



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH
Escola d'Enginyeria de Barcelona Est

TRABAJO DE FINAL DE GRADO

Grado en Ingeniería Química

**ANÁLISIS DE LA RELACIÓN ENTRE LA ECONOMÍA Y LAS
EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DE LA UE**



Memoria y Anexos

Autor: Chunyu Yang
Director: Buenestado Caballero Pablo
Convocatoria: Sep 2020

Resumen

En el entorno global del calentamiento global y la Conferencia de Copenhague, el tema de las emisiones de gases de efecto invernadero se ha convertido en un foco de atención de todos los países. La UE es la comunidad económica y política más importante. También es una importante organización de emisión de carbono. Cómo hacer frente al consumo de energía, la relación de coordinación entre el crecimiento económico y las emisiones de gases de efecto invernadero es particularmente importante. Con el desarrollo de las energías renovables, la estructura de consumo de energía de la UE se ha vuelto más diversa. Sin embargo, después de la crisis económica, las emisiones de gases de efecto invernadero han mostrado una tendencia creciente en los últimos años a medida que la economía se recupera y la demanda de energía se intensifica. Este artículo analiza principalmente las características actuales del consumo de energía, el crecimiento económico y las emisiones de gases de efecto invernadero de los 15 estados miembros de la UE antes de 2004 y los 10 nuevos estados miembros que se unieron después de 2004 en 2007-2017. Primero, use métodos estadísticos descriptivos para estudiar las posibles relaciones entre los tres. Luego use el software SPSS para realizar análisis de regresión lineal múltiple en los tres. Determina la ecuación lineal entre los tres. Al mismo tiempo, se realiza un análisis comparativo del impacto ambiental entre los 15 países de la UE y los otros 10 nuevos estados miembros. Además refleja la diferencia en el desarrollo económico y la protección del medio ambiente entre los países desarrollados y en desarrollo. Finalmente, se realiza un análisis de series de tiempo de los datos de los 25 países de la UE, y se obtiene la correlación lineal de los tres datos de 2007 a 2017. Se puede concluir que después de la crisis económica de 2008, los tres datos han caído levemente. Sin embargo, con la recuperación económica de los últimos años, el consumo de energía y las emisiones de gases de efecto invernadero han mostrado una tendencia al alza. Existe una correlación positiva entre el PIB solo, el consumo de energía y las emisiones de gases de efecto invernadero. El impacto medioambiental de los 10 nuevos estados miembros de la UE es más grave que el de los 15 países de la UE.

Resum

En l'entorn global de l'escalfament global i la Conferència de Copenhaguen, el tema de les emissions de gasos d'efecte hivernacle s'ha convertit en un focus d'atenció de tots els països. La UE és la comunitat econòmica i política més important. També és una important organització d'emissió de carboni. Com fer front a el consum d'energia, la relació de coordinació entre el creixement econòmic i les emissions de gasos d'efecte hivernacle és particularment important. Amb el desenvolupament de les energies renovables, l'estructura de consum d'energia de la UE s'ha tornat més diversa. No obstant això, després de la crisi econòmica, les emissions de gasos d'efecte hivernacle han mostrat una tendència creixent en els últims anys a mesura que l'economia es recupera i la demanda d'energia s'intensifica. Aquest article analitza principalment les característiques actuals de l'consum d'energia, el creixement econòmic i les emissions de gasos d'efecte hivernacle dels 15 estats membres de la UE abans de 2004 i els 10 nous estats membres que es van unir després de 2004 a 2007-2017. Primer, utilitzeu mètodes estadístics descriptius per estudiar les possibles relacions entre els tres. Després utilitzeu el programari SPSS per realitzar anàlisis de regressió lineal múltiple en els tres. Determina l'equació lineal entre els tres. A el mateix temps, es realitza una anàlisi comparativa de l'impacte ambiental entre els 15 països de la UE i els altres 10 nous estats membres. A més reflecteix la diferència en el desenvolupament econòmic i la protecció de l'entorn entre els països desenvolupats i en desenvolupament. Finalment, es realitza una anàlisi de sèries de temps de les dades dels 25 països de la UE, i s'obté la correlació lineal dels tres dades de 2007 a 2017. Es pot concloure que després de la crisi econòmica de 2008, els tres dades han caigut lleument. No obstant això, amb la recuperació econòmica dels últims anys, el consum d'energia i les emissions de gasos d'efecte hivernacle han mostrat una tendència a l'alça. Hi ha una correlació positiva entre el PIB sol, el consum d'energia i les emissions de gasos d'efecte hivernacle. L'impacte mediambiental dels 10 nous estats membres de la UE és més greu que el dels 15 països de la UE.

Abstract

In the global environment of global warming and the Copenhagen Conference, the issue of greenhouse gas emissions has become a focus of attention of all countries. The EU is the most important economic and political community. It is also a major carbon emission organization. How to deal with energy consumption, the coordination relationship between economic growth and greenhouse gas emissions is particularly important. With the development of renewable energy, the EU's energy consumption structure has become more diverse. However, after the economic crisis, greenhouse gas emissions have shown an increasing trend in recent years as the economy recovers and the demand for energy intensifies. This article mainly analyzes the current characteristics of energy consumption, economic growth and greenhouse gas emissions from the 15 EU member states before 2004 and the 10 new member states that joined after 2004 in 2007-2017. First, use descriptive statistical methods to study the possible relationships among the three. Then use SPSS software to perform multiple linear regression analysis on the three. Determine the linear equation between the three. At the same time, a comparative analysis of the environmental impact between the EU-15 countries and the other 10 new member states is carried out. It further reflects the difference in economic development and environmental protection between developing and developed countries. Finally, a time series analysis of the data of the 25 EU countries is carried out, and the linear correlation of the three data from 2007 to 2017 is obtained. It can be concluded that after the economic crisis in 2008, all three data have dropped slightly. However, with the economic recovery in recent years, energy consumption and greenhouse gas emissions have shown an upward trend. There is a positive correlation between GDP alone, energy consumption and greenhouse gas emissions. The environmental impact of the 10 new EU member states is more serious than that of the EU-15 countries.



Agradecimientos

Gracias a mi asesor Pablo Buenestado por estar dispuesto a aceptar mi solicitud de TFG. En este difícil semestre de este año, sigo brindando orientación y me doy la oportunidad de completar este trabajo.



Glosario

Ess :	Suma explicada de cuadrados
Rss :	Suma de cuadrados de los residuos
EU-15 :	15 estados miembros de la UE antes de 2004
EU-10 :	10 nuevos estados miembros que se unieron a la UE después de 2004
PIB :	Producto interno bruto
CE :	Consumo de energía
GEI :	Gas de efecto invernadero
VIF :	Factor de inflación de la varianza
ARIMA :	Auto-regressive Moving Average model





Índice

	Resumen.....	i
	Agradecimientos	v
	Glosario	vii
1	INTRODUCCIÓN	11
	1.1. Origen del trabajo	11
	1.2. Motivación	11
	1.3. Objetivos del trabajo.....	11
	1.4. Significado del trabajo	12
	1.5. Estructura del artículo.....	12
	1.6. Resumen del capítulo	14
2	MÉTODOS DE ANÁLISIS Y PRINCIPIOS BÁSICOS	15
	2.1. Modelo de regresión lineal múltiple	15
	2.2. Prueba F	17
	2.3. Colinealidad.....	18
	2.4. Multicolinealidad perfecta.....	18
	2.5. Regresión de crestas	19
	2.6. Resumen del capítulo	20
3	ANÁLISIS ACTUAL DEL CONSUMO ENERGÉTICO, EL PIB Y LAS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DE LA UE	21
	3.1. Análisis del statu quo del consumo energético de la UE	21
	3.2. Análisis del statu quo del PIB de la UE.....	22
	3.3. Análisis del statu quo de los gases de efecto invernadero de la UE	22
	3.4. Descripción completa del consumo de energía, el PIB y las emisiones de gases de efecto invernadero	23
	3.5. Análisis de datos del PIB per cápita, consumo de energía y emisiones de gases de efecto invernadero	27
	3.6. Resumen del capítulo	29
4	ANÁLISIS EMPÍRICO BASADO EN MODELO DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE	31
	4.1. La relación entre el PIB, el consumo de energía y las emisiones de gases de efecto invernadero	31
	4.2. Comparación del impacto medioambiental entre EU-15 y EU-10	33

4.3.	Cambios en la relación entre desarrollo económico, consumo de energía y emisiones de gases de efecto invernadero en los 25 países de la UE entre 2007 y 2017	35
4.4.	Análisis de series temporales de datos relevantes de 25 países de la UE.....	37
4.5.	Resumen del capítulo	39
5	ESTUDIO ECONÓMICO	40
6	ESTUDIO MEDIOAMBIENTAL	42
6.1.	Impacto ambiental de la fabricación y utilización de la máquina	42
6.2.	Sostenibilidad.....	42
7	CONCLUSIONES	43
8	BIBLIOGRAFÍA	45
	Anexo A	47
	Appendix de Base de datos	47

1 Introducción

1.1. Origen del trabajo

El Acuerdo de París fue adoptado en la Conferencia Climática de París el 12 de diciembre de 2015. La UE se ha propuesto tareas muy estrictas de conservación de energía y reducción de emisiones. Como la región de energía renovable más utilizada, la UE es también la comunidad política y económica más grande del mundo. Cómo lidiar con el consumo de energía, la relación entre el crecimiento económico y las emisiones de gases de efecto invernadero es particularmente importante. Al mismo tiempo, existen diferencias obvias en el consumo de energía y el crecimiento económico entre los países de la UE. Los 10 estados miembros que se unieron a la UE en 2004 (**Chipre, la República Checa, Estonia, Hungría, Letonia, Lituania, Malta, Polonia, Eslovaquia y Eslovenia**) están rezagados económicamente con respecto a los 15 países originales de la UE (**Austria, Bélgica, Dinamarca, Finlandia, Francia, Alemania, Grecia, Irlanda, Italia, Luxemburgo, Países Bajos, Portugal, España, Suecia y Reino Unido**). Ningún otro país está maduro en términos de nueva tecnología energética. Cómo permitir que estos países cumplan con los requisitos del Acuerdo de París es una cuestión que la UE debe considerar. Al mismo tiempo, si la relación entre el consumo de energía, el crecimiento económico y las emisiones de gases de efecto invernadero en los países europeos que han experimentado la crisis económica de 2008 y la marea de refugiados ha experimentado nuevos cambios. Este artículo comenzó a estudiar la relación entre energía, economía y emisiones de carbono en este contexto.

1.2. Motivación

El uso del conocimiento estadístico puede reflejar intuitivamente todas las propiedades del objeto de investigación. Así que quiero usar lo que he aprendido para realizar un análisis de caso. En el futuro, planeo dedicarme a la investigación de ingeniería ambiental. A partir de la relación entre la sociedad y el medio ambiente, el uso de métodos estadísticos para analizar cuantitativamente el medio ambiente se ha convertido en una necesidad urgente para los trabajadores de la ingeniería ambiental. La elección de completar un TFG de este tipo puede capacitar las habilidades analíticas que necesito.

1.3. Objetivos del trabajo

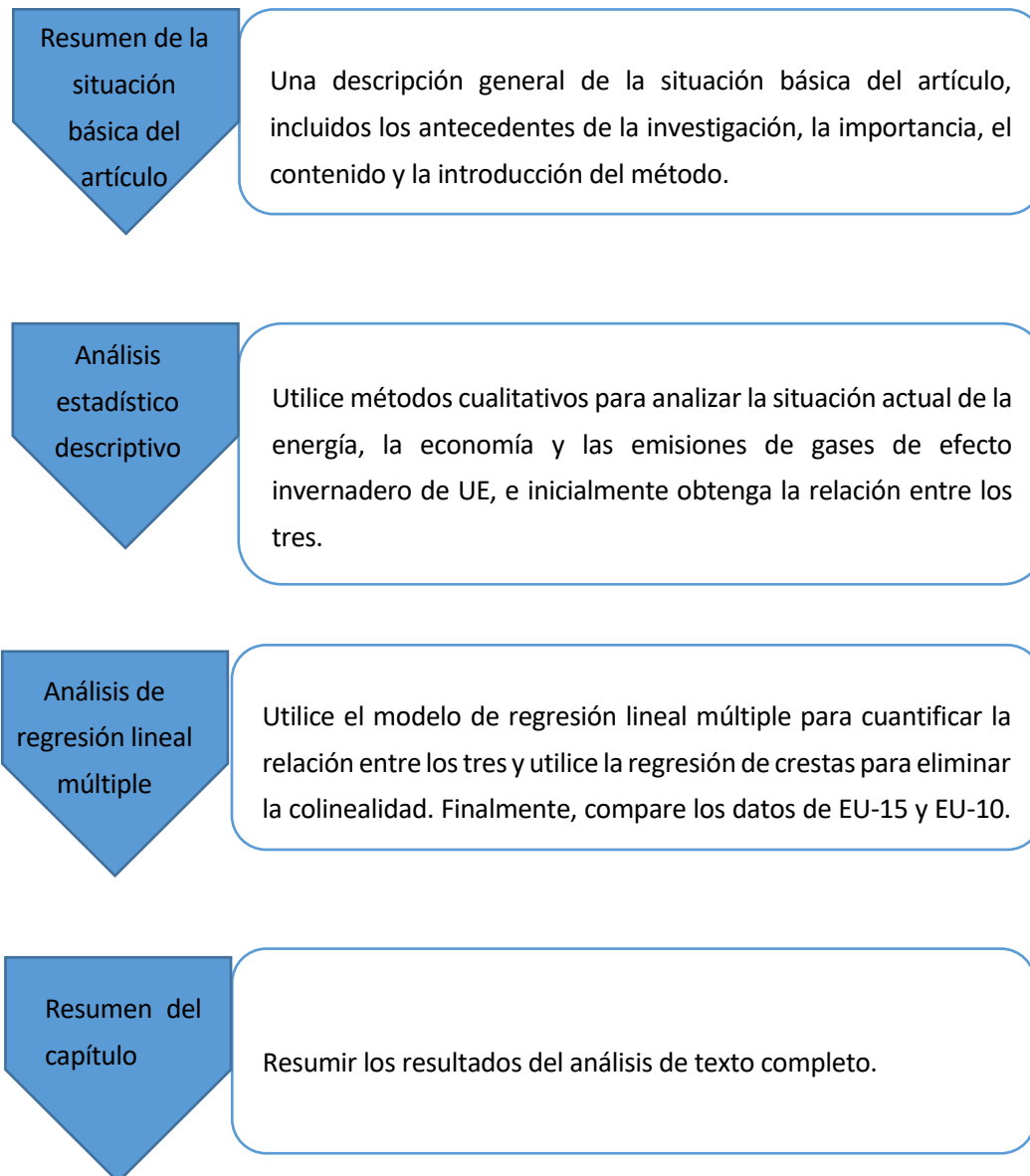
Este artículo intenta principalmente analizar la relación entre el consumo de energía, el crecimiento económico y las emisiones de gases de efecto invernadero desde dos direcciones. Primero, utilice un método de análisis de sistema descriptivo para analizar visualmente el estado actual de los tres datos de la UE. Y desde una perspectiva cualitativa estudiar la correlación de las tres tendencias. En segundo lugar, sobre la base del análisis cualitativo, con el fin de encontrar el tamaño del efecto de cada factor de influencia con mayor precisión, se estableció un modelo de regresión lineal múltiple para reflejar mejor la relación entre los tres. El análisis se basa principalmente en los datos de consumo de energía, PIB y emisiones de gases de efecto invernadero de los 25 países de la UE entre 2007 y 2017. Al mismo tiempo, se compara el impacto medioambiental de la EU-15 y la EU-10, y se analizan más a fondo las diferencias en el desarrollo económico y la protección medioambiental de los dos tipos de países.

1.4. Significado del trabajo

Considerando que la prioridad actual de la UE es desarrollar la economía. El desarrollo económico tiene por objeto garantizar una realización mejor y más rápida de una economía con bajas emisiones de carbono. Acelere el desarrollo de nuevas tecnologías y aumente la tasa general de utilización de energía. Sin embargo, la UE debe tener en cuenta la protección del medio ambiente y el desarrollo económico en su elección de desarrollo económico. Coordinar la relación entre energía, medio ambiente y economía. Es necesario que los responsables de la formulación de políticas designen una ruta de desarrollo científica razonable basada en la investigación de los académicos. Por lo tanto, en el camino del desarrollo futuro, la forma en que la UE logra un crecimiento económico rápido y mantiene el desarrollo coordinado del entorno energético, cómo tener en cuenta el medio ambiente y la economía y la energía para formular una ruta de desarrollo razonable debe basarse en un análisis razonable para elegir el camino correcto.

1.5. Estructura del artículo

La principal ruta de investigación de este artículo es: una descripción general de la situación básica del artículo, utilizando un análisis estadístico descriptivo para analizar el estado de la energía, la economía y las emisiones de gases de efecto invernadero de la UE, y obtener inicialmente la correlación entre los tres. Establecer un modelo de regresión lineal múltiple para realizar análisis empíricos sobre los principales factores que afectan al PIB. Compare EU-15 y EU-10. El diagrama de estructura del artículo es el siguiente:



1.6. Resumen del capítulo

Este capítulo comienza con el problema del calentamiento global causado por las emisiones de gases de efecto invernadero, y combina el entorno mundial actual y la situación que enfrenta la UE en este problema. Explica los antecedentes de la selección del tema, los objetivos del tema y su importancia. Determinar el foco de investigación y la ruta de investigación del trabajo. Finalmente, se proporciona un diagrama marco del contenido de investigación de este artículo.

2 Métodos de análisis y principios básicos

2.1. Modelo de regresión lineal múltiple

Cuando la variable de respuesta es multivariante, también puede establecer m variables de respuesta, Y_1, \dots, Y_m , y las variables explicativas son x_1, \dots, x_{p-1} . Modelo de regresión:

$$Y_1 = \beta_{01} + \beta_{11}x_1 + \beta_{21}x_2 \dots + \beta_{(p-1)1}x_{p-1} + e_1$$

$$Y_2 = \beta_{02} + \beta_{12}x_1 + \beta_{22}x_2 \dots + \beta_{(p-1)2}x_{p-1} + e_2$$

·
·
·

$$Y_m = \beta_{0m} + \beta_{1m}x_1 + \beta_{2m}x_2 \dots + \beta_{(p-1)m}x_{p-1} + e_m$$

β es coeficientes de regresión parcial

Es decir, se asume que existe una relación lineal entre cada índice Y_i y la variable explicativa. El término de error $e = [e_1, e_2, \dots, e_m]'$ satisface el supuesto:

$$E_e = \mathbf{0}, \text{Cov}(e) = \Sigma = (\sigma_{ij}) \quad \text{(Eq. 2.1)}$$

Al observar n individuos en la población, la variable explicativa de la j -ésima muestra de observación se registra como $x_{j1}, x_{j2}, \dots, x_{j(p-1)}$, y la variable de respuesta se registra como $y_j = [y_{j1}, y_{j2}, \dots, y_{jm}]'$, $j = 1, \dots, n$. Usando una expresión matricial, entonces:

$$Y_{n \times m} = \begin{bmatrix} y_{11} & y_{12} & \dots & y_{1m} \\ y_{21} & y_{22} & \dots & y_{2m} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ y_{n1} & y_{n2} & \dots & y_{nm} \end{bmatrix} = [y_{(1)}, y_{(2)}, \dots, y_{(m)}]$$

$$X_{n \times p} = \begin{bmatrix} x_{10} & x_{11} & \dots & x_{1(p-1)} \\ x_{20} & x_{21} & \dots & x_{2(p-1)} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ x_{n0} & x_{n1} & \dots & x_{n(p-1)} \end{bmatrix}$$

Donde $x_{i0} = 1, i = 1, \dots, n$

$$B_{p \times m} = \begin{bmatrix} \beta_{01} & \beta_{02} & \dots & \beta_{0m} \\ \beta_{11} & \beta_{12} & \dots & \beta_{1m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \beta_{(p-1)1} & \beta_{(p-1)2} & \dots & \beta_{(p-1)m} \end{bmatrix} = [\beta_{(1)}, \beta_{(2)}, \dots, \beta_{(m)}]$$

$$\boldsymbol{\varepsilon}_{n \times m} = \begin{bmatrix} \varepsilon_{11} & \varepsilon_{12} & \dots & \varepsilon_{1m} \\ \varepsilon_{21} & \varepsilon_{22} & \dots & \varepsilon_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \varepsilon_{n1} & \varepsilon_{n2} & \dots & \varepsilon_{nm} \end{bmatrix} = [\boldsymbol{\varepsilon}_{(1)}, \boldsymbol{\varepsilon}_{(2)}, \dots, \boldsymbol{\varepsilon}_{(m)}] = \begin{pmatrix} \acute{\varepsilon}_1 \\ \acute{\varepsilon}_2 \\ \vdots \\ \acute{\varepsilon}_n \end{pmatrix}$$

Así, la expresión matricial del modelo de regresión lineal múltiple:

$$Y_{n \times m} = X_{n \times p} B_{p \times m} + \boldsymbol{\varepsilon}_{n \times m} = [X\boldsymbol{\beta}_{(1)}, X\boldsymbol{\beta}_{(2)}, \dots, X\boldsymbol{\beta}_{(m)}] + [\boldsymbol{\varepsilon}_{(1)}, \boldsymbol{\varepsilon}_{(2)}, \dots, \boldsymbol{\varepsilon}_{(m)}] \quad (\text{Eq. 2.2})$$

Donde $E_{\varepsilon_{(i)}} = 0, Cov(\varepsilon_{(i)}, \varepsilon_{(j)}) = \sigma_{ij} I_n, i, j = 1, 2, \dots, m$. Aunque para el kth El error de medición observado ε_k tiene una matriz de covarianza Σ , pero las observaciones de diferentes individuos no están correlacionadas.

Se puede ver en el modelo anterior que para la i-ésima respuesta $y_{(i)}$, obedece al modelo de regresión lineal:

$$y_{(i)} = X\boldsymbol{\beta}_{(i)} + \varepsilon_{(i)}$$

- Para la variable de respuesta i-ésima, no hay correlación entre n observaciones
- Existe una correlación entre las observaciones de diferentes variables de respuesta

El modelo de regresión basado en la variable de respuesta i-ésima $y_{(i)}$ puede obtener la estimación de mínimos cuadrados de $\boldsymbol{\beta}_{(i)}$:

$$\widehat{\boldsymbol{\beta}}_{(i)} = (X'X)^{-1}X'y_{(i)}$$

Al juntar estos estimadores para formar una matriz, tenemos:

$$\widehat{B} = [\widehat{\boldsymbol{\beta}}_{(1)}, \widehat{\boldsymbol{\beta}}_{(2)}, \dots, \widehat{\boldsymbol{\beta}}_{(m)}] = (X'X)^{-1}X'[y_{(1)}, y_{(2)}, \dots, y_{(m)}] = (X'X)^{-1}X'Y \quad (\text{Eq. 2.3})$$

2.2. Prueba F

El modelo de la prueba F de significancia de la varianza:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + \dots + \beta_k x_{ki}, \quad i = 1, 2, 3, \dots, n$$

Significativamente 0 al probar el parámetro β_k .

De acuerdo con los principios y procedimientos de la prueba de hipótesis, la hipótesis nula y la hipótesis alternativa es:

$$H_0: \beta_1 = 0, \beta_2 = 0, \dots, \beta_k = 0$$

$$H_1: \beta_j (j = 1, 2, \dots, k) \text{ no es todo } 0$$

Bajo la condición de que se cumpla la hipótesis nula H_0 ,

$$F = \frac{Ess/k}{Rss/(n - k - 1)}$$

$$Ess = \sum_{i=1}^n (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2$$

$$Rss = \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2$$

Obedezca la distribución F de grados de libertad (k, n-k-1).

Dado el nivel de significancia α , compare el valor de $F\alpha$ y F.

$F > F_{\alpha}(k, n - k - 1)$ Rechaza la hipótesis nula H_0

$F \leq F_{\alpha}(k, n - k - 1)$ Acepta la hipótesis nula H_0

2.3. Colinealidad

Para el modelo $Y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + \dots + \beta_k x_{ki}$, $i = 1, 2, 3, \dots, n$

Uno de sus supuestos básicos es que las variables explicativas son independientes entre sí.

Si existe una correlación entre dos o más variables explicativas, se denomina multicolinealidad. Incluyendo multicolinealidad perfecta y multicolinealidad imperfecta.

2.4. Multicolinealidad perfecta

Para explicar las variables X_2, X_3, \dots, X_k , si hay números $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_k$ que no son todos 0, de modo que

$$\lambda_1 + \lambda_2 X_{2i} + \lambda_3 X_{3i} + \dots + \lambda_k X_{ki}, \quad i = 1, 2, 3, \dots, n$$

Se dice que las variables explicativas X_2, X_3, \dots, X_k , tienen esta colinealidad completa.

Cuando $\text{Rank} < k$, indica que en la matriz de datos X , al menos un vector de columna se puede representar linealmente por los vectores de columna restantes, lo que muestra que existe una multicolinealidad completa. La matriz se expresa como

$|X'X| = 0$ significa que $(X'X)^{-1}$ no existe.

Multicolinealidad imperfecta:

En la práctica, una situación común es la multicolinealidad imperfecta entre variables explicativas.

Para las variables explicativas X_2, X_3, \dots, X_k , hay números $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_k$ que no son todos 0, de modo que

$$\lambda_1 + \lambda_2 X_{2i} + \lambda_3 X_{3i} + \dots + \lambda_k X_{ki} + u_i = 0, \quad i = 1, 2, 3, \dots, n$$

Entre ellos, u_i es una variable aleatoria. Esto muestra que las variables explicativas X_2, X_3, \dots, X_k son solo una relación lineal aproximada.

La varianza de la fórmula de estimación de parámetros $\hat{\beta}_j$ de la variable explicativa X_k se puede expresar como

$$\text{Var}(\hat{\beta}_j) = \frac{\sigma^2}{\sum x_j^2} * \frac{1}{1-R_j^2} = \frac{\sigma^2}{\sum x_j^2} * \text{VIF}_j \quad (\text{Eq.2.4})$$

Donde VIF es el factor de expansión de la varianza de la variable X, a saber $\text{VIF}_j = \frac{1}{1-R_j^2}$

Entre ellos, R^2 es el coeficiente de determinación para la regresión auxiliar de múltiples variables explicativas.

La experiencia ha demostrado que cuando $\text{VIF} > 10$, indica que existe una multicolinealidad seria entre las variables explicativas y otras variables explicativas.

2.5. Regresión de crestas

Cuando hay colinealidad entre las variables independientes, $|X'X| \approx 0$, imagina agregar una matriz normal kI a kI , ($k > 0$), entonces $X'X + kI$ está más cerca de la matriz singular que $X'X$ es mucho más pequeño. Llamamos $\hat{\beta}(k) = (X'X + kI)^{-1}X'y$

es la estimación de regresión de cresta de β , donde k se convierte en el parámetro de cresta.

Dado que se supone que X está estandarizado, $X'X$ es la matriz de correlación de las muestras de variables independientes. Obviamente, la regresión de la cresta como una estimación de β debería ser más estable que el método de mínimos cuadrados. Cuando $k = 0$, la estimación de la regresión de la cresta es el método ordinario de mínimos cuadrados.

2.6. Resumen del capítulo

Este capítulo presenta principalmente los métodos analíticos y conceptos relacionados utilizados en esta investigación. Se presentan los principios básicos de cada método de investigación.

3 Análisis actual del consumo energético, el PIB y las emisiones de gases de efecto invernadero de la UE

3.1. Análisis del statu quo del consumo energético de la UE

Los datos proceden de la base de datos Eurostat New Cronos y de la base de datos del Centro de Cambio Climático de las Naciones Unidas. En figura 1, se puede ver que cuando ocurrió la crisis económica en 2008, el consumo total de energía de la EU-15 disminuyó, pero se mantuvo entre 60-70 Mt oil. La recesión económica provocó un exceso de capacidad, pero luego se estabilizó gradualmente. Como país en desarrollo, la EU-10 tiene una economía relativamente atrasada. El consumo de energía es solo una cuarta parte de la media de la EU-15. Pero con el desarrollo económico, el consumo de energía ha aumentado gradualmente.

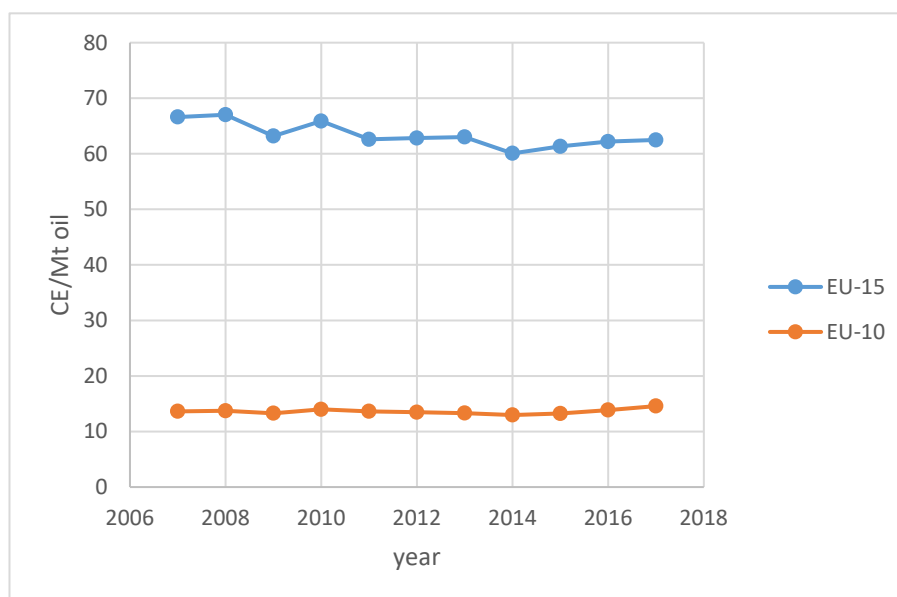


Figura 1. EU-15 y EU-10, gráfico de tendencias de consumo de energía.

3.2. Análisis del statu quo del PIB de la UE

En la Figura 2 se puede ver que después de la crisis económica de 2008, el PIB de la UE ha disminuido. Sin embargo, como país desarrollado, la EU-15 se basó en reformas económicas para volver gradualmente a su nivel anterior. Y mejoró constantemente después de 2012. Rompió 900 mil millones de euros. El PIB medio de la EU-10 es solo una octava parte del de la EU-15. La tendencia general es similar a la de la EU-15, pero su tasa de crecimiento económico no es tan rápida como la de la EU-15.

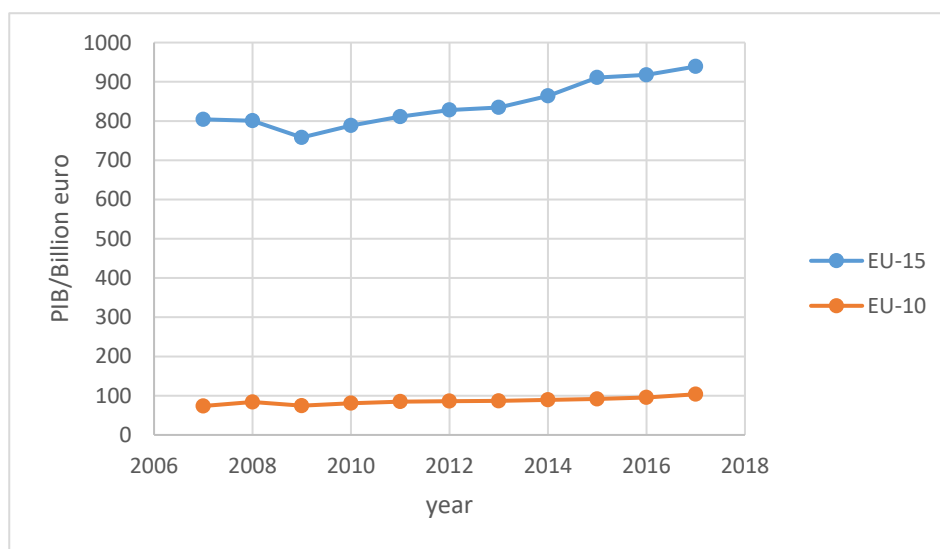


Figura 2. EU-15 y EU-10, gráfico de tendencias de PIB.

3.3. Análisis del statu quo de los gases de efecto invernadero de la UE

Mediante el análisis de la serie temporal de emisiones de gases de efecto invernadero y su gráfico de tendencias (Figura 3), se encuentra que la cantidad absoluta de emisiones de gases de efecto invernadero en la UE es relativamente grande, y las emisiones de la EU-15 son más del triple que las de la EU-10. Pero con la aplicación de nuevas energías y la promoción de tecnologías de ahorro energético y reducción de emisiones. Las emisiones de gases de efecto invernadero de la EU-15 están disminuyendo año tras año. En 2017, las emisiones medias de EU-15 han sido tan bajas como 200Mt de CO₂. Los países más atrasados de la EU-10 necesitan más energía para el desarrollo económico. Al mismo tiempo, la promoción de nuevas tecnologías es relativamente lenta. Por tanto, sus emisiones totales de gases de efecto invernadero se mantienen básicamente estables.

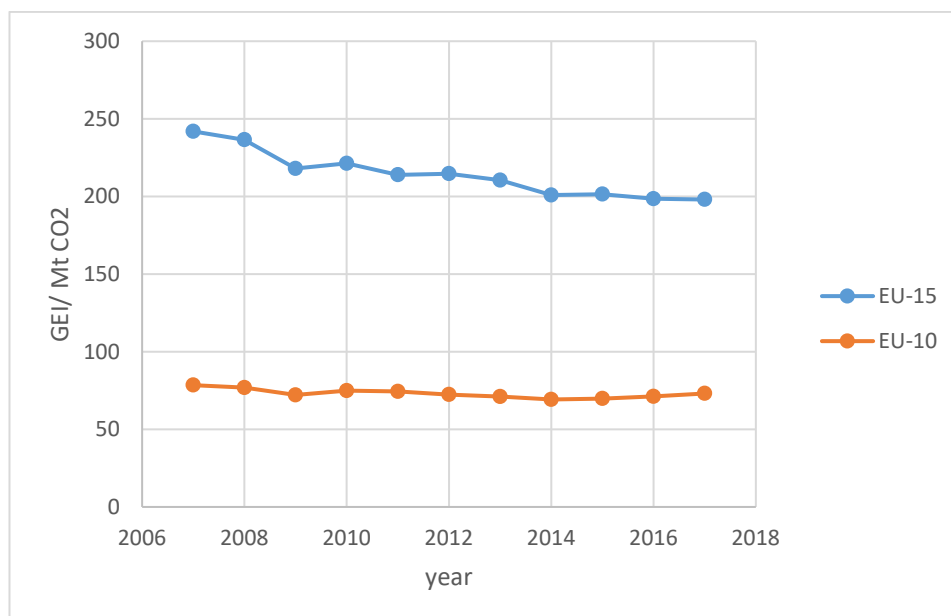


Figura 3. EU-15 y EU-10, gráfico de tendencias de gases de efecto invernadero.

3.4. Descripción completa del consumo de energía, el PIB y las emisiones de gases de efecto invernadero

El Tabla 1 muestra el PIB, el consumo de energía y las emisiones de gases de efecto invernadero de los 25 países de la UE entre 2007 y 2017.

Puede verse en el Tabla 1 que el PIB medio de los países de la EU-15 es mucho más alto que el de la EU-10, que es 17 veces mayor que el de la EU-10. Al mismo tiempo, los valores medios de consumo de energía y emisiones de gases de efecto invernadero de la EU-15 son 4,8 y 3,7 veces mayores que los de la EU-10, respectivamente, lo que indica que existe un cierto grado de correlación positiva entre el desarrollo económico y el consumo de energía y las emisiones de gases de efecto invernadero. El crecimiento económico conduce inevitablemente a un aumento del consumo de energía y de las emisiones de gases de efecto invernadero. Al mismo tiempo, después del cálculo, se puede encontrar que la intensidad energética media (consumo de energía por unidad de PIB) de la EU-15 es inferior a la

de los 10 nuevos estados miembros de la UE, con valores de 0,15 Mt oil / Billion euro y 0,75 Mt oil/ Billion euro respectivamente(Figura 5). Lo que indica que la EU-15 tiene una tasa de utilización de energía más alta, y su tasa de utilización de energía media es 3,5 veces mayor que la de la EU-10. La misma situación se refleja también en la unidad de emisiones de gases de efecto invernadero, cuyos valores son 0,25 Mt CO₂ / Billion euro y 0,84 Mt CO₂ / Billion euro(Figura 6), lo que indica que los países de la UE económicamente desarrollados prestan más atención a la protección medioambiental.

Tabla 1 medios de PIB, CE, GEI y Población de la EU-25 de 2007-2017

	Country	Code	PIB/ Billion euro	CE/Mt oil	GEI /Mt CO ₂	Población
EU-15	Austria	1	319,9439	27,57182	81,76631	8 504 850
	Belgium	2	386,949	35,86182	123,5273	11 198 638
	Denmark	3	256,8121	14,73727	57,8141	5 655 750
	Finland	4	201,4745	25,13	64,97203	5 470 820
	France	5	2091,564	150,6418	494,0228	67 210 000
	Germany	6	2785,725	215,7218	928,6726	80 716 000
	Greece	7	202,7053	18,18182	111,0358	10 816 286
	Ireland	8	206,8067	11,67364	60,75524	4 609 600
	Italy	9	1640,189	122,5245	476,2141	60 782 668
	Luxembourg	10	45,43725	4,174545	11,33279	549 680
	Netherlands	11	663,8396	51,47364	199,1449	16 856 620
	Portugal	12	178,1547	17,03091	69,19776	10 427 301
	Spain	13	1075,253	86,04273	358,9216	47 100 396
	Sweden	14	410,579	32,40818	57,76965	10 004 962
	United Kingdom	15	2157,933	137,5545	570,0033	64 100 000
EU-10	Cyprus	16	18,7339	1,819091	8,986913	1 117 000

the Czech Republic	17	161,9507	24,85273	135,0917	10 513 209
Estonia	18	18,40473	2,899091	20,3121	1 324 820
Hungary	19	106,0123	17,26455	63,21812	9 877 365
Latvia	20	22,61927	3,993636	11,5227	1 990 300
Lithuania	21	33,74608	4,948182	21,47933	2 944 459
Malta	22	7,820745	0,526364	2,73491	446 547
Poland	23	387,1437	64,14364	403,6575	38 483 957
Slovakia	24	72,29531	10,73364	44,63156	5 415 949
Slovenia	25	37,74771	4,897273	18,84398	2 061 085

Al observar más a fondo el diagrama de dispersión de los valores medios del PIB, el consumo de energía y las emisiones de gases de efecto invernadero en los países de la EU-25 de 2007 a 2017 (figura 4), se puede obtener la relación preliminar entre el PIB, el consumo de energía y las emisiones de gases de efecto invernadero.

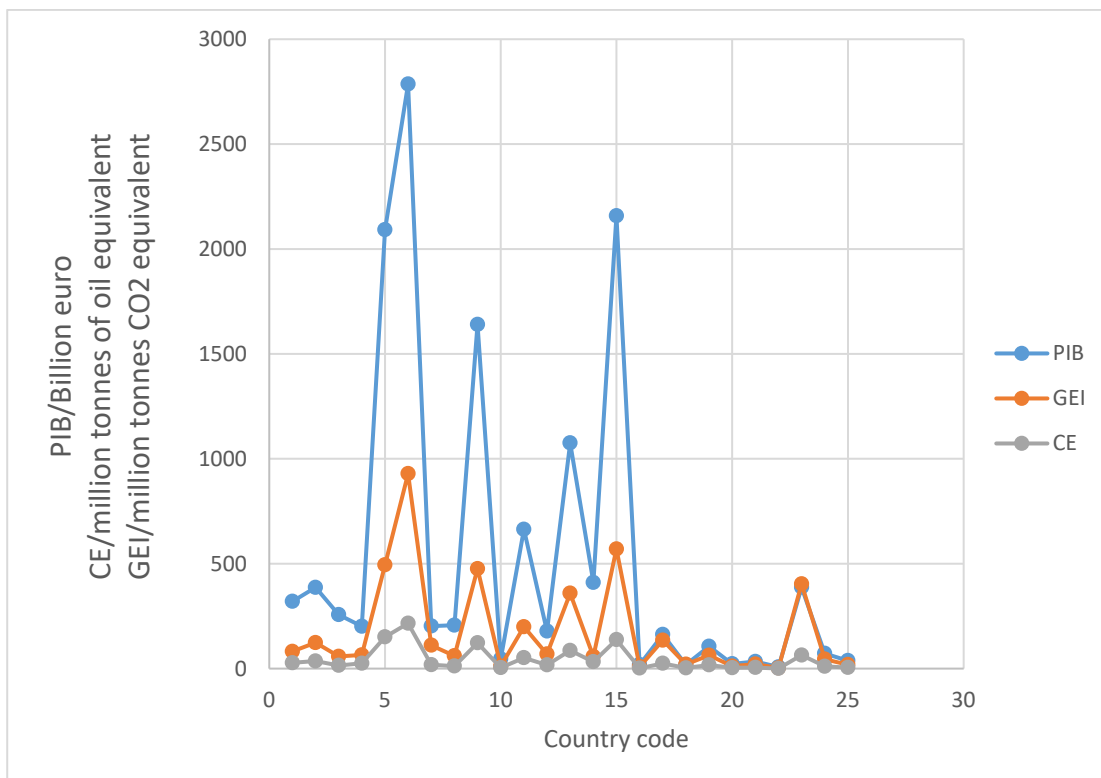


Figura 4 Diagrama de dispersion de media de PIB, CE y GEI de la EU-25 de 2007-2017

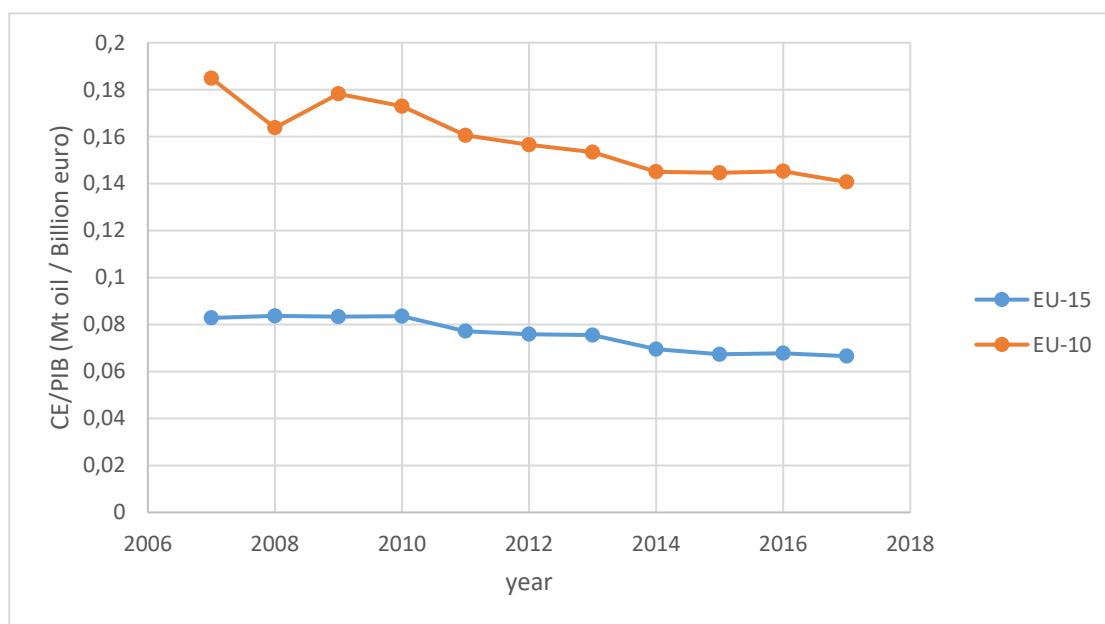


Figura 5 Intensidad de consumo de energía de la EU-25 de 2007-2017

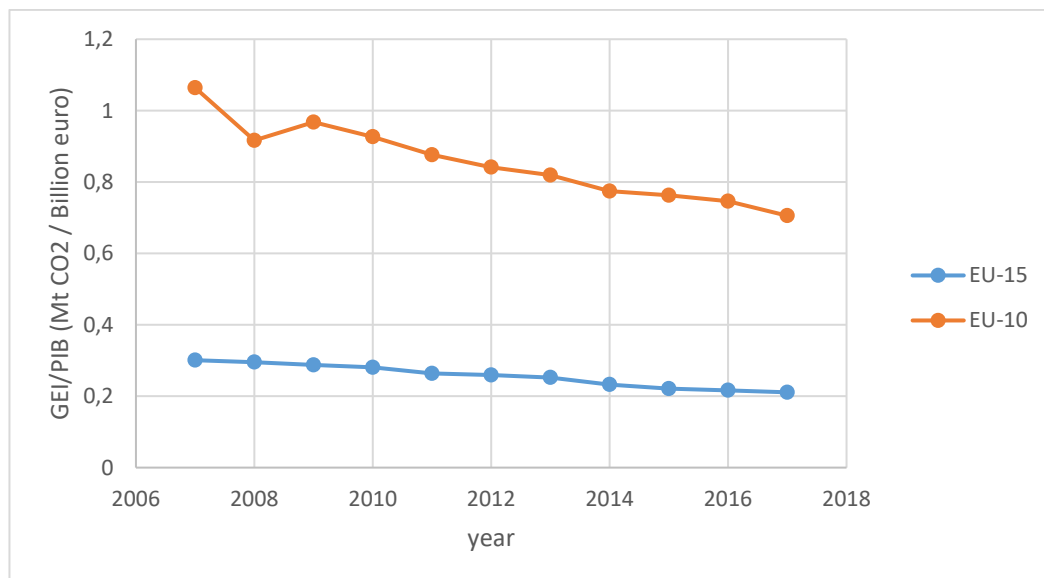


Figura 6 Intensidad de emisión de gases de efecto invernadero de la EU-25 de 2007-2017

Puede verse intuitivamente en la Figura 4 que los tres están relacionados y los cambios de las tres líneas discontinuas tienen tendencias similares. Además, el PIB, el consumo de energía y las emisiones de gases de efecto invernadero de los países de la EU-15 son generalmente superiores a los de la EU-10.

3.5. Análisis de datos del PIB per cápita, consumo de energía y emisiones de gases de efecto invernadero

En el caso de una consideración integral de la población de cada país, se obtienen los indicadores per cápita de diversos datos. En la Figura 7 se puede ver que el PIB per cápita de la EU-15 sigue siendo significativamente más alto que el de la EU-10, pero no hay mucha diferencia entre el consumo de energía per cápita y las emisiones de gases de efecto invernadero per cápita. En la Figura 8, se muestran la intensidad del consumo de energía per cápita y la intensidad de las emisiones de gases de efecto invernadero per cápita. Su intensidad de consumo energético per cápita en la EU-10 es aproximadamente el doble que en la EU-15. La intensidad de las emisiones de gases de efecto invernadero de la EU-10 es aproximadamente tres veces mayor que la de la EU-15. Esto es similar al

análisis del total nacional en la sección anterior. La EU-10 emite gases de efecto invernadero por unidad de PIB significativamente más altos que la EU-15.

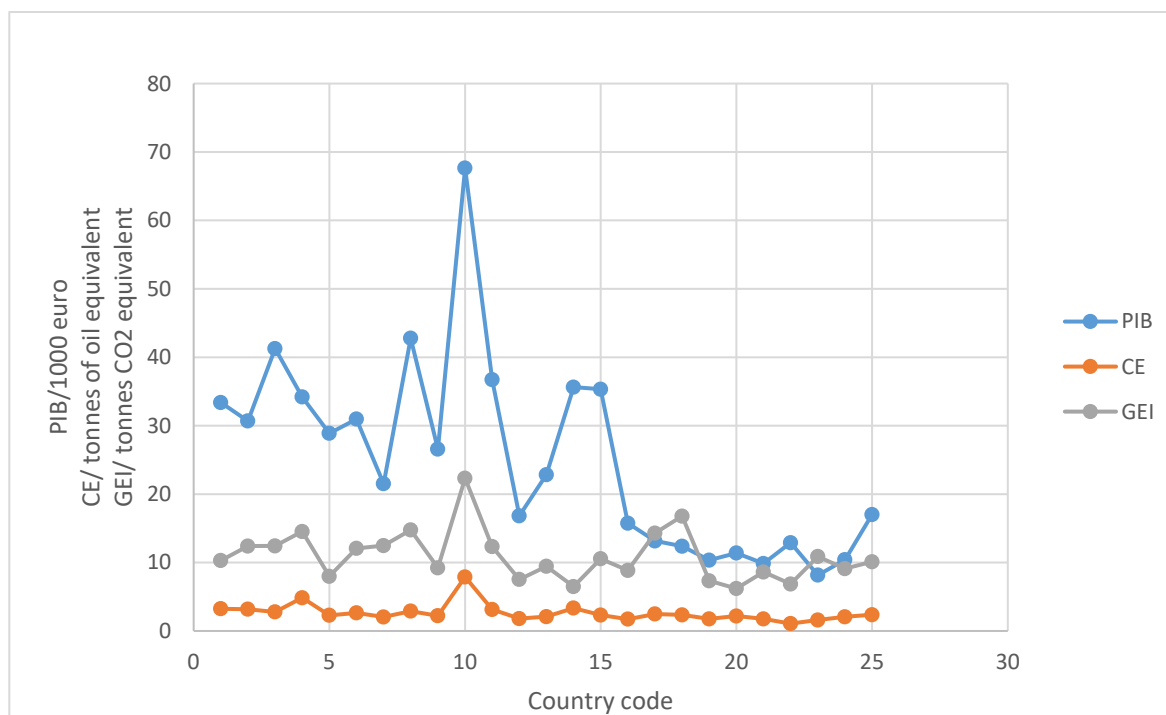


Figura 7 Promedio del PIB per cápita, CE y GEI de la EU-25 de 2007 a 2017

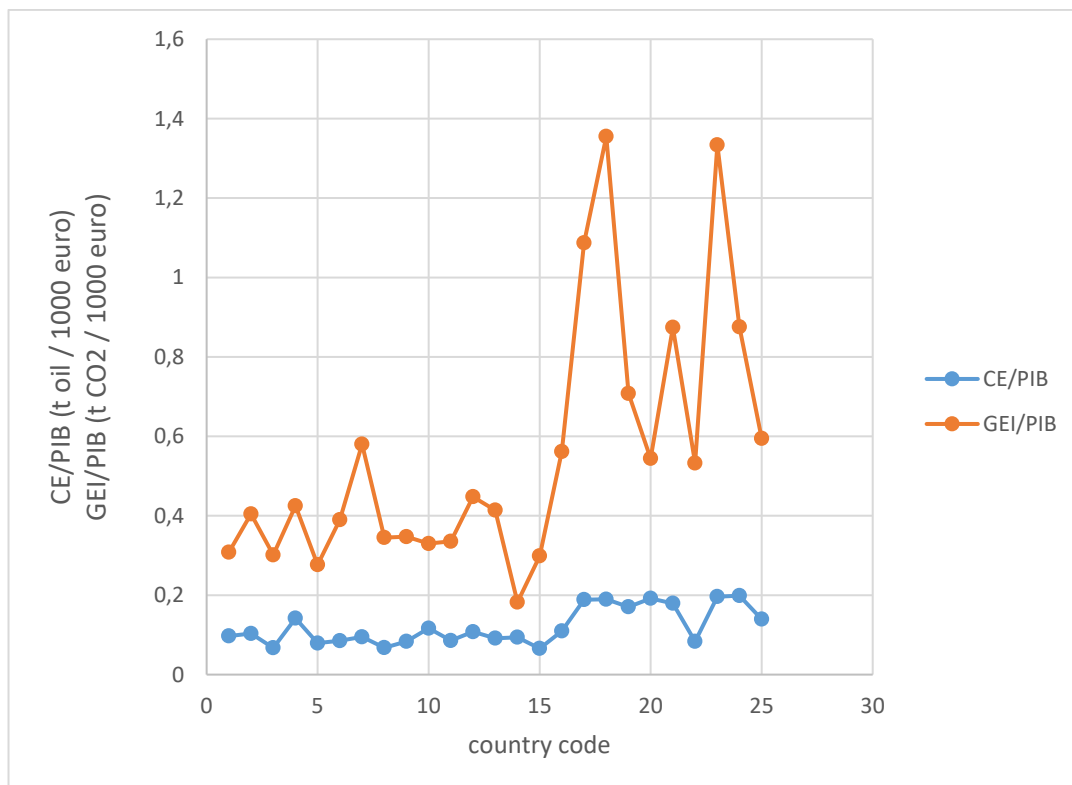


Figura 8 Intensidad media de consumo energético per cápita e intensidad de emisión de gases de efecto invernadero de la EU-25 de 2007 a 2017.

3.6. Resumen del capítulo

Este capítulo se centra en los aspectos cualitativos, utilizando métodos de análisis estadístico descriptivo para analizar la posible relación entre el consumo de energía, el PIB y las emisiones de gases de efecto invernadero. El análisis encontró que el consumo de energía de la UE ha ido aumentando en general. Aunque experimentó un período de declive después de la crisis económica de 2008, se recuperó rápidamente. Los cambios en el PIB son similares a los cambios en el consumo de energía, pero la tasa de crecimiento de la EU-15 es más alta que la de la EU-10. Las emisiones de gases de efecto invernadero de los 15 países de la UE han ido disminuyendo año tras año, mientras que los datos de los 10 países de la UE se han mantenido básicamente estables. Además, a partir del gráfico de tendencias completo del consumo de energía, el PIB y la intensidad de las emisiones de gases de efecto invernadero, se puede ver que estas tres tendencias son muy consistentes. Después de considerar exhaustivamente los factores demográficos de cada país, comparamos los datos per cápita de los 25

países de la UE y llegamos a la misma conclusión. Las curvas de intensidad de consumo de energía e intensidad de emisión de gases de efecto invernadero también son muy consistentes, y la relación entre las dos se analiza en mayor profundidad utilizando métodos cuantitativos.

4 Análisis empírico basado en modelo de regresión lineal múltiple

4.1. La relación entre el PIB, el consumo de energía y las emisiones de gases de efecto invernadero

Primero, bajo el sistema SPSS, el PIB es la variable dependiente y el consumo de energía y las emisiones de gases de efecto invernadero son las variables independientes. Se realizó un análisis de regresión lineal multivariante sobre el PIB, el consumo de energía y las emisiones de gases de efecto invernadero, y se probó la colinealidad del modelo de regresión entre las variables independientes (Tabla 2).

Tabla 2 Estimación de parámetros del modelo de regresión lineal múltiple

Variabls	Unstandardized B	Std. Error	t value	p value	Statistics VIF
Constant	-56.715	28.301	-2.004	0.058	
CE	19.895	2.073	9.596	0.000	26.438
GEI	-1.528	0.502	-3.045	0.006	26.438

Nota: valor F de la prueba modelo F = 582.153, P < 0.0001; R-Sq = 0.981; valor de corrección (R-Sq) = 0.980.

La Tabla 2 muestra que la prueba F del modelo es significativa porque el valor F es 582,153, y existe una correlación significativa entre el PIB, el consumo de energía y las emisiones de gases de efecto invernadero. Sin embargo, el diagnóstico de colinealidad muestra que existe un problema de colinealidad en los resultados del modelo de regresión múltiple, debido a que el coeficiente de expansión de la varianza de CE y GEI son ambos 26.438, y el coeficiente de expansión de la varianza es mayor que 10. Se puede considerar que existe un grave problema de contribución múltiple. Además, cabe señalar que el parámetro estimado de GEI es -1,528, que se correlaciona negativamente con el PIB, que no coincide con el resultado real. En general, se cree que la mayoría de las emisiones de gases de efecto invernadero son causadas por el consumo de energía y la economía social (ver Figura 9). Cuanto más rápido es el desarrollo económico, más emisiones de gases de efecto invernadero, lo que indica que los dos deben tener una correlación positiva.

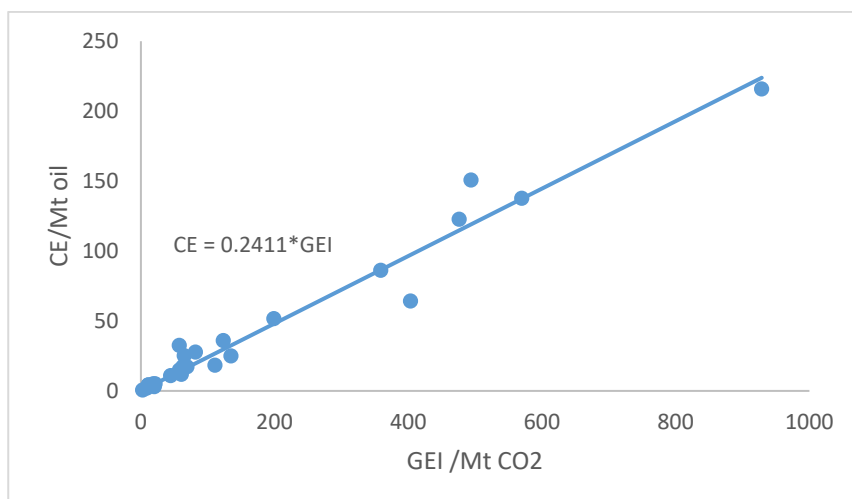


Figura 9 Diagrama de dispersión de la relación entre el consumo de energía y las emisiones de gases de efecto invernadero en los 25 países de la UE

Por lo tanto, Ridge Estimate se puede utilizar para eliminar la colinealidad entre CE y GEI, como se muestra en la Figura 10.

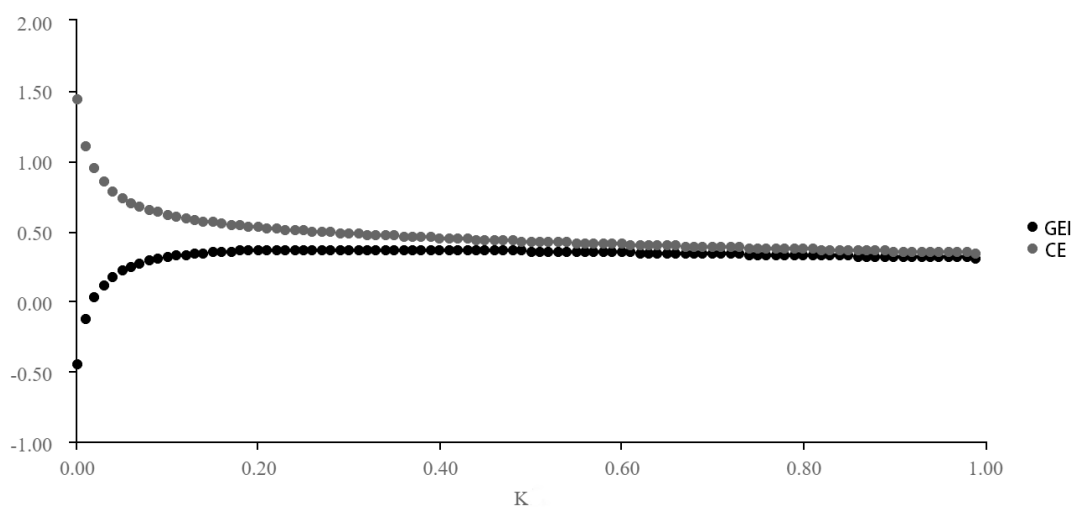


Figura 10 Curva de cresta de consumo de energía y emisiones de gases de efecto invernadero

Cuando K es mayor que 0,16, la curva de regresión de la cresta de las variables CE y GEI tiende a ser estable, y los resultados de la regresión del modelo son los siguientes:

$$PIB = -2.251 + 1.183 * GEI + 7.681 * CE \quad (\text{Eq.4.1})$$

Según los resultados de la Eq 4.1, en los 25 países de la UE, el CE, los GEI y el PIB están correlacionados positivamente, es decir, el consumo de energía y las emisiones de gases de efecto invernadero promueven el crecimiento del PIB.

4.2. Comparación del impacto medioambiental entre EU-15 y EU-10

La EU-15 son en su mayoría países económicamente desarrollados, y la demanda de consumo de energía es mayor que la de los nuevos estados miembros de la UE, por lo que la cantidad absoluta de emisiones de gases de efecto invernadero es mayor que la de los países económicamente subdesarrollados. Sin embargo, cuando los dos tipos de países desarrollan sus economías, la diferencia entre su contribución a la protección ambiental o su impacto sobre el medio ambiente necesita un análisis más profundo.

En primer lugar, con los GEI como variable dependiente y el PIB como variable independiente, se realizó un análisis de regresión lineal simple sobre los datos medios de EU-15 y EU-10 de 2007 a 2017. Los resultados se muestran en la Tabla 3

Tabla 3 Estimación de parámetros del modelo de regresión lineal univariante (con GEI como variable independiente)

	EU-15	EU-10
Variable	PIB	PIB
Parámetro	0.291	0.969
Std. Error	0.011	0.049
t Value	25.387***	19.979***
F Value	644.507***	399.160***
R-Sq	0.979	0.978
(R-Sq) Valor de corrección	0.977	0.975

Nota: Dado que las constantes de los dos modelos han pasado la prueba t suponiendo que el parámetro es 0 y los términos constantes no son significativamente diferentes de 0, los términos constantes se eliminan de ambos modelos aquí.

Finalmente, los resultados de la regresión y los diagramas de dispersión de los dos modelos lineales se muestran en la Figura 11.

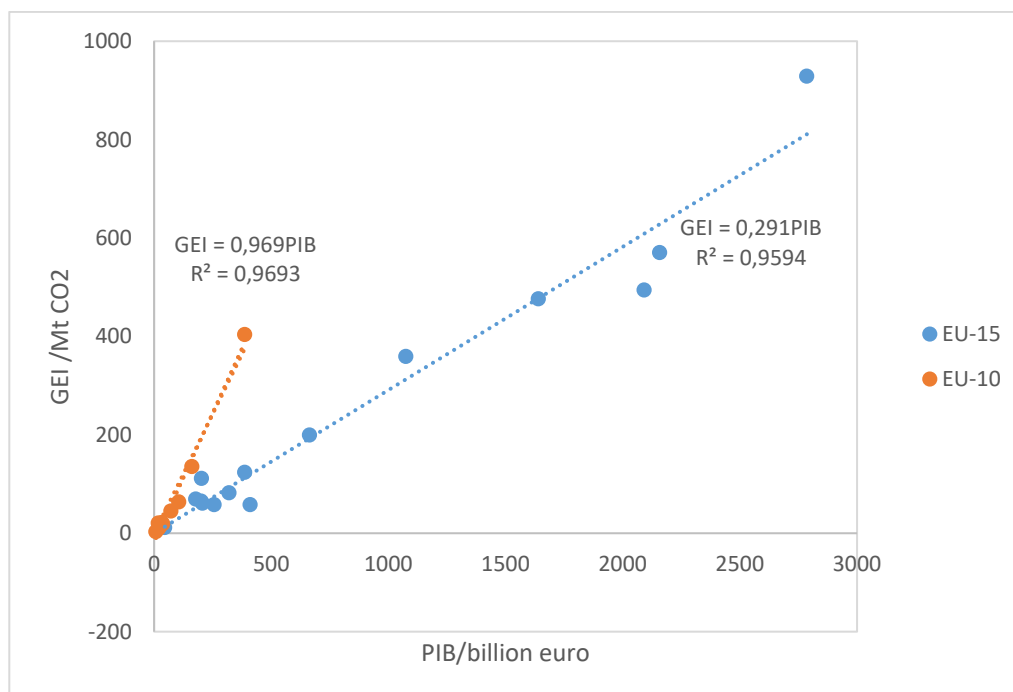


Figura 11 Resultados de regresión y puntos dispersos del modelo bilineal EU-15 Y EU-10

El resultado es:

$$\text{EU-15: } \text{GEI} = 0.291 * \text{PIB} \quad (\text{Eq.4.2})$$

$$\text{EU-10: } \text{GEI} = 0.969 * \text{PIB} \quad (\text{Eq.4.3})$$

Los resultados anteriores indican que para la EU-15, el aumento por unidad de PIB tiene un costo de 0,291 unidades de emisiones de gases de efecto invernadero; para la EU-10, el aumento por unidad de PIB tiene un costo de 0,969 unidades de emisiones de gases de efecto invernadero. Por tanto, en relación con el coste del desarrollo económico, el impacto medioambiental de EU-10 es más grave que el de EU-15.

4.3. Cambios en la relación entre desarrollo económico, consumo de energía y emisiones de gases de efecto invernadero en los 25 países de la UE entre 2007 y 2017

Hemos analizado la relación entre el desarrollo económico, el consumo de energía y las emisiones de gases de efecto invernadero en los 25 países de la UE con los datos medios de los 11 años comprendidos entre 2007 y 2017, y hemos descubierto que los GEI y CE tendrán un impacto positivo significativo en el PIB. Ahora realice un análisis de regresión sobre los datos de cada año para explorar los cambios en la relación entre GEI y CE que afectarán al PIB.

A través del análisis de regresión de los datos de cada año y luego la prueba de colinealidad, se encuentra que el modelo tiene problemas de colinealidad, por lo que se usa la regresión de crestas y se selecciona el valor de K apropiado. Para comparar con precisión los cambios de coeficientes de CE y GEI, aquí se utilizan coeficientes estandarizados. Los resultados específicos obtenidos se muestran en la siguiente tabla. La tendencia de cambio se muestra en la Figura 12 y la Figura 13

$$2007: \text{PIB} = 0.540 * \text{CE} + 0.363 * \text{GEI}$$

$$2008: \text{PIB} = 0.546 * \text{CE} + 0.363 * \text{GEI}$$

$$2009: \text{PIB} = 0.553 * \text{CE} + 0.355 * \text{GEI}$$

$$2010: \text{PIB} = 0.549 * \text{CE} + 0.357 * \text{GEI}$$

$$2011: \text{PIB} = 0.559 * \text{CE} + 0.346 * \text{GEI}$$

$$2012: \text{PIB} = 0.553 * \text{CE} + 0.352 * \text{GEI}$$

$$2013: \text{PIB} = 0.558 * \text{CE} + 0.348 * \text{GEI}$$

$$2014: \text{PIB} = 0.557 * \text{CE} + 0.346 * \text{GEI}$$

$$2015: \text{PIB} = 0.557 * \text{CE} + 0.338 * \text{GEI}$$

$$2016: \text{PIB} = 0.567 * \text{CE} + 0.332 * \text{GEI}$$

$$2017: \text{PIB} = 0.569 * \text{CE} + 0.331 * \text{GEI}$$

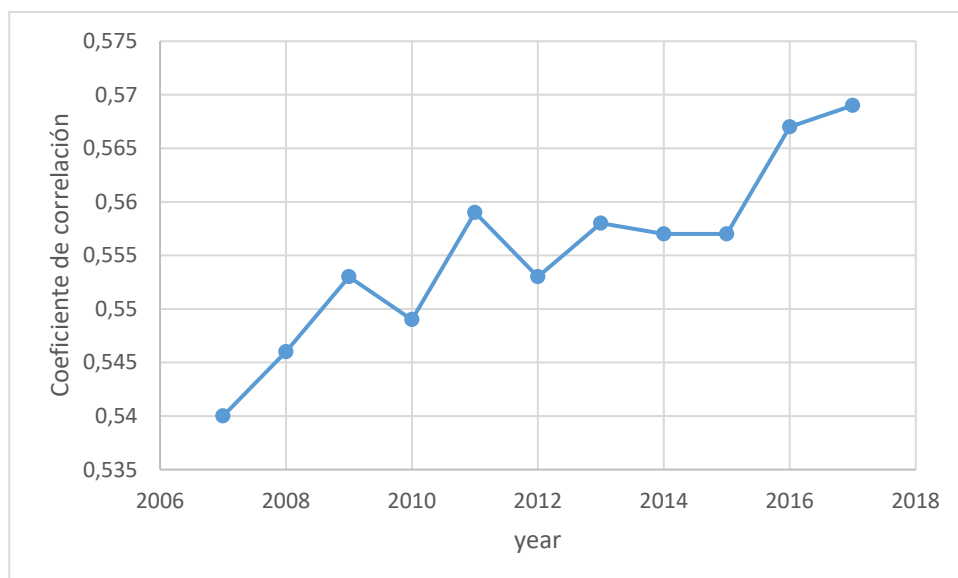


Figura 12 Gráfico de tendencias del coeficiente de correlación de CE de 2007 a 2017

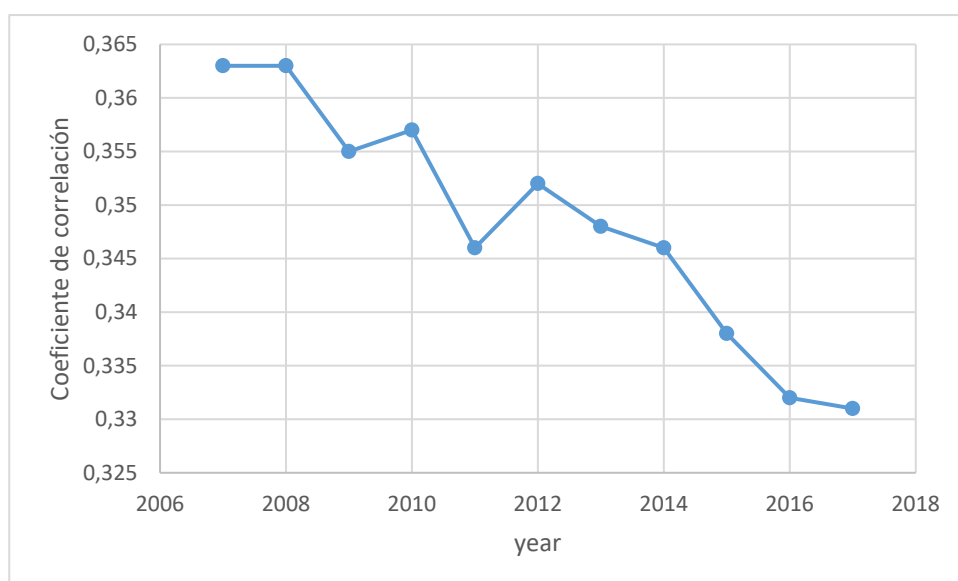


Figura 13 Gráfico de tendencias del coeficiente de correlación de GEI de 2007 a 2017

Al observar los cambios en los coeficientes de CE y GEI, se encuentra que el coeficiente de CE generalmente está aumentando, mientras que el coeficiente de GEI generalmente está disminuyendo. Esto muestra que la proporción de CE en el PIB aumenta aproximadamente año tras año, mientras que

la proporción de GEI en el PIB está disminuyendo aproximadamente año tras año. Dado que el PIB representa el nivel de desarrollo económico, el CE representa el nivel de consumo de energía y los GEI representan el nivel de emisiones de gases de efecto invernadero. Se puede concluir que de 2007 a 2017, el impacto del consumo de energía en los 25 países de la UE en el desarrollo económico ha aumentado, mientras que el impacto de las emisiones de gases de efecto invernadero en el desarrollo económico ha disminuido. Esto también muestra que en los últimos diez años de desarrollo, el aumento del PIB ha reducido el impacto ambiental. Al mismo tiempo, también se encontró que el coeficiente de CE es mayor que el de GEI, lo que muestra que el nivel de consumo de energía tiene un mayor impacto en el desarrollo económico.

4.4. Análisis de series temporales de datos relevantes de 25 países de la UE

Se realiza un análisis de series de tiempo por separado en los países de la EU-25. Debido a la seria colinealidad en los datos, no se puede utilizar la prueba Granger. Por lo tanto, el análisis de covarianza de series temporales se utiliza para estudiar la correlación entre el PIB, los GEI y el CE. Los resultados son los siguientes:

Tabla 4 Coeficiente de correlación lineal de series de tiempo entre PIB, CE y GEI

	Correlation		
	CE-PIB	PIB-GEI	GEI-CE
EU-15			
Austria	0,468124	-0,578245	0,356219
Belgium	0,000358	-0,847908	0,388347
Denmark	-0,499250	-0,902543	0,784494
Finland	-0,216139	-0,855195	0,664983
Germany	0,068002	-0,616086	0,488435
Greece	0,944243	0,949707	0,919534
Ireland	-0,500821	-0,490358	0,990406
Italy	-0,500821	-0,490358	0,990406

Luxembourg	-0,601387	-0,617205	0,911942
Netherlands	-0,601387	-0,617205	0,911942
Portugal	0,029951	0,196863	0,883561
Spain	0,283668	0,162050	0,961308
Sweden	-0,372366	-0,790928	0,806338
UK	-0,357859	-0,588289	0,865687
France	-0,519982	-0,881401	0,779985

EU-10	CE-PIB	PIB-GEI	GEI-CE
Cyprus	0,538679	0,263035	0,943878
Czech	-0,087915	-0,602447	0,774488
Estonia	-0,290054	0,104849	0,525690
Hungary	0,657126	-0,049469	0,481281
Latvia	-0,713355	-1,037752	3,981327
Lithuania	0,514695	-0,352317	0,508488
Malta	0,963481	-0,891135	-0,812016
Poland	0,619738	-0,237301	0,410412
Slovakia	-0,481821	-0,810389	0,829001
Slovenia	0,011666	-0,539615	0,777711

De los resultados anteriores, podemos ver que los países de la EU-25 se dividen básicamente en tres situaciones: Existe una correlación positiva entre CE y PIB, y los GEI también se correlacionan positivamente con el PIB (verde). O el CE y el PIB están correlacionados positivamente, pero el PIB y los GEI están correlacionados negativamente (amarillo). Tanto los GEI como la CE están correlacionados

negativamente con el PIB (azul). Malta y Estonia han experimentado resultados completamente diferentes a los de otros países.

4.5. Resumen del capítulo

Este capítulo utiliza un modelo de regresión lineal múltiple para analizar con mayor precisión la relación entre el consumo de energía, el PIB y las emisiones de gases de efecto invernadero. Al mismo tiempo, el análisis de regresión de crestas se utiliza para eliminar la colinealidad entre el consumo de energía y las emisiones de gases de efecto invernadero. Y compare los modelos de regresión de EU-15 y EU-10. Se constata que la EU-10 tiene un mayor impacto en el medio ambiente al tiempo que desarrolla la economía. A través del análisis de series de tiempo de los datos de 25 países de la UE desde 2007 a 2017, se encuentra que el impacto de las emisiones de gases de efecto invernadero en el PIB está disminuyendo gradualmente. El impacto del consumo de energía en el PIB está aumentando. Sin embargo, las curvas de tendencia de las series de tiempo de los tres datos son muy consistentes y los cambios son pequeños. No se puede utilizar el modelo VAR.

5 Estudio económico

Todo el trabajo se realiza en el ordenador, no hay costos de material físico. Solo considere los costos de software, factura de electricidad y los costos de tiempo. El costo de tiempo es de 6 euros por hora.

Tabla 5 Costo del software

Software	Coste total
EXCEL	69 €/año
EVEIWS 10	Gratis, el software que me proporcionó la escuela
IBM SPSS	Gratis, el software que me proporcionó la escuela

Tabla 6 Costos de tiempo

Tipo	Duración
Leer literatura relacionada	80 horas
Análisis de los datos	400 horas
Redacción de informes	30 horas
Coste por hora	6€ / hora
Total	3060 €

Tabla 7 Factura de electricidad

Consumo de energía	117,3 kwh
--------------------	-----------

Precio	0,1586 €/kWh
Total	18,6 €

Tabla 8 Presupuesto total

Tipo	Coste total
Software	69 €
Tiempo	3060 €
Electricidad	18,6 €
Base imponible	3147,6 €
IVA (21%)	661 €
TOTAL	3808,6 €

El costo total de todo el proyecto es 3808,6 €.

6 Estudio medioambiental

6.1. Impacto ambiental de la fabricación y utilización de la máquina

Todo el trabajo se realiza en la computadora. Los datos provienen de una base de datos abierta y cumplen con las leyes y regulaciones pertinentes. No se generaron residuos peligrosos para el medio ambiente durante el proceso de investigación.

6.2. Sostenibilidad

El proyecto garantiza la sostenibilidad y puede continuar mejorando la investigación sobre este tema en el futuro. Contribuyendo así al desarrollo sostenible en la ciencia de datos.

7 Conclusiones

Aunque la UE ha tomado algunas medidas para resolver los problemas ambientales en el proceso de desarrollo económico. Sin embargo, las emisiones de gases de efecto invernadero de los 25 países de la UE todavía se encuentran en un nivel elevado y hay una tendencia al aumento. El control del consumo de energía puede reducir la presión del calentamiento global.

Basado en los datos de los 25 países de la UE de 2007 a 2017 proporcionados por la base de datos anterior. En el sistema SPSS, se utilizaron análisis descriptivos y análisis de regresión para detectar la correlación entre el desarrollo económico y las emisiones de gases de efecto invernadero en 25 países de la UE. El análisis extrae principalmente las siguientes conclusiones:

- Los estudios han demostrado que existe una correlación positiva entre el PIB, el consumo de energía y las emisiones de gases de efecto invernadero. EU-15 es mucho más alto que EU-10 en valor absoluto de los tres datos. Sin embargo, la intensidad del consumo de energía y la intensidad de las emisiones de gases de efecto invernadero de la UE-10 son varias veces superiores a las de la UE-15. En relación con los costes medioambientales del desarrollo económico, los problemas medioambientales de los nuevos estados miembros de la UE son más graves que los de la EU-15.
- Según los resultados obtenidos por el modelo de regresión lineal múltiple, el impacto de los GEI sobre el PIB está disminuyendo año a año. Sin embargo, el impacto de la CE en el PIB está aumentando, lo que muestra que el uso de energía baja en carbono por parte de la UE está aumentando gradualmente.
- Durante los 11 años de 2007 a 2017, aunque la relación entre el consumo de energía, el PIB y las emisiones de gases de efecto invernadero está cambiando, el cambio no es obvio.

8 Bibliografía

1. Ian M. Smith., Cook, D. i Smith., B.P. *Second Edition Second Edition*. 2001. ISBN 9780072483116.
2. Heidari, H., Turan Katircioğlu, S. i Saeidpour, L. Economic growth, CO2 emissions, and energy consumption in the five ASEAN countries. A: *International Journal of Electrical Power and Energy Systems*. 2015, Vol. 64, p. 785-791. ISSN 01420615. DOI 10.1016/j.ijepes.2014.07.081.
3. Lee, C.C. i Lee, J. De. Income and CO2 emissions: Evidence from panel unit root and cointegration tests. A: *Energy Policy*. 2009, Vol. 37, núm. 2, p. 413-423. ISSN 03014215. DOI 10.1016/j.enpol.2008.09.053.
4. Salh, S.M. Using Ridge Regression model to solve Multicollinearity problems. A: . 2014, Vol. 5, núm. 10, p. 992-998.
5. Del Río, P. i Gual, M. The promotion of green electricity in Europe: Present and future. A: *European Environment*. 2004, Vol. 14, núm. 4, p. 219-234. ISSN 09610405. DOI 10.1002/eet.357.
6. Robalino-López, A. et al. Studying the relationship between economic growth, CO2 emissions, and the environmental Kuznets curve in Venezuela (1980-2025). A: *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2015, Vol. 41, p. 602-614. ISSN 18790690. DOI 10.1016/j.rser.2014.08.081.
7. Ajmi, A.N. et al. On the relationships between CO2 emissions, energy consumption and income: The importance of time variation. A: *Energy Economics* [en línia]. Elsevier B.V., 2013, Vol. 49, p. 629-638. ISSN 01409883. DOI 10.1016/j.eneco.2015.02.007. Disponible a: <http://dx.doi.org/10.1016/j.eneco.2015.02.007>.
8. Rawlings, J.O., Pantula, S.G. i Dickey, D. a. *Applied Regression Analysis : A Research Tool , Second Edition Springer Texts in Statistics*. 1998. ISBN 0387984542.
9. Philosophy, D.O.F. et al. EFFECTS OF LONG - TERM FOREST FIRE RETARDANTS ON FIRE INTENSITY , HEAT OF COMBUSTION OF THE FUEL AND FLAME EMISSIVITY. A: . núm. September 2009.
10. Haas, R. et al. A historical review of promotion strategies for electricity from renewable energy sources in EU countries. A: *Renewable and Sustainable Energy Reviews* [en línia]. Elsevier Ltd, 2011, Vol. 15, núm. 2, p. 1003-1034. ISSN 13640321. DOI 10.1016/j.rser.2010.11.015. Disponible a: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2010.11.015>.
11. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/t2020_34/default/table?lang=en Fuentes de datos de CE
12. <https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/refreshTableAction.do?tab=table&plugin=1&init=1&pcode=tec00001&language=en> Fuentes de datos de PIB
13. https://di.unfccc.int/time_series Fuentes de datos de GEI

14. <https://population.un.org/wpp/> Fuentes de datos de Demografía de Europa

Anexo A

Appendix de Base de datos

PIB

	country	code	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007
EU-15	Austria	1	370295,8	357299,7	344269,2	333146,1	323910,2	318653	310128,7	295896,6	288044	293761,9	283978
	Belgium	2	446364,9	430372,1	416701,4	403003,3	392880	386174,7	375967,8	363140,1	346472,8	351743,1	343618,9
	Denmark	3	292408	283109,7	273017,6	265757	258742,7	254578	247879,9	243165,4	231278	241613,5	233383,3
	Finland	4	225836	217518	211385	206897	204321	201037	197998	188143	181747	194265	187072
	France	5	2295063	2234129	2198432	2149765	2117189	2088804	2058369	1995289	1936422	1992380	1941360
	Germany	6	3244990	3134100	3030070	2927430	2811350	2745310	2693560	2564400	2445730	2546490	2499550
	Greece	7	180217,6	176487,9	177258,4	178656,5	180654,3	191203,9	207028,9	226031,4	237534,2	241990,4	232694,6
	Ireland	8	297130,8	271683,6	262833,4	194818,2	179661,3	175115,7	170827	167732,3	170100,5	187769,1	197202
	Italy	9	1736592,8	1695786,8	1655355	1627405,6	1612751,3	1624358,7	1648755,8	1611279,4	1577255,9	1637699,4	1614839,8
	Luxembourg	10	56814,2	54867,2	52065,8	49824,5	46499,6	44112,1	43164,6	40177,8	36976,5	38128,6	37178,9
	Netherlands	11	738146	708337	690008	671560	660463	652966	650359	639187	624842	647198	619170
	Portugal	12	195947,2	186489,8	179713,2	173053,7	170492,3	168295,6	176096,2	179610,8	175416,4	179102,8	175483,4
	Spain	13	1161878	1113840	1077590	1032158	1020348	1031099	1063763	1072709	1069323	1109541	1075539
	Sweden	14	479605,4	466347,6	454184,3	437540,9	440191,2	428825,4	411873,8	374329,5	313612	353309,7	356548,7
	United Kingdom	15	2363109,3	2435055,2	2640934,6	2309785,1	2098425,7	2111708,4	1912457,9	1867396	1737000,2	1996698,4	2264694,5
EU-10	Cyprus	16	20039,7	18872,9	17826,9	17408,5	17995	19440,8	19803	19410	18675,5	19009,6	17591
	the Czech Republic	17	191721,8	176370,1	168473,3	156660	157741,6	161434,3	164040,5	156718,2	148682	161313,1	138302,9
	Estonia	18	23775,8	21693,6	20782,2	20268	19033,4	18050,7	16826,8	14860,7	14211,8	16638,3	16398,7
	Hungary	19	125603,1	115259,2	112210,3	105905,9	102032,3	99733,6	101552,7	98986,8	94382,6	108215,8	102253,3
	Latvia	20	26797,8	25072,6		23654,2	22845,4	22098,2	20218,7	17817,7	18807,4	24397,2	22676,8
	Lithuania	21	42269,4	38893,4	37321,8	36544,8	34985	33331,7	31233,7	27955,3	26934,8	32696,3	29040,7
	Malta	22	11284,4	10338,9	9628	8507,3	7644,9	7164,6	6835,8	6599,5	6138,6	6128,7	5757,5
	Poland	23	467312,9	426555,7	430258,1	411163,2	394733,8	389376,8	380241,7	361803,9	317081,3	366180,6	313872,4
	Slovakia	24	84517	81038,4	79758,2	76255,9	74354,8	73483,8	71214,4	68093	64095,5	66098,1	56339,3
	Slovenia	25	42987,1	40366,6	38852,6	37634,3	36454,3	36253,3	37058,6	36363,9	36254,9	37925,7	35073,5

CE

	country	code	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
EU-15	Austria	1	27,61	27,77	26,42	28,06	27,21	27,21	27,95	26,82	27,51	28,12	28,61
	Belgium	2	35,56	37	34,82	37,72	35,02	35,07	36,57	34,26	35,93	36,43	36,1
	Denmark	3	15,72	15,53	14,79	15,52	14,8	14,29	14,12	13,66	14,21	14,63	14,84
	Finland	4	26,55	25,68	23,87	26,26	25,03	25,18	24,68	24,52	24,21	25,18	25,27
	France	5	153,84	155,85	149,53	153,96	147,65	152,06	154,7	144,25	147,43	149,32	148,47
	Germany	6	213	221,77	208,31	223,08	211,74	215,81	221,01	209,98	212,75	216,87	218,62
	Greece	7	22,08	21,42	20,56	19,02	18,9	17,03	15,34	15,58	16,56	16,76	16,75
	Ireland	8	13,34	13,36	11,93	12,01	10,95	10,67	10,79	10,83	11,21	11,6	11,72
	Italy	9	134,62	134,28	126,17	128,51	123,18	121,82	118,55	113,31	116,22	115,92	115,19
	Luxembourg	10	4,34	4,38	4,08	4,33	4,29	4,17	4,12	4	3,99	4,04	4,18
	Netherlands	11	53,06	53,91	51,68	55,34	51,68	51,82	51,92	47,61	49,11	49,78	50,3
	Portugal	12	18,91	18,4	18,19	18,1	17,31	16,03	15,85	15,77	16,01	16,2	16,57
	Spain	13	98,4	94,83	87,78	89,09	86,48	82,83	80,73	79,19	80,35	82,23	84,56
	Sweden	14	33,5	32,89	31,61	34,2	32,56	32,65	31,93	31,12	31,67	32,05	32,31
	United Kingdom	15	148,73	148,29	138,01	143,11	132,16	135,76	136,91	130,12	132,66	133,72	133,63
EU-10	Cyprus	16	1,93	1,97	1,94	1,93	1,92	1,77	1,62	1,62	1,67	1,77	1,87
	the Czech Republic	17	26,08	25,93	24,94	25,25	24,46	24,41	24,21	23,58	24,2	24,82	25,5
	Estonia	18	3,11	3,11	2,77	2,92	2,85	2,9	2,9	2,83	2,79	2,84	2,87
	Hungary	19	17,44	17,44	17,07	17,45	17,49	16,47	16,58	16,22	17,4	17,83	18,52
	Latvia	20	4,35	4,15	4,04	4,12	3,87	4,03	3,86	3,89	3,79	3,82	4,01
	Lithuania	21	5,21	5,13	4,64	4,81	4,78	4,9	4,78	4,88	4,86	5,1	5,34
	Malta	22	0,48	0,5	0,45	0,5	0,49	0,51	0,53	0,55	0,58	0,58	0,62
	Poland	23	61,61	62,4	61,52	66,28	64,67	64,43	63,25	61,55	62,3	66,6	70,97
	Slovakia	24	11,2	11,45	10,63	11,54	10,77	10,34	10,59	9,96	10,06	10,4	11,13
	Slovenia	25	4,89	5,27	4,84	5,04	5,02	4,9	4,8	4,59	4,69	4,88	4,95

GEI

	country	code	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
EU-15	Austria	1	87472,74	86816,18	80328,5	84753,26	82460,3	79811,32	80352,53	76679,76	78897,25	79596,11	82261,47
	Belgium	2	138960,9	138827,8	126262,7	132922	122198,4	119372,7	119304,4	113506	117122,1	115783,2	114539,9
	Denmark	3	70293,31	66656,53	63875,91	64178,39	58946,94	54334,57	56021,37	51870,8	49253,85	51297,74	49225,64
	Finland	4	79513,29	71399,31	67804,04	75626,97	67805,3	62415,21	62893,83	58733,07	55122,85	58044,31	55334,13
	France	5	536947,7	530315,4	510350,6	517115,5	491009,4	490856,5	491141,1	461479,2	466384,6	467622,1	471028,2
	Germany	6	973941,7	975645,9	908054	942541,9	920305,9	924611,4	942250,1	903196,4	907190,5	911049	906611,5
	Greece	7	134996,6	131716,5	124535	118436,5	115454	112146,3	102546,6	99113,11	95330,37	91697,73	95420,78
	Ireland	8	68018,5	67301,83	61547,23	61104,84	56989,19	57611,53	57410,21	57098,54	59211,81	61270,2	60743,73
	Italy	9	560569	547846,7	496177,7	505773	492475,3	472722,4	442708,4	426211,7	434043,8	432119	427707,8
	Luxembourg	10	12267,33	12153,88	11607,67	12180,08	12061,97	11781,3	11238,61	10786,88	10294,94	10051,96	10236,08
	Netherlands	11	207700,2	207095	201412,7	213363	199235,4	195346,9	194953,9	187281,9	195560,4	195384,3	193259,9
	Portugal	12	78574,83	76157,33	73032,49	68800,68	67416,85	65556,09	63710,73	63708,93	67735,41	65935,73	70546,3
	Spain	13	445157,5	411404,4	372107,5	357676,8	357344	350671,7	323441,2	326121	337598,7	326383,4	340230,9
	Sweden	14	64935,64	62566,5	58340,46	64282,22	60207,29	56872,55	55366,28	53831,57	53460,58	52942,81	52660,27
	United Kingdom	15	676322,4	655903,4	599870,8	614360,6	567160,8	583652,5	569901,7	529502,8	511980,3	487035	474346,1
EU-10	Cyprus	16	9881,22	10028,45	9775,351	9458,77	9101,562	8561,128	7843,026	8216,73	8303,207	8741,333	8945,265
	the Czech Republic	17	150336,8	145614,3	137214,5	139733,7	137753,1	133697,7	128691,1	126758,5	127777,8	129756,7	128675
	Estonia	18	22224,69	20046,14	16757,93	21213,67	21258,93	20170,85	21941,91	21147,38	18126,7	19664,97	20879,88
	Hungary	19	72383,62	70576,45	64585,79	64949,13	63351,01	59647,18	56795,77	57415,82	60767,14	61139,78	63787,58
	Latvia	20	12339,42	11873,99	11176,16	12279,23	11489,4	11327,46	11259,72	11173,49	11255,92	11268,72	11306,2
	Lithuania	21	25388,92	24477,27	20152,17	21008,59	21574,97	21502,61	20258,17	20215,2	20478,65	20510,15	20705,94
	Malta	22	3066,112	3074,297	2878,396	2909,944	2997,465	3187,396	2860,037	2874,929	2188,162	1895,685	2151,589
	Poland	23	418633,2	411395,6	393443,2	411668,7	411033,6	403648,3	399974,2	387087,5	390444,6	399122,5	413781,4
	Slovakia	24	49331,5	49830,31	45532,09	46367,36	45640,68	43120,31	42827,47	40779,5	41782,35	42298,09	43437,5
	Slovenia	25	20847,16	21572,75	19601,55	19625,91	19634,79	19062,29	18359,17	16625,56	16819,79	17681,28	17453,5

Demografia

	country	code	population
EU-15	Austria	1	8504850
	Belgium	2	11198638
	Denmark	3	5655750
	Finland	4	5470820
	France	5	67210000
	Germany	6	80716000
	Greece	7	10816286
	Ireland	8	4609600
	Italy	9	60782668
	Luxembourg	10	549680
	Netherlands	11	16856620
	Portugal	12	10427301
	Spain	13	47100396
	Sweden	14	10004962
	United Kingdom	15	64100000
EU-10	Cyprus	16	1117000
	the Czech Republic	17	10513209
	Estonia	18	1324820
	Hungary	19	9877365
	Latvia	20	1990300
	Lithuania	21	2944459
	Malta	22	446547
	Poland	23	38483957
	Slovakia	24	5415949
	Slovenia	25	2061085

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	13026379.55	2	6513189.775	368.605	.000 ^b
	Residual	388736.538	22	17669.843		
	Total	13415116.09	24			

a. Dependent Variable: GDP

b. Predictors: (Constant), GHG2, COE

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Tolerance	VIF
1	(Constant)	-64.651	34.068		-1.898	.071		
	COE	17.364	2.454	1.344	7.076	.000	.037	27.380
	GHG2	-1.078	.557	-.368	-1.935	.066	.037	27.380

a. Dependent Variable: GDP

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.977 ^a	.955	.952	63.76738421	2.226

a. Predictors: (Constant), GDP

b. Dependent Variable: GHG2

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	7.381	23.034		.320	.754
	GDP	.334	.020	.977	16.658	.000

a. Dependent Variable: GHG2

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	1128332.700	1	1128332.700	277.485	.000 ^b
	Residual	52861.631	13	4066.279		
	Total	1181194.331	14			

a. Dependent Variable: GHG2

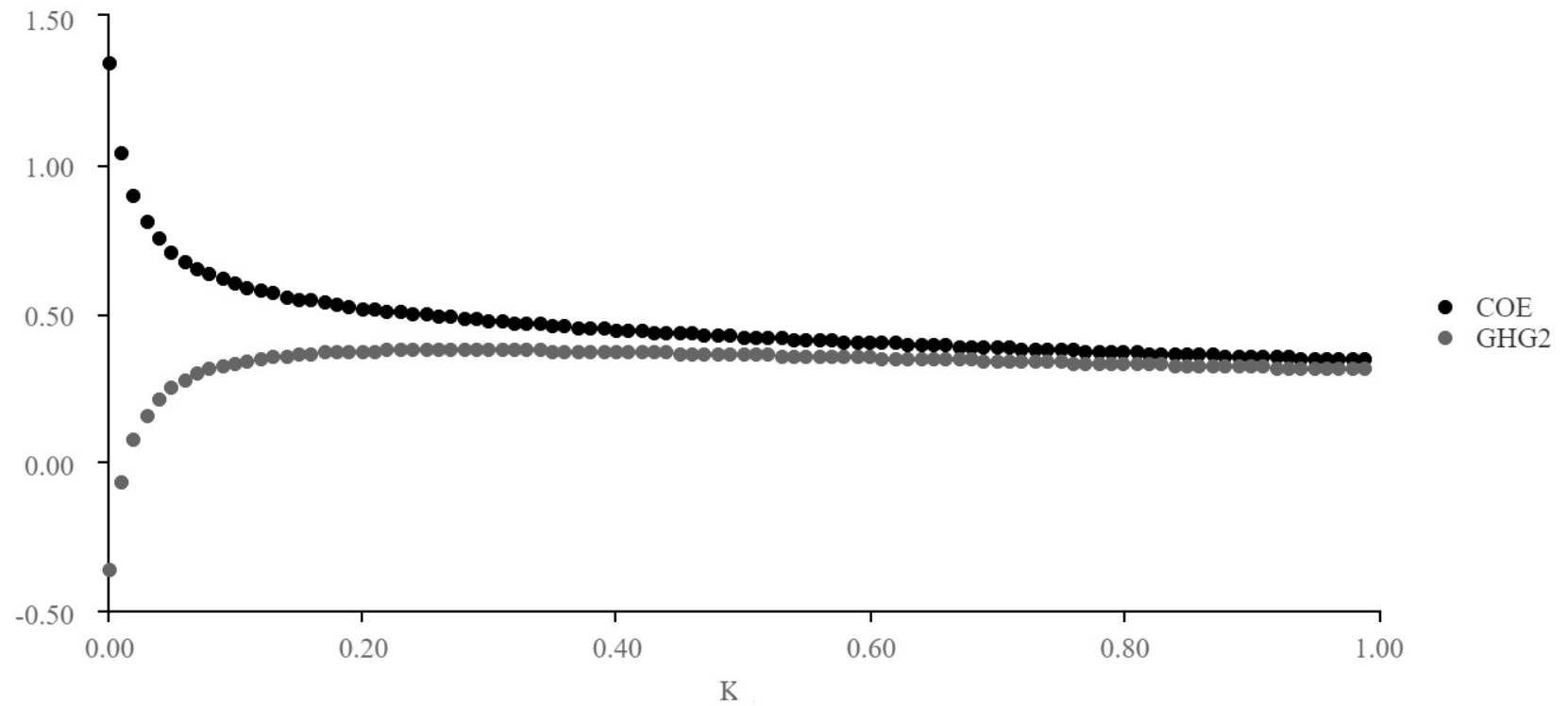
b. Predictors: (Constant), GDP

Coefficients^a

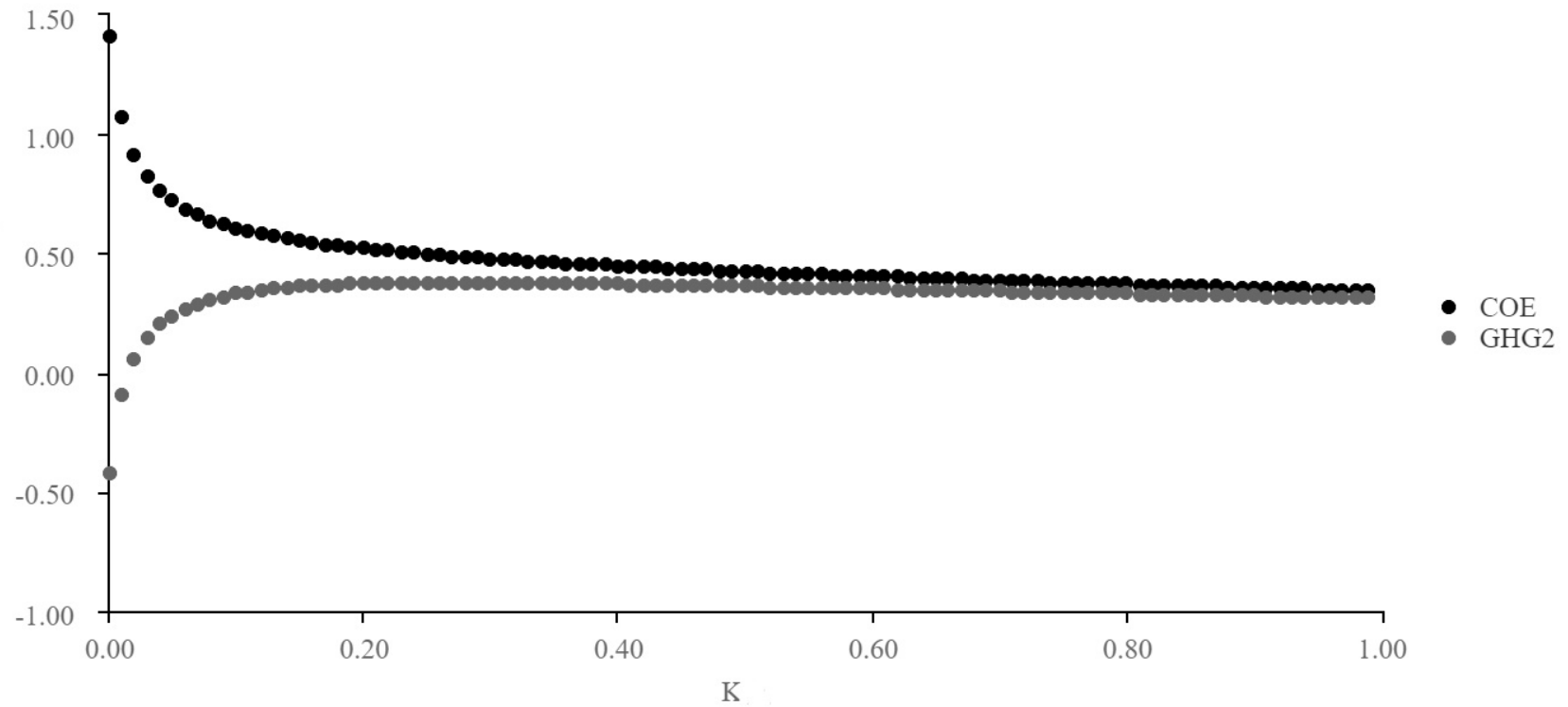
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-19.886	8.378		-2.374	.045
	GDP	1.334	.072	.988	18.459	.000

a. Dependent Variable: GHG2

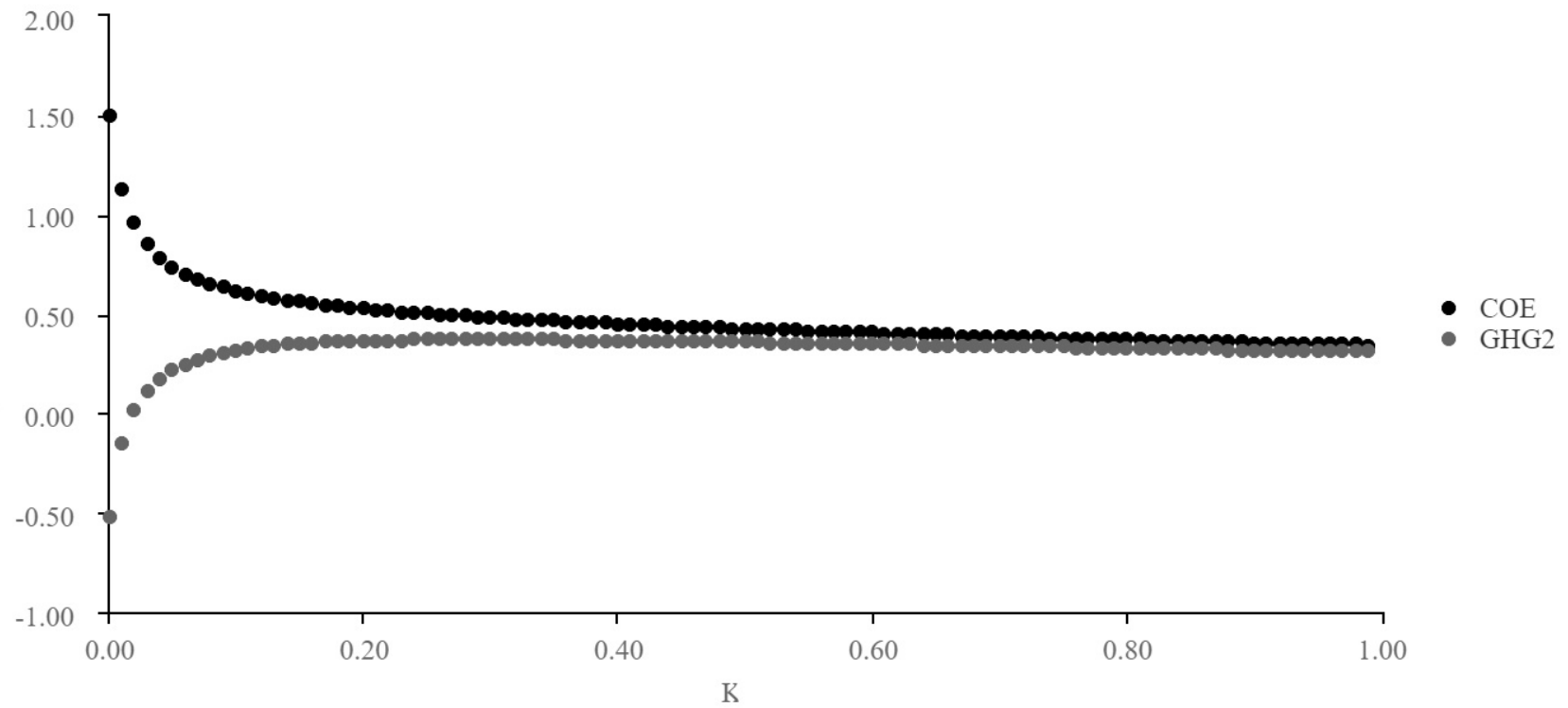
2007



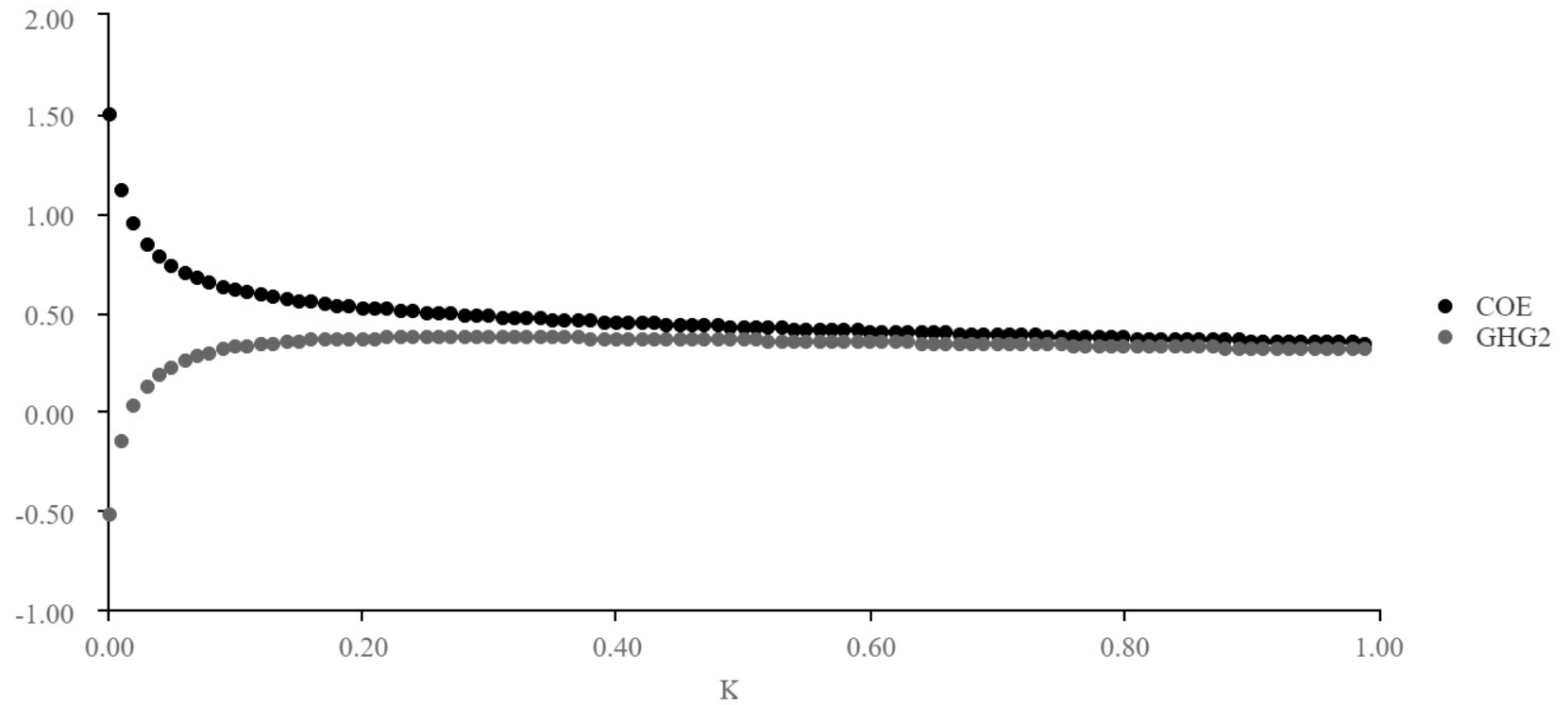
2008



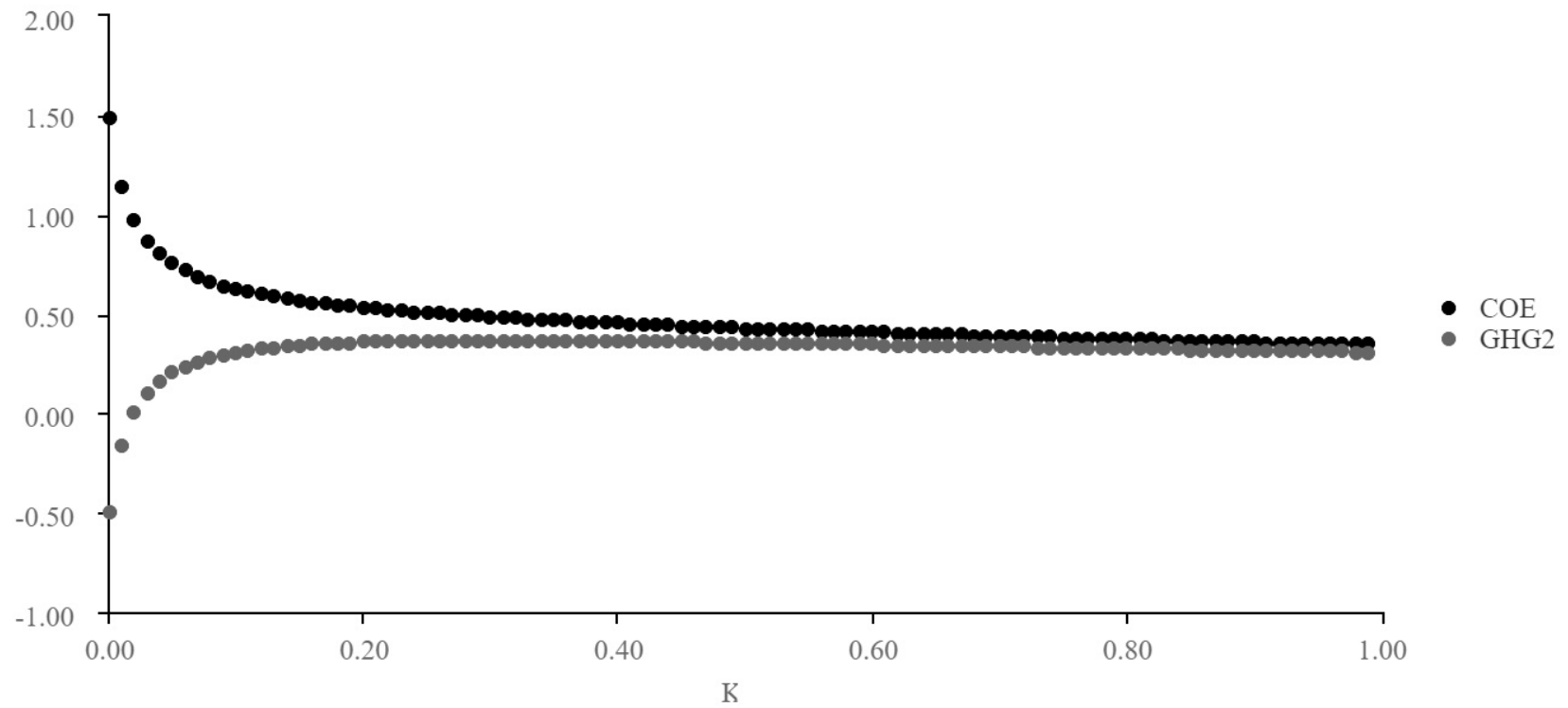
2009



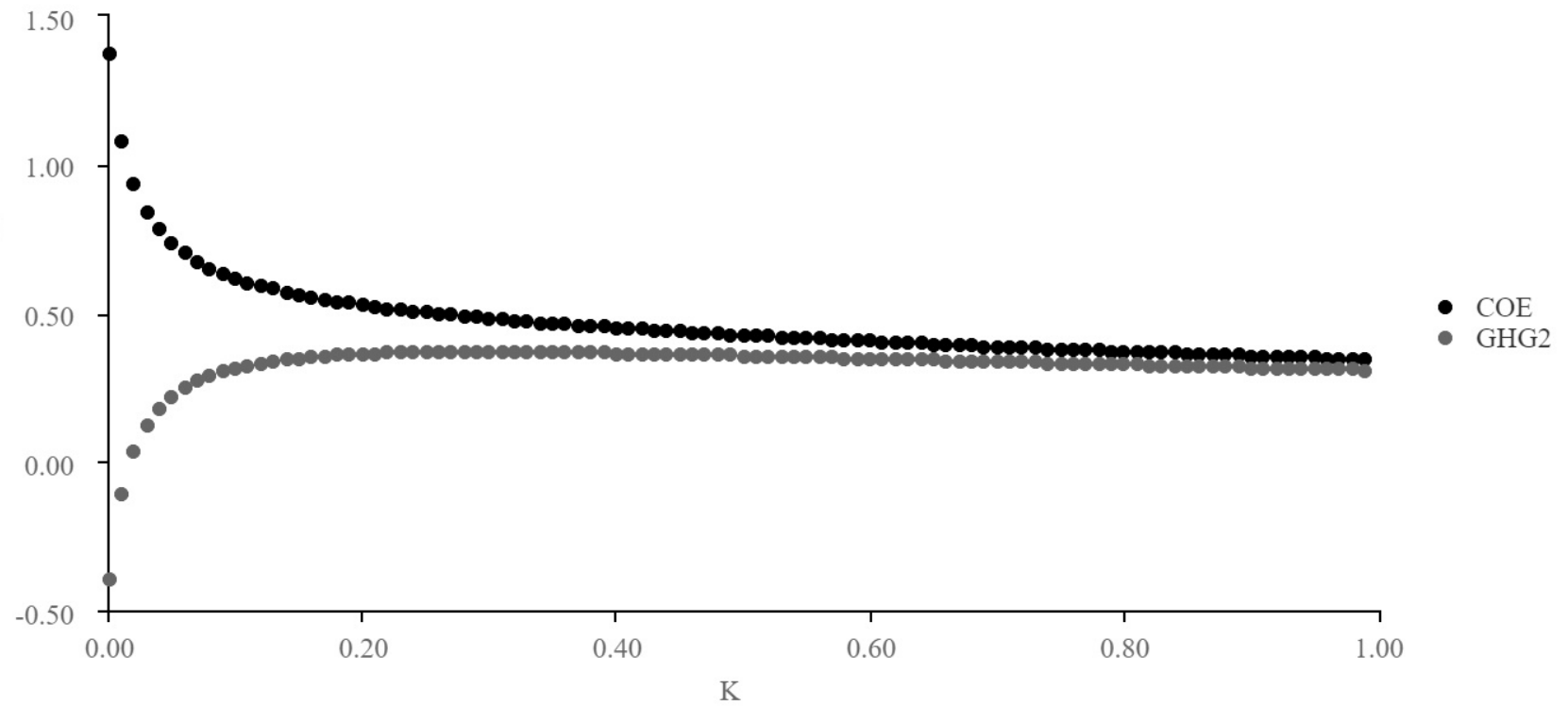
2010



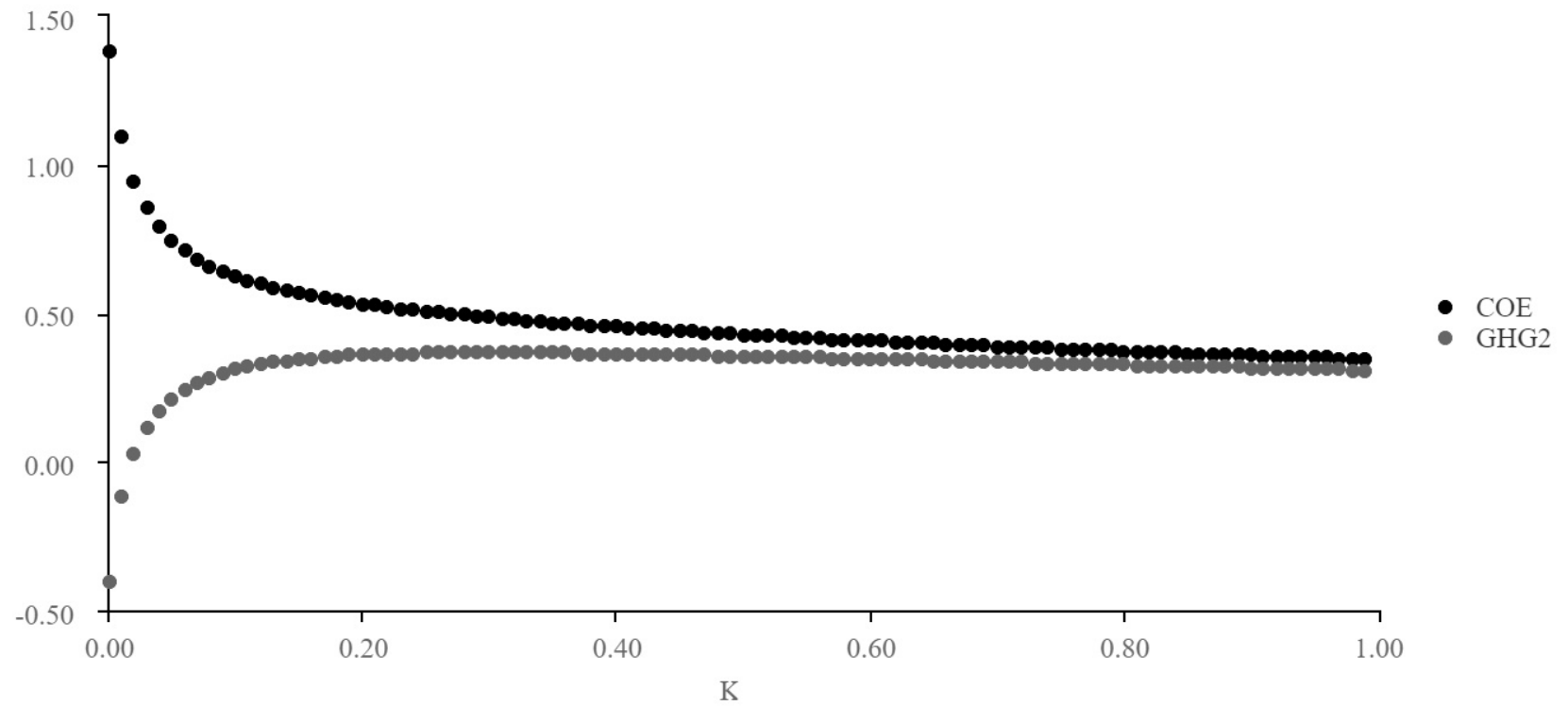
2011



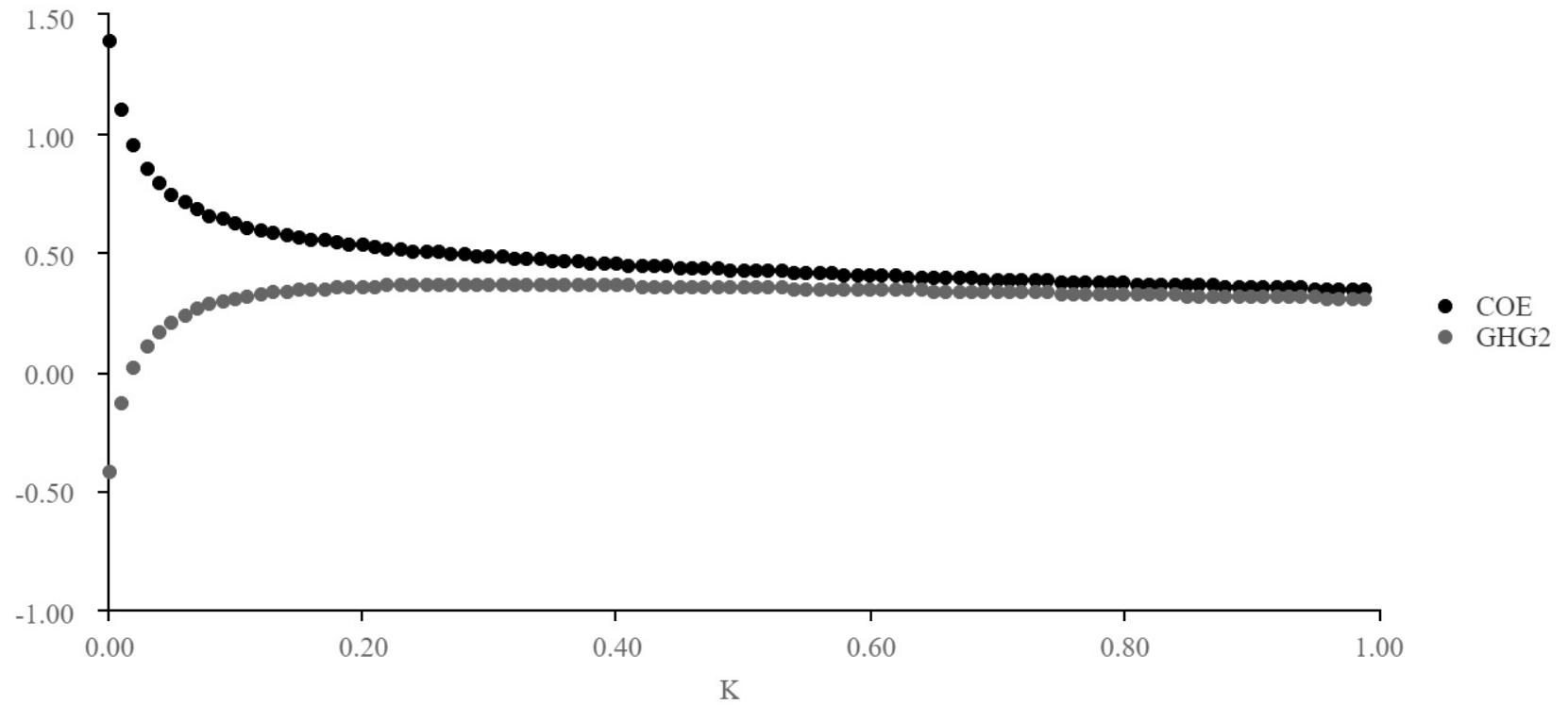
2012



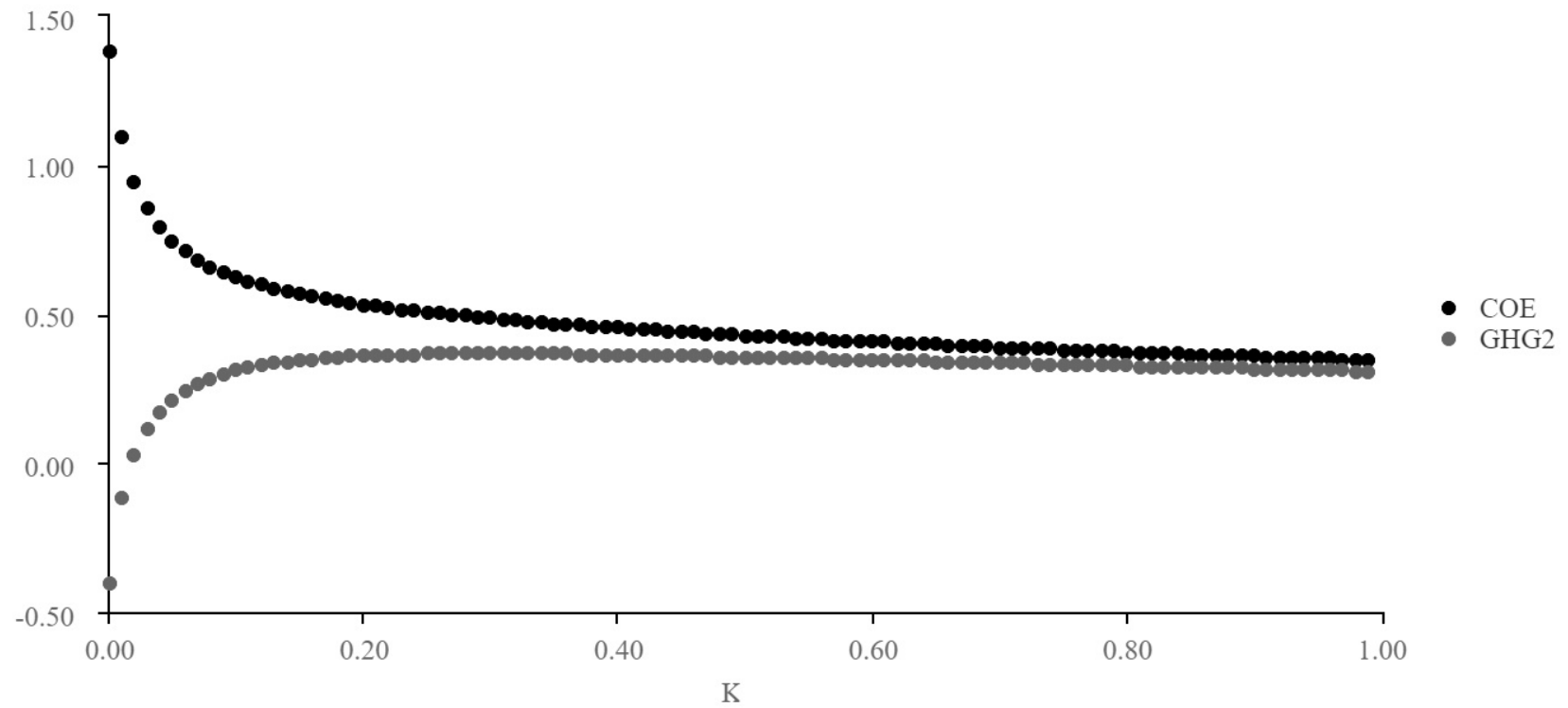
2013



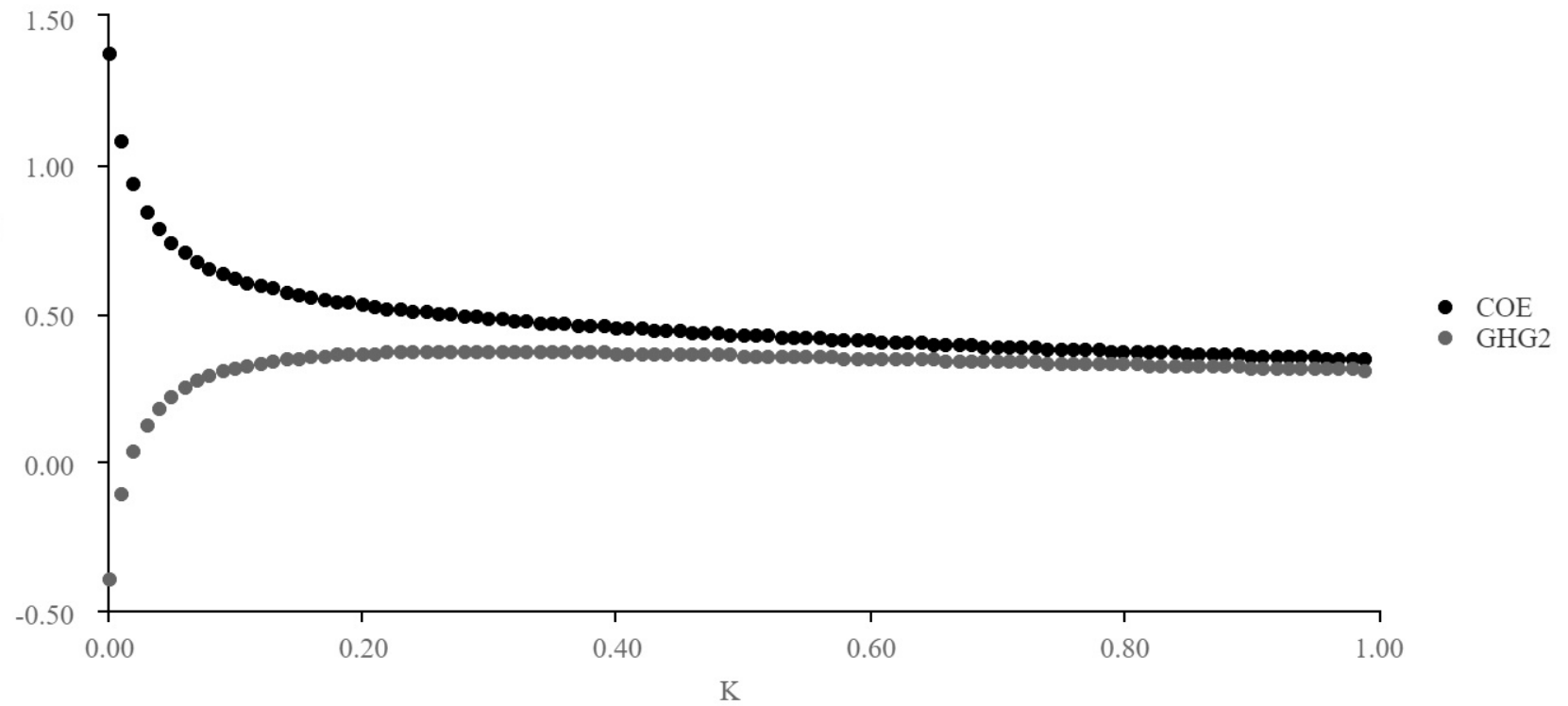
2014



2015



2016



2017

