



XI Jornadas de Investigación FaCES-UCV

Investigación sobre factores poblacionales, económicos y tecnológicos que influyen en las emisiones de carbono en China: Un análisis regional con Datos de Panel

Profesor Jorge Dias De Barros
Escuela de Estadística y Ciencias Actuariales



Trabajo de Maestría en Estadística Aplicada
School of Economics and Management of Beijing Jiaotong University
Tutor: Profesor Li Weidong

the carbon footprint





Contenido



01, Objetivos de Investigación



02, Método de Investigación



03, Situación de las emisiones de carbono en China



04, Características de la urbanización y el desarrollo ferroviario en China



05, Análisis Estadístico sobre los factores que influyen en las emisiones



06, Conclusiones y recomendaciones



01

Objetivos de Investigación



Investigaciones de
Referencia



Objetivos y contenido





**XI Jornadas de
Investigación
FaCES-UCV**

**Objetivos de
Investigación**

**Método de
Investigación**

**Situación de las
emisiones de carbono en
China**

**Características de la
urbanización y el
desarrollo ferroviario en
China**

**Análisis Estadístico sobre
los factores que influyen
en las emisiones**

Conclusiones

Investigaciones de Referencia



**Influencia de cambios demográficos
en las emisiones de carbono**



**Influencia de la urbanización en el
medio ambiente**



**Relación entre Transporte y
emisiones de carbono**



Modelo STIRPAT



01

**Impact of Population Aging on Carbon
Emission in China: A Panel Data Analysis**

Fecha de Publicación: Julio 2018

Autores: Li Weidong, Xin Qi y Xiaojun
Zhao



02

**Impact of population on carbon emissions
in China during 1978-2008**

Fecha de Publicación: Mayo 2012

Autores: Qin Zhu y Xizhe Peng



**Article
Impact of Population Aging on Carbon Emission in
China: A Panel Data Analysis**

Weidong Li¹, Xin Qi and Xiaojun Zhao²
School of Economics & Management, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, China; e-mail:jqx@bjtu.edu.cn (X.Q.);
qiwx1422@bjtu.edu.cn (X.Q.)
² Correspondence: xqj@bjtu.edu.cn; Tel.: +86-10-51634815

Received: 9 June 2018; Accepted: 11 July 2018; Published: 13 July 2018

Abstract: The impact of population structure on carbon emission has always been a key area of research in modern society. In this paper, we propose a new expanded STIRPAT model and panel co-integration method to analyze the relationship between population aging and carbon emission, based on the provincial panel data in China from 1990 to 2014. Empirical results show that there exists a significant inverted U-shaped curve between the population aging and carbon emission. There also exist regional discrepancies, where the impact of the population aging on carbon emission in the eastern region is significantly positive. By contrast, a negative relationship arises in the central and western regions. Finally, several suggestions for low carbon development are provided.

Keywords: population aging; carbon emission; panel data analysis; co-integration analysis; STIRPAT model

1. Introduction

With the worsening global environment, extreme climate, for instance the sea level rising, climate warming and droughts frequently occur. The global climate change caused by the greenhouse gas emission has attracted wide attention from all over the world. The fifth assessment report given by Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) pointed out that the global temperature had been rising significantly since the industrial revolution [1]. The increase of carbon emission caused by fossil fuels burning in human production and living life is the main cause of the climate change. China's economy develops rapidly in the past 30 years, making its GDP rank second, and carbon emission rank first in the world (accounting for 26% of global carbon emission in 2015) [2]. In 2015, China's per capita carbon emission first exceeded the EU 27's one (person [3]). As the largest carbon emitter in the world, China is facing huge pressure on energy saving and emission reduction. In the National Plan for Advancing Climate Change (2014–2020), a mandatory provision indicates that total CO₂ carbon dioxide emission in China by 2020 must be reduced 40–45% compared to that in 2005 [4]. Meanwhile, China's population age structure is undergoing rapid change in recent decades. The number of the elderly (over 60 years) grows from 126 million to 155 million during 2000 to 2007 and its proportion increased from 10.2% to 11.6%, accounting for 21.4% of the world, which was equivalent to the number of elderly in Europe [5]. By the end of 2017, the number of elderly was more than 240 million, making up 17.3% of the total population [6]. China report on the development on silver industry (2014)¹ predicts that the number of the elderly will exceed 400 million around 2030 and 500 million by 2050 [4]. The advent of the "silver tide", with no doubt, will bring great impact on China's economic, social, political and cultural development.

The State of World Population 2009 issued by United Nations Population Fund, pointed out that the greenhouse gas emission, associated with factors of age structure, population growth rate, the proportion of urban population, gender ratio, per capita income, etc., had profound impact on



The impacts of population change on carbon emissions in China during 1978–2008

Qin Zhu¹, Xizhe Peng¹

The State Key Laboratory for Urban Management and Planning Research Institute, Shanghai University, Shanghai 200042, China

ARTICLE INFO

Article history:
Received 1 November 2017
Revised 20 January 2018
Accepted 21 March 2018
Available online 1 May 2018

Keywords:
Carbon emission
Population growth
Urbanization
Elderly population

ABSTRACT

This study examines the impacts of population size, population structure, and consumption level on carbon emissions in China from 1978 to 2008. In the end, we develop a new extended STIRPAT model to analyze the relationship between population, affluence, and technology growth and carbon emissions. Results reveal that demographic composition, affluence, and technology growth were the major impact factors on changes in population size. Consumption level and urban emissions were highly correlated, in terms of population structure, urbanization, population age, and technology growth. The results also showed that the impact of population aging on carbon emissions was not primarily through the expansion of the labor force and immigrant demand on energy growth. Shifting household size toward smaller households, leading to higher carbon emissions. Finally, carbon emission reduction, as a more reasonable explanation for the demographic impact on carbon emissions. Potential policy implications for low carbon development are also discussed.

© 2018 Elsevier Inc. All rights reserved.

1. Introduction

During the past 200 years, global population, global income (gross domestic product), and carbon emissions have increased 6, 70, and 20 times, respectively (Zhang and Huo, 2005). The history of most developed countries shows that in the development process, industry accounts for the largest proportion of carbon emissions. However, recent statistics reveal that since the 1980s, the contribution of residential energy consumption to total developed countries' carbon emissions has exceeded that of industrial sector. Therefore, the impact of population growth and associated residential consumption has become an important factor in carbon emissions.

As one of the most rapidly developing countries, China (Hu and Dollar, 2005; Brundage and Jackson, 2000; Weber and Klenz, 2002).

Clearly thinking the relationship between population and carbon emission is highly challenging precisely because of the multi-causal effects of population on carbon emissions. These effects usually cover indirect influences over consumption, production, technology, and trade, among others. In terms of population characteristics, about all indicators (age structure, sex, including population size, immigration, distribution, and migration) can directly change, thereby impacting consumption and production on carbon emissions. Studies have thus far concentrated on the relationship between population growth and emission increase, as well as on the impact of population structure, including age structure, urbanization level, regional distribution, and household composition, on carbon emissions.

The IPAT identity (Dietrich and Holden, 1971) has been commonly used to investigate the relationship between the three of population, affluence, and technology (STIRPAT model, the more detailed form is: $I = P \times A \times T$). However, this typically ignores the impact of population on carbon emissions. By adding population size, age structure, urbanization, and technology growth, the STIRPAT model can be extended using the IPAT model and found that the impact of population change on carbon emissions is considerably greater than that of technology change in most developed countries than in developing countries. The authors also determined that

¹ Consulting Agency, Tel.: +86 21 52800000; fax: +86 21 52800001.

² Corresponding author. E-mail: xizhepeng@shu.edu.cn (X. Peng).

³ Tel.: +86 21 52800000; fax: +86 21 52800001.



**XI Jornadas de
Investigación
FaCES-UCV**

**Objetivos de
Investigación**

**Método de
Investigación**

**Situación de las
emisiones de carbono en
China**

**Características de la
urbanización y el
desarrollo ferroviario en
China**

**Análisis Estadístico sobre
los factores que influyen
en las emisiones**

Conclusiones

Objetivos y contenido



01 Objetivo principal

Analizar la influencia de factores poblacionales, urbanos y de desarrollo ferroviario en las emisiones de carbono en la República Popular China



02 Contenido

El desarrollo económico, los cambios en la estructura poblacional y el incremento de la urbanización han provocado aumentos significativos en el consumo de energía y la intensidad en el uso del transporte. Algunos de estos factores han tenido efectos perjudiciales en el medio ambiente. En 2006 China superó a Estados Unidos como el mayor emisor de carbono en el mundo, y en 2010 la economía china superó a la japonesa como la segunda mayor en el planeta. Aunque las emisiones de carbono per cápita son inferiores a las de Estados Unidos, y las estadísticas entre 2013 y 2017 indican satisfactorios resultados en las políticas de control de las emisiones; estimaciones internacionales preliminares indican que en 2018 las emisiones de carbono en China han aumentado nuevamente, suponiendo un reto para su “Construcción de una Civilización Ecológica”. Esta investigación combina las bases teóricas del modelo STIRPAT y métodos estadísticos de regresión para estudiar los factores que influyen en las emisiones de carbono en China

02

Método de Investigación



Etapas de la investigación



Ecuación IPAT y el Modelo STIRPAT



Variables seleccionadas y modelos propuestos





**XI Jornadas de
Investigación
FaCES-UCV**

**Objetivos de
Investigación**

**Método de
Investigación**



**Situación de las
emisiones de carbono en
China**

**Características de la
urbanización y el
desarrollo ferroviario en
China**

**Análisis Estadístico sobre
los factores que influyen
en las emisiones**

Conclusiones

Etapas de la Investigación

01 Análisis exploratorio de los datos



Combinando la revisión literaria sobre las influencias teóricas de las emisiones de carbono y bajo los fundamentos propuestos por los Modelos IPAT y STIRPAT, es definido el período de estudio entre 1978 y 2018 y seleccionadas un conjunto de variables, con el fin de construir inicialmente, cuatro modelos de regresión lineal multivariante.

02 Estimación de las emisiones de carbono en China



Desde una perspectiva regional, se estiman las emisiones de carbono a través del método de consumo aparente de energía recomendado por el IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). Esta estimación se realiza para cada una de las 30 Regiones de China (excluyendo el Tibet, Macao, Hong Kong y Taiwán), siendo posteriormente, agrupada en tres grandes regiones.

03 Aplicación de Métodos Estadísticos



En base al Modelo STIRPAT, los factores que influyen en las emisiones de carbono **se descomponen en Tamaño de la población, Tasa de urbanización, Estructura por edad de la población, Renta Disponible per cápita de los Hogares Urbanos, Kilometraje de las vías férreas en operación y Tráfico de pasajeros por ferrocarril.** Son aplicadas algunas pruebas econométricas y métodos de regresión multivariante para Series de Tiempo y Panel de Datos, específicamente; el Método de Regresión Ridge, y el Método FGLS (Mínimos Cuadros Generalizados Factibles) en Modelos de Efectos Fijos y Efectos Aleatorios.



**XI Jornadas de
Investigación
FaCES-UCV**

**Objetivos de
Investigación**

**Método de
Investigación**

**Situación de las
emisiones de carbono en
China**

**Características de la
urbanización y el
desarrollo ferroviario en
China**

**Análisis Estadístico sobre
los factores que influyen
en las emisiones**

Conclusiones

Ecuación IPAT y el Modelo STIRPAT

01 Ecuación IPAT

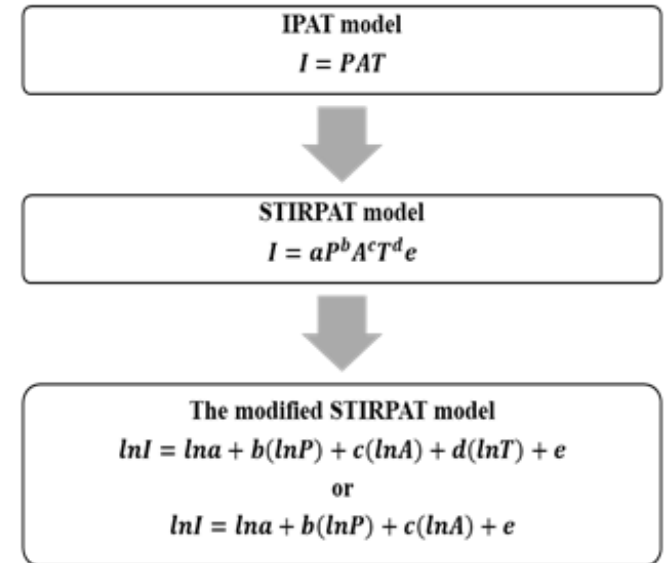


Fue propuesta en los años 70's por los autores Commoner, Ehrlich y Holdren con el objetivo de comprender la influencia de cambios poblaciones (P), económicos (A) y tecnológicos (T) sobre los impactos ambientales (I). Fue considerado como un modelo contable, no exento de diversas limitaciones en su aplicación.

02 Modelo STIRPAT



Con el objetivo de superar las limitaciones de la ecuación IPAT, los investigadores Thomas Dietz y Eugene Rosa (1994) establecen en el Modelo STIRPAT (Stochastic Impacts by Regression on Population, Affluence and Technology) reformulando la identidad $I=PAT$ en términos de un modelo de regresión. Posteriormente, estos autores junto a Richard York (2003) desarrollaron modificaciones al modelo para facilitar el procedimiento de estimación y pruebas de hipótesis.



I = Environmental Impact

P = Population

A = Affluence

T = Technology



Variables seleccionadas y modelos propuestos



1. Factor I
 - ✓ I = Emisiones de carbono en China
2. Factor P
 - ✓ Ps = Población Total
 - ✓ Pu = Tasa de Urbanización
 - ✓ Pw = Proporción de la población entre 15-64 años de edad
 - ✓ Pa = Proporción de la Población de 65 años y más
3. Factor A
 - ✓ A = Ingreso Disponible per cápita de los Hogares Urbanos
4. Factor T
 - ✓ Tr = Longitud de las vías férreas en operación (Km)
 - ✓ Tp = Tráfico de pasajeros por ferrocarril (Población y uso de tecnología)



Modelo 1 $\ln I_i = a_0 + \beta_s \ln Ps_i + \beta_u \ln Pu_i + \beta_{pw} \ln Pw_i + \beta_a \ln A_i + \beta_{tp} \ln Tp_i + \beta_{tr} \ln Tr_i + e_i$

Modelo 2 $\ln I_i = a_0 + \beta_s \ln Ps_i + \beta_u \ln Pu_i + \beta_{pa} \ln Pa_i + \beta_a \ln A_i + \beta_{tp} \ln Tp_i + \beta_{tr} \ln Tr_i + e_i$

Modelo 3 $\ln I_i = a_0 + \beta_s \ln Ps_i + \beta_u \ln Pu_i + \beta_{pw} \ln Pw_i + \beta_a \ln A_i + \beta_{tr} \ln Tr_i + e_i$

Modelo 4 $\ln I_i = a_0 + \beta_s \ln Ps_i + \beta_u \ln Pu_i + \beta_{pa} \ln Pa_i + \beta_a \ln A_i + \beta_{tr} \ln Tr_i + e_i$

03

Situación de las emisiones de carbono en China



Comparación internacional



Situación de las emisiones de carbono y el consumo de energía



Estimación de las emisiones regionales de carbono





**XI Jornadas de
Investigación
FaCES-UCV**

**Objetivos de
Investigación**

**Método de
Investigación**

**Situación de las
emisiones de carbono en
China**

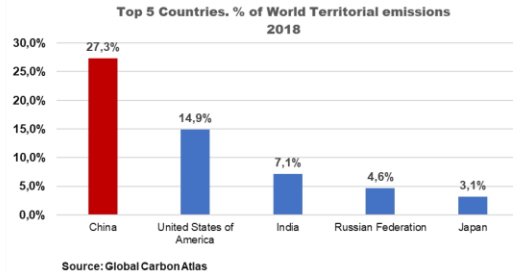
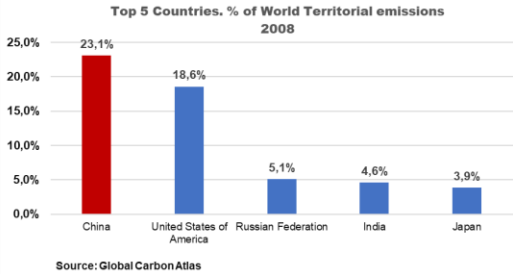
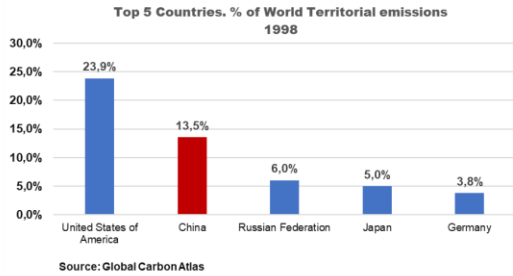
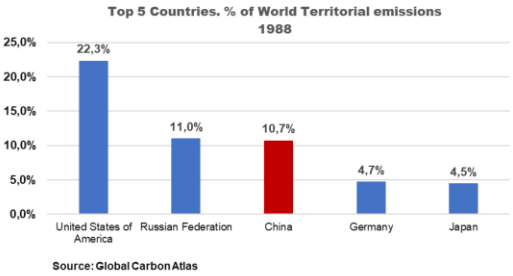
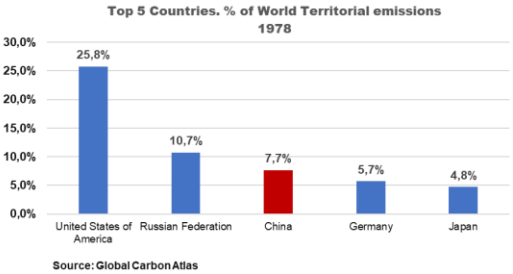
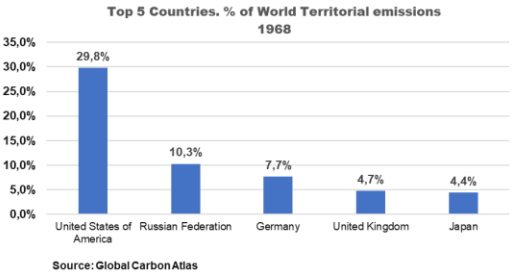
**Características de la
urbanización y el
desarrollo ferroviario en
China**

**Análisis Estadístico sobre
los factores que influyen
en las emisiones**

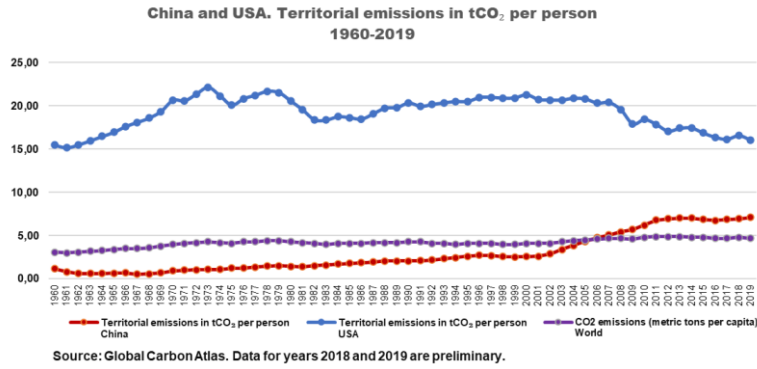
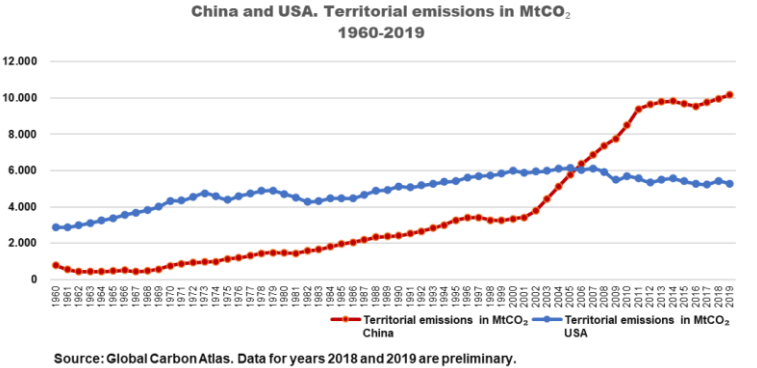
Conclusiones

Comparación internacional

5 mayores emisores de carbono en el mundo, 1968-2018



Comparación China-USA





**XI Jornadas de
Investigación
FaCES-UCV**

**Objetivos de
Investigación**

**Método de
Investigación**

**Situación de las
emisiones de carbono en
China**

**Características de la
urbanización y el
desarrollo ferroviario en
China**

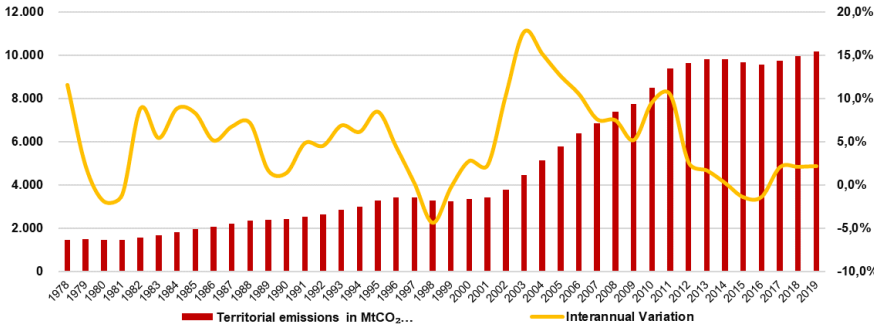
**Análisis Estadístico sobre
los factores que influyen
en las emisiones**

Conclusiones

Situación de las emisiones de carbono y el consumo de energía 1978-2018

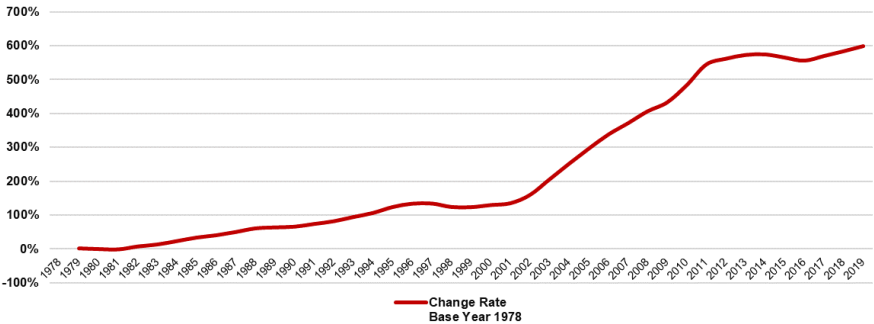
Emisiones de Carbono

China. Territorial emissions in MtCO₂
1978-2019



Source: Global Carbon Atlas. Data for years 2018 and 2019 are preliminary.

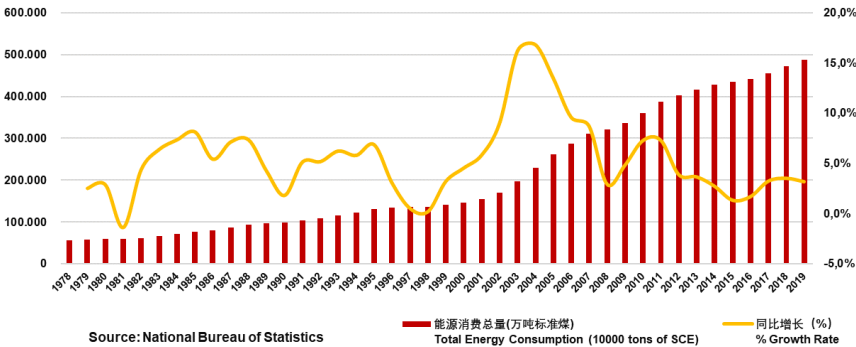
China. Territorial emissions in MtCO₂ (Change Rate)
1978-2019



Source: Global Carbon Atlas. Data for years 2018 and 2019 are preliminary.

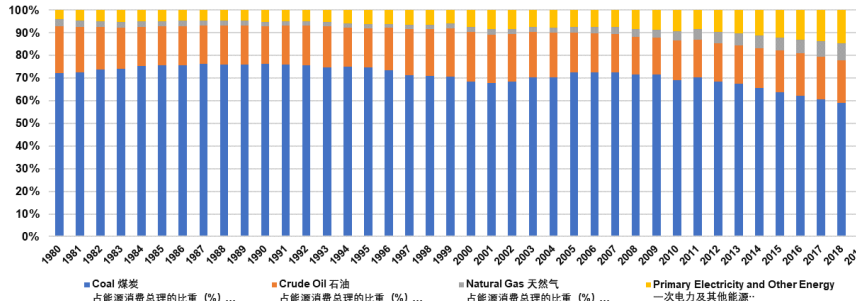
Consumo Total de Energía

China. Total Energy Consumption (10000 tons of SCE)
1978-2019



Source: National Bureau of Statistics

China. Percentage of Total Energy Consumption (%)
1980-2019



Source: National Bureau of Statistics



**XI Jornadas de
Investigación
FaCES-UCV**

**Objetivos de
Investigación**

**Método de
Investigación**

**Situación de las
emisiones de carbono en
China**

**Características de la
urbanización y el
desarrollo ferroviario en
China**

**Análisis Estadístico sobre
los factores que influyen
en las emisiones**

Conclusiones

Estimación de las emisiones regionales de carbono

01 Método de cálculo



Para el cálculo de las emisiones de carbono de cada región o provincia de China es utilizado el Método por consumo aparente de energía recomendado por el IPCC, seleccionando 8 tipos de fuentes energía divulgadas por el Anuario de Estadísticas del Buró Nacional de Estadística: Carbón, diésel, gasolina, kerosene, fuel oil, coque y gas natural.

En el período 1995 y 2018, entre el 84% y 94% del consumo total de energía en las diversas regiones proviene de tres fuentes: carbón, petróleo y gas natural.

$$C = \sum_{i=1}^8 C_i = \sum_{i=1}^8 \alpha_i f_i e_i$$

La expresión anterior es utilizada para el cálculo de las emisiones de carbono para cada región o provincia. Donde C denota el total de las emisiones de carbono, C_i denota las emisiones de carbono provenientes del consumo para cada tipo de fuente de energía; α_i denota el coeficiente de carbón estándar para cada tipo de energía i ; f_i denota el coeficiente de emisión de carbono para cada tipo de energía i ; y e_i denota el consumo total de energía i .



XI Jornadas de
Investigación
FaCES-UCV

Objetivos de
Investigación

Método de
Investigación

Situación de las
emisiones de carbono en
China

Características de la
urbanización y el
desarrollo ferroviario en
China

Análisis Estadístico sobre
los factores que influyen
en las emisiones

Conclusiones

Estimación de las emisiones regionales de carbono

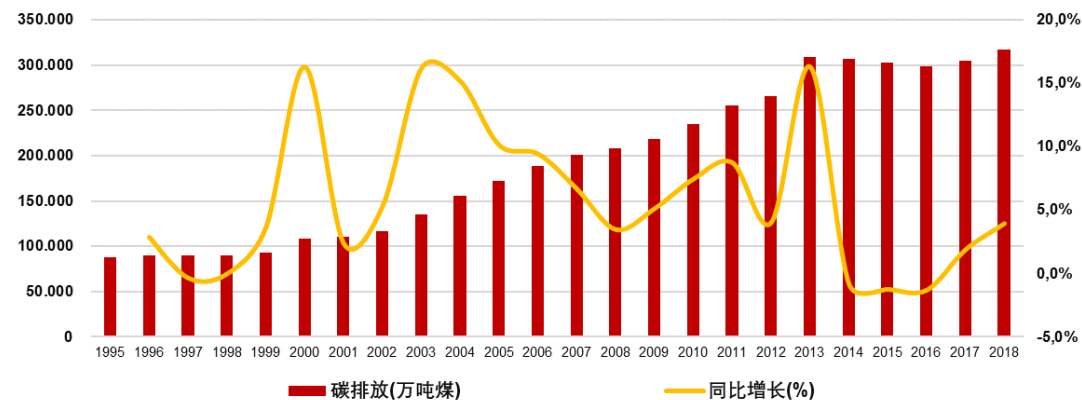
02 Estimación de la emisiones de carbono entre 1995-2018



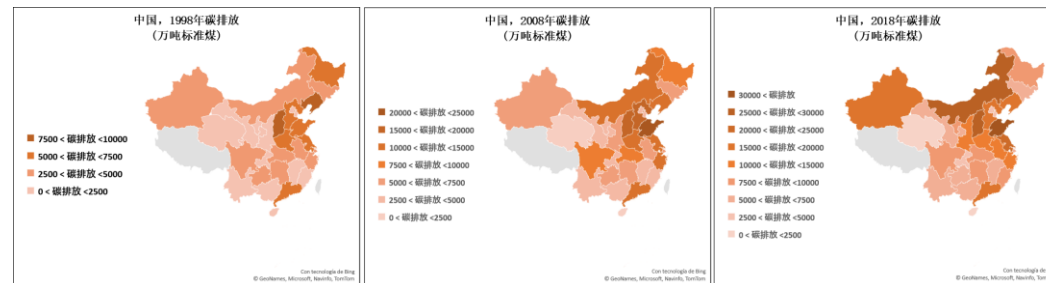
Según la estimación realizada, entre 1995 y 2018, las emisiones de carbono se incrementaron en 261,8%. El período 2000-2013 es el período de rápido incremento anual de las emisiones, alcanzando incremento anuales por encima del 10%, destacando el incremento del 16,32% entre 2012 y 2013,

En el período 2014-2016, las emisiones de carbono inician un ligero decrecimientos de entre 0,81% y 1,29% interanual, para incrementarse nuevamente en los años 2017 y 2018.

China. Total CO2 emissions from 8 Types of Energy Consumption
(10,000 tons of coal). 1995-2018



Source: Author's own calculation based on China and Provincial's Statistical Yearbook, China's Energy Statistical Yearbook



04

Características de la urbanización y el desarrollo ferroviario en China



Descripción de los factores seleccionados desde una perspectiva temporal



Descripción de los factores seleccionados desde una perspectiva territorial





**XI Jornadas de
Investigación
FaCES-UCV**

**Objetivos de
Investigación**

**Método de
Investigación**

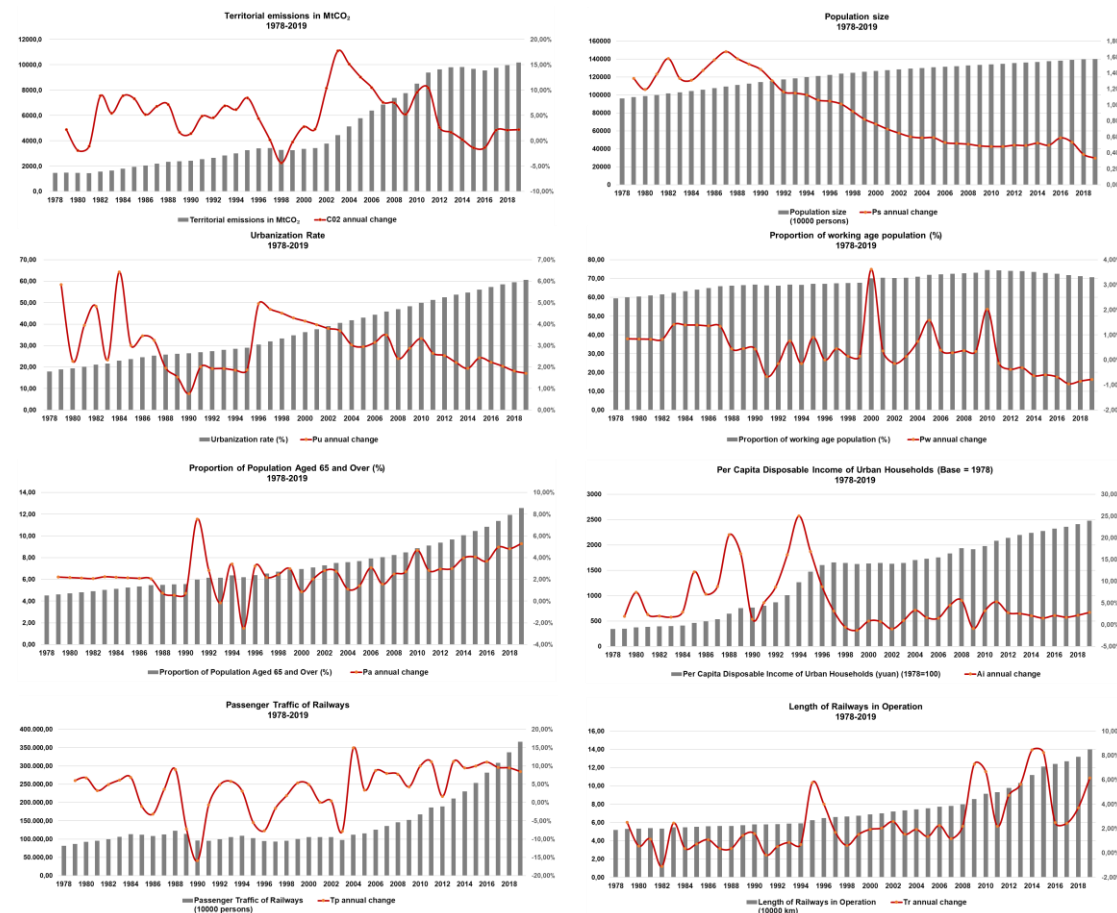
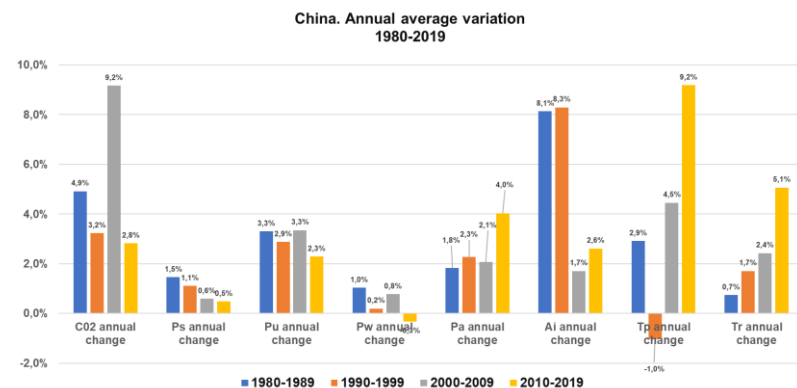
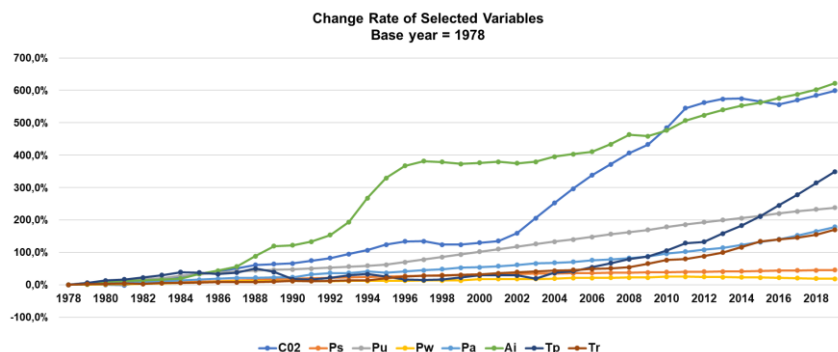
**Situación de las
emisiones de carbono en
China**

**Características de la
urbanización y el
desarrollo ferroviario en
China**

**Análisis Estadístico sobre
los factores que influyen
en las emisiones**

Conclusiones

Descripción de los factores seleccionados desde una perspectiva temporal 1978-2018





**XI Jornadas de
Investigación
FaCES-UCV**

**Objetivos de
Investigación**

**Método de
Investigación**

**Situación de las
emisiones de carbono en
China**

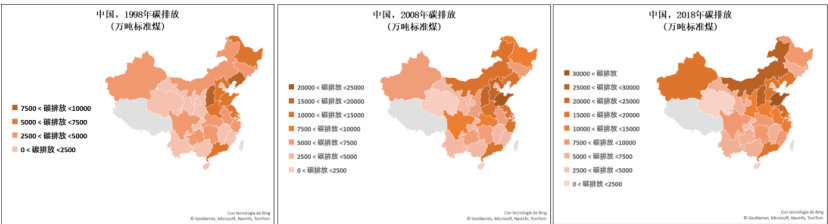
**Características de la
urbanización y el
desarrollo ferroviario en
China**

**Análisis Estadístico sobre
los factores que influyen
en las emisiones**

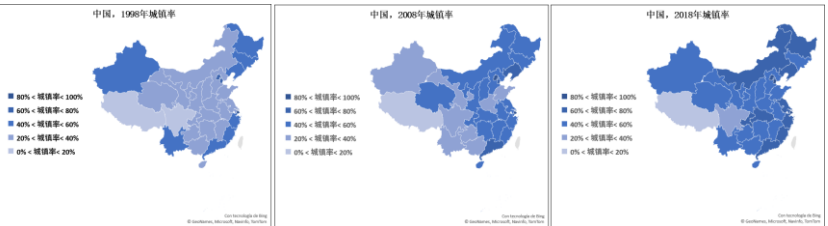
Conclusiones

Descripción de los factores seleccionados desde una perspectiva territorial 1995-2018

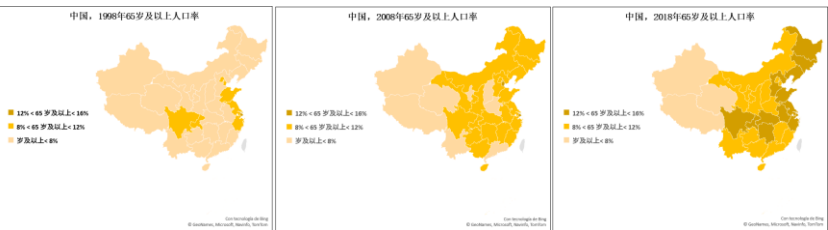
Emisiones de
carbono



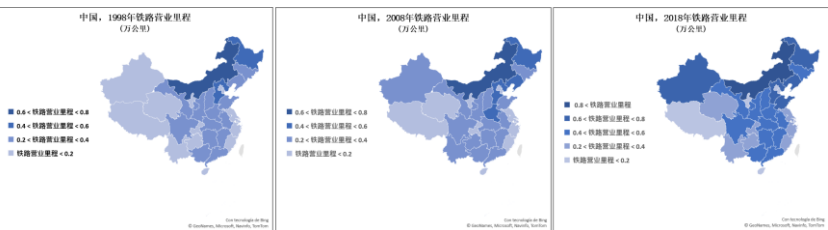
Tasa de
Urbanización



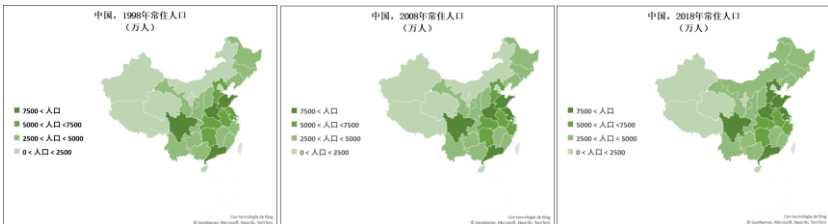
% Población 65
años y más



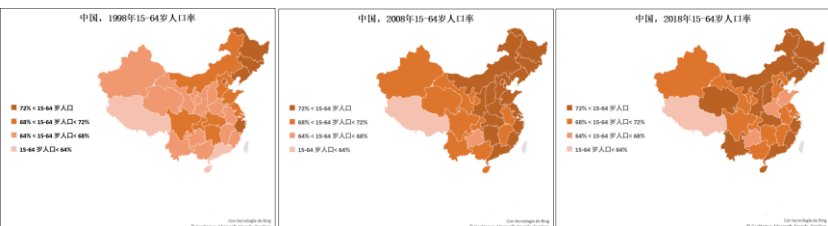
Kilometraje de
vías férreas en
operación



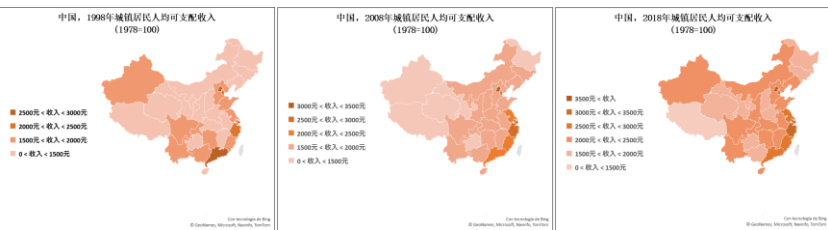
Población Total



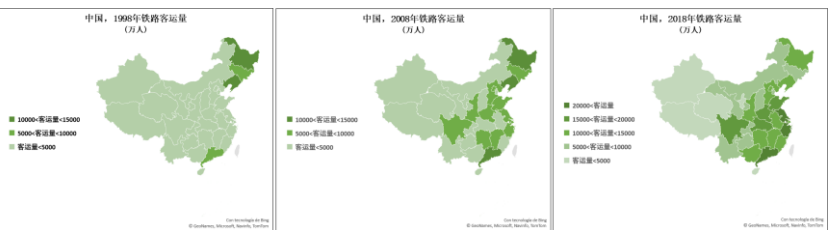
% Población 15-64
años



Ingreso disponible
per cápita
Hogares Urbanos



Traficos de pasajeros
en Ferrocarril



05

Análisis Estadístico sobre los factores que influyen en las emisiones



Pruebas y análisis estadístico



1978-2018
Modelo de regresión Ridge



1995-2018
Modelo de regresión sobre Datos de Panel





Pruebas y análisis estadísticos

Modelo 1

$$\ln I_i = a_0 + \beta_s \ln P S_i + \beta_u \ln P u_i + \beta_{pw} \ln P w_i + \beta_a \ln A_i + \beta_{tp} \ln T p_i + \beta_{tr} \ln T r_i + e_i$$

Modelo 2

$$\ln I_i = a_0 + \beta_s \ln P S_i + \beta_u \ln P u_i + \beta_{pa} \ln P a_i + \beta_a \ln A_i + \beta_{tp} \ln T p_i + \beta_{tr} \ln T r_i + e_i$$

Modelo 3

$$\ln I_i = a_0 + \beta_s \ln P S_i + \beta_u \ln P u_i + \beta_{pw} \ln P w_i + \beta_a \ln A_i + \beta_{tr} \ln T r_i + e_i$$

Modelo 4

$$\ln I_i = a_0 + \beta_s \ln P S_i + \beta_u \ln P u_i + \beta_{pa} \ln P a_i + \beta_a \ln A_i + \beta_{tr} \ln T r_i + e_i$$

I Parte (Serie de Tiempo):

Son aplicados los Modelos 1,2,3 y 4 en cuatro periodos de tiempo (1978-2018, 1978-1994, 1995-2018 y 2000-2018). A través del software estadístico R son procesadas las siguientes pruebas y métodos:

- 1 Test de Estacionariedad: Raíz Unitaria de Dicky-Fuller (ADF)
- 2 Test de Cointegración: Método de Engle-Granger
- 3 Test de causalidad: Test de Granger
- 4 Test de Multicolinealidad: Factor de Inflación de la Varianza (VIF)
- 5 Regresión Ridge (aplicado a las Series de Tiempo)

II Parte (Panel de Datos):

Son aplicados los Modelos 1 y 2 en tres periodos de tiempo (1995-2018, 2000-2018 y 2005-2018). A través del software estadístico R son procesadas las siguientes pruebas y métodos:

- 1 Test de Estacionariedad: Raíz Unitaria de Dicky-Fuller (ADF)
- 2 Test de Correlación Serial y otras pruebas.
- 3 Modelo de Efectos Fijos y Modelo de Efectos Aleatorios
- 4 Test de Hausman
- 5 Test de Multiplicador de Lagrange de Breusch y Pagan



1978-2018, Modelo de regresión Ridge. Análisis nacional

XI Jornadas de Investigación
FacES-UCV

Objetivos de Investigación

Método de Investigación

Situación de las emisiones de carbono en China

Características de la urbanización y el desarrollo ferroviario en China

Análisis Estadístico sobre los factores que influyen en las emisiones

Conclusiones

Model 1									
1978-2018				1978-1994		1995-2018		2000-2018	
	Non-normalized coefficient (Estimate)	Normalized coefficient (Estimate (SC))		Non-normalized coefficient (Estimate)	Normalized coefficient (Estimate (SC))	Non-normalized coefficient (Estimate)	Normalized coefficient (Estimate (SC))	Non-normalized coefficient (Estimate)	Normalized coefficient (Estimate (SC))
(Intercept)	-14,4646	4,5653 ***		-9,5491	6,0987 ***	-30,3892	5,5212 ***	-60,3719	6,1526 ***
InPs	0,3671	0,0416 *		0,7817	0,0559 ***	0,9309	0,0386 .	3,1233	0,0922 ***
InPu	0,4360	0,1586 **		0,3176	0,0471 ***	0,3086	0,0676 **	0,6418	0,0998 ***
InPw	2,9032	0,1898 ***		1,2218	0,0514 **	4,4811	0,1518 ***	6,1773	0,1235 ***
InPa	-	-		-	-	-	-	-	-
InAi	0,1012	0,0677 *		0,1831	0,0750 ***	0,6989	0,1048 **	0,3312	0,0463 ***
InTp	0,2514	0,0928 ***		-0,0118	-0,0013	0,1957	0,0812 **	0,0626	0,0250 *
InTr	0,4866	0,1343 ***		0,5794	0,0228 .	0,1080	0,0257 .	0,0789	0,0175 .

Model 2											
1978-2018			1978-1994			1995-2018			2000-2018		
	Non-normalized coefficient (Estimate)	Normalized coefficient (Estimate (SC))	Non-normalized coefficient (Estimate)	Normalized coefficient (Estimate (SC))		Non-normalized coefficient (Estimate)	Normalized coefficient (Estimate (SC))	Non-normalized coefficient (Estimate)	Normalized coefficient (Estimate (SC))		
(Intercept)	-14,4646	4,1611 ***	-5,7443	6,2224 ***		-35,0110	5,2270 ***	-84,9552	5,5489 **		
lnPs	1,0159	0,1150 ***	0,7675	0,0549 ***		2,8612	0,1187 ***	6,8379	0,2018 ***		
lnPu	0,7093	0,2580 ***	0,3736	0,0553 ***		0,7869	0,1725 ***	2,9357	0,4564 ***		
lnPw	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
lnPa	0,1919	0,0515 .	0,4526	0,0488 ***		-0,0202	-0,0034	-1,1395	-0,1884 *		
lnAi	0,1100	0,0736 *	0,1564	0,0641 ***		0,7684	0,1153 **	1,2355	0,1725 **		
lnTp	0,2396	0,0885 ***	0,0361	0,0039		0,1193	0,0495	-0,2866	-0,1145 .		
lnTr	0,3120	0,0859 *	0,6503	0,0256 .		-0,0748	-0,0178	-0,7677	-0,1703		

Model 3								
	1978-2018		1978-1994		1995-2018		2000-2018	
	Non-normalized coefficient (Estimate)	Normalized coefficient (Estimate (SC))	Non-normalized coefficient (Estimate)	Normalized coefficient (Estimate (SC))	Non-normalized coefficient (Estimate)	Normalized coefficient (Estimate (SC))	Non-normalized coefficient (Estimate)	Normalized coefficient (Estimate (SC))
(Intercept)	-11.6910	5.7014 ***	-9.6383	6.0836 ***	-31.4164	6.0802 ***	-64.0063	6.2632 ***
lnPs	0.3229	0.0660 ***	0.7844	0.0561 ***	1.1087	0.0460 *	3.4539	0.1019 ***
lnPu	0.5020	0.1826 ***	0.3114	0.0461 ***	0.3490	0.0765 ***	0.7028	0.1093 ***
lnPw	2.9526	0.1930 ***	1.2033	0.0506 ***	4.2941	0.1455 ***	6.1747	0.1234 ***
lnPa	-	-	-	-	-	-	-	-
lnAi	0.0448	0.0300	0.1846	0.0756 ***	0.9092	0.1364 ***	0.3627	0.0506 ***
lnTp	-	-	-	-	-	-	-	-
lnTr	0.8193	0.2261 ***	0.5847	0.0231 .	0.2584	0.0614 *	0.0887	0.0197 .

Model 4								
1978-2018			1978-1994		1995-2018		2000-2018	
	Non-normalized coefficient (Estimate)	Normalized coefficient (Estimate (SC))	Non-normalized coefficient (Estimate)	Normalized coefficient (Estimate (SC))	Non-normalized coefficient (Estimate)	Normalized coefficient (Estimate (SC))	Non-normalized coefficient (Estimate)	Normalized coefficient (Estimate (SC))
(Intercept)	-7,2827	5,3582 ***	-5,3293	0,2722 ***	-35,2625	5,5912 ***	-59,5553	5,2448 ***
lnPs	0,9212	0,1043 ***	0,7634	0,0546 ***	2,8971	0,1202 ***	4,5717	0,1349 .
lnPu	0,7572	0,2754 ***	0,3991	0,0591 ***	0,8171	0,0179 ***	3,6063	0,5670 ***
lnPw	-	-	-	-	-	-	-	-
lnPa	0,3363	0,0902 ***	0,4627	0,0489 ***	0,0474	0,0081	-1,6396	-0,2711 **
lnAi	0,0449	0,0301	0,1508	0,0618 ***	0,8861	0,1329 **	0,7618	0,1064 .
lnTp	-	-	-	-	-	-	-	-
lnTr	0,5648	0,1538 ***	0,6422	0,0253 .	-0,0258	-0,0061	-0,7759	-0,1722 *

Models	Time			
	1978-2018	1978-1994	1995-2018	2000-2018
1	K = 1.85 MSE = 0.7480 All coefficients are significant Adjusted R-Squared = 0.9513 VIF < 10	K = 1.3 MSE = 0.0346 All coefficients are significant except Tp Adjusted R-Squared = 0.9207 VIF < 10	K = 1.9 MSE = 19.6574 All coefficients are significant except Tr Adjusted R-Squared = 0.9207 VIF < 10	K = 2.9 MSE = 0.1487 All coefficients are significant Adjusted R-Squared = 0.8552 VIF < 10
2	K = 1.85 MSE = 1.1644 All coefficients are significant Adjusted R-Squared = 0.9397 VIF < 10	K = 1.3 MSE = 0.0955 All coefficients are significant except Tp Adjusted R-Squared = 0.9201 VIF < 10	K = 2.0 MSE = 13.6363 All coefficients are significant except Pa, Tr, Tp Adjusted R-Squared = 0.8394 VIF < 10	K = 0.06 MSE = 0.6735 All coefficients are significant Adjusted R-Squared = 0.9659 VIF < 10
3	K = 1.85 MSE = 0.4097 All coefficients are significant except Ai Adjusted R-Squared = 0.9451 VIF < 10	K = 1.3 MSE = 0.0192 All coefficients are significant Adjusted R-Squared = 0.9273 VIF < 10	K = 1.8 MSE = 21.1408 All coefficients are significant except Tr Adjusted R-Squared = 0.8952 VIF < 10	K = 2.4 MSE = 0.1369 All coefficients are significant Adjusted R-Squared = 0.8783 VIF < 10
4	K = 1.85 MSE = 0.6380 All coefficients are significant except Ai Adjusted R-Squared = 0.9359 VIF < 10	K = 1.3 MSE = 0.0375 All coefficients are significant Adjusted R-Squared = 0.9263 VIF < 10	K = 1.8 MSE = 14.9293 All coefficients are significant except Pa, Tr Adjusted R-Squared = 0.8501 VIF < 10	K = 0.03 MSE = 0.4365 All coefficients are significant Adjusted R-Squared = 0.9767 VIF < 10



1995-2018, Modelo de regresión sobre Datos de Panel. Análisis regional

XI Jornadas de
Investigación
FaCES-UCV

Objetivos de
Investigación

Método de
Investigación

Situación de las
emisiones de carbono en
China

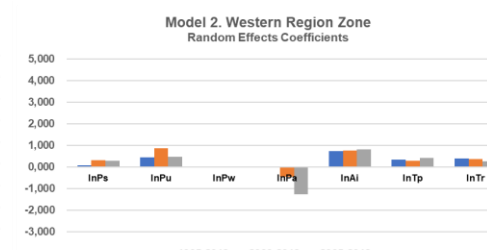
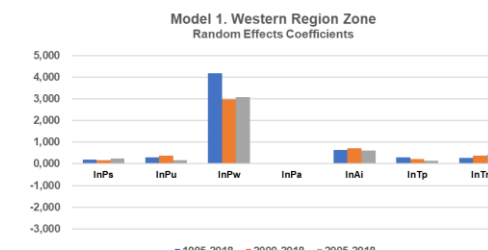
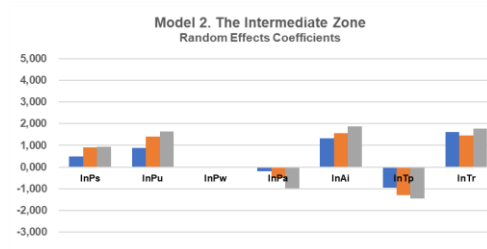
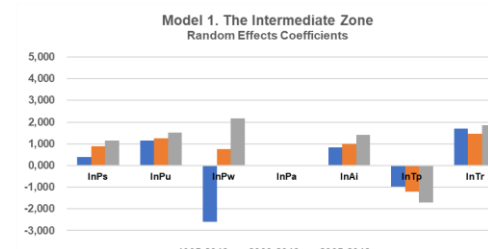
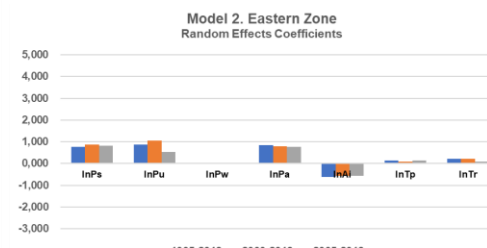
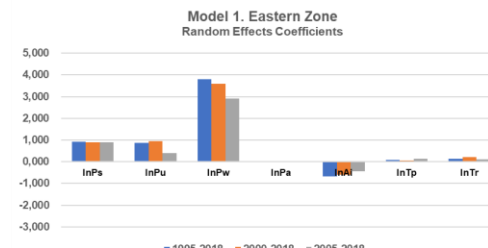
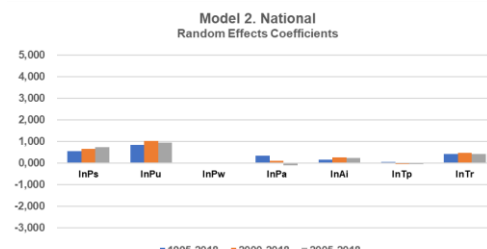
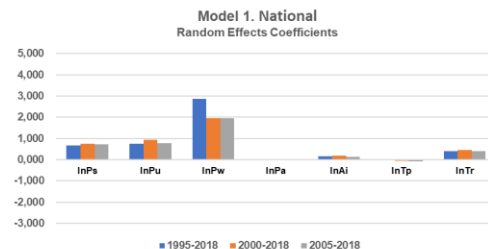
Características de la
urbanización y el
desarrollo ferroviario en
China

Análisis Estadístico sobre
los factores que influyen
en las emisiones

Conclusiones

National												
Model 1												
1995-2018				2000-2018				2005-2018				
	Fixed Effects		Random Effects		Fixed Effects		Random Effects		Fixed Effects		Random Effects	
	Estimated	z-Statistic	Estimated	z-Statistic	Estimated	z-Statistic	Estimated	z-Statistic	Estimated	z-Statistic	Estimated	z-Statistic
(Intercept)			-12,5998	-27,3757 ***			-9,8281	-15,3049 ***			-8,1409	-7,6804 ***
InPs	0,4315	3,1198 **	0,6697	22,5989 ***	0,6675	4,0195 ***	0,7554	16,4781 ***	0,3316	1,6131	0,7192	11,2684 ***
InPu	0,6344	14,4088 ***	0,7380	22,4562 ***	1,2400	15,8105 ***	0,9359	15,2058 ***	0,5959	4,7289 ***	0,7802	7,1081 ***
InPw	3,2558	26,7742 ***	2,8692	30,4660 ***	2,5618	15,6266 ***	1,9564	15,8460 ***	1,5565	7,3261 ***	1,9675	9,5368 ***
InPa												
InAi	0,5334	9,1319 ***	0,1456	3,3551 ***	0,4702	5,6260 ***	0,1936	3,0188 **	0,5932	4,8685 ***	0,1218	1,1136
InTp	0,0588	4,9184 ***	0,0117	1,1782	-0,0094	-0,5971	-0,0576	-4,2486 ***	-0,0091	-0,4984	-0,0849	-4,0647 ***
InTr	0,3825	22,4293 ***	0,3911	34,2473 ***	0,2499	11,7883 ***	0,4425	27,4208 ***	0,2709	9,3463 ***	0,4042	15,5811 ***
n	30		30		30		30		30		30	
T	24		24		19		19		14		14	
N	720		720		570		570		420		420	
Hausman test p value	2,39E-02		Fixed Effects		5,47E-02		Random Effects		8,26E-03		Fixed Effects	
Lagrange Multiplier Test - time effects (Breusch-Pagan)	0,0007		Significant effects		0,0028		Significant effects		0,0500		Significant effects	
Testing for random effects: Breusch-Pagan Lagrange multiplier	<2.2e-16		Significant effects		<2.2e-16		Significant effects		<2.2e-16		Significant effects	
Serial correlation test	<2.2e-16	Serial Correlation	<2.2e-16	Serial Correlation	<2.2e-16	Serial Correlation	<2.2e-16	Serial Correlation	<2.2e-16	Serial Correlation	<2.2e-16	Serial Correlation
Heteroscedasticity test	8,94E-11		Heteroscedasticity		3,61E-09		Heteroscedasticity		7,68E-12		Heteroscedasticity	
Estimation method			FGLS				FGLS				FGLS	
R Squared	0,9533		0,7686		0,9610		0,7305		0,9762		0,7068	

Model 2												
1995-2018				2000-2018				2005-2018				
	Fixed Effects		Random Effects		Fixed Effects		Random Effects		Fixed Effects		Random Effects	
	Estimated	z-Statistic	Estimated	z-Statistic	Estimated	z-Statistic	Estimated	z-Statistic	Estimated	z-Statistic	Estimated	z-Statistic
(Intercept)			-0.955	-2.273 *			-1.978	-3.796 ***			-1.302	-1.630
InPs	0.938	8.712 ***	0.565	12.716 ***	0.793	7.691 ***	0.654	11.897 ***	0.248	1.201	0.732	10.201 ***
InPu	0.723	17.521 ***	0.847	22.242 ***	1.288	20.474 ***	1.036	17.111 ***	0.671	5.633 ***	0.939	9.609 ***
InPw												
InPa	0.405	18.444 ***	0.338	18.437 ***	0.431	3.333 ***	0.119	4.905 ***	-0.237	-5.802 ***	-0.099	-2.747 **
InAI	0.337	7.575 ***	0.155	4.015 ***	-0.004	8.3485 ***	0.274	5.360 ***	0.738	6.213 ***	0.240	2.443 *
InTp	0.076	5.815 ***	0.047	3.927 ***	-0.012	-0.309	-0.040	-2.837 **	-0.012	-0.687	-0.057	-3.356 ***
InTr	0.364	22.825 ***	0.426	30.662 ***	0.272	20.190 ***	0.475	33.559 ***	0.233	8.081 ***	0.413	17.847 ***
n	30		30		30		30		30		30	
T	24		24		19		19		14		14	
N	720		720		570		570		420		420	
Hausman test p value	2.28E-01		Random Effects		2.76E-01		Random Effects		7.55E-05		Fixed Effects	
Lagrange Multiplier Test - time effects (Breusch-Pagan)	5.33E-09		Significant effects		1.97E-06		Significant effects		0.5243		Not significant effects	
Testing for random effects: Breusch-Pagan Lagrange multiplier	<2.2e-16		Significant effects		<2.2e-16		Significant effects		<2.2e-16		Significant effects	
Serial correlation test	<2.2e-16	Serial Correlation	<2.2e-16	Serial Correlation	<2.2e-16	Serial Correlation	<2.2e-16	Serial Correlation	<2.2e-16	Serial Correlation	<2.2e-16	Serial Correlation
Heteroscedasticity test	1.06E-07		Heteroscedasticity		1.32E-06		Heteroscedasticity		5.53E-06		Heteroscedasticity	
Estimation method			FGLS				FGLS				FGLS	
R Squared	0.9430		0.7545		0.9519		0.8067		0.9735		0.6818	



06

Conclusiones



Algunos resultados de la Investigación



Recomendación de políticas





**XI Jornadas de
Investigación
FaCES-UCV**

**Objetivos de
Investigación**

**Método de
Investigación**

**Situación de las
emisiones de carbono en
China**

**Características de la
urbanización y el
desarrollo ferroviario en
China**

**Análisis Estadístico sobre
los factores que influyen
en las emisiones**

Conclusiones

Algunos resultados de la Investigación

Resultados de la Regresión Ridge y análisis desde una perspectiva temporal

- (1) Desde 1978, las emisiones de carbono de China han aumentado gradualmente y su tasa de crecimiento es más alta que la de los otros cuatro grandes países emisores del mundo. Por otro lado, la estructura energética de China todavía está dominada por el carbón (59%), aunque la proporción de energía limpia ha alcanzado el 22%. Durante 1978-2018, casi todas las variables tienen efectos significativos en las emisiones de carbono en China, aunque difieren al ser observadas durante los períodos 1978-1994 y 2000-2018. El modelo de regresión Ridge no presenta resultados satisfactorios para el período 1995-2018.
- (2) En el período 1978-1994, el tráfico de pasajeros en ferrocarril no es significativo en las emisiones. La población en edad de trabajar, la población total, la tasa de urbanización y la longitud de las vías férreas en operación son los factores con mayor influencia, mientras que la población en edad de vejez y el ingreso disponible per cápita de los hogares urbanos tienen efectos positivos pero mínimos.
- (3) En el período 2000-2018, la población en edad de vejez, la longitud de las vías férreas en operación y el tráfico de pasajeros en ferrocarril tienen cierta influencia en las emisiones de carbono, pero la contribución es baja o incluso negativa, por lo que inhiben las emisiones. Por otro lado, los demás factores influyen significativamente en las emisiones. Esto está estrechamente relacionado con el desarrollo económico de China desde el inicio de la política de Reforma y Apertura iniciada en 1978, en la que la protección ambiental fue reducida, el consumo de energía se incrementó considerablemente, y el aumento de la población urbana, así como los ingresos de sus hogares ha promovido un crecimiento considerable del consumo. Debido a la intensidad del uso del transporte, el desarrollo ferroviario se ha incrementado, pero en los últimos años el avance tecnológico y el consumo de energía limpia en los ferrocarriles ha ayudado a la reducción de las emisiones.



**XI Jornadas de
Investigación
FaCES-UCV**

**Objetivos de
Investigación**

**Método de
Investigación**

**Situación de las
emisiones de carbono en
China**

**Características de la
urbanización y el
desarrollo ferroviario en
China**

**Análisis Estadístico sobre
los factores que influyen
en las emisiones**

Conclusiones

Algunos resultados de la Investigación

Resultados del Modelo FGLS de Efectos Aleatorios y análisis desde una perspectiva territorial

- (1) Utilizando un Panel de Datos con estadísticas sobre 30 regiones, provincias y municipalidades de China durante el período 1995-2018, y aplicando del método de medición de emisiones de carbono a través del consumo aparente de energía recomendado por el IPCC, se evidencia que las emisiones de carbono en China se incrementaron rápidamente entre 1999 y 2010, aunque desde 2011 el crecimiento de desaceleró producto de políticas de protección ambiental.
- (2) Clasificando las 30 regiones, provincias y municipalidades en 3 grandes regiones (Este, Centro y Oeste), fueron aplicadas un conjunto de pruebas y modelos estadísticos para investigar la relación entre las emisiones de carbono, población, nivel de urbanización y desarrollo ferroviario en las diferentes regiones. Combinando las bases del Modelo STIRPAT y el Modelo de Efectos Aleatorios sobre panel de datos se observa que:
 - (1) La población en edad de trabajar, la urbanización, el tamaño de la población y el ingreso disponible per cápita y la longitud de las vías férreas en operación tienen efectos significativos a nivel nacional, mientras que la influencia de la población en edad de vejez decrece gradualmente. Adicionalmente, la influencia del tráfico de pasajeros en ferrocarril sobre las emisiones de carbono es relativamente pequeña, mientras que población en edad de trabajar (15-64 años de edad) es el factor con mayor efecto en las emisiones.
 - (2) El grado de influencia de todos los factores varía significativamente desde diversas perspectivas regionales: en el Este de China la influencia de la población en edad de trabajar supera al promedio nacional; en el Centro de China la longitud de las vías férreas y el ingreso disponible per cápita de los hogares urbanos son los principales factores que influyen en las emisiones de carbono; y en el Oeste de China la población en edad de trabajar y el ingreso disponible per cápita de los hogares urbanos son los factores con la mayor influencia.
 - (3) Por otro lado, en la Región Este el ingreso disponible per cápita de los hogares urbanos tiene efectos inhibidores en las promoción de las emisiones de carbono, y los factores ferroviarios tienen influencia positiva pero no muy alta. Mientras que, en la Región Central, la influencia de la longitud de las vías ferroviarias es positiva y muy elevada, pero el tráfico de pasajeros en ferrocarril es negativo y muy alto. En años recientes, los nuevos desarrollos ferroviarios y en específico los trenes de alta velocidad han promovido un mayor consumo de energía limpia, y en consecuencia resultados positivos para el medio ambiente.



XI Jornadas de Investigación FaCES-UCV

Objetivos de Investigación

Método de Investigación

Situación de las emisiones de carbono en China

Características de la urbanización y el desarrollo ferroviario en China

Análisis Estadístico sobre los factores que influyen en las emisiones

Conclusiones

Recomendación de políticas

- (1) Aplicar políticas diferenciadas territorialmente para la reducción de emisiones de carbono en las distintas regiones, provincias y ciudades, los diferentes grados de urbanización y desarrollo ferroviario conducen a formular desde esta perspectiva, políticas ambientales de acuerdo a las condiciones locales.
- (2) Promover el estricto control del consumo energético en las provincias y ciudades del este de China, especialmente en la costa este, donde se observan los mayores niveles de urbanización y desarrollo de transporte, lo que conduce a mayores niveles de consumo de energía. Adicionalmente, la capacidad de las ciudades ya es sumamente limitada, evidenciando alta densidad demográfica, presión en el tráfico de transporte para la carga y pasajeros, y elevados grados de polución lo que conduce a un entorno ambiental poco saludable.
- (3) Diseñar un nuevo plan de desarrollo poblacional. En años recientes se ha evidenciado aún más el decrecimiento de la proporción de población en edad de trabajar y el incremento de la proporción de la población en edad de vejez, lo que conduce a cambios sociales y económicos significativos, especialmente en las áreas costeras. La población en edad de vejez demandará mayores servicios sociales y mayor seguridad social, mientras que, la población joven demandará mejores oportunidades y condiciones laborales, especialmente con altos ingresos.
- (4) Impulsar el desarrollo de la energía limpia, especialmente en el transporte ferroviario, lo cual se ha venido observando en el desarrollo de los trenes de alta velocidad para el transporte de pasajeros. Por el contrario, los trenes de carga aún son grandes consumidores de carbón, fuente de energía con altos niveles de emisiones de carbono. Vigorizar el desarrollo de transporte con bajos niveles de consumo de carbón y la industria de trenes de alta velocidad, incrementa el desarrollo económico y tecnológico en las distintas regiones, y en consecuencia disminuye el alto nivel de consumo de energía contaminante.



XI Jornadas de Investigación FaCES-UCV

!Muchas gracias por su atención!

Profesor Jorge Dias De Barros
Escuela de Estadística y Ciencias Actuariales