CRECIMIENTO ECONÓMICO, CONVERGENCIA REGIONAL Y HETEROGENEIDAD ESPACIAL EN EL PERÚ. UN ANÁLISIS DE ECONOMETRÍA ESPACIAL

GROWTH ECONOMIC, REGIONAL CONVERGENCE AND SPATIAL HETEROGENEITY IN PERU. AN ANALYSIS OF SPATIAL ECONOMETRICS

Claudia Mabel Bohórquez Coro[1]
Benigno Caballero Claure[2]
Rolando Caballero Martínez[3]

1 Universidad Mayor de San Andrés y Universidad Andina Simón Bolívar (La Paz, Bolivia). E-Mail: cbohorquez9@gmail.com

2 University of Alburquerque (EE.UU.), Universidad Técnica de Oruro. Miembro de la Red Académica de América Latina y el Caribe sobre China (RED ALC-CHINA). E-Mail: b_caballero_c@hotmail.com

3 Universidad Nacional Autónoma de México. Centro de Estudios Monetarios y Financieros (CEMFI, Madrid, España). Escuela Militar de Ingeniería (La Paz). Miembro de la Red Académica de América Latina y el Caribe sobre China (RED ALC-CHINA). E-Mail: rcaballeromartinez@gmail.com; roland.caballerom@comunidad.unam.mx

RESUMEN

Este artículo estudia la convergencia y divergencia regional en el Perú, desde 2001 hasta 2011, empleando las definiciones clásicas de sigma convergencia, beta convergencia y convergencia condicional, además de técnicas no paramétricas y espaciales de uso frecuente como ser el estadístico I de Moran, análisis Lisa y modelos econométricos espaciales: modelo autoregresivo espacial (SAR) y modelo de error espacial (SEM), así como medidas estáticas, como el indicador gamma, alpha, theil, coeficiente de variación ponderado y el índice de herfindahl-hirschman. Los resultados empíricos indican una disminución en la dispersión del ingreso per cápita para todo el periodo 2001-2011. Sin embargo, de manera robusta con los modelos econométricos espaciales y la mayor parte de los indicadores estáticos y dinámicos, se confirma un proceso de convergencia condicional significativo, para el periodo 2006-2011. Además, se revela la importancia y estrecha relación entre la localización geoespacial y la formación de núcleos de convergencia en el crecimiento económico de los departamentos del Perú.

Palabras Clave: Convergencia beta, Econometría Espacial, Núcleos de Convergencia y Regiones.

Clasificación JEL: C21, R11, O11

ABSTRACT

This article studies the regional convergence and divergence in Peru, from 2001 to 2011, using the classic definitions of sigma convergence, beta and conditional convergence, as well as non-parametric and spatial techniques often used as being the Moran statistic I , Lisa analysis and spatial econometric models: spatial autoregressive model (SAR) and spatial error model (SEM), as well as static measurements, such as the gamma indicator, alpha, theil, weighted coefficient of variation and the Herfindahl-Hirschman index. The empirical results indicate a decrease in the dispersion of per capita income for the entire period 2001-2011. However, in a robust manner with the spatial econometric models and most of the static and dynamic indicators, a significant conditional convergence process is confirmed, for the period 2006-2011. In addition, the relationship between geospatial location and the formation of convergence clubs in the economic growth of the departments of Peru is revealed.

Keywords: *Beta convergence, Spatial Econometrics, Convergence Nucleus and Regions*

1. Planteamiento del problema de investigación

En los últimos años uno de los aspectos del crecimiento económico que más ha influido en las discusiones, ha sido la convergencia económica. En estas discusiones se delibera la existencia de mecanismos que permitan a las regiones menos desarrolladas crecer más de prisa que las más desarrolladas y, en última instancia, alcanzarlas; o alternativamente si las regiones pobres tienden a ser más pobres y las ricas más ricas (divergencia regional y/o departamental). En este sentido uno de los temas debatidos es si las diferencias interregionales tienden a reducirse o aumentarse a mediano o largo plazo.

En los debates existen dos posiciones extremas: por un lado están las teorías neoclásicas de crecimiento exógeno que sostienen que a largo plazo deberá producirse un proceso de convergencia entre las economías y, por otro lado, están las teorías más recientes de crecimiento endógeno que afirman que la convergencia, en términos de ingreso por habitante, no tiene necesariamente que producirse, por cuanto las economías más dinámicas pueden seguir creciendo tanto o más de prisa que las menos desarrolladas. Estas posiciones han buscado comprobarse en base a la experiencia histórica de diversas economías y se les ha aplicado una variedad de técnicas empíricas, lo que ha dado lugar a la existencia de evidencia no concluyente, cuyos resultados no son uniformes, por lo que las causas del crecimiento económico se explican por uno u otro de los enfoques teóricos referidos, así como retomar como aspecto central la temática del crecimiento económico, sus determinantes y su vinculación con el proceso de desarrollo (Sala-i-Martin, 1994).

Para Perú, se han realizado diversos estudios de crecimiento económico y convergencia regional, sin embargo, son contados los trabajos que han abordado el tema tomando en cuenta el aspecto espacial y su dependencia. Además, en los trabajos mencionados no se caracterizan los procesos espaciales de convergencia o divergencia, de ahí que sea necesario plantear como problema de investigación el estudio de la tendencia del crecimiento económico de los departamentos de Perú e identificar la formación de núcleos de convergencia, precisando el papel e importancia de los factores espaciales en su comportamiento de 2001 a 2011.

Por tanto, en este trabajo nosotros nos planteamos como objeto de estudio la relación entre la hipótesis de convergencia del ingreso y la formación de núcleos de convergencia entre los departamentos del Perú; en

dicha relación se considera la influencia de los efectos espaciales, dados estos últimos por la proximidad de la localización entre los departamentos del Perú y por la concentración económica espacial entre ellas[4]. De tal forma que, una vez que se realiza el análisis de la convergencia tradicional, se analiza de manera comparativa, por un lado, la asociación entre crecimiento del ingreso per cápita y la vecindad geográfica de la localización de la actividad económica y por el otro, la asociación entre el ingreso y la concentración económica espacial de los departamentos del Perú en el periodo de 2001 a 2011.

La pregunta de investigación que nos formulamos es la siguiente:

1. ¿Cuál es el papel de los factores espaciales en el crecimiento económico y la convergencia regional de los departamentos del país en el periodo de 2001-2011? y ¿Estos factores espaciales junto a otras variables han tendido a reducir o ampliar la desigualdad departamental en el Perú?

Las hipótesis de trabajo correlacionados a las preguntas previas son las siguientes:

1. El crecimiento económico de los departamentos del Perú en el periodo de 2001 a 2011 se caracteriza por un proceso de convergencia no significativo y por la formación de clubes de convergencia y además los efectos espaciales a través de la contigüidad y la concentración económica espacial condicionan el crecimiento de los departamentos del Perú y contribuyen en distinto grado a explicar el proceso de convergencia.

El articulo esta estructurado de la siguiente manera. En la primera sección se dio una breve introducción del tema, así como la formulación del planteamiento del problema y sus posibles hipótesis. En la segunda sección se describe y se aplica con datos de los departamentos del Perú, las medidas de disparidades económicas estáticas, para analizar si efectivamente existe un proceso de convergencia y/o divergencia en los departamentos del Perú. La tercera sección también se describe y se aplica con datos de los departamentos del Perú, las medidas de disparidades económicas departamentales dinámicas, tomando en cuenta los efectos espaciales a través de la contigüidad y la concentración económica espacial para distintos periodos y al mismo tiempo se estima modelos econométricos espaciales para probar nuestra hipótesis. La cuarta sección discute y contrasta los distintos resultados obtenidos, con las distintas metodologías aplicadas

4 En Perú existen veinte cuatro departamentos o regiones, que las mismas conforman la división político-administrativo departamental del país.

a lo largo de nuestro trabajo de investigación. La quinta sección damos a conocer una propuesta inclusiva de crecimiento y desarrollo económico para el Perú. Finalmente, en la última sección se muestran las conclusiones finales de nuestros resultados.

2. Medidas de Disparidades Económicas Departamentales: Estáticas

2.1. Indicador Gamma:

Representa una medida estática de la disparidad regional, la cual toma la relación entre el valor máximo y el mínimo del PIB per cápita departamental por año:

$$\gamma = PIBpc(máx) \Big/ PIBpc(\min)$$

Donde:

$$PIBpc = PIB\ per\ cápita$$
$$\gamma = \text{Indicador Gamma}$$

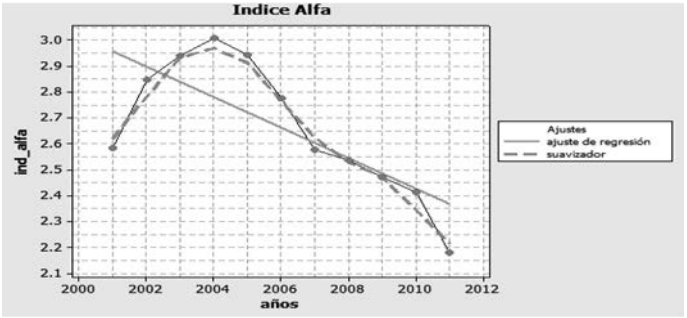
2.2. Indicador Alfa:

Es otro indicador estático, pero este relaciona la diferencia entre los valores extremos del PIB per cápita departamental de la serie y el promedio nacional, (Amador, 2008):

$$\gamma = \frac{PIBpc(máx) - PIBpc(\min)}{PIBpc(promedio)};$$

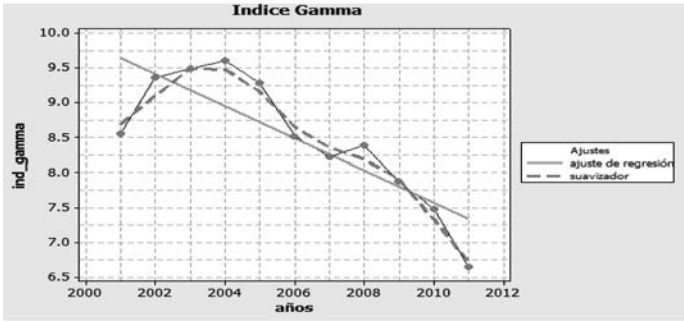
$$\chi = \text{Indicador alf}$$

Gráfica 2.1a. Indicadores Estáticos Alfa



Fuente: Elaboración propia de los autores con datos del INEI-PERÚ.

Gráfica 2.1b. Indicadores Estáticos Gamma



Fuente: Elaboración propia de los autores con datos del INEI-PERÚ.

La evolución de las distancias entre departamentos del Perú ha tenido un decrecimiento según los indicadores Gamma y Alpha, un comportamiento de convergencia medianamente rápido, ya que en los primeros cinco años del nuevo siglo el promedio del indicador Gamma era de 9.26 que correspondía a la distancia entre el máximo PIB per cápita (Lima y Moquegua) y el mínimo PIB per cápita (Apurimac), y para el 2011 este indicador disminuyó a un 6.64, que corresponde a la distancia de Moquegua (PIBpc máximo) y Apurimac (PIBpc mínimo). El indicador Alpha que también relaciona el PIB per cápita máximo y mínimo tiene el mismo comportamiento, pasando de un promedio de 2.86 en los primeros cinco años a un 2.18 en el año 2011. Lo anterior nos da un indicio de un proceso de convergencia medianamente rápido para el periodo analizado.

2.3. Indicador de Theil:

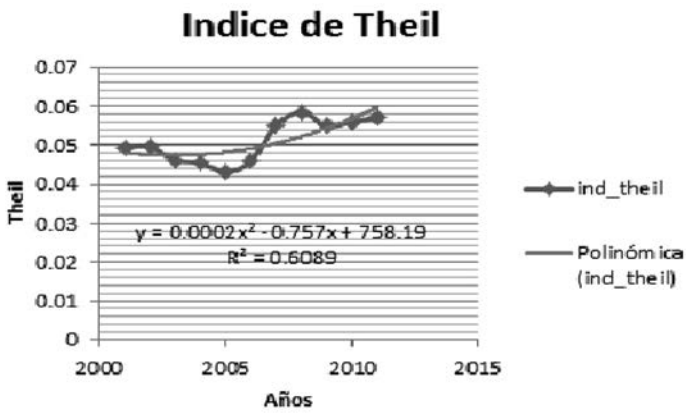
Este índice puede interpretarse como una expresión de desigualdad relativa, de modo que cuando es igual a cero se estará hablando de un sistema igualitario y cuando toma un valor positivo será un sistema desigual. Entre mayor es el valor del índice, mayor es la desigualdad. Su fórmula es la siguiente:

$$T = \sum_i \left\{ \frac{yi}{y} \times \ln \left[\frac{y_i / P_i}{y / p} \right] \right\};$$

$$T = \text{Indicador de Theil}$$

Donde: y_i: PIB departamental, y: PIB nacional, P_i: Población departamental y P: Población nacional.

Gráfica 2.2. Indicador de Theil



Fuente: Elaboración propia de los autores con datos del INEI-PERÚ.

El Índice de Theil refleja la desigualdad relativa, de tal forma que entre mayor es el valor del índice, mayor es la desigualdad. Podemos observar el comportamiento en el Gráfico 2.2. En el cual se evidencia un aumento relativo de la desigualdad entre los departamentos. El índice de Theil pasa de un valor de 0.049 en el año 2001 a un valor de 0.057 en el año 2011. Por lo tanto, podemos afirmar que este aumento es muy leve ya que el índice de Theil aumenta solamente 0.008 en el periodo de 11 años.

2.4. Indicador de Coeficiente de Variación Ponderado:

Este coeficiente tiene una particularidad y es que incluye en su análisis la influencia de los diversos tamaños de la población (aspecto que no tienen en cuenta otros indicadores), su cálculo se realiza, con la siguiente fórmula:

$$CVP = \frac{\sqrt{\Sigma_i (y_i - \bar{y})^2 \frac{P_i}{P}}}{\Sigma_i y_i \frac{P_i}{P}} \quad ; \quad CVP =$$

Coeficiente de variación ponderado

Dónde: y_i: PIB departamental, y: PIB nacional, P_i: Población departamental y P: Población nacional

Gráfica 2.3. Indicador de Coeficiente Variación Ponderado

Fuente: Elaboración propia de los autores con datos del INEI-PERÚ.

El Índice de Coeficiente Variación Ponderado, refleja la desigualdad relativa, de tal forma que entre mayor es el valor del índice, mayor es la desigualdad. Por lo tanto en la gráfica 2.3 podemos observar que existe una disminución de la desigualdad entre los departamentos del Perú: El índice de coeficiente de variación ponderado pasa de un promedio de 0.56 en los primeros cinco años a un valor de 0.43 para el 2011.

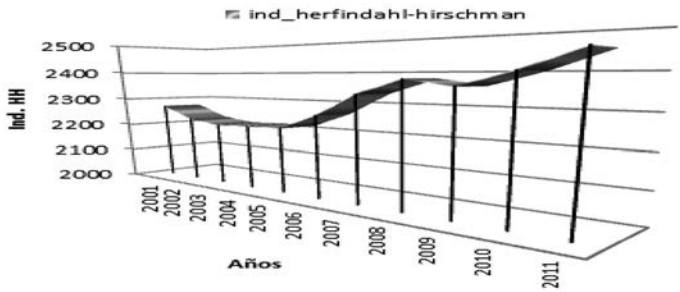
2.5. Índice de Concentración de Herfindahl-Hirschman:

Este índice permite conocer la evolución de los desequilibrios regionales desde una dimensión espacial. El índice se calcula como la sumatoria del cuadrado de las participaciones porcentuales de las diferentes entidades territoriales en el total. Este índice puede variar entre 0 y 10.000, indicando máxima concentración si tiende a 10.000 y a cero cuando no hay concentración, (Amador, 2008). Cabe resaltar que el valor de cero correspondería a un caso extremo teórico, donde ninguno de los territorios contribuye a la producción nacional, es decir que la producción nacional es nula; mientras que un valor de 10.000 sugiere que un solo territorio genera el total de la producción del país. Su fórmula se define.

$$IHH = \sum_i \left(\frac{y_i}{y} \times 100 \right) 2$$

Dónde: y_i: PIB departamental, y: PIB nacional y IHH: Índice de concentración de Herfindahl-Hirschman.

Gráfica 2.4. Indicador de Herfindahl-Hirschman



Fuente: Elaboración propia de los autores con datos del INEI-PERÚ.

La tendencia del Índice Concentración de Herfindahl – Hirschman, se comporta de forma creciente lo que nos indica que no existe una desconcentración del producto, es decir que los departamentos no aumentaron de manera significativa su participación en la generación del PIB, podemos observar que este indicador paso de un valor de 2270.76 en el año 2001 a un valor de 2452.05 en el año 2011 y la misma aumento en todo el periodo de estudio en 181.28 puntos. Por lo anterior se puede afirmar que la tendencia creciente a partir del 2006 es significativa y ello nos llevaría a concluir que para toda la muestra 2001-2011 existe un proceso de divergencia no significativo.

3. Medidas de Disparidades Económicas Departamentales: Dinámicas y Espaciales

Cuando se habla de convergencia económica regional, se está refiriendo a la tendencia que existe a que los niveles de PIB per cápita de las regiones se igualen en el tiempo. La literatura ha establecido dos tipos de convergencia, o mejor, dos conceptos de convergencia económica, tipo beta y tipo sigma. El primero, tipo beta-convergencia, que establece la relación inversa que existe entre la tasa de crecimiento del nivel inicial de PIB per cápita. Por su parte, el tipo sigma, o sigma-convergencia indica la relación que existe entre la dispersión del ingreso per cápita y el tiempo.

3.1. Convergencia tipo sigma

Entre un grupo de entes territoriales existe una tendencia a la convergencia tipo sigma si la dispersión del PIB per cápita entre los mismos tiende a reducirse en el tiempo (Cuadrado Roura, 1998; Cuadrado & García, 1995; Azzoni, 1995). Esta dispersión suele medirse mediante la desviación estándar muestral, o bien mediante el coeficiente de variación. Así pues, lo

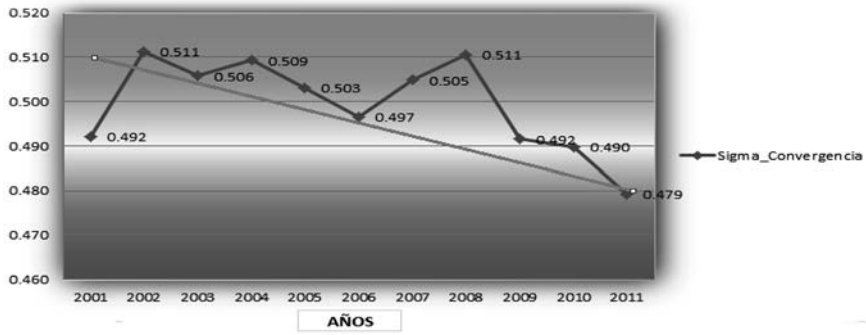
que se estudia es el comportamiento de este estadístico a lo largo del tiempo. Cuando dicha dispersión muestra una tendencia a reducirse en el tiempo se afirma que se está produciendo convergencia sigma.

$$\sigma_t = \sqrt{\frac{1}{T}\sum_{i=1}^{N}\left\{\ln\left(y_{i,t}\right) - \mu_t\right\}^2}$$

Dónde: y_i,t: PIB per cápita de la región i en el momento t; N: número de departamentos muestreados; σ_t: sigma convergencia y μ_i: promedio de los PIB per cápita de los departamentos en el momento t. Por lo tanto, dependiendo de si el valor inicial de σ^2 está por debajo o por encima de su valor de estado estacionario, la varianza irá creciendo o decreciendo en el tiempo. En otras palabras, se observará convergencia σ solamente en aquellos casos en que la varianza inicial esté por encima de la de estado estacionario.

A su vez, puede demostrarse (Barro y Sala-i-Martín, 1992) que los conceptos de convergencia β y σ están relacionados entre sí, si no hay convergencia β (es decir β < 0 no se cumple) entonces la varianza del log ($y_{i,t}$) crece continuamente en el tiempo. Por lo tanto, convergencia β es una condición necesaria, pero no suficiente, para la convergencia σ. Esto se puede mostrar en el siguiente caso: en un período de tiempo un grupo de regiones pobres crecen más que las ricas; pero en términos relativos y no absolutos, de tal manera que la dispersión se mantiene constante o incluso puede aumentar. En el caso anterior, se tiene convergencia β pero no convergencia σ.

Gráfica 3.1. Sigma Convergencia

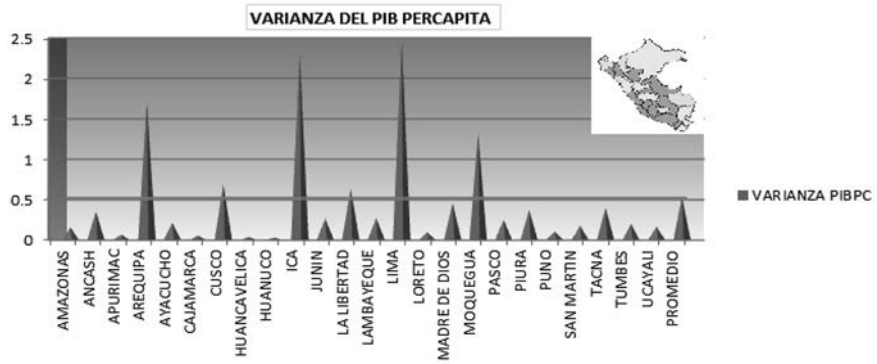


Fuente: Elaboración propia de los autores con datos del INEI-PERÚ.

El Gráfico 3.1, muestra que la dispersión del PIB per cápita de los departamentos a nivel nacional tiende a disminuir en el tiempo, esto quiere decir que la brecha entre los departamentos del Perú ha disminuido y por lo tanto existiría convergencia tipo sigma (σ). Esta tendencia puede ser consecuencia de que otros departamentos aparte de Lima han tenido un buen desempeño en el PIB per cápita en los últimos años, como ser: Moquegua, Arequipa e Ica. Sin embargo, también se puede advertir que Apurimac y Ayacucho han sido departamentos cuyos PIBpc no han variado casi mucho en los últimos años[5].

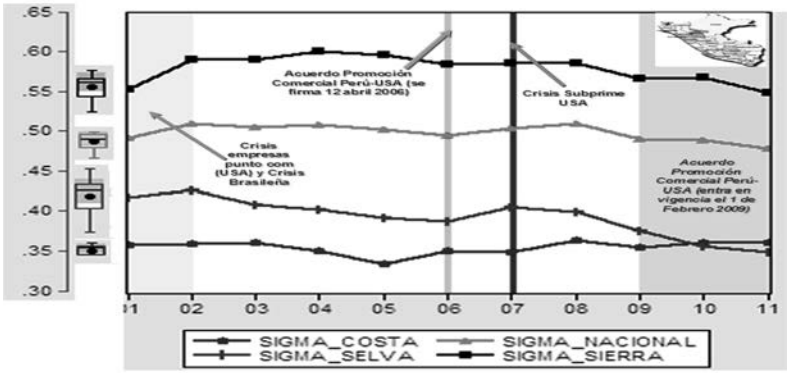
5 Puede consultarse la base de datos del PIB per cápita a precios de mercado en soles, de los departamentos del Perú, en la siguiente pagina web: http://www.inei.gob.pe/web/aplicaciones/siemweb/index.asp?id=003, de la misma se sustrajeron los datos para la elaboración de presente documento de investigación.

Gráfica 3.2. Varianza del PIBpc de los Departamentos del Perú



Fuente: Elaboración propia de los autores con datos del INEI-PERÚ.

Gráfica 3.3. Sigma Convergencia Nacional y Regional del Perú



Fuente: Elaboración propia de los autores con datos del INEI-PERÚ

A nivel de regiones geográficas (gráfico 3.3) se encuentra un patrón incluso más difuso, cayendo la dispersión entre los departamentos de la selva (de 0.41 en el 2001 a 0.34 en el 2011) evidenciándose en los departamentos de la selva sigma convergencia, también se evidencia de manera leve sigma convergencia en los departamentos a nivel nacional, cayendo la dispersión levemente (de 0.49 en el 2001 a 0.46 en el 2011), mientras en los departamentos de la costa y sierra, el proceso de sigma convergencia es no significativo.

Este resultado tendría que ser coherente con la teoría económica y más específicamente siguiendo los conceptos Sala-i-Martin (1996), ya que una condición necesaria para la existencia de convergencia (σ), es la existencia de convergencia β, en tanto la existencia de convergencia β tiende a generar convergencia (σ). Por lo tanto, como no se encuentra un proceso de convergencia sigma significativo para todas las regiones geográficas y a nivel nacional (con excepción de la región de la selva y seguido de lejos a nivel nacional), se esperaría que los resultados de convergencia tipo β sean no significativos.

3.2. Convergencia tipo beta (β)

La convergencia beta se observa cuando se da una relación inversa entre la tasa de crecimiento de la renta per cápita y el nivel inicial de ésta, es decir, trata de contrastar si una situación de retraso relativo en un momento dado tiende a reducirse con el paso del tiempo. Definido de otra forma, este concepto de convergencia implica que, a largo plazo, si existe convergencia

de este tipo, los departamentos más pobres crecen a una tasa mayor que los más ricos, de forma que todas las economías (departamentos) tienden al mismo nivel y que podría denominarse estado estacionario, o lo que es lo mismo, trata de establecer si las áreas que parten de posiciones más retrasadas registran tasas de crecimiento mayores que las más adelantadas, de tal manera que se produzca un efecto de "catching-up".

Como análisis complementario de los cuadrantes de desempeño mencionados en esta sección, se realiza un esquema de cuadrantes de convergencia, el cual contiene cuatro cuadrantes de análisis, pero el análisis de ejes varía, ya que no se analiza el promedio sino el nivel inicial del PIB per cápita respecto a su tasa de crecimiento, Valdivia M. (2007).

Gráfica 3.4. Esquema de Cuadrantes de Rendimiento Económico

Fuente: Elaboración propia

Territorios Ganadores: Regiones (departamentos) que han crecido por sobre la media nacional y que tienen productos per cápita también superiores a la media nacional.

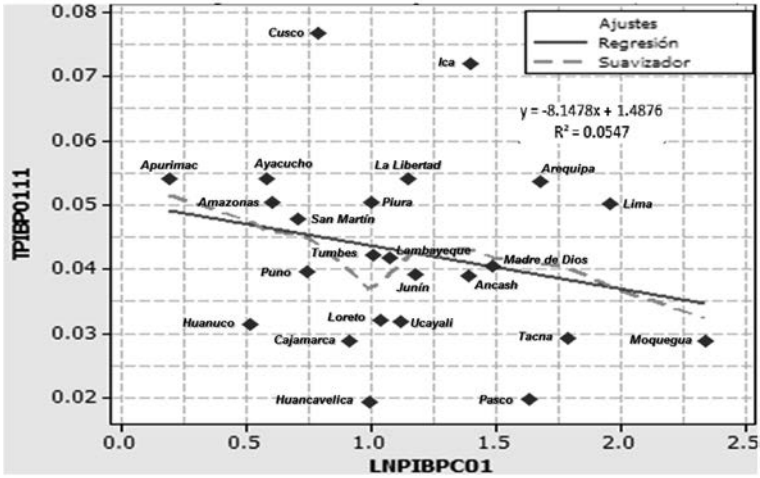
Territorios Convergentes: En este cuadrante se ubican las regiones (departamentos) que han crecido por sobre la media nacional y que tienen productos per cápita inferiores a la media nacional. Se los ha denominado "convergentes" para hacer alusión al hecho de que están teniendo una buena dinámica de crecimiento y podrían estar convergiendo en el sentido de avanzar y alcanzar a las regiones más avanzadas.

Territorios Estancados: En éste cuadrante se ubican territorios que han crecido por debajo de la media

nacional y cuyos productos per cápita también están por debajo del promedio nacional. Se los ha denominado "estancados" debido a que su bajo dinamismo económico los mantiene en una situación de mayor atraso y, por lo tanto, pueden ser considerados como territorios potencialmente perdedores".

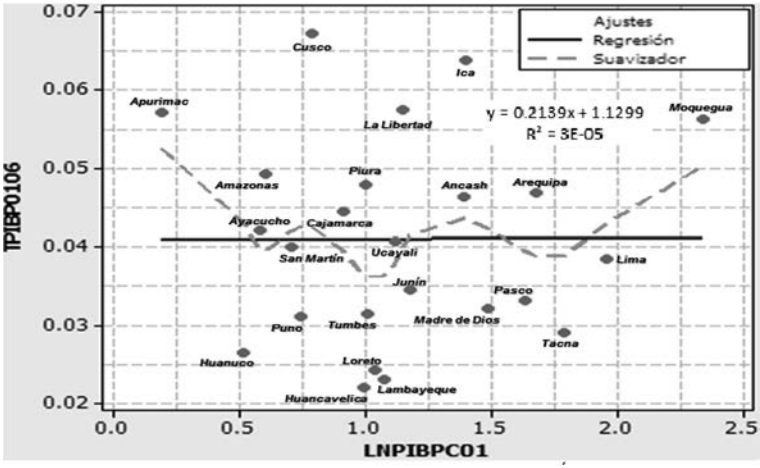
Territorios Declinantes: En este cuadrante se ubican las regiones o territorios que han crecido por debajo de la media nacional y que tienen productos per cápita superiores a la media nacional. Son territorios que tienen un comportamiento convergente, ya que tienen tasas de crecimiento inferiores a los territorios de menor PIB per cápita, por lo que están, de alguna manera, permitiendo que se cierren las brechas.

Gráfica 3.5. Convergencia Beta de los departamentos del Perú (2001-2011)



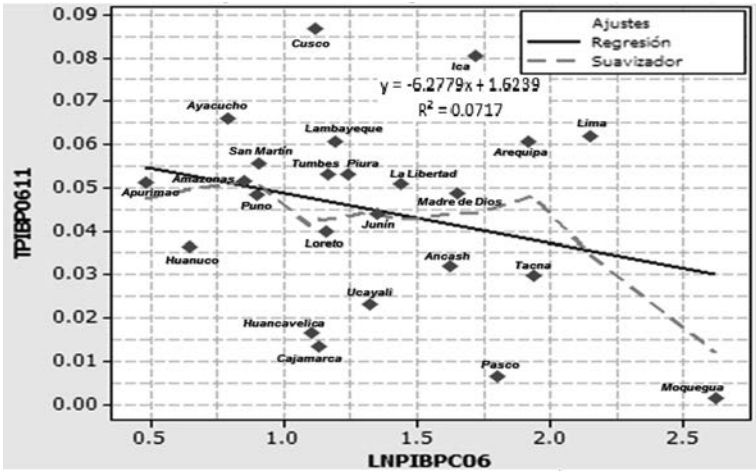
Fuente: Elaboración propia de los autores con datos del INEI-PERÚ.

Gráfica 3.6. Convergencia Beta de los departamentos del Perú (2001-2006)



Fuente: Elaboración propia de los autores con datos del INEI-PERÚ.

Gráfica 3.7. Convergencia Beta de los departamentos del Perú (2006-2011)



Fuente: Elaboración propia de los autores con datos del INEI-PERÚ.

Los resultados del análisis de convergencia sigma deben de complementarse con los de convergencia beta, dado que ésta es condición necesaria del comportamiento de la convergencia sigma.

El análisis de convergencia beta de los departamentos del Perú, envase a la teoría relaciona en forma inversa al crecimiento del ingreso en un periodo de tiempo con el ingreso inicial, lo que implica gráficamente para su existencia una asociación directa con pendiente negativa.

De esta forma la ecuación de beta convergencia absoluta queda especificada de la siguiente forma:

$$\left(\frac{1}{T}\right)\log\left(\frac{y_{i,t}}{y_{0,t}}\right) = c + \beta\log(y_{i,0}) + \mu_i$$

Donde:

$\left(\frac{1}{T}\right)\log\left(\frac{y_{i,t}}{y_{0,t}}\right)$ = Tasa de crecimiento o promedio anual de PIB pc de la región i entre los años 0 y T

$Y_{i,t}$ = PIBpc de la región i en el año T

c = intercepto

T = Número de periodos

De este modo, c y el coeficiente beta dependen de algunos parámetros del modelo como son: la tasa de progreso técnico, la tasa de crecimiento de la población, la tasa de preferencia por el tiempo, la elasticidad de sustitución intertemporal del consumo y la participación del capital en la función de producción. Así mientras más grande sea el coeficiente beta, mayor tendencia a la convergencia tiene esta economía.

En el caso de los departamentos en el periodo de estudio, el crecimiento per cápita en el largo plazo (2001-2011) muestra una relación lineal negativa con el Pib real per cápita del año 2001, lo que implica inicialmente la presencia de convergencia absoluta entre los departamentos del país como se muestra en el gráfico 3.5. Pero, el ajuste de los datos a una línea recta con pendiente negativa es muy pobre, de hecho su R^2 es 0.054, por lo mismo se puede afirmar que no existe un proceso de convergencia absoluta significativa para el periodo 2001-2011.

Sin embargo, en los dos gráficos siguientes, para los dos sub-periodos, vemos dos procesos opuestos; en el gráfico 3.6 se aprecia claramente que de 2001 a 2006 no existe una asociación positiva ni negativa entre el PIBpc de 2001 y la tasa de crecimiento del periodo, y al mismo tiempo, dicha asociación es también no significativa. Por ultimo, en el gráfico 3.7 se muestra

que de 2006 a 2011 el ajuste lineal que podría darse es en torno a una recta con pendiente negativa, indicando gráficamente convergencia absoluta, pero su R2 es del orden de 0.072, por la tanto el ajuste es no significativo y se descarta la presencia de convergencia absoluta significativa.

3.3. Modelos de convergencia con efectos espaciales

En los estudios acerca de la convergencia se ha prestado poca atención a las características específicas de las regiones y las interrelaciones funcionales que éstas guardan entre sí. Badinger, Müller y Tondl (2002) realizan un análisis de convergencia espacial utilizando datos de panel dinámico, consideran que de no tomarse en cuenta estos factores espaciales los modelos econométricos de convergencia presentarán un problema de especificación incorrecta. La metodología para incorporar efectos espaciales en los modelos econométricos ha sido desarrollada por la disciplina de la econometría espacial en los trabajos de Anselin (1988), Anselin y Florax (1995), Anselin y Bera (1998), para el caso latinoamericano en cuanto a convergencia económica espacial, se tienen referencias de: Aroca y Bosch (2000), Asuad, N. y Quintana, R. L., (2008), Morandé, Soto, y Pincheira (1996), Raymond y García (1994) y Valdivia, M. (2007). En términos generales ellos proponen la estimación de ecuaciones econométricas que incorporen la dependencia espacial en la variable dependiente y en el término de error. De acuerdo a esta propuesta el modelo econométrico para la ecuación de convergencia puede ser planteado como:

$$\log\left(\frac{y_{it}}{y_{i,t-T}}\right) = a - \rho W_1 \log\left(\frac{y_{it}}{y_{i,t-T}}\right) + \beta \log\left(y_{i,t-T}\right) + u_{it,t-T} \qquad (1)$$

$$u_{it,t-T} = \lambda W_2 u_{it,t-T} + \mu \qquad (1.a)$$

$$u \text{ se distribuye } N(0,\Omega); \quad \Omega_{ii} = h_i(Za) \text{ con } hi > 0 \qquad (1.b)$$

Donde: y_{it} es el producto per cápita en la región *i* para el periodo *t*, en tanto que el término de perturbación aleatoria (*u*) incorpora una estructura de dependencia espacial autorregresiva. A su vez se considera que *u* se distribuye normalmente, con una matriz de varianzas y covarianzas Ω_{ii} diagonal pero heteroscedástica, en la cual los elementos de su diagonal

principal son función de las variables exógenas *z*, siendo α un vector asociado a los términos no constantes de *z*. En las ecuaciones (1) y (1a), W_1 y W_2 son dos matrices de pesos espaciales[6].

A partir de esta especificación podemos tener cuatro casos particulares[7]:

1) Modelo de convergencia clásico sin efectos espaciales: ρ=0, λ=0, α=0:
2) Modelo autorregresivo mixto espacial: λ=0, α=0: Modelo SAR
3) Modelo de error espacial autorregresivo: ρ=0, α=0: Modelo SEM
4) Modelo mixto autorregresivo espacial con errores espaciales autorregresivos: α=0: Modelo SARMA

La noción de espacio es incorporada en las matrices de pesos W_i, las cuales se construyen con las proximidades entre los departamentos del Perú[8].

No obstante, según Asuad, N. et al (2007), tal vez sea necesario incorporar una variable adicional explicativa que tenga una relación directa y funcional con el crecimiento económico, como ser la concentración económica espacial en los departamentos del Perú.

En ese sentido, el espacio dentro de la ecuación de convergencia se expresa como un factor funcional asociado a la concentración económica espacial, de ahí que la ecuación de convergencia se modifique, incorporando una variable exógena que introduce los efectos funcionales de la concentración económica en el espacio, lo que se denota como:

$$\log\left(\frac{y_{it}}{y_{i,t-T}}\right) = a - \rho W_1 \log\left(\frac{y_{it}}{y_{i,t-T}}\right) +$$

$$\beta \log\left(y_{i,t-T}\right) + u_{it,t-T} + \gamma X_{i,t-T} \qquad (2)$$

Donde $X_{i,t}$ es una variable exógena que considera los efectos funcionales de la concentración económica en el espacio con respecto al ingreso.

A fin de confirmar si se presenta la convergencia beta absoluta y su velocidad, se estimó la ecuación 1 sin efectos espaciales (modelo 1, cuadro 3.1), es decir, con ρ=0 y λ=0. Los resultados del cuadro 3.1 muestran evidencia en contra de la

6 El par de matrices de pesos espaciales W_1 y W_2 están asociadas respectivamente con un proceso espacial autorregresivo en la variable dependiente y en el término de error. Se sigue la notación planteada por Anselin (1988).

7 En todos los casos la restricción α=0 implica que se supone homocedasticidad en la diagonal de la matriz Ω_{ii}.

8 Las vecindades se calculan utilizando distancias con los vecinos y pueden ser de tipo torre, alfil o reina.

existencia de convergencia absoluta en el ingreso en el largo plazo, dado que el coeficiente β, aunque negativo, no es estadísticamente significativo. Para evaluar la posible existencia de asociación espacial en el crecimiento de los departamentos del Perú, se realizaron pruebas para verificar la necesidad de incorporar retardos espaciales[9].

Los estadísticos espaciales indican que se acepta la hipótesis nula de que la asociación espacial de la tasa de crecimiento de largo plazo es puramente aleatoria, por tanto los efectos espaciales no son estadísticamente significativos para todo el periodo y el primer subperiodo (2001-2006)[10], pero no así para el ultimo subperíodo (2006-2011).

Como se mencionó anteriormente se hicieron pruebas para dos subperiodos (2001-2006 y 2006-2011) confirmándose que el modelo más adecuado es el de mínimos cuadrados ordinarios sin efectos espaciales para el primer periodo y que los efectos espaciales son estadísticamente significativos únicamente en el segundo periodo (véase el cuadro 3.1).

Los periodos seleccionados buscan enfatizar la existencia de un posible cambio estructural en la economía peruana que puede haberse dado en esos años, por un lado ya que El Acuerdo de Promoción Comercial (APC) Perú – EE.UU. se firmó en Washington D.C. el 12 de abril de 2006 y por otro lado tras la génesis de la crisis sub prime de USA y la misma podría haber tenido efecto en el crecimiento del producto, dado el tratado de libre comercio que se tiene con EE.UU.

Los modelos estimados para los dos subperiodos muestran evidencia de que en el primer periodo (2001-2006) parece existir un proceso de divergencia absoluta ya que su coeficiente es positivo y estadísticamente no significativo (véase el modelo 2 del cuadro 3.1). Caso contrario en el segundo periodo (2006-2011) en donde su coeficiente, aunque es estadísticamente significativo al 90% de confianza, presenta signo negativo indicando la posible existencia de un proceso de convergencia absoluta (véase el modelo 3 del cuadro 3.1).

9 En todos los casos se utilizó una matriz W estandarizada de primer orden de tipo de contigüidad reina.

10 Las pruebas de efectos espaciales utilizadas fueron las versiones Multiplicador de Lagrange (retardo) y Multiplicador de Lagrange (error). La metodología utilizada en la selección de modelos fue la propuesta por Anselin (1988), en la cual el no rechazo de la hipótesis nula de no significancia de los efectos espaciales lleva a mantener el modelo sin dichos efectos, el rechazo de una de las dos pruebas mencionadas lleva a la utilización del modelo espacial correspondiente (retardo espacial o error espacial), el rechazo en las dos pruebas lleva a la utilización de las pruebas robustas correspondientes para identificar cuál de los dos modelos es el más significativo. En cualquier caso el modelo espacial seleccionado fue estimado por Máxima Verosimilitud.

Cuadro 3.1. Modelos de convergencia para el caso del Perú

Variables	*Modelo 1* TLPIBPC0111	*Modelo 2* TLPIBPC0106	*Modelo 3* TLPIBPC0611	*Modelo 4* TLPIBPC0611
Constante	0.039 (0,0005)***	0.032 (0,00009)***	0.044 (0,001)***	0.048 (0,004)***
LPIBPC01	-0.001 (0,863)	0.006 (0,264)		
LPIBPC06			-0.053 (0,104)*	-0.061 (0,077)*
λ (error)				2.162 (0,030)**
R^2	0,011	0,054	0,037	0,064
Jarque-Bera (normalidad)	0.985	0.838	0.673	
Breusch-Pagan (heterocedast.)	0.338	0.091	0.369	0,070****
Koenker-Bassett (heterocedast.)	0.383	0.083	0,296	
White (prueba de especificación)	0.082	0.207	0,075	
Estadísticos espaciales				
I-Moran (error)	0.582	0.535	0.045**	
Multiplicador de Lagrange (retardo)	0.881	0,951	0,818	
LM Robusto (retardo)	0.009	0.038	0.031**	
Multiplicador de Lagrange (error)	0.830	0,781	0.781	
LM Robusto (error)	0.009	0.036	0,021**	
Multiplicador de Lagrange (SARMA)	0.034	0,112	0.069*	
Likelihood ratio test			0.041**	

*/**/*** Estadísticamente significativo al 10%, al 5% y al 1%, respectivamente.
{****Heterogeneidad Espacial}
Niveles de significancia o valores de probabilidad en paréntesis en los modelos no espaciales y en los espaciales.

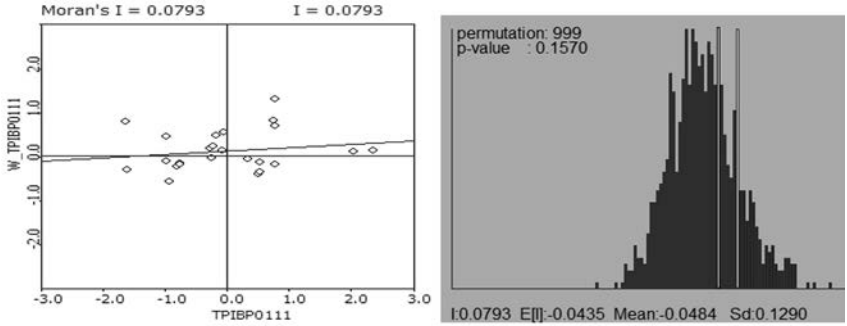
Fuente: Elaboración propia de los autores con datos del INEI-PERÚ

El modelo para 2006-2011 muestra evidencia a favor de una especificación de error espacial autoregresivo, dado que es el más significativo en las pruebas de dependencia espacial del cuadro 3.1. La estimación del modelo de error espacial (modelo SEM) para el periodo 2006-2011 (modelo 4 del cuadro 3.1) muestra evidencia de que el crecimiento durante esos años tiene efectos espaciales de derrama entre los departamentos del país, sin embargo, al 90 por ciento de confianza, también se estuviera confirmando un proceso de convergencia absoluta.

La existencia de efectos espaciales (autocorrelación espacial) en el periodo 2006-2011, junto con la existencia de un proceso de convergencia lento (significativo al 90% de confianza), indica que un conjunto de departamentos del Perú ha crecido a través de un proceso que se refuerza espacialmente por la existencia de efectos de derrama del crecimiento, lo cual le ha permitido acercarse al resto de los departamentos del país en los últimos años. Para indagar en esta perspectiva de análisis, se calculó el índice de Moran para la tasa de crecimiento de esos años y se elaboró un diagrama de dispersión de Moran. El diagrama de dispersión de Moran permite graficar en un plano cartesiano la tasa de crecimiento normalizada del PIBpc en el eje de las abscisas y su retardo espacial en el eje de ordenadas, obteniendo con ello cuatro cuadrantes que reproducen diferentes tipos de asociación espacial. El primer cuadrante, a la derecha superior del gráfico, corresponde a los departamentos con tasas de crecimiento del PIBpc altas y que cuentan con vecinos (departamentos vecinos) cuyas tasas de crecimiento son también altas, dicho cuadrante se identifica como Alto-Alto. El tercer cuadrante, en la parte izquierda inferior del gráfico, muestra departamentos con bajas tasas de crecimiento del PIBpc y que cuentan con vecinos con tasas de crecimiento también bajas, este cuadrante es identificado como Bajo-Bajo. El segundo cuadrante, en la parte izquierda superior del gráfico, presenta departamentos con bajas tasas de crecimiento del PIBpc y que cuentan con vecinos con altas tasas de crecimiento. Finalmente, en el cuarto cuadrante, que se corresponde con la parte derecha inferior del gráfico, se muestran departamentos con altas tasas de crecimiento del PIBpc y que cuentan con vecinos con bajas tasas de crecimiento. Los cuadrantes primero y tercero son indicativos de dependencia espacial positiva, en tanto que el segundo y el cuarto son de dependencia espacial negativa, (Mendoza, M.A., 2006).

Los resultados del diagrama de dispersión de Moran se muestran en la figura 3.8 e indican la existencia leve de dependencia espacial positiva para el periodo 2001-2011, por lo cual los datos se agrupan fundamentalmente en los cuadrantes primero y tercero.

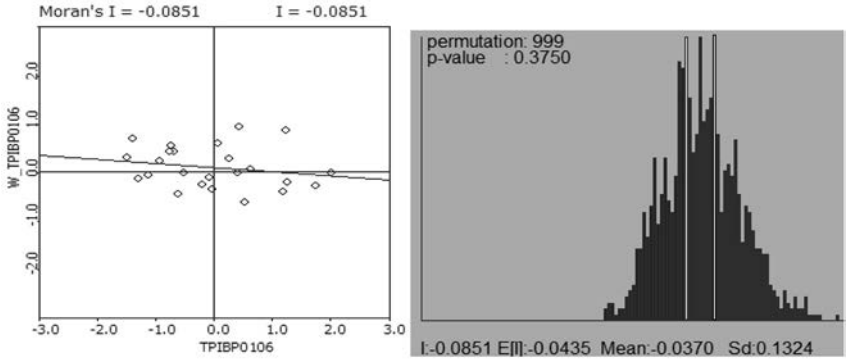
Gráfica 3.8. Diagrama de dispersión de Moran para la tasa de crecimiento del PIB per cápita 2001-2011



* I-Moran = 0,0793, no estadísticamente significativo con rachas de 999 permutaciones.

Fuente: Elaboración propia de los autores con datos del INEI-PERÚ

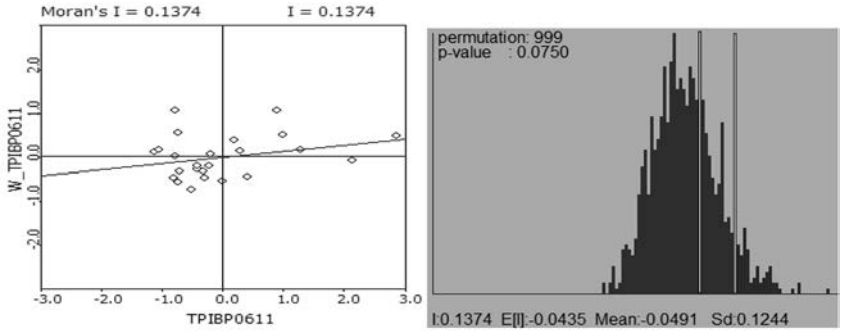
Gráfica 3.9. Diagrama de dispersión de Moran para la tasa de crecimiento del PIB per cápita 2001-2006



* I-Moran = -0,0851, estadísticamente no significativo con rachas de 999 permutaciones.

Fuente: Elaboración propia de los autores con datos del INEI-PERÚ

Gráfica 3.10. Diagrama de dispersión de Moran para la tasa de crecimiento del PIB per cápita 2006-2011



* I-Moran = 0,1374, estadísticamente significativo al 10% de significancia con rachas de 999 permutaciones.

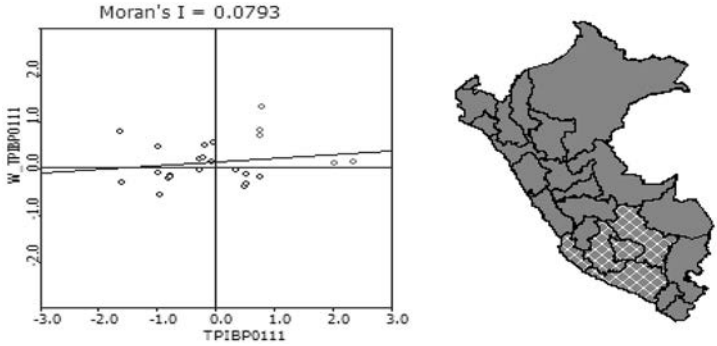
Fuente: Elaboración propia de los autores con datos del INEI-PERÚ

Los resultados del diagrama de dispersión de Moran que se muestran en la figura 3.9, indican la existencia de dependencia espacial negativa para el periodo 2001-2006, por lo cual los datos se agrupan fundamentalmente en los cuadrantes segundo y cuarto. Por último los resultados del diagrama de dispersión de Moran de la figura 3.10, indican la existencia de dependencia espacial positiva significativa para el periodo 2006-2011, por lo cual los datos se agrupan fundamentalmente en los cuadrantes primero y tercero.

Sorpresivamente los efectos de derrama del crecimiento (cuadrante Alto-Alto) ocurren en la parte de la costa sur y el sur del país (zonas como Arequipa, Ayacucho, Cusco, Ica y Apurimac) y, tal y como se observa en la figura 3.11 en la cual se han sombreado de color de líneas amarillas, los departamentos del Perú que aparecen en el primer cuadrante de la figura 3.8

Barro y Sala i Martin (1990, 1991, 1992 y 2004) han establecido que la convergencia absoluta supone que todas las regiones son iguales en el sentido de que disponen de las mismas preferencias, tecnologías e instituciones. Lo cual consideran es muy difícil que se cumpla, por ello propusieron el concepto de convergencia condicional incorporando un cierto número de variables adicionales que den cuenta de las diferencias en estado estacionario.

Gráfica 3.11. Departamentos con dependencia espacial positiva (Alto-Alto) para la tasa de crecimiento del PIB per cápita 2001-2011 en el diagrama de dispersión de Moran *



* I-Moran = 0,0793, con rachas de 999 permutaciones.

Fuente: Elaboración propia de los autores con datos del INEI-PERÚ

Para probar convergencia condicional o divergencia asociada a la concentración económica espacial, se retomó la variable de concentración económica espacial referida, en la que se considera que las diferencias entre los departamentos del país dependen de la asociación estadística entre el crecimiento del ingreso y el de la concentración económica espacial, que se manifiesta como relaciones funcionales de los departamentos. Con base en ello se reformuló el modelo espacial, incorporando como variable proxy, tanto de las diferencias en estado estacionario como de la dinámica de su heterogeneidad, a una variable que da cuenta de las diferencias de concentración económica entre los departamentos del país. Dicha variable se construyó tomando la tasa de crecimiento de la participación del PIB departamental en el PIB nacional para cada departamento en el periodo de estudio y se denota como TIC_i^{11}. La utilización de una variable de concentración espacial de la actividad económica opera como un variable proxy de la concentración de la fuerza de trabajo y del capital, lo cual puede dar lugar a efectos positivos o negativos en el crecimiento. Al mismo tiempo para capturar las diferencias entre los departamentos del Perú es o bien haciendo uso de efectos fijos o bien introduciendo variables que

11 TIC = Tasa de crecimiento de la participación del PIB de cada departamento en el PIB nacional y se lo construyo de la siguiente forma, ejemplo: $TIC_{2001\text{-}2011}$= ln(PIB2011) – ln(PIB2001)

determinen el estado estacionario de cada departamento. En el primer caso, las diferencias idiosincrásicas entre los departamentos no son observables en el modelo; en el segundo, se hace uso de distintas variables que permitan capturar las diferencias en capital físico y humano, pobreza que determinan el estado estacionario en cada región. Al mismo tiempo, se tomó en cuenta dummies para las tres regiones del Perú: costa, sierra y selva para analizar su impacto y significancia, Chirinos Raymundo (2008).

Los resultados de la estimación de la ecuación 2 sin efectos espaciales, para el periodo de 2001 a 2011, se muestran en el cuadro 3.2 (modelo 5) e indican evidencia de convergencia si se asume un nivel de significancia del 5%; asimismo, tanto la variable de concentración económica es estadísticamente significativa al 1% de significancia y la tasa de pobreza es estadísticamente significativa al 5% y ambas variables explicativas aceleran levemente la velocidad de convergencia. Por consiguiente, la mayor tasa de concentración económica departamental, actúa como un factor que condiciona el crecimiento de los departamentos del país y el signo negativo de la tasa de pobreza indica que cuanto mayor es la tasa de pobreza para todo el periodo de estudio, menor es el crecimiento esperado de la región condicionado al nivel de ingreso inicial, por último en este periodo las dummies regionales (costa y sierra) resultan ser estadísticamente no significativas.

En los resultados de los dos subperiodos que se presentan en el cuadro 3.2, se verifica la hipótesis de convergencia condicional en ambos subperiodos. En el primer subperiodo de 2001 a 2006 con un nivel de significancia del 10%, mientras en el periodo 2006 a 2011 con un nivel de significancia del 5%, resultando en ambos subperiodos el crecimiento de la concentración económica significativa para explicar el crecimiento de los departamentos del país (véase modelo 6, 7 y 8 en el cuadro 3.2). Mientras, que la tasa de pobreza solo exhibe significancia al nivel de 5% y con signo previsto (negativo) para el último subperiodo (modelos 7 y 8). Asimismo, las dummies regionales no resultan ser estadísticamente significativas en ambos subperiodos, con excepción de la dummie de sierra para el modelo 8.

Cuadro 3.2. Modelos de convergencia condicionados para el caso del Perú

Variables	*Modelo 5* TLPIBPC0111	*Modelo 6* TLPIBPC0106	*Modelo 7* TLPIBPC0611	*Modelo 8* TLPIBPC0611
Constante	0.037 (0,000)***	0.032 (0,000) ***	0.039 (0,000) ***	0.049 (0,000) ***
LPIBPC01	-0.095 (0,053) **	-0.005 (0,105)		
LPIBPC06			-0.128 (0,041) **	-0.161 (0,030) **
TIC0111	0.091 (0,000) ***			
TIC0106		0.194 (0,000) ***		
TIC0611			0.186 (0,002) ***	0.187 (0,000) ***
REGIÓN COSTA	0.002 (0.720)	0.002 (0.753)	0.001 (0,828)	0.001 (0.901)
REGIÓN SIERRA	0.008 (0.101)	0.008 (0.081)*	0.009 (0,192)	0.009 (0.041)**
TPOBR(0111,0106,0611) (Tasa de pobreza)	-0.009 (0.042)**	0.020 (0.681)	-0.145 (0,003) **	-0.184 (0.039)**
W (lag)				0.463 (0,041) **
Velocidad de Convergencia {-ln(1+β)/t}	0.001	0.002	0.034	0.041
R^2	0,644	0,562	0.792	0.798
Jarque-Bera (Normalidad)	0,344	0.171	0.321	
Breush-Pagan (Heterocedasticidad)	0,391	0.021	0.112	0,321****
Koenker-Bassett (Heterocedasticidad)	0,241	0.042	0.108	
White (Prueba de especificación)	0,202	0.223	0.263	
Estadísticos espaciales				
Moran's I (error)	0.170	0.148	0.036	
Lagrange Multiplier (lag)	0.822	0.774	0.083	
Robust LM (lag)	0,195	0,453	0.032	
Lagrange Multiplier (error)	0.408	0.350	0.358	
Robust LM (error)	0,128	0245	0.092	
Lagrange Multiplier (SARMA)	0.307	0.488	0.198	
Likelihood ratio test				0,0419**

*/**/*** Estadísticamente significativo al 10%, al 5% y al 1% respectivamente.
Valores de probabilidad o niveles de significancia en paréntesis en los modelos no espaciales y en los espaciales. {****Homogeneidad Espacial}

Fuente: Elaboración propia de los autores con datos del INEI-PERÚ

Para seleccionar el modelo espacial alternativo, se siguió el criterio propuesto por Florax y et al (2002) de interpretación de las pruebas de dependencia espacial. Para el caso de los tres periodos (2001-2011; 2001-2006 y 2006-2011), solo es claro que existe un modelo espacial autoregresivo (SAR Model) para el periodo 2006-2011, debido a que las pruebas normales del multiplicador de Lagrange rechazan la Ho de no autocorrelación espacial, y también la prueba {Robust LM (lag)} robusta la rechaza. Asimismo, como el coeficiente espacial del modelo autoregresivo espacial (modelo 8, cuadro 3.2) {W(lag) y Likelihood ratio test} ambos son altamente significativos al nivel del 5% de significancia, el mismo sugiere la presencia de fuertes efectos espaciales en el proceso de convergencia condicional. Por lo tanto, la significancia de estos parámetros espaciales puede ser indicativa de la presencia de externalidades tecnológicas, economías de aglomeración, etc.

Por lo tanto, como comentamos en el anterior párrafo, los resultados de las pruebas de dependencia espacial resultan significativos solo para el último subperiodo 2006-2011 y el modelo espacial adecuado es el modelo autoregresivo espacial (SAR) es significativo al nivel de significancia del 5%. Por lo tanto, para el periodo 2006-2011 se verifica convergencia económica, y la misma es significativa al nivel de 5% de significancia (modelos 7 y 8 en el cuadro 3.2), por lo tanto, para este último subperiodo se confirma la presencia de dependencia espacial a través de un modelo SAR y la misma es significativa al 5% de significancia tal como lo muestra la prueba de Likelihood ratio, en el cual se reafirma la relación existente entre crecimiento y concentración económica.

El Cuadro 3.2 nos muestra también los resultados de la velocidad de convergencia. Los resultados indican que existe convergencia condicional a nivel departamental en el Perú a para los periodos 2001-2011 y 2006-2011 y que la velocidad de convergencia es de 0.1% para el periodo 2001-2011 (modelo 5) y de 3.4% y 4.1% para el periodo 2006-2011(modelo 7 y 8).

Cabe recalcar también, que todos los modelos de convergencia condicional, pasan las pruebas de diagnóstico de normalidad (Jarque-Bera), heterocedasticidad (Breush-Pagan y Koenker-Bassett) y de correcta especificación (White), solo en el modelo 6, la convergencia condicional registrada a nivel departamental viene con un costo de heterogeneidad que no es observado cuando se estima los modelos 5, 7 y 8. En particular observe en el Cuadro 3.2 que las pruebas de heterocedasticidad fuertemente rechazan la hipótesis nula de varianza constante para el modelo 6 de convergencia condicional del periodo 2001 al 2006.

Por último, si bien los modelos espaciales autoregresivo (SAR Model) (modelo 8, cuadro 3.2) y de error espacial (SEM Model) (modelo 4, cuadro 3.1) ambos descritos en la ecuación 1 de la página 14 y 15 añaden un componente espacial, (Caballero Benigno, 2003) que está ausente en los estudios empíricos de convergencia tradicional (mínimos cuadrados, series temporales y modelos panel) esto también es a costa de imponer homogeneidad en los efectos espaciales. Es decir, los modelos asumen que la estimación del parámetro espacial es el mismo en todos los departamentos y que el error remanente en los modelos espaciales tiene un comportamiento aleatorio. Para evaluar si esto se cumple, el cuadro 3.1 y 3.2 muestran las pruebas de heterocedasticidad Breusch-Pagan espaciales ajustadas de heterocedasticidad en donde esencialmente se evalúa la hipótesis nula de homocedasticidad entre los departamentos. Las pruebas rechazan fuertemente la hipótesis nula y sugieren que existe una fuerte presencia de heterogeneidad espacial solo para el modelo de convergencia absoluta (modelo 4, cuadro 3.1) que no puede ser correctamente abordada con el modelo de error espacial (SEM Model). Sin embargo, si se encuentra homogeneidad espacial para el modelo de convergencia condicional espacial (SAR Model) (modelo 8, cuadro 3.2). Por lo tanto, la presencia de heterogeneidad espacial en la aplicación empírica de modelos de crecimiento es para algunos autores expresión de efectos de umbral (threshold externalities) en el crecimiento económico regional (véase Funke-Niebuhr, 2005), los cuales pueden producir equilibrio múltiple en la dinámica de crecimiento. En la literatura teórica de crecimiento está discusión puede encontrase en autores cómo Azariadis y Drazen (1990), Durlauf (1993), y Valdivia, M. (2007), entre otros.

Hasta ahora los resultados nos han indicado que si bien es muy probable que el modelo tradicional de convergencia puede estar mal especificado y que los efectos espaciales deben ser considerados en el modelo, por otro lado es también muy probable que estos efectos no sean homogéneos a lo largo del territorio peruano, por lo que sería incorrecto estimar un parámetro espacial único que atendiera a tales efectos regionales.

3.4. Determinación de grupos o clubes de convergencia y regiones de crecimiento económico

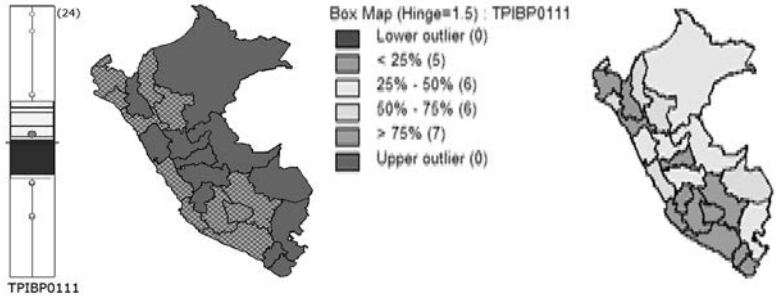
Se pretende determinar la existencia de departamentos con comportamientos (ingreso per cápita) distintos al de sus pares; es decir, si existen departamentos cuyo ingreso está por encima de las demás. Para conocer los valores atípicos se

elaborarán diagramas de caja y mapas de caja. Al mismo tiempo a través del uso de mapas de Box (Boxmap) es posible identificar agrupaciones de departamentos que comparten características similares. En los siguientes gráficos (Grafica 3.12, 3.13 y 3.14) se visualizará, en tonos de distintos colores, las provincias con mayores tasas de crecimiento del PIB per cápita (rojo) y las más bajas tasas de crecimiento (azul).

Para probar la existencia de núcleos de convergencia se trabajan Box Maps, los cuales permiten explorar visualmente la formación de grupos de departamentos del país de acuerdo con sus tasas de crecimiento[12]. En la gráfica 3.12 se muestran los resultados del periodo 2001-2011; los datos indican que el crecimiento más fuerte se da en el cuarto cuartil y ocurre en los departamentos de Arequipa, Apurimac, Ayacucho, Cusco, Ica, La Libertad y Piura (sombreado de color naranja oscuro), mientras los departamentos de Cajamarca, Huancavelica, Moquegua, Pasco y Tacna que pertenecen al primer cuartil, son los departamentos con más bajo crecimiento.

12 La técnica del Análisis Exploratorio de Datos Espaciales (ESDA), permite identificar la existencia de regímenes espaciales en los datos, en la literatura existen enfoques complementarios a éste como el planteado por Fisher y Stirböck (2005) en donde se aplican regresiones espaciales a cada régimen espacial o el uso de kernels estocásticos como lo hace Mora (2008).

Gráfica 3.12. Tasas de crecimiento 2001-2011 *

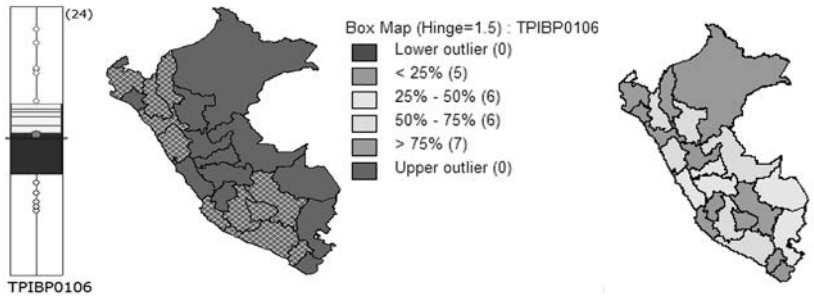


* El mapa muestra la distribución en cuartiles de la tasa de crecimiento del PIB per cápita. Los once departamentos sombreados de color verde con rayas amarillas corresponden a las tasas de crecimiento más altas, las cuales se Encuentran en el cuarto cuartil.

Fuente: Elaboración propia de los autores con datos del INEI-PERÚ

Si dividimos la dinámica de crecimiento en dos subperiodos, encontramos que el patrón de agrupamiento de los departamentos del Perú varía. En la gráfica 3.13, se observa que durante el periodo 2001-2006, los ritmos de crecimiento más bajos (azul y celeste claro) se encuentran concentrados principalmente en la sierra y selva peruana (Loreto, Tacna, Puno, Lambayeque, Huancavelica y Huanuco). En tanto los crecimientos más altos (naranja oscuro) se concentran en los departamentos de Moquegua, Piura, La Libertad, Ica, Cusco, Apurimac y Amazonas.

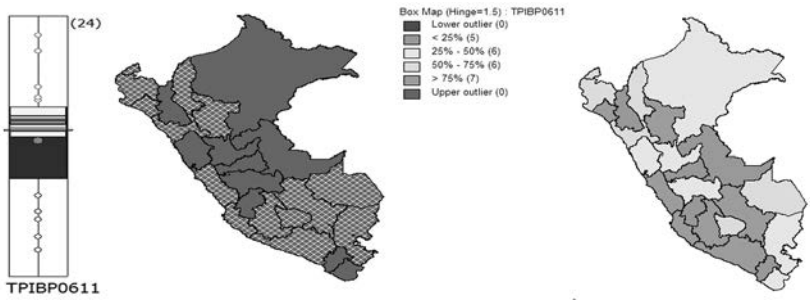
Gráfica 3.13. Tasas de crecimiento 2001-2006



Fuente: Elaboración propia de los autores con datos del INEI-PERÚ

En la gráfica 3.14 se muestra la dinámica del crecimiento de 2006 a 2011. Es significativo que los ritmos de crecimiento más elevados se desplazan hacia la parte sud oeste del país, (naranja oscuro en el mapa). Por lo tanto los crecimientos más altos se concentran en los departamentos de Arequipa, Ayacucho, Lima, San Martín, Ica y Lambayeque.

Gráfica 3.14. Tasas de crecimiento 2006-2011

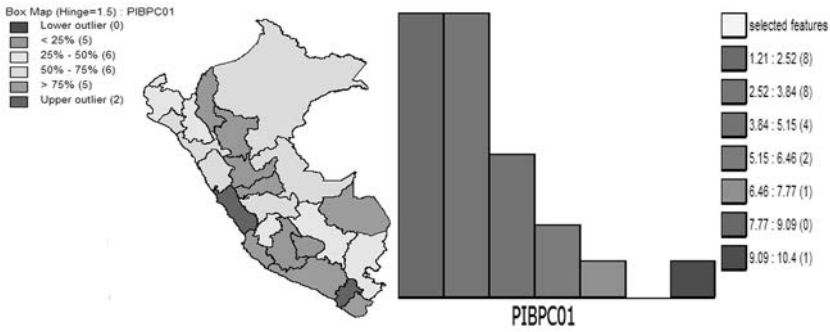


Fuente: Elaboración propia de los autores con datos del INEI-PERÚ

En las gráficas (3.12, 3.13 y 3.14) se destacan tres hechos: 1) tiene que ver con los departamentos que han crecido sostenidamente por encima de las demás, Ica, Lima, Arequipa, Apurimac y Moquegua para la primeros cinco años del nuevo siglo e incluso para todo el periodo de estudio en algunos casos (ejemplo: Ica), 2) los departamentos de Arequipa y Lima empiezan a crecer fuertemente a partir del 2006 relacionado seguramente por la actividad comercial e industrial, 3) el departamento de La Libertad y Cusco inició, siendo parte del grupo de departamentos con un buen crecimiento (2001-2006), saliendo de este grupo en el 2006 para adelante.

Si ahora, en lugar de atender a la dinámica del crecimiento, nos enfocamos en las diferencias departamentales de los niveles del PIB per cápita, los tres mapas siguientes muestran que los departamentos de ingresos altos siguen siendo, en general, los mismos en 2001 que en 2011, tendiendo a fortalecerse Lima, Moquegua, Arequipa, Tacna, Ica, Madre de Dios y Pasco y con niveles bajos de PIB percápita departamentos como: Ayacucho, Huanuco, Puno y Amazonas. Es decir, la heterogeneidad del ingreso entre departamentos ricos y pobres no muestra grandes cambios en el tiempo. Ya que los Box Maps tienden a confirmar lo señalado por los indicadores estáticos de Herfindahl e Hirschman y de Theil. Por lo cual, se puede concluir que si bien en la economía peruana operó un proceso de convergencia económica medianamente rápido para todo el periodo y significativo para los últimos cinco años de nuestro estudio, en términos reales, la desigualdad regional no logro ser atenuada de manera significativa.

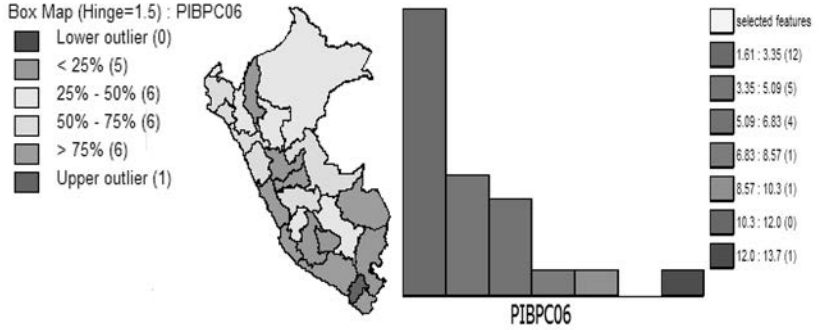
Gráfica 3.15 Diferencias departamentales en los PIB per cápita
PIB per cápita 2001



Con respecto a los histogramas, las columnas de las mismas nos muestran la situación de cada uno de los departamentos, ejemplo: la barra de color azul se refiere a ocho departamentos con PIBpc más bajo en 2001 (Amazonas, Apurimac, Ayacucho, Cajamarca, Cusco, Huanuco, Puno y San Martin) y contrariamente la barra de color guindo del histograma se refiere a Moquegua, como el departamento con el PIBpc más alto para es mismo año, seguido muy de cerca por Lima, Arequipa y Tacna.

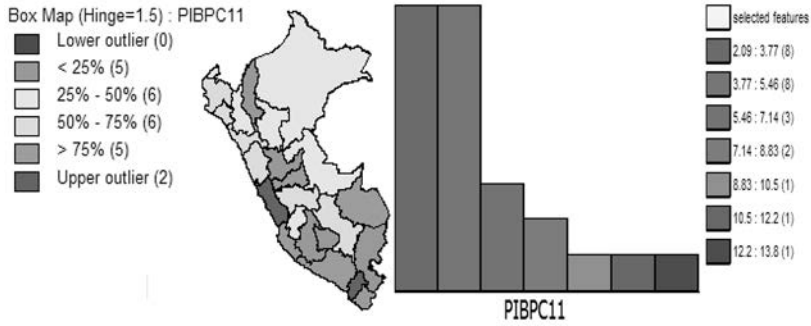
Fuente: Elaboración propia de los autores con datos del INEI-PERÚ

Gráfica 3.16. PIB per cápita 2006



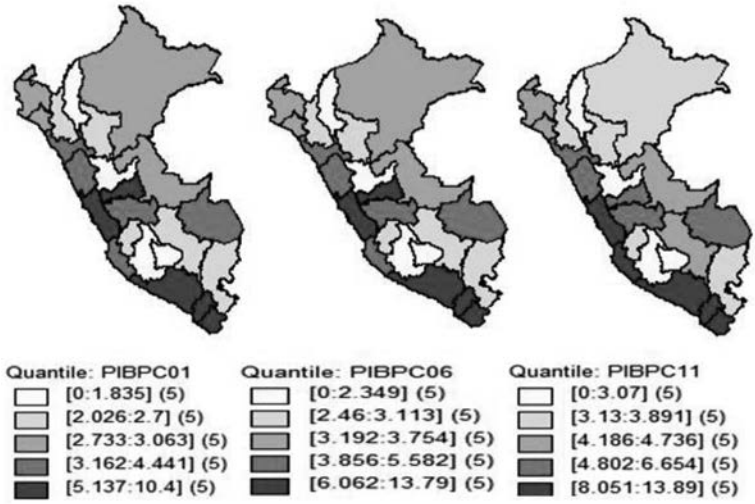
Fuente: Elaboración propia de los autores con datos del INEI-PERÚ

Gráfica 3.17. PIB per cápita 2011



Fuente: Elaboración propia de los autores con datos del INEI-PERÚ

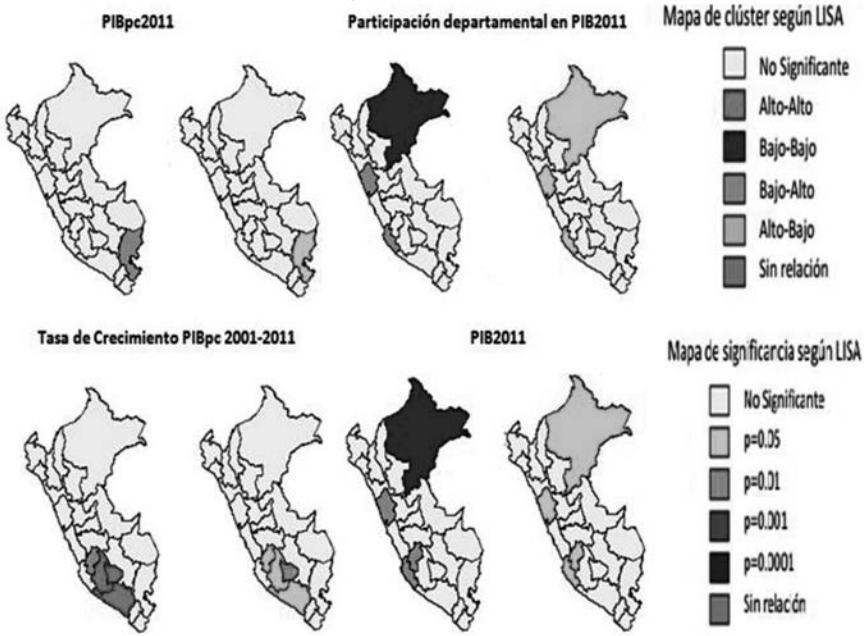
Gráfico 3.18. Grupos de Riqueza Relativo



Fuente: Elaboración propia de los autores con datos del INEI-PERÚ

Con la finalidad de tratar y observar la convergencia del PIBpc de acuerdo a grupos de riqueza relativa y considerando que en el proceso de convergencia no participan por igual todas los departamentos, se agrupa a los veinte cuatro departamentos del Perú, de acuerdo a su nivel de PIBpc de la siguiente manera: hasta el segundo quintil los departamentos son considerados con PIBpc bajo (niveles de naranja claro), los que están comprendidos dentro del intervalo del tercer quintil son considerados con un PIBpc medio (color naranja medianamente claro), y los que están entre el cuarto y quinto quintil con PIBpc alto (niveles de color naranja oscuro). A modo de ejemplo en el presente gráfico, se observan los mapas por quintiles del PIBpc departamental, para los años 2001, 2006 y 2011.

Gráfica 3.19. Análisis LISA, autocorrelación espacial local



Fuente: Elaboración propia de los autores con datos del INEI-PERÚ

Los indicadores locales de asociación espacial del análisis LISA, nos va a permitir una más estricta identificación de los *clusters* en su dimensión espacio-temporal, (Mendoza, M., 2006) y su respectiva significancia. Por ejemplo, con respecto a la gráfica 3.18 (izquierda, arriba) del PIBpc 2011, nos afirma que Puno es el departamento con el PIBpc más bajo, rodeado de departamentos de PIBpc altos y este resultado es significativo al 5% de significancia, asimismo con respecto al PIB2011 la gráfica 3.18 nos afirma 2 cosas, primero que el departamento de Loreto tiene un PIB2011 bajo y a su vez está rodeado de departamentos cuyo PIB2011 es también bajo (ahí ya se forma un *cluster* a manera de ejemplo) y segundo que los departamentos de: Ancash, Huancavelica e Ica son departamentos que tienen un PIB2011 bajo y esta rodeados de departamentos cuyo PIB2011 es alto (Lima, Arequipa) y este resultado es significativo al nivel del 5% y 1% de significancia[13].

13 Los scripts de MATLAB usados para resolver el modelo SAR son de James P. LeSage que se encuentran en http://www.spatial-econometrics.com/. Alternativamente, también pueden estimarse estos modelos espaciales en Geoda-space y Statespace.

4. Hallazgos con distintas metodologías sobre la convergencia departamental en el Perú

Los resultados se muestran en la siguiente tabla:

Cuadro 4.1. Resultados de Distintas Pruebas

TIPO DE INDICADOR	INDICADOR	CONVERGENCIA	SIGNIFICANCIA
ESTÁTICO	**Gamma**	SI	
	Alpha	SI	
	Theil	NO	
	Herfindahl-Hirschman	NO	
	Coeficiente Variación Ponderado	SI	
DINAMICO	**Beta**	NO	
	Sigma	SI	Leve y/o suave (a nivel nacional) y medianamente significativo para la región de la selva
Convergencia condicional		(2001-2011) y (2006-2011	Al 5% de significancia o 95% de confianza

Fuente: Elaboración propia de los autores

En general se puede afirmar que las medidas estáticas (con excepción del índice de Herfindahl e Hirschman y de Theil) nos afirman que los departamentos del Perú, habrían disminuido su brecha de desigualdad en distinto grado, especialmente en los últimos años de este nuevo siglo, a su vez las medidas dinámicas corroboran los hallazgos de las medidas estáticas, y también sugieren que existe convergencia medianamente significativa durante el periodo en estudio. Ahora tomando en cuenta el concepto de convergencia condicional, se halla de manera robusta para el periodo 2001 al 2011 y 2006 al 2011, un proceso de convergencia condicional, que la misma es probada y aceptada, por los modelos econométricos espaciales (cuadro 3.2, modelos 5, 7 y 8), así como también por los índices estáticos de gamma, alfa y coeficiente de variación ponderado en las gráficas 2.1 y 2.3 respectivamente.

5. Una propuesta inclusiva de crecimiento y desarrollo económico para la región

Perú se caracteriza por ser un país heterogéneo en su geografía, se tiene una costa larga, sierra hacia el sur del país y selva, con diferentes niveles de desarrollo regional y condiciones culturales y sociales diversas. Así mismo, presenta brechas en el desarrollo de sus territorios, las cuales son un reflejo, entre otros aspectos, de las trampas de la pobreza, de la complejidad de las relaciones territoriales y de condicionamientos históricos estructurales. En este sentido, uno de los mayores desafíos para alcanzar la prosperidad, es lograr niveles de crecimiento y desarrollo socioeconómico, sostenible y convergente, reconociendo y aprovechando las diferentes capacidades económicas, sociales, institucionales e iniciativas de desarrollo regional.

5.1 Propuestas de corto y mediano plazo

- Promover procesos de formulación de visiones de desarrollo de largo plazo, tanto departamentales como municipales.
- Orientar los presupuestos de inversión anual, focalizando el gasto público en las regiones de menores condiciones para elevar la calidad de vida de la población y movilizar sus capacidades de desarrollo.
- Incorporar de manera integral, la atención y prevención del riesgo por efecto de fenómenos naturales en la planificación y gestión del desarrollo territorial.

5.2. Propuestas de largo plazo

En el largo plazo, se espera que las políticas regionales se conviertan en una práctica permanente de la planificación y de formulación de los

presupuestos públicos en el país, que permitan:

- Ampliar la conectividad y comunicación local y regional para reducir las distancias económicas y sociales y mejorar la movilidad intra e interregional.
- Impulsar estrategias de desarrollo regional que conduzcan a acelerar la convergencia departamental en la calidad de vida de la población y en las condiciones de desarrollo local y regional.

6. Conclusiones

Este trabajo ha intentado caracterizar el proceso de convergencia de los departamentos del Perú, utilizando para ello medidas estáticas y dinámicas de convergencia, así como modelos econométricos con efectos espaciales.

Por un lado, los modelos econométricos espaciales, apoyan los resultados de las medidas estáticas de convergencia y llegan a la conclusión de que existe un proceso de convergencia condicional de manera clara, para todo el periodo de estudio 2001-2011 y para el segundo subperiodo 2006-2011 (cuadro 3.2, modelos 5, 7 y 8) y también la presencia de dependencia espacial a través de un modelo espacial autoregresivo (Modelo SAR), por lo mismo, se confirma la presencia de un proceso de asociación espacial, en el cual se reafirma la relación existente entre crecimiento, concentración económica y la tasa de pobreza para el periodo. Al mismo tiempo, las medidas estáticas (con excepción del índice de Herfindahl e Hirschman y el Índice de Theil) nos afirman que los departamentos del Perú, habrían disminuido su brecha de desigualdad en distinto grado, a su vez las medidas dinámicas (sigma convergencia) corroboran los hallazgos de las medidas estáticas. Por lo tanto, este resultado de convergencia condicional, en especial para el último subperiodo 2006-2011, estaría explicado por la aplicación de programas sociales, por el efecto de las externalidades positivas que se generan de una mayor inversión interna y externa en el Perú, por el buen desempeño macroeconómico que realiza el Banco Central de la Reserva del Perú fundamentalmente a través de la estabilidad de precios que permite que el Perú sea una de las economías con mayor estabilidad de precios de la región y por un buen desempeño en el crecimiento económico en toda la región latinoamericana y por último, por la inserción y aplicación de políticas redistributivas en los últimos años.

Por ultimo a lo que respecta a la hipótesis de la existencia de efectos espaciales en la desigualdad departamental y en los núcleos de convergencia, se constata la existencia de efectos espaciales, tanto considerando los efectos de vecindad como la concentración económica espacial.

Bibliografía

Aroca, P., y Bosch, M. (2000). Crecimiento, convergencia y espacio en las regiones chilenas: 1960-1998. *Estudios de Economía*.

Agüero, Jorge (2000). *Diferencias regionales de ingresos en el Perú*. SEPIA. Consulta: agosto 2011. <http://www.sepia.org.pe/_data/archivos/20080903025242_JORGE_AGUERO_Diferencias_regionales_de_ingreso_en_el_peru.pdf>

Azzoni, C. (1995). *Desigualdades regionales en el Brasil de las desigualdades: reflexiones a partir de las nuevas evidencias*.

Anselin, L., y Bera, A. (1998): «Spatial dependence in linear regression models with an introduction to spatial econometrics», en Giles, D., y Ullah, A. (eds.), *Handbook of applied economic statistics*, Marcel Dekker.

Anselin, L., y Florax, J. (1995): «New directions in spatial econometrics: Introduction», en Anselin, L., y Florax, J. (eds.), *New directions in spatial econometrics*, Springer.

Amador, F. (2008). "Desarrollo regional en Colombia: Un análisis desde las estructuras productivas y las disparidades económicas Departamentales 1990 - 2005". *Tesis para optar por el Grado de Magíster en Gestión y Políticas Públicas.* Universidad de Chile.

Asuad, S. N. E.; Quintana, R. L., y Ramírez, H. R. (2007): «Desarrollo y políticas regionales en México: retos y perspectivas 2006-2020», pp. 231-263, en el libro *Políticas de desarrollo regional, agenda para el desarrollo*, vol. 13, coordinado por José Luis Calva Editores: H. Cámara de Diputados, LX Legislatura y UNAM, Editorial Miguel Ángel Porrúa, 2007.

Asuad, S. N. E. y Quintana, R. L (2010): «Crecimiento económico, convergencia y concentración económica espacial en las entidades federativas de México 1970-2008» pp. 83-106, Investigaciones Regionales Nro 18, Asociación Española de Ciencia Regional.

Barro, R., y Sala-i-Martin, X. (1990): «Economic Growth and Convergence across the United States», *NBER Working Paper*, 3419.

— (1991): «Convergence across States and Regions», *Brooking Papers on Economic Activity*, 1: 107-182.

— (1992): «Convergence», *Journal of Political Economy*, 100: 407-443.

— (2004): *Economic Growth,* MIT Press, Cambridge, Massachusetts; London, England.

BCRP – Banco Central de Reserva del Perú (varios años). *Memorias anuales.* Lima: BCRP

Caballero, Benigno (2003): Manual de Econometría, Universidad Técnica de Oruro.

Carreño, A., y Portilla, M. (2011). "Convergencia departamental, desarrollo humano e inclusión en Colombia", Trabajo de investigación, Universidad Católica de Colombia.

Cuadrado, J. R., & García, B. (1995). "Las diferencias interregionales en España, evolución y perspectivas". La Economía Española en un Escenario Abierto.

Chirinos, Raymundo (2008). "¿Convergen las regiones en el Perú? Evidencia Empírica para el Periodo 1994-2007". Departamento de indicadores de la actividad económica, Banco Central de la Reserva del Perú.

Durlauf, Steven N. (1993), "Nonergodic economic growth", Review of Economic Studies, 60:349-366.

Durlauf, Steven N. (1995), "Multiple Regimes and Cross-Country Growth Behavior", Journal of Applied Econometrics, 10(4):365-384.

Esquivel, Gerardo (1999): «Convergencia regional en México, 1940-1995», *Trimestre Económico*, 66: 725-761.

Florax, Raymond J.G.M, Hendrik Folmer and Sergio J. Rey. (2002)."Specification Searches in Spatial Econometrics: The Relevance of Hendry's Methodology." Urban/Regional 0202001, Economics Working Paper Archive at WUSTL.

Funke, Michael y Amekatrin Niebuhr (2005), "Threshold effects and regional economics growth: evidence from West Germany", Economic Modelling 22:61-80.

Gonzales de Olarte, Efraín & Jorge Trelles (2004). *Divergencia y convergencia regional en el Perú: 1978-1992.* Lima. http://www.pucp.edu.pe/economica/pdf/DDD231.pdf Consulta: julio 2011.

Mendoza, M. A. (2006): «Capital Humano y Crecimiento Regional», *mimeo,* Facultad de Economía, UNAM.

Morandé, F., Soto, R., y Pincheira, P. (1996). Achilles, the tortoise, and Regional Growth in Chile. *Análisis Empírico del Crecimiento en Chile*.

Sala-i-Martin, X. (1994): *Apuntes de crecimiento económico*, Antoni Bosch, Barcelona.

Terrasi, M. (2002): «National and Spatial Factors in EU Regional Convergence», en Cuadrado Roura, J. R., y Parellada, M., *Regional Convergence in the European Union*, Springer- Verlag, Berlin.

Valdivia, Marcos (2007): «Heterogeneidad Espacial, Convergencia y Crecimiento Regional en México», Facultad de Economía, UNAM.