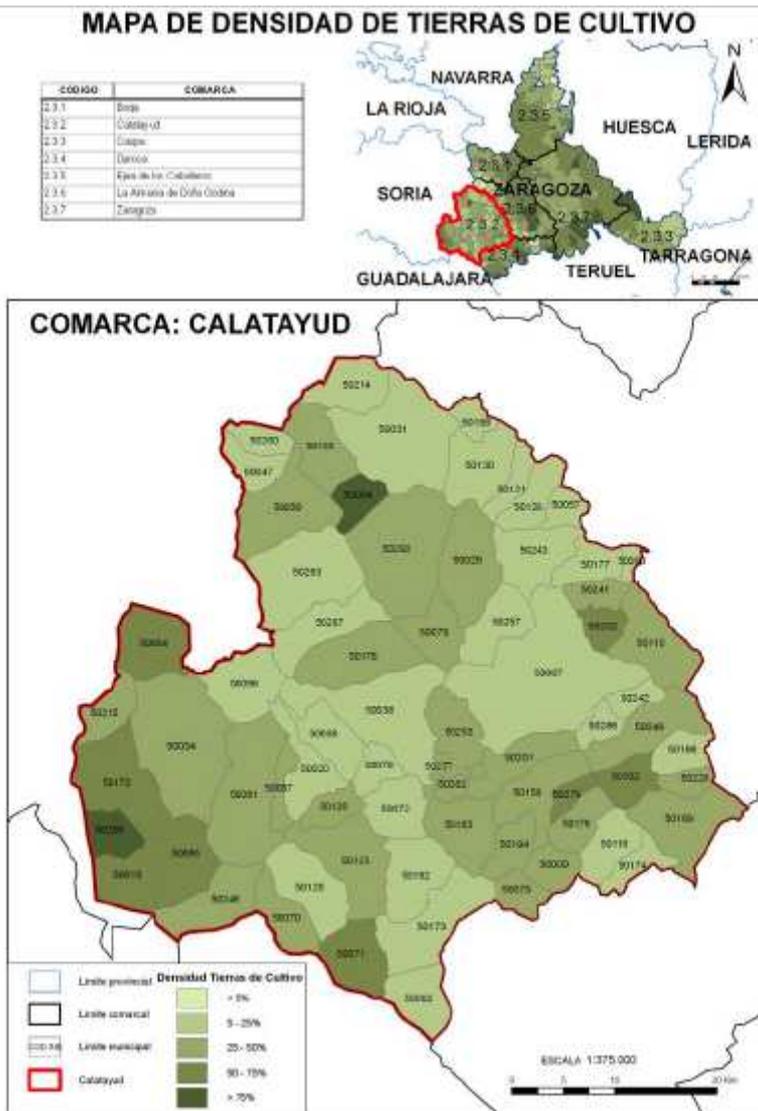


Figura 1.2-5: Mapa de densidad de tierras de cultivo de la comarca Calatayud (Zaragoza)

Ilustración 43. Mapa_Densidad_Cultivo_Calatayud

Gasto medio por hogar en 2018

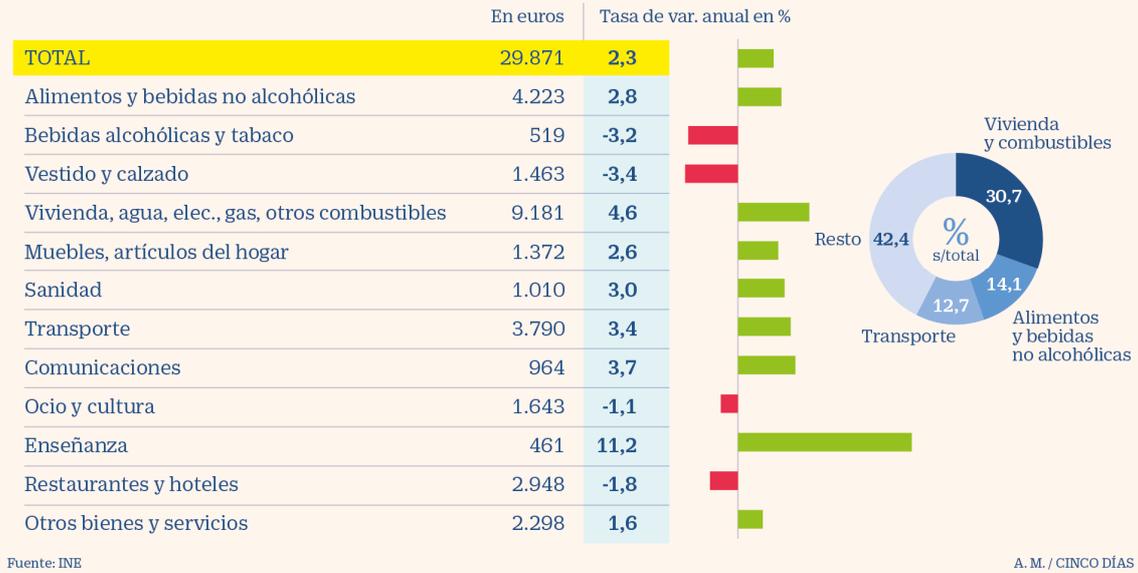


Ilustración 44. Gasto_Hogar_2018

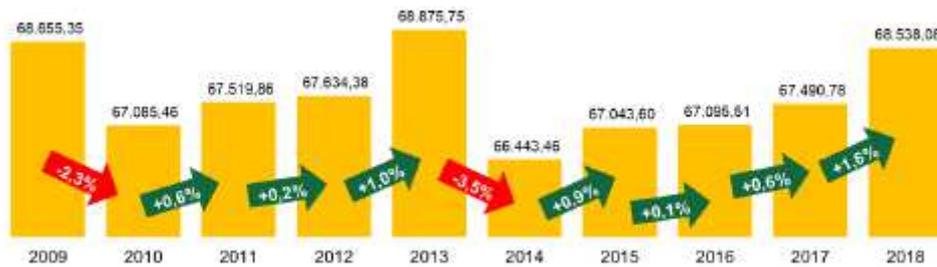


Ilustración 45. Evolución_Gasto_Hogar_2009-2018

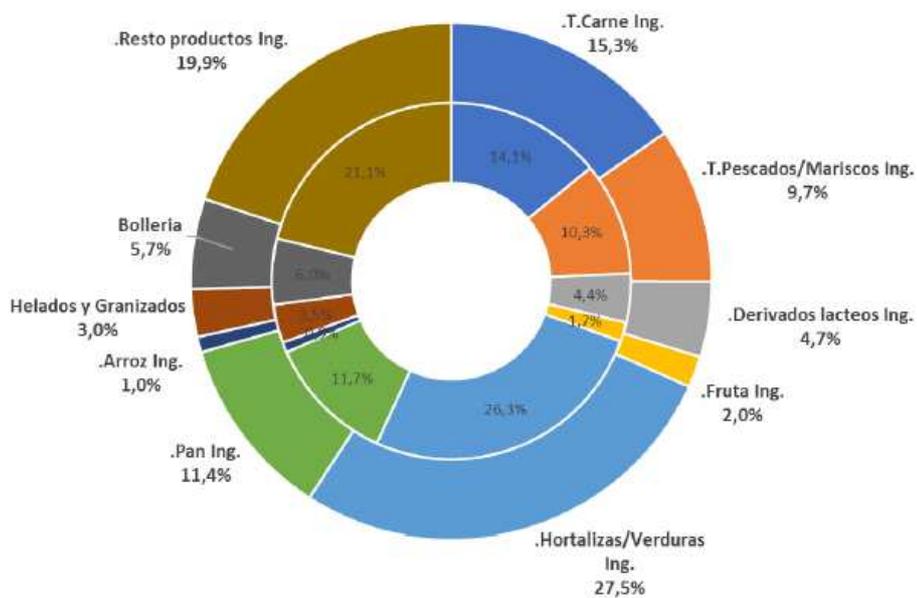


Ilustración 46. Consumo_Alimentos

ENERGÉTICO	443.427
AGRICULTURA Y GANADERÍA	293.237
INDUSTRIA	5.239.231
TRANSPORTES	471.022
SERVICIOS	3.987.171
OTROS	33.039
TOTAL	10.467.127

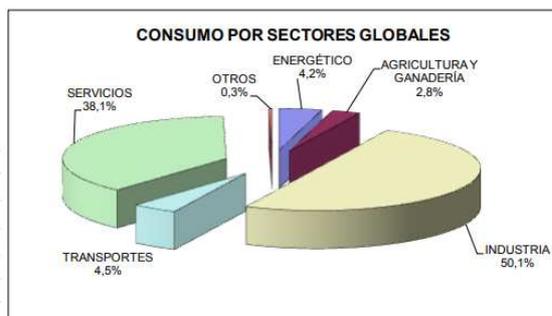


Ilustración 47. Consumo_Energía_Sectores

Consumo de energía eléctrica por sectores y provincias

MWh	CNAE	HUESCA	TERUEL	ZARAGOZA	ARAGÓN
Agricultura y Ganadería	01. 02	90.655	19.143	183.439	293.237
Extracción de Carbón	05	176	6.739	50	8.974
Extracción de Petróleos	061	36	-	70.215	70.251
Combustibles Nucleares	2446. 3517	30	-	58	98
Refinerías de Petróleo	192	12	-	32.380	32.391
Coquerías	191	-	-	15.045	15.045
Producción/Distribución Electricidad	351	211.500	14.557	88.002	314.059
Sector de Gas	062. 091. 352	1.415	61	1.133	2.609
Minería y Canteras	07. 08	1.708	2.779	13.719	18.206
Siderurgia y Fundición	241-2453	819.862	110.184	374.917	1.004.943
Metalurgia no férrea	2454	23.841	45.445	74.303	143.588
Vidrio	231	-	857	79.043	79.900
Cementos, Cales y Yesos	235	73	10.405	76.064	86.542
Otros materiales construcción	236	4.682	18.558	26.242	49.480
Química y Petroquímica	20	560.650	37.741	169.886	768.276
Maq. y Transformación Metalúrgica	24. 25. 28	26.463	11.376	250.139	298.977
Construcción Naval	301	-	-	15	15
Construcción de automóviles y bicicl	29	1.673	326	266.440	268.439
Construcción otros medios transp.	30	3	-	364	357
Alimentación	10. 11. 12	183.626	75.907	319.052	558.585
Industria Textil, Cuero y Calzado	13. 14. 15	95.626	1.173	19.993	116.692
Industria de Madera y Corcho	16	2.094	83.772	23.559	109.425
Pasta de Papel y Cartón	17	64.697	6.993	1.204.932	1.266.432
Gráficas	18	463	63	14.696	15.434
Caucho y Plásticos y otras	22	10.212	7.400	164.137	181.749
Construcción	41. 42. 43. 1623. 2361. 2362. 251. 2892. 4613	9.114	2.811	29.384	41.309
Ferrocarril	491. 492	14.938	2.587	58.523	116.028
Otras empresas de transporte	493. 494. 495. 51	76.880	11.820	266.194	354.904
Hostelería	55. 56	59.639	37.164	202.620	299.423
Comercio y Servicios	45. 46. 47. 77. 78. 79. 81. 82. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96	164.212	76.714	676.530	917.456
Administración Servicio Público	84. 85. 86. 87. 88	126.599	72.448	542.525	741.572
Alumbrado Público	---	-	-	-	-
Uso Doméstico	97. 98	349.816	281.967	1.396.936	2.028.720
No clasificados	---	4.613	3.812	24.214	33.039
Autoconsumo Cogeneración	---	51.741	22.377	166.163	242.880
TOTAL		2.626.058	967.958	6.973.110	10.467.127

NOTA: El agregado "Autoconsumo Cogeneración" incluye, según la nomenclatura del Real Decreto 661/2007, en su Anexo IV, el apartado "b" (consumos propios en los servicios de la central). El agregado "Producción / Distribución Electricidad" incluye los consumos en bombeo.

Ilustración 48. Consumo_Energía_Sectores/Provincias

Cuadro 1. Producción y consumo de cereales y alfalfa en Aragón

	Trigo duro	Trigo blando	Cebada	Maíz	Arroz	Otros cereales	Total cereales	Alfalfa	
Superficie (Mil. Ha)	171,31	105,01	468,24	59,86	9,96	40,62	855,00	84,48	
Producción 2008 (Mil. Tm)	197,67	334,89	1.201,73	571,37	57,14	55,80	2.418,60	1.011,85	
Valor producción (Mill. €)	44,71	61,95	215,96	105,49	25,71	10,14	463,96	151,37	
% de la superficie	20,04	12,28	54,77	7,00	1,16	4,75	100,00	100,00	
% del valor	9,64	13,35	46,55	22,74	5,54	2,19	100,00	100,00	
Rendimiento bruto (€/Ha)	260,99	589,94	461,22	1.762,28	2.582,62	249,69	542,65	1.791,79	
Destino producción	Aragón	178,25	316,03	657,57	528,96	2,50	51,54	1.734,85	152,88
	Fuera de Aragón	19,42	18,86	544,16	42,41	54,64	4,26	683,75	858,97
	Total	197,67	334,89	1.201,73	571,37	57,14	55,80	2.418,60	1.011,85
Consumo de producción en Aragón (A)	Semilla siembra	34,09	23,10	93,65			7,19	158,03	
	Molinería	137,26	120,79			2,50	5,91	266,46	
	Fábrica piensos	6,90	163,46	534,17	367,30		32,92	1.104,75	36,56
	Malta			2,40				2,40	
	Amieláceos				120,00			120,00	
	Autoconsumo+ganado		8,68	27,35	41,66		5,52	83,21	116,32
	Total	178,25	316,03	657,57	528,96	2,50	51,54	1.734,85	152,88
Consumo de fuera Aragón (B)	Semilla siembra				1,26	2,24		3,50	
	Molinería	38,70	498,12					536,82	
	Fábrica piensos		229,19	142,07	370,46		147,26	888,98	
	Malta			9,60				9,60	
	Amieláceos				205,00			205,00	
	Total	38,70	727,31	151,67	576,72	2,24	147,26	1.643,90	0,00
Consumo total en Aragón (Mil.Tm =A+B)	Semilla siembra	34,09	23,10	93,65	1,26	2,24	7,19	161,53	
	Molinería	175,96	618,91			2,50	5,91	803,28	
	Fábrica piensos	6,90	392,65	676,25	737,75		180,19	1.993,74	36,56
	Malta			12,00				12,00	
	Amieláceos				325,00			325,00	
	Autoconsumo		8,68	27,35	41,66		5,52	83,21	116,32
	Total	216,95	1.043,34	809,25	1.105,67	4,74	198,80	3.378,75	152,88
Capacidad suministro Producción/Consumo (%)	91,11	32,10	148,50	51,68	1.205,52	28,07	71,58	661,88	
Suministro de Aragón (%) Cons de Arag/Cons total	82,16	30,29	81,26	47,84	100,00	25,92	51,35	100,00	

Ilustración 49.Tabla_Comparativa_Cereales-Alfalfa

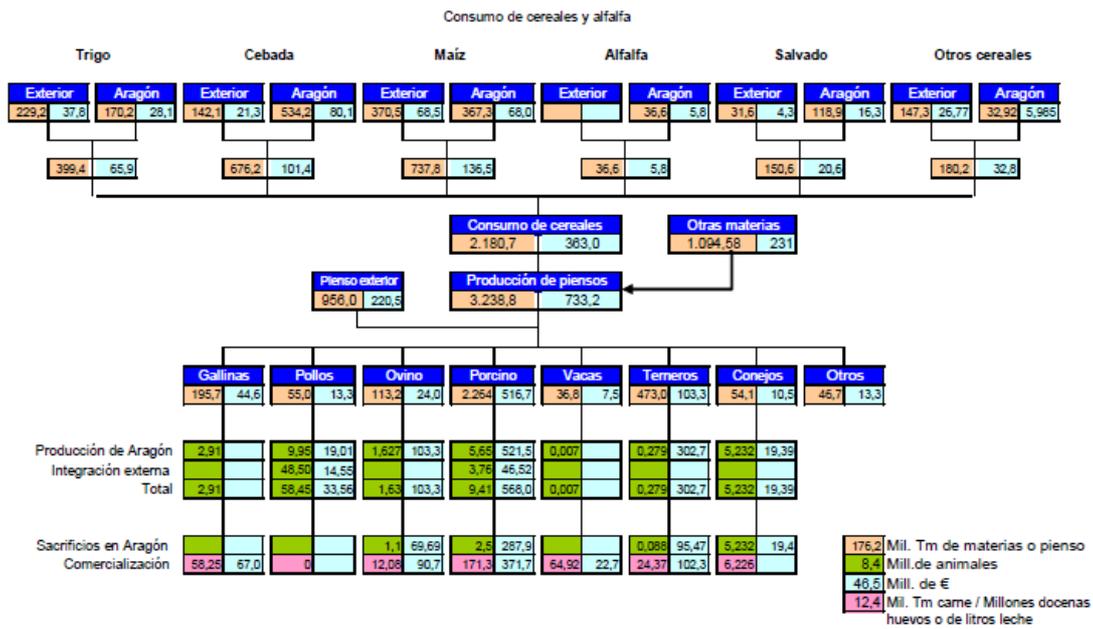


Ilustración 50. Esquema Comparativo Cereales-Alfalfa

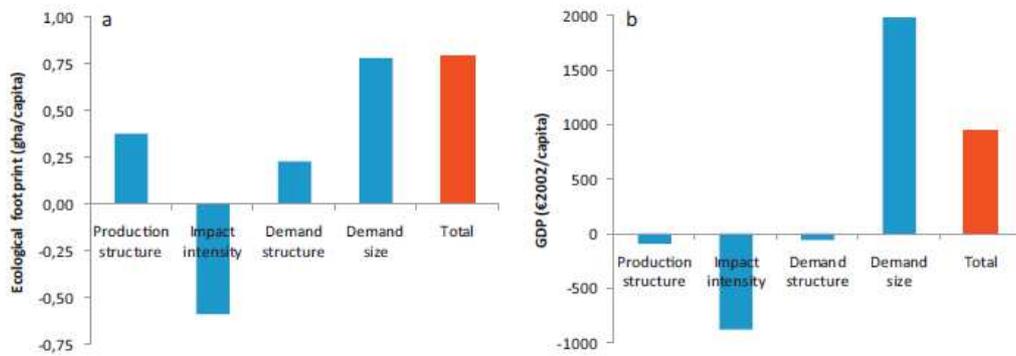


Fig. 1. Decomposition of the change in (a) ecological footprint and in (b) GDP in the Finnish economy between 2002 and 2005.

Ilustración 51. Estudio PIB-Huella Ecológica

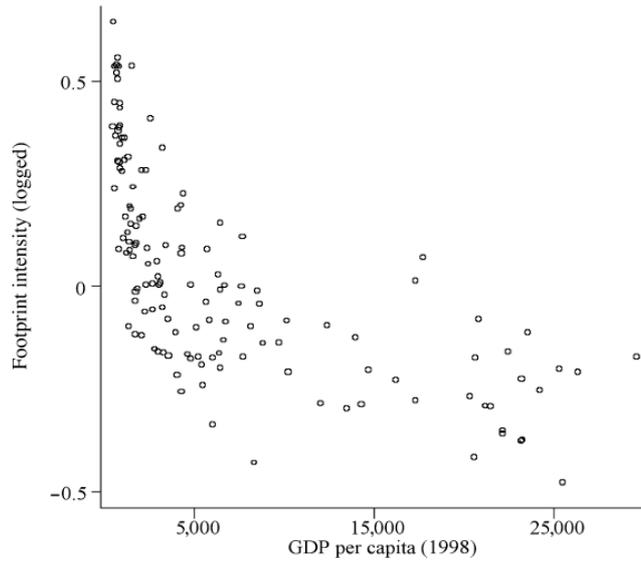


Ilustración 52. Estudio_PIB(Países)-HE

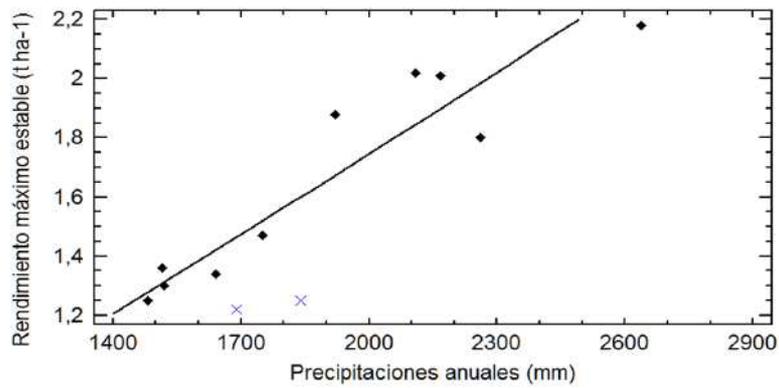


Figura 3. Relación entre los rendimientos máximos estables (y) encontrados y las precipitaciones anuales caídas (x) en ambos sitios experimentales.

Ilustración 53. Investigación_Relación_Rendimiento_Cultivos-Precipitaciones

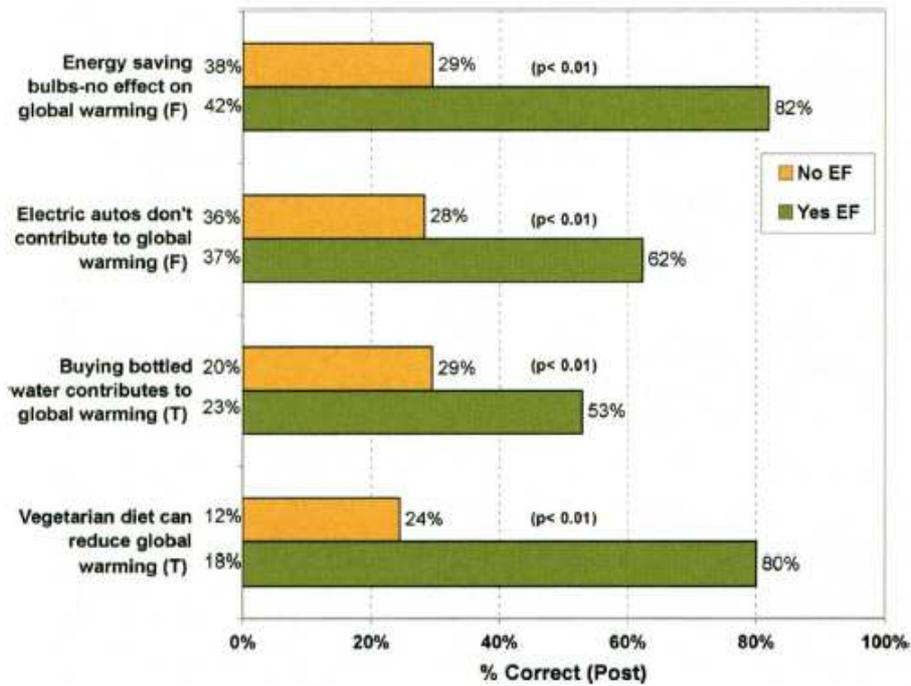


FIG. 2. The percentage of correct student responses from the end of semester questionnaire ($n = 241$) for Meteorology 112 classes with and without the ecological footprint activity. The percentage of correct student responses at the beginning of the semester (prequestionnaire) is also given to the left of the bar. A shorthand version of the question followed by the correct answer indicated by “(T)” or “(F)” is given on the left, and the p value is given on the right.

Ilustración 54.Educación_Social-Impacto_HE

A.5. REGRESIONES DE MATLAB

CRITERIOS VALORACIONES PONDERACIONES OBTENIDAS				OBJETIVOS PARA VALORAR	
PERFECTO	CORRECTO	ACEPTABLE	INACEPTABLE	Factor de escala	Signos

TABLA PONDERACIONES GENERALES			
HE (100%)			
HE_Alimentacion (63%)	HE_Vivienda_Servicios (5%)	HE_Transporte (12 %)	HE_B.Consumo (20 %)
Energía (1 %)	Construido (5 %)	Energía (100 %)	Cultivos (4 %)
Cultivos (13 %)	Energía (95 %)	Construido (0 %)	Pastos (18 %)
Pastos (50%)			Construido (0%)
Mar (36%)			Bosque (60 %)
			Energía (18 %)

PROCESO DE ANÁLISIS:

- 1) De las expresiones obtenidas para cada nivel de análisis establecer los criterios de valoración predefinidos e identificar las expresiones válidas en coherencia.

- NIVEL 0:

$$\Delta HE = -0,4405 \times \Delta \text{Precio}_{\text{Alfalfa}} + 0,4209 \times \Delta \text{Trends}_{\text{Dietas}} + 0,339 \times \Delta \text{Hipotecas} - 0,2285 \times \Delta \text{Precipitaciones} + 0,0443 \times \Delta \text{Indice}_{\text{Precio Vivienda}} + 0,0222 \times \Delta \text{Indice}_{\text{Precio Industria}}$$

- Factor de escala de las ponderaciones: ACEPTABLE.

0,4: Precio Alfalfa, Hipotecas y tendencias de dietas presentan los mayores valores, reflejan el consumo de productos derivados de pastos y cultivo representativo que identifica la alimentación como principal consumidor de HE, aunque hipotecas relacionado con la HE de vivienda no debería tener tanto peso.

0,2: Precipitaciones se pondera por la mitad de los anteriores, gran relevancia al tener impacto sobre sobre cultivos, pasto y bosque de He de alimentación y de Bienes de Consumo.

0,03: Índices de precio de industria y vivienda se ponderan con un orden de magnitud menor, otorgándoles a los factores económicos una segunda posición en cuanto a impacto en los resultados de HE. Aunque el sector terciario se espera que tenga un impacto a varios niveles, cabe de esperar que la energía del transporte tenga una ponderación importante y notablemente superior a lo referido a la vivienda.

- Signos: CORRECTO.

(-) Precio Alfalfa: Relación observada de subida de precios actual tiene repercusión tardía en bajada de producción, lo que equivale a bajar HE de cultivo.

(+) Tendencias dietas: El aumento de tendencias en relación al consumo de alimentos en algunos casos se basan en sustituir unos (ejemplo de origen animale) por otros (ejemplo de origen vegetal), pero no reduce el consumo como tal. Esto puede ocasionar preferencias por una tipología de producto que genere una gran demanda sobre el mercado local. Repercutiendo como aumento del consumo local.

(+) Hipotecas: Aumento de hipotecas, repercute en aumentar los hogares, sus consumos directos energéticos como sus demandas indirectas de bienes de consumo.

(-) Precipitaciones: Aumento de precipitaciones conlleva un aumento del rendimiento del terreno de cultivo, tal y como se ha observado y justificado con análisis externos, aumentando la productividad y por tanto reduciendo la HE.

(+): Índices Precios de Vivienda e Industria: Relación causa-efecto para evaluar el consumo, un mayor consumo permite aumentar el valor del sector. Este mayor consumo implica un mayor impacto en la HE.

- NIVEL 1:

$$\Delta HE = 0,63 \times \Delta HE_{Alimentación} + 0,05 \times \Delta HE_{Vivienda} + 0,12 \times \Delta HE_{Transporte} + 0,20 \times \Delta HE_{Bienes Consumo}$$

$$\Delta HE_{Alimentación} = -0,0081 \times \Delta Precio_{Alfalfa} - 0,2305 \times \Delta Precipitaciones + 0,0991 \times \Delta Trends_{Dietas} + 0,0164 \times Precio_{Diesel} + 0,2532 \times \Delta Tm_{Trigo Duro} - 0,8594 \times \Delta Ha_{Alfalfa}$$

- Factor de escala de las ponderaciones: CORRECTO.
0,85: Ha Alfalfa, Cultivo representativo con una ponderación destacada.
0,24: Precipitaciones, Tm Trigo Duro, con un papel secundario en cuanto a la magnitud de producción, pero con en el mismo orden de magnitud en cuanto a impacto relevan la importancia de las precipitaciones y del trigo como cultivo.
0,1: Tendencias en la dieta tienen un impacto menos notorio pero destacable en el consumo relativo a cultivos y pastos.
0,01: Precios del cultivo representativo alfalfa y precio diesel representan la influencia económica como factor terciario en la HE de alimentación.

Signos: CORRECTO.

- (-) Precio Alfalfa: “
- (+) Tendencias dietas: “
- (-) Precipitaciones: “
- (+) Precio Diesel: Variable totalmente externa que en periodos de gran consumo general aumenta su valor.
- (+) Tm Trigo Duro: Variable que cuantifica la producción del cultivo, cuyo aumento es directamente relacionado con el aumento de consumo.
- (+) Ha Alfalfa: Directamente cuantifica la HE.

$$\Delta HE_{Vivienda} = -0,4505 \times \Delta tepGN_{Vivienda} + 1,4996 \times \Delta Consumo_{\frac{energia}{persona}} - 0,1354 \times \Delta Indice_{Precio Vivienda} - 0,4498 \times \Delta Hipotecas - 0,0772 \times \Delta Temperatura + 0,5424 \times Trends_{Ahorro}$$

- Factor de escala de las ponderaciones: CORRECTO.

1,5: Consumo energético medido en litros de combustible o KWh por persona es la magnitud directamente relacionada y por tanto de mayor impacto sobre la HE.

0,5: tep GN Vivienda, Trends Ahorro, Hipotecas. Las toneladas de GN y las tendencias de ahorro energético se relacionan directamente con la magnitud de consumo ocupando un impacto secundario sobre HE. En cuanto a las hipotecas resulta interesante que tenga un impacto relativamente alto.

0,1: Índice Precio Vivienda, temperatura. El factor económico, así como la temperatura tienen un impacto sobre las variables energéticas, pero indirecto sobre la HE.

Signos: ACEPTABLE.

(+) Consumo energía/persona: Magnitud directamente relacionada con la HE. Un aumento debe repercutir en el aumento de HE por tanto es correcto.

(-) tep GN Vivienda, Hipotecas: Variables secundarias que deberían impactar directamente proporcional sobre HE, por tanto, es incorrecto el signo.

(+) Trends Ahorro: Variables secundarias que deberían impactar inversamente proporcional sobre HE, por tanto, es incorrecto el signo.

(-) Índice Precio Vivienda, temperatura: Variables que se relacionan indirectamente y la proporcionalidad podría ser directa o inversa. Ya que una subida de precio podría indicar que el consumo de suelo residencial está en alza, pero una bajada podría ser la estrategia para potenciarlo. Por otra parte la subida o bajada de temperaturas condiciona el consumo de climatización en calefacción o refrigeración, ambos potencian el aumento de HE.

$$\Delta HE_{Transporte} = 1,0426 \times \Delta tep_{Petróleo}_{Transporte} + 1,3878 \times \Delta Parque_{Vehiculos} + 17,7008 \times \Delta Matriculaciones + 0,3195 \times \Delta PIB_{Comercio}$$

- Factor de escala de las ponderaciones: CORRECTO.

17,7: Matriculaciones. Variable que mide el volumen de negocio de vehículos a nivel local. El impacto local es directo sobre la HE.

1,3: Parque Vehículos. Variable que mide directamente el volumen a nivel local. El impacto local es directo sobre HE.

1: tep Petróleo. Variable que cuantifica el consumo de energía. El impacto es directo, pero más global sobre HE.

0,3: PIB Comercio. La influencia económica es considerable, pero ocupa un papel secundario sobre todas las magnitudes directamente relacionadas.

Signos: CORRECTO.

(+) tep Petróleo, Parque Vehículos, Matriculaciones. Magnitudes sobre el consumo de energía y volumen de vehículos, directamente relacionadas con la HE. El signo es correcto.

(+) PIB Comercio: Potenciar la economía queda ligada a potenciar el comercio local y con ello el aumento sobre el impacto de la HE es correcto.

$$\begin{aligned} \Delta HE_{\text{Bienes Consumo}} &= -25,1355 \times \Delta \text{Indice}_{\text{Producción Industria}} - 0,8738 \times \Delta \text{tepGN}_{\text{Consumo}} \\ &+ 25,3124 \times \Delta \text{PIB} + 8,4131 \times \Delta \text{PIB}_{\text{Industria}} \\ &+ 1,2499 \times \Delta \text{Indice}_{\text{Precio Industria}} \end{aligned}$$

- Factor de escala de las ponderaciones: CORRECTO.
 - 25: Índice Producción Industria y PIB, determinan una ponderación principal en la industria, es decir, obtención de los bienes de consumo. Por otro lado, la industria de PIMES es la principal potencia del PIB, por ello el factor económico tiene una ponderación de primer nivel.
 - 8,4: PIB Industria, en una ponderación importante, pero de carácter secundario la variable que engloba la influencia de las variables de primer nivel.
 - 1: Tep GN Bienes de Consumo, Índice Precio Industria: El consumo energético de GN tiene una ponderación destacable junto con la valoración económica del sector industrial como tal.

Signos: INACEPTABLE.

(-) Índice Producción Industrial: Un aumento del índice, implica potenciar la producción del sector, lo que conlleva un impacto de aumento sobre la HE, no de reducción.

(+) PIB, PIB Industria, Índice Precio Industria: Potenciar la economía queda ligada a potenciar la industria local y con ello el aumento sobre el impacto de la HE es correcto.

(-) Tep GN Bienes de Consumo: Magnitud que cuantifica directamente el impacto del consumo de energía, su aumento implica aumento sobre la HE, el signo refleja lo contrario.

- NIVEL 2:

$$\begin{aligned} \Delta HE &= 0,63 \times \Delta HE_{\text{Alimentación}} + 0,05 \times \Delta HE_{\text{Vivienda}} \\ &+ 0,12 \times \Delta HE_{\text{Transporte}} + 0,20 \times \Delta HE_{\text{Bienes Consumo}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta HE_{\text{Alimentación}} &= 0,13 \times \Delta HE_{\text{Cultivos Alimentación}} \\ &+ 0,51 \times \Delta HE_{\text{Pastos Alimentación}} + 0,36 \times \Delta HE_{\text{Mar Alimentación}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta HE_{\text{Cultivos Alimentación}} &= 0,4899 \times \Delta Tm_{\text{Trigo Duro}} - 2,8395 \times \Delta Ha_{\text{Alfalfa}} \\ &- 1,331 \times \Delta \text{Precio}_{\text{Trigo Duro}} + 1,2201 \times \Delta \text{Precio}_{\text{Alfalfa}} \\ &- 0,2952 \times \Delta \text{Precipitaciones} + 0,7773 \times \Delta \text{Precio}_{\text{Diesel}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta HE_{\text{Pastos Alimentación}} &= 5,3125 \times \Delta \text{Consumo}_{\text{Huevos}} + 0,0822 \times \Delta \text{Precio}_{\text{Huevos}} - 3,5586 \times \Delta \text{PIB} \\ &- 1,998 \times \Delta \text{PIB}_{\text{Agricultura Pesca}} + 0,0705 \times \Delta \text{Trends}_{\text{Dietas}} \end{aligned}$$

$\Delta HE_{Mar\ Alimentación}$

$$= -0,5047 \times \Delta Consumo_{Pescados\ Procesados} - 1,409 \times \Delta Consumo_{Moluscos} \\ - 0,254 \times \Delta Consumo_{Pescado\ Congelado} + 1,9284 \times \Delta Consumo_{Pescado\ Fresco} \\ - 0,094 \times \Delta PIB_{Agricultura\ Pesca} + 0,0534 \times \Delta Trends_{Dieta}$$

- Factor de escala de las ponderaciones: CORRECTO.

1º: Ha Alfalfa, Consumo Huevos, Consumo Pescado Fresco. Las variables relacionadas directamente con el consumo de los productos más representativos ocupan un nivel de influencia principal.

2º: Precio Trigo Duro, Precio Alfalfa, PIB, PIB Agricultura y Pesca en Pastos, Consumo resto de pescados. Las variables económicas que impactan directamente sobre los productos representativos, así como el consumo de los productos menos representativos ocupan un nivel de influencia secundario.

3º: Precipitaciones, Precio Diesel, Tm Trigo Duro, Precio huevos, Trends dietas, PIB, PIB Agricultura y Pesca en Mar. Los factores que tienen un impacto directo sobre los productos representativos, pero menos influyente ocupan el tercer nivel,

Signos: ACEPTABLE.

(-) HA Alfalfa. Variable directamente relacionada con la HE, por tanto, error en su signo.

(+) Consumo Huevos y Consumo Pescado Fresco. Variables directamente relacionadas. Por tanto, el signo sobre el impacto de la HE es correcto.

(-/+) Precio Trigo Duro, Precio Alfalfa, PIB, PIB Agricultura y Pesca, Precio Huevos, Precio Diesel. Las variables económicas pueden tener un impacto tanto directa como inversamente proporcional sobre la HE, ya que pueden ser la causa o la consecuencia del consumo.

(-) Precipitaciones. Variable indirectamente relacionada con la HE cuya relación es directa sobre el rendimiento del terreno y por tanto inversamente proporcional con HE. Signo correcto.

(+): Tm Trigo. Variable directamente relacionada con la HE, cuantifica el consumo y por tanto el signo es correcto.

$$\Delta HE_{Vivienda} = \Delta HE_{Energía\ Vivienda}$$

$\Delta HE_{Energía\ Vivienda}$

$$= -0,5257 \times \Delta tepGN_{vivienda} + 1,5377 \times \Delta Consumo_{\frac{Energía}{persona}} \\ - 0,1463 \times \Delta Índice_{Precio\ Vivienda} - 0,4715 \times \Delta Hipotecas \\ - 0,1006 \times \Delta Temperatura + 0,5986 \times \Delta Trends_{Ahorro}$$

- Factor de escala de las ponderaciones: CORRECTO.
 - 1,5: Consumo energético medido en litros de combustible o KWh por persona es la magnitud directamente relacionada y por tanto de mayor impacto sobre la HE.
 - 0,5: tep GN Vivienda, Trends Ahorro, Hipotecas. Las toneladas de GN y las tendencias de ahorro energético se relacionan directamente con la magnitud de consumo ocupando un impacto secundario sobre HE. En cuanto a las hipotecas resulta interesante que tenga un impacto relativamente alto.
 - 0,1: Índice Precio Vivienda, temperatura. El factor económico, así como la temperatura tienen un impacto sobre las variables energéticas, pero indirecto sobre la HE.

Signos: ACEPTABLE.

(+) Consumo energía/persona: Magnitud directamente relacionada con la HE. Un aumento debe repercutir en el aumento de HE por tanto es correcto.

(-) tep GN Vivienda, Hipotecas: Variables secundarias que deberían impactar directamente proporcional sobre HE, por tanto, es incorrecto el signo.

(+) Trends Ahorro: Variables secundarias que deberían impactar inversamente proporcional sobre HE, por tanto, es incorrecto el signo.

(-) Índice Precio Vivienda, temperatura: Variables que se relacionan indirectamente y la proporcionalidad podría ser directa o inversa. Ya que una subida de precio podría indicar que el consumo de suelo residencial está en alza, pero una bajada podría ser la estrategia para potenciarlo. Por otra parte la subida o bajada de temperaturas condiciona el consumo de climatización en calefacción o refrigeración, ambos potencian el aumento de HE.

$$\Delta HE_{Transporte} = \Delta HE_{Energía Transporte}$$

$$\begin{aligned} \Delta HE_{Energía Transporte} &= 1,032 \times \Delta tep_{Petróleo_{Transporte}} + 1,3142 \times \Delta Parque_{Vehiculos} \\ &+ 16,1317 \times \Delta Matriculaciones - 0,3063 \times \Delta PIB_{Comercio} \end{aligned}$$

- Factor de escala de las ponderaciones: CORRECTO.
 - 16: Matriculaciones. Variable que mide el volumen de negocio de vehículos a nivel local. El impacto local es directo sobre la HE.
 - 1,3: Parque Vehículos. Variable que mide directamente el volumen a nivel local. El impacto local es directo sobre HE.
 - 1: tep Petróleo. Variable que cuantifica el consumo de energía. El impacto es directo, pero más global sobre HE.
 - 0,3: PIB Comercio. La influencia económica es considerable, pero ocupa un papel secundario sobre todas las magnitudes directamente relacionadas.

Signos: CORRECTO.

(+) tep Petróleo, Parque Vehículos, Matriculaciones. Magnitudes sobre el consumo de energía y volumen de vehículos, directamente relacionadas con la HE. El signo es correcto.

(-) PIB Comercio: Potenciar la economía queda ligada a potenciar el comercio local, pero la estrategia de precios e influencia de otros sectores desvincula la relación directamente proporcional el impacto de la HE, considerando esto el signo es correcto.

$$\begin{aligned} \Delta HE_{\text{Bienes Consumo}} &= 0,04 \times \Delta HE_{\text{Cultivos BConsumo}} + 0,18 \times \Delta HE_{\text{Pastos BConsumo}} \\ &+ 0,6 \times \Delta HE_{\text{Bosque BConsumo}} + 0,18 \times \Delta HE_{\text{Energía BConsumo}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta HE_{\text{Cultivos BConsumo}} &= 152,7303 \times \Delta \text{Indice}_{\text{Producción Industrial}} - 0,6588 \times \Delta \text{tepGN}_{\text{BConsumo}} \\ &- 62,659 \times \Delta \text{PIB} - 78,4922 \times \Delta \text{PIB}_{\text{Industria}} \\ &- 7,5875 \times \text{Indice}_{\text{Precio Industria}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta HE_{\text{Pastos BConsumo}} &= 202,8549 \times \Delta \text{Indice}_{\text{Producción Industrial}} - 1,8935 \times \Delta \text{tepGN}_{\text{BConsumo}} \\ &- 84,2843 \times \Delta \text{PIB} - 102,912 \times \Delta \text{PIB}_{\text{Industria}} \\ &- 10,0522 \times \text{Indice}_{\text{Precio Industria}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta HE_{\text{Bosque BConsumo}} &= 71,088 \times \Delta \text{Indice}_{\text{Producción Industrial}} - 0,3351 \times \Delta \text{tepGN}_{\text{BConsumo}} \\ &- 31,4733 \times \Delta \text{PIB} - 37,9513 \times \Delta \text{PIB}_{\text{Industria}} \\ &- 3,5775 \times \text{Indice}_{\text{Precio Industria}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta HE_{\text{Bosque BConsumo}} &= -1754,8 \times \Delta \text{Indice}_{\text{Producción Industrial}} - 4 \times \Delta \text{tepGN}_{\text{BConsumo}} \\ &+ 953,7 \times \Delta \text{PIB} + 808,2 \times \Delta \text{PIB}_{\text{Industria}} + 87,7 \times \text{Indice}_{\text{Precio Industria}} \end{aligned}$$

- Factor de escala de las ponderaciones: CORRECTO.

1º: Índice Producción Industrial. Variable que cuantifica directamente el desarrollo industrial local. Su alto impacto sobre la HE es correcto.

2º: PIB, PIB Industria. Las variables económicas que impactan directamente sobre la variable local anterior ocupan un nivel secundario sobre la HE.

3º: Índice Precio Industrial. La variable económica cuyo impacto es más global ocupa un nivel terciario sobre la HE.

4º: tep GN B.Consumo. La magnitud de consumo energético es considerable respecto a otras magnitudes de consumo, pero con una influencia menor respecto a las anteriores.

Signos: ACEPTABLE.

(-/+) Índice Producción Industrial, PIB, PIB Industria, Índice Precio Industria. Las variables económicas pueden tener un impacto tanto directa como inversamente proporcional sobre la HE, ya que pueden ser la causa o la consecuencia del consumo.

(-) tep GN B.Consumo. Variable directamente relacionada con el consumo y por tanto con la HE. Signo no correcto.

- 2) Eliminación de los conflictos observados en la valoración de resultados y obtención de expresiones que modelen de forma coherente la variación de HE en función de la variación de las variables estudiadas como factores externos.

NIVEL 0:

$$\begin{aligned} \Delta HE = & -0,4405 x \Delta Precio_{Alfalfa} + 0,4209 x \Delta Trends_{Dietas} \\ & + 0,339 x \Delta Hipotecas - 0,2285 x \Delta Precipitaciones \\ & + 0,0443 x \Delta Indice_{Precio Vivienda} \\ & + 0,0222 x \Delta Indice_{Precio Industria} \end{aligned}$$

NIVEL 1:

$$\begin{aligned} \Delta HE = & 0,63 x \Delta HE_{Alimentación} + 0,05 x \Delta HE_{Vivienda} \\ & + 0,12 x \Delta HE_{Transporte} \\ & + 0,20 x \Delta HE_{Bienes Consumo} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta HE_{Alimentación} = & 0,2994 x \Delta Precio_{Alfalfa} - 0,2422 x \Delta Precipitaciones \\ & + 0,3014 x \Delta Trends_{Dietas} + 0,1304 x Precio_{Huevos} \\ & + 0,7856 x Precio_{TrigoDuro} + 1,046 x \Delta Tm_{Trigo Duro} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta HE_{Vivienda} = & 1,745 x \Delta Consumo_{energía} - 0,1541 x \Delta Indice_{Precio Vivienda} \\ & \text{persona} \\ & + 2,9392 x \frac{\Delta euro}{KWh} + 0,9355 x \Delta Temperatura \\ & - 0,6419 x Trends_{Ahorro} - 2,8719 x PIB \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta HE_{Transporte} = & 1,0426 x \Delta tep_{Petróleo}_{Transporte} \\ & + 1,3878 x \Delta Parque_{Vehiculos} + 17,7008 x \Delta Matriculaciones \\ & + 0,3195 x \Delta PIB_{Comercio} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta HE_{Bienes Consumo} = & 131,5462 x \Delta Indice_{Producción Industria} - 48,5337 x \Delta PIB \\ & - 69,3803 x \Delta PIB_{Industria} - 6,556 x \Delta Indice_{Precio Industria} \end{aligned}$$

NIVEL 2:

$$\Delta HE = 0,63 \times \Delta HE_{Alimentación} + 0,05 \times \Delta HE_{Vivienda} \\ + 0,12 \times \Delta HE_{Transporte} + 0,20 \times \Delta HE_{Bienes Consumo}$$

$$\Delta HE_{Alimentación} \\ = 0,13 \times \Delta HE_{Cultivos Alimentación} \\ + 0,51 \times \Delta HE_{Pastos Alimentación} + 0,36 \times \Delta HE_{Mar Alimentación}$$

$$\Delta HE_{Cultivos Alimentación} \\ = -3,6946 \times \Delta Precio_{Trigo Duro} + 2,4587 \times \Delta Precio_{Alfalfa} \\ - 0,281 \times \Delta Precipitaciones + 13,4834 \times \Delta PIB \\ - 1,7424 \times \Delta PIB_{Agricultura Pesca} + 1,9015 \times \Delta Precio_{Diesel}$$

$$\Delta HE_{Pastos Alimentación} \\ = 5,3125 \times \Delta Consumo_{Huevos} + 0,0822 \times \Delta Precio_{Huevos} - 3,5586 \times \Delta PIB \\ - 1,998 \times \Delta PIB_{Agricultura Pesca} + 0,0705 \times \Delta Trends_{Dietas}$$

$$\Delta HE_{Mar Alimentación} \\ = 1,4464 \times \Delta Consumo_{Pescado Fresco} + 0,5341 \times \Delta PIB \\ - 0,4248 \times \Delta PIB_{Agricultura Pesca} - 0,2257 \times \Delta Trends_{Dieta}$$

$$\Delta HE_{Vivienda} = \Delta HE_{Energía Vivienda}$$

$$\Delta HE_{Energía Vivienda} \\ = 1,7875 \times \Delta Consumo_{Energía} + 2,9476 \times \frac{\Delta euro}{KWh} \\ - 0,1609 \times \Delta Índice_{Precio Vivienda} - 3,1491 \times \Delta PIB \\ + 1,0486 \times \Delta Temperatura - 0,647 \times \Delta Trends_{Ahorro}$$

$$\Delta HE_{Transporte} = \Delta HE_{Energía Transporte}$$

$$\Delta HE_{Energía Transporte} \\ = 1,032 \times \Delta tep_{Petróleo Transporte} + 1,3142 \times \Delta Parque_{Vehiculos} \\ + 16,1317 \times \Delta Matriculaciones - 0,3063 \times \Delta PIB_{Comercio}$$

$$\Delta HE_{\text{Bienes Consumo}} = 0,04 \times \Delta HE_{\text{Cultivos BConsumo}} + 0,18 \times \Delta HE_{\text{Pastos BConsumo}} + 0,6 \times \Delta HE_{\text{Bosque BConsumo}} + 0,18 \times \Delta HE_{\text{Energía BConsumo}}$$

$$\begin{aligned} \Delta HE_{\text{Cultivos BConsumo}} &= 270,8661 \times \Delta \text{Indice}_{\text{Producción Industrial}} - 118,338 \times \Delta \text{PIB} \\ &\quad - 137,147 \times \Delta \text{PIB}_{\text{Industria}} - 13,5108 \times \text{Indice}_{\text{Precio Industria}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta HE_{\text{Pastos BConsumo}} &= 542,391 \times \Delta \text{Indice}_{\text{Producción Industrial}} - 244,312 \times \Delta \text{PIB} \\ &\quad - 271,494 \times \Delta \text{PIB}_{\text{Industria}} - 27,0763 \times \text{Indice}_{\text{Precio Industria}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta HE_{\text{Bosque BConsumo}} &= 131,1845 \times \Delta \text{Indice}_{\text{Producción Industrial}} - 59,7976 \times \Delta \text{PIB} \\ &\quad - 67,7896 \times \Delta \text{PIB}_{\text{Industria}} - 6,5907 \times \text{Indice}_{\text{Precio Industria}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta HE_{\text{Bosque BConsumo}} &= -1031,4 \times \Delta \text{Indice}_{\text{Producción Industrial}} + 612,7 \times \Delta \text{PIB} \\ &\quad + 449 \times \Delta \text{PIB}_{\text{Industria}} + 51,4 \times \text{Indice}_{\text{Precio Industria}} \end{aligned}$$

Resumen de las variables consideradas en cada nivel de regresión:

NIVEL	Variables
0	Precio Alfalfa
	Trends Dieta
	Hipotecas
	Precipitaciones
	Indice Precio Vivienda
	Indice Precio Industria
1	Precio Alfalfa
	Precipitaciones
	Trends Dieta
	Precio Huevos
	Precio Trigo Duro
	Tm Trigo Duro
	Consumo energía/persona
	Indice Precio Vivienda
	Euro/KWh
	Temperatura
	Trends Ahorro
	PIB
	tep Petróleo Transporte

	Parque Vehiculos
	Matriculaciones
	PIB Comercio
	Indice Producción Industrial
	PIB Industria
	Indice Precio Industria
2	Precio Trigo Duro
	Precio Alfalfa
	Precipitaciones
	PIB
	PIB Agricultura Pesca
	Precio Diesel
	Consumo Huevos
	Precio Huevos
	Trends Dieta
	Consumo Pescado Fresco
	Consumo energía/persona
	Euro/KWh
	Indice Precio Vivienda
	Temperatura
	Trends Ahorro
	tep Petróleo Transporte
	Parque Vehiculos
	Matriculaciones
	PIB Comercio
	Indice Producción Industrial
PIB Industria	
Indice Precio Industria	

- 3) Elegir una única expresión escogida entre los 3 niveles de regresión establecidos que contenga las variables más influyentes con una ponderación corregida bajo los criterios de valoración establecidos en factor de escala y signo.

El nivel de regresión elegido por volumen de variables es el NIVEL 2, la expresión que relaciona directamente la variación de HE con las variables es la siguiente:

$$\begin{aligned}
 \Delta HE = & -0,3025 \times \Delta \text{Precio}_{\text{Trigo Duro}} + 0,2013 \times \Delta \text{Precio}_{\text{Alfalfa}} \\
 & - 0,023 \times \Delta \text{Precipitaciones} + 1,1042 \times \Delta \text{PIB} \\
 & - 0,1426 \times \Delta \text{PIB}_{\text{Agricultura Pesca}} + 0,1556 \times \Delta \text{Precio}_{\text{Diesel}} \\
 & + 1,773 \times \Delta \text{Consumo}_{\text{Huevos}} + 0,0274 \times \Delta \text{Precio}_{\text{Huevos}} \\
 & - 1,1881 \times \Delta \text{PIB} - 0,6671 \times \Delta \text{PIB}_{\text{Agricultura Pesca}} \\
 & + 0,0234 \times \Delta \text{Trends}_{\text{Dietas}} + 0,3097 \times \Delta \text{Consumo}_{\text{Pescado Fresco}} \\
 & + 0,1143 \times \Delta \text{PIB} - 0,091 \times \Delta \text{PIB}_{\text{Agricultura Pesca}} \\
 & - 0,0482 \times \Delta \text{Trends}_{\text{Dieta}} + 0,08936 \times \Delta \text{Consumo}_{\frac{\text{Energía}}{\text{persona}}} \\
 & + 0,1473 \times \frac{\Delta \text{euro}}{\text{KWh}} - 0,2681 \times \Delta \text{Indice}_{\text{Precio Vivienda}} - 0,008 \times \Delta \text{PIB} \\
 & + 0,0523 \times \Delta \text{Temperatura} - 0,1573 \times \Delta \text{Trends}_{\text{Ahorro}} \\
 & + 0,1483 \times \Delta \text{tep}_{\text{Petóleo Transporte}} + 0,185 \times \Delta \text{Parque}_{\text{Vehiculos}} \\
 & + 2,2718 \times \Delta \text{Matriculaciones} - 0,0431 \times \Delta \text{PIB}_{\text{Comercio}} \\
 & + 0,3047 \times \Delta \text{Indice}_{\text{Producción Industrial}} + 5,1395 \times \Delta \text{PIB} \\
 & - 2,8416 \times \Delta \text{PIB}_{\text{Industria}} - 0,0233 \times \text{Indice}_{\text{Precio Industria}}
 \end{aligned}$$