

**ANÁLISIS DE CONVERGENCIA ENTRE LAS TASAS DE DESEMPLEO  
DE LAS SIETE PRINCIPALES ÁREAS METROPOLITANAS Y LA DE  
COLOMBIA, PERIODO 1985-2005\*.**

*ADITH ANILLO MONTES\*\*  
JAIRO ZAMORA GAVIRIA\*\*\**

**RESUMEN**

*La adopción de medidas tendientes a regular la actividad económica y laboral así como la mayor movilidad de factores económicos producto de más y mejores medios de transporte y comunicación, han generado un proceso de reducción gradual en las disparidades del mercado laboral entre las regiones colombianas reflejado en la disminución de las tasas de desempleo de las áreas metropolitanas en la última década. Este fenómeno generalizado nos permite plantear la hipótesis de un proceso de convergencia que conduzca hacia un estado estacionario en el que todas las tasas de desempleo presenten un crecimiento similar. En atención a lo anterior, este artículo realiza un estudio de convergencia aplicado al tema del desempleo colombiano, en el cual se emplean medidas de convergencia como la convergencia tipo  $\beta$  y tipo  $a$  complementado con un estudio de cointegración utilizando el método de Johansen, con el fin de comprobar si tal fenómeno persiste en el largo plazo.*

**Palabras claves:** *Desempleo, convergencia, macroeconomía, mercado laboral, tasa de desempleo, convergencia tipo  $\beta$ , convergencia tipo  $a$  y método de cointegración de Johansen*

**Clasificación JEL:** *J60, J64*

---

\* Síntesis del trabajo de grado para optar por el título de Economistas de la Universidad de Cartagena. Calificada como Tesis Meritoria.

\*\* Economista de la Universidad de Cartagena. Consultor, Corporación Volver a la Gente. Correo electrónico: anillomont83@hotmail.com.

\*\*\* Economista de la Universidad de Cartagena. Auditor, Compañía Hotelera Andes Plaza. Correo electrónico: jzg\_2000@hotmail.com.

## **ABSTRACT.**

*Taking measures which tend to regulate labor and economic activities as well as the greater mobility of economic factors resulting of better means of transportation and communication have generated a gradual reduction process within the disparities of labor market among Colombian regions reflected in lower unemployment rates in metropolitan areas during the last decade. This generalized phenomenon allows us to suggest a hypothesis of a convergence process leading toward a steady state where all the unemployment rates show a similar growth. Concerning this previous statement, this article makes a convergence study applied to the Colombian unemployment issue, where convergence measures are used, as  $\beta$ -convergence and  $\alpha$ -convergence, supplemented by a Co-integration study using the Johansen's method, with the aim of checking if such phenomenon persists in the long run.*

**Key Words:** *Unemployment, convergence, macroeconomics, labor market, unemployment rate,  $\beta$ -convergence,  $\alpha$ -convergence, Johansen's Co-integration method*

**JEL Classification:** *J60, J64*

## INTRODUCCIÓN

Las disparidades presentes en las regiones colombianas de índole tanto económica como política, cultural, social, etc., determinan en gran medida la disposición de aspectos claves para el desarrollo económico regional, como es el caso del mercado laboral. Éste es aquel que enfrenta y pone de acuerdo los oferentes y demandantes, por medio del salario y del total de horas trabajadas.

Su evolución y comportamiento se registra a través de índices como la tasa de desempleo, de ocupación, de subempleo entre otras medidas<sup>1</sup>, considerándose éstas como algunas de las variables macroeconómicas más sensibles a las críticas dirigidas a las políticas adoptadas con el fin de regular la actividad económica de un país o una región. En este sentido, es indispensable conocer la dinámica presente en cada una de las regiones a las que estarán dirigidas las políticas, debido a que las diferencias en las características de los mercados laborales tales como su flexibilidad, tamaño, grado de integración y rigideces juegan un papel importante, en la medida que potencian, reducen o neutralizan los efectos que estas políticas tienen sobre la economía.

Durante el último decenio el mercado de trabajo colombiano ha sido objeto de análisis desde los puntos de vista micro y macroeconómico. En los estudios que se han desarrollado desde un ángulo macroeconómico se realizan, de manera usual pero no exclusiva, estimaciones de la tasa natural de desempleo con diferentes metodologías, sus componentes, determinantes, su evolución y etapas<sup>2</sup>. Es por esto que este documento titulado “Análisis de convergencia de las tasas de desempleo de las siete principales áreas metropolitanas Colombianas durante el periodo 1985-2005”, comprende una nueva forma de estudiar la dinámicas del desempleo vista a través del comportamiento comparativo entre tasas de desempleo de las áreas metropolitanas.

Para realizar este análisis se aplicará al desempleo dos medidas propias del tema del crecimiento, las convergencias tipo  $\beta$  (beta) y tipo  $\sigma$  (sigma)<sup>3</sup>, las

---

<sup>1</sup> Como la PET (Población en edad de trabajar), compuesta por la PEA (población económicamente activa) y la PEI (población económicamente inactiva).

<sup>2</sup> Arango T. Luís Eduardo. y Posada P. Carlos Esteban. “EL DESEMPLEO EN COLOMBIA” serie borradores Banco de la República

<sup>3</sup> Término creado por sus pioneros Xavier Sala I Martín y Robert Barro

cuales de forma respectiva nos permiten medir la velocidad con la que las tasas de desempleo se acercan entre si y si las dispersiones presentes entre estas tasas se reducen.

## MARCO TEORICO<sup>4</sup>

### La $\beta$ -convergencia y su aplicación al desempleo.

El concepto de  $\beta$ -convergencia, originario de la teoría del crecimiento<sup>5</sup>, nace como un instrumento para estimar el acercamiento o aproximación de las economías en términos de las tasas de crecimiento del PIB o de la renta<sup>6</sup>. El concepto de  $\beta$ -convergencia supone que la tasa de crecimiento es una función negativa del nivel de renta del periodo anterior. Esto supone que los países más pobres, es decir, con un nivel inicial de renta menor, deben crecer a un ritmo superior para alcanzar a los países ricos o al menos a la media del conjunto, produciéndose un proceso de acercamiento o *catching up*. Si adaptamos la expresión matemática sobre la convergencia en términos de renta establecida por Xavier Sala-i-Martin (1994) al tema del desempleo el resultado sería el siguiente:

$$\log (u_{i,t}) = a - (1+\beta) \log (u_{i,t-1}) + U_{i,t} \quad (1)$$

Esta ecuación mide la diferencia entre las tasas de crecimiento del desempleo en relación con el nivel desempleo inicial; el término  $U_{i,t}$  es la perturbación con una distribución  $(0; \sigma^2)$  independiente del tiempo e idénticamente distribuida, el coeficiente  $\beta$  es una constante positiva entre cero y uno que indica la intensidad de la convergencia. La ecuación puede simplificarse y escribirse del siguiente modo:

$$\log (u_{i,t}) = a - (1+\beta) \log (u_{i,t-1}) + \varepsilon_{i,t} \quad (2)$$

En este caso, si existe convergencia en la evolución de los niveles de desempleo el coeficiente  $\beta$  debería ser mayor que cero. La convergencia entre las tasas de desempleo implica que el incremento en esta tasa, tiene una relación negativa con la tasa de desempleo al inicio del periodo. De modo

---

<sup>4</sup> Tomado principalmente del artículo de Raquel Llorente "Convergencia entre las tasas de desempleo europeas"

<sup>5</sup> Para comprender completamente los fundamentos de la teoría del crecimiento debe consultarse el trabajo desarrollado por Solow (1956).

<sup>6</sup> Barro, R., 1997

que países con una mayor tasa de desempleo al inicio del periodo considerado, deberían reducir su tasa de desempleo más rápidamente que países con una inicialmente menor, desencadenando, de este modo, un proceso de convergencia (*catching up*) o acercamiento entre las tasas de desempleo a largo plazo. De forma implícita se presupone que los países convergen hacia tasas de desempleo reducidas. La convergencia o *catching up* supone la reducción de las tasas de desempleo y, por tanto, una aproximación a la baja. A largo plazo la economía alcanza un estado estacionario donde el mercado de trabajo permanece en equilibrio y solo existe un cierto nivel de desempleo friccional, de carácter inevitable, debido principalmente al cambio de puesto de trabajo. De forma paralela, si el mercado de trabajo no alcanza el equilibrio a largo plazo se puede establecer que existen problemas estructurales que impiden el ajuste entre la oferta y la demanda laboral.

### La $\sigma$ -convergencia y su aplicación al desempleo.

El segundo modo de enfocar el estudio de la convergencia es a través de la  $\sigma$ -convergencia. La  $\sigma$ -convergencia estudia las variaciones en la dispersión de las tasas de desempleo en un grupo de países y establece que existe convergencia cuando dicha dispersión se reduce en el tiempo. En el terreno empírico la  $\sigma$ -convergencia se estudia a través del análisis de la varianza muestral del logaritmo de la renta<sup>7</sup>. En el caso del desempleo sería igual:

$$\sigma^2_t = (1/N) \sum [ \log ( u_{it} ) - \mu_t ]^2 \quad (3)$$

En la ecuación anterior se representa el cálculo de la varianza sesgada de una distribución, siendo el término  $\mu_t$  la media muestral del logaritmo de la tasa de desempleo<sup>8</sup>. La  $\beta$ -convergencia y la  $\sigma$ -convergencia mantienen una relación común. La existencia de  $\beta$ -convergencia es una condición necesaria pero no suficiente para la existencia de  $\sigma$ -convergencia. Por último se establece que la tasa de desempleo es una medida que se encuentra acotada entre 0 y 100. Aunque resulten claramente improbable, los casos extremos de su variación se corresponden con situaciones donde toda la población activa se encuentra ocupada (en cuyo caso la tasa de desempleo sería 0) o donde toda la población activa se encuentra desempleada (en cuyo caso la

<sup>7</sup> Sala-i Martin, X., 1994.

<sup>8</sup> Al realizar la medición respecto a la media se consigue una medida relativa sobre el acercamiento entre las tasas de desempleo. No obstante, aunque matemáticamente sea igual, subjetivamente puede que no se considere igual alcanzar una cierta convergencia entre tasas de desempleo muy elevadas que entre tasas de desempleo más reducidas.

tasa de desempleo sería 100). En el caso de que la tasa de desempleo fuera cero, no se puede calcular su logaritmo y por consiguiente no se puede conocer cuál es la sigma convergencia. La  $\sigma$ -convergencia no es una medida adecuada en aquellos casos donde algún elemento del análisis presente valores iguales a cero. No obstante, dado que el anterior caso resulta claramente improbable, generalmente se podrá calcular la dispersión existente entre las tasas de desempleo, y con ello, determinar si existe convergencia.

### **La convergencia absoluta y la convergencia condicional.**

Durante los ochenta, se desarrolló una serie de estudios en torno a la estimación de la convergencia en materia del crecimiento de la renta y del PIB que demostraban de forma empírica que la convergencia en sentido  $\sigma$  y  $\beta$  no se producían en la realidad económica o que sólo se producían en raras ocasiones bajo desarrollos teóricos complejos. ¿Suponía esto que no se producía una cierta convergencia entre los países?.

No, todo lo contrario. A principios de los noventa se inició una contrarrevolución teórica. Varios autores entre ellos Sala-i-Martin (1990), Barro y Sala-i-Martin (1990, 1991 y 1992) y Mankiw, Romer y Weil (1992), negaron el concepto de convergencia utilizado hasta el momento, definido como convergencia absoluta y propusieron una nueva forma de medirla a través de un nuevo concepto conocido como convergencia condicional o relativa<sup>9</sup>.

En la convergencia en términos absolutos no se plantea el tipo de países o economías sobre las cuáles se analiza la convergencia. Sin embargo, para que se produzca una cierta convergencia es condición necesaria que los países analizados compartan un mismo estado estacionario. De no ser así, se estaría estimando una convergencia entre países con diferentes horizontes a largo plazo, siendo obvio en este caso, la inexistencia de convergencia. Por tanto, aunque la convergencia absoluta supone la utilización del modelo neoclásico de crecimiento, éste debe ser aplicado sobre economías con un mismo estado estacionario. La convergencia condicional afirma que sí es posible estudiar la convergencia o sincronía entre diferentes economías o países, siempre y cuando éstas compartan un mismo estado estacionario. Se introduce un condicionamiento al estudio de la convergencia, de ahí el calificativo de condicional. Desde la teoría económica, existen formas de con-

---

<sup>9</sup> Entre las definiciones de convergencia destacan las ofrecidas por Quah (1993) y Barro y Sala-i-Martin (1992).

dicionar los datos para el estudio de la convergencia condicional. Una de ellas consiste en realizar el análisis de la convergencia entre economías parecidas o similares. Se seleccionan *a priori* aquellos países que pueden contar con un estado estacionario similar. Esta idea desarrollada por Baumol<sup>10</sup> se conoce como “**clubs de convergencia**”.

En esta investigación, el argumento anterior es un supuesto de partida; las regiones colombianas guardan algunas similitudes entre sí. En las áreas metropolitanas colombianas, sería posible entonces estudiar la existencia de la convergencia condicional, dado que todas, supuestamente convergen a un mismo estado estacionario, debido a que, entre otras razones, comparten la misma legislación en materia laboral y productiva, y poseen una libre circulación de los factores productivos. Si al estudio de la convergencia en el desempleo aplicamos los desarrollos de Sala-I-Martin (1994), podemos obtener la siguiente ecuación:

$$Y_i(t_0; t_0+T) = a - [1 - e^{-\beta T} / T] \log(U_i(t_0; t_0+T)) + \varepsilon_i(t_0; t_0+T) \quad (4)$$

En esta ecuación la tasa de crecimiento de la tasa de desempleo  $Y_i(t_0; t_0+T)$  depende de la tasa inicial de desempleo medida en logaritmos  $\log(U_i(t_0; t_0+T))$ . Se trata de medir el concepto clásico de  $\beta$ -convergencia a través de una relación no lineal. En la ecuación anterior,  $\beta$  es la velocidad de convergencia de la economía al estado estacionario. El coeficiente de la tasa de desempleo en el origen es una función decreciente de la duración de periodo estimado, pero  $\beta$  es independiente del periodo de estimación o del tiempo (T) lo cual resulta muy útil para la estimación a nivel empírico.

Hoy en día, el concepto de convergencia condicional en términos del crecimiento de la renta es objeto de duras críticas. Las más severas han venido de la mano de la conocida como *falacia de Galton* (Quah, D., 1993). La convergencia se mide como la aproximación entre una serie de economías a lo largo del tiempo, por tanto, se realiza una comparación respecto a una media dinámica. El punto de comparación cambia a lo largo del tiempo, lo que puede dar lugar a una falacia estadística. La convergencia debe venir de la mano de una aproximación real y no de un falso ajuste alrededor de la media a lo largo del tiempo. Esto obliga a realizar contrastes de robustez sobre las series que en numerosos casos no son superados. Por otra parte, para estudiar la convergencia también es necesario realizar contrastes sobre la existencia de cambios estructurales. La convergencia debe ser analizada a

---

<sup>10</sup> Baumol, W.J., *et al* 1989 y Baumol, W.J., *et al* 1994.

largo plazo donde los cambios recientes en la estructura económica no tengan efectos.

Friedman, M. (1992) también ha criticado duramente el término de  $\beta$ -convergencia a través de la elección del periodo de referencia. La elección del año de inicio, así como el año de finalización del periodo estudiado, pueden conducir a la existencia de convergencia debido a una cuestión estadística. Tanto el año de partida como el de finalización deben pertenecer a periodos de estabilidad económica. Si, por ejemplo, el año de inicio pertenece a un periodo de crisis y el de finalización a una etapa de intenso crecimiento es posible que obtengamos resultados positivos en torno a la existencia de convergencia aunque de forma inadecuada.

En esta investigación, la convergencia se analizará para el periodo muestral comprendido entre los años 1985-2005, años que se caracterizan por la ausencia de crisis o elevados índices de creación de empleos. Por tanto, el estudio de la convergencia en dicho periodo no debe verse influenciado por la elección del ámbito temporal. No obstante, esta crítica puede solventarse siempre y cuando conjuntamente al cálculo de la  $\beta$ -convergencia se ofrezca una estimación de la  $\sigma$ -convergencia, de modo que se puede observar si existe una reducción real de la varianza a lo largo del tiempo y no sólo por la comparación de dos momentos del tiempo. Por último, Friedman también critica la agrupación de países conocida como *clubs de convergencia*, dado que la inclusión o no de ciertos elementos influyen en la existencia o no de convergencia y puede conllevar una cierta subjetividad. Tal como se ha establecido desde el principio, el criterio de decisión para seleccionar las áreas metropolitanas ha sido que todas pertenecen a un mismo país (Colombia), lo que no nos conduce a ningún tipo de subjetividad, pero aunque todas las ciudades analizadas en esta investigación son integrantes de un mismo país, con características similares referentes al marco legal que las rige (legislación comercial, tributaria, laboral, ambiental, etc.), también poseen características claves presentes en cada uno de sus mercados laborales, que influye de un modo u otro en los posibles procesos de convergencia, como pueden ser; variables del lado de la oferta laboral, así como del lado de la demanda.

## DATOS Y RESULTADOS

Para dar inicio al análisis de convergencia de las tasas de desempleo de las



siete principales áreas metropolitanas de Colombia<sup>11</sup>, fue necesario contar con una serie de datos homogénea, que permitiese la comparación de los datos en cualquier momento dentro del periodo comprendido entre 1985 y 2005; debido a un cambio en metodología de la medición de los indicadores del mercado laboral que mantenía el DANE, el conjunto de preguntas del modulo de fuerza de trabajo, de la Encuesta Nacional de Hogares, fue modificado de acuerdo con las recomendaciones de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), lo que ocasionó variaciones en las definiciones de las poblaciones de ocupados, desocupados, económicamente activos y económicamente inactivos; y esto a su vez, ocasionó variaciones en los niveles de medición de sus respectivos indicadores.

Estos cambios condujeron a un rompimiento significativo de las series temporales de los indicadores del mercado laboral a partir del año 2000.

Los cambios más importantes en lo que respecta a la gama de los indicadores laborales, se presentaron en las definiciones de Trabajador Familia Sin Remuneración (TFSR), categoría laboral que actualmente considera como tal a aquella persona que trabaje por una hora o mas a la semana en un negocio familiar sin remuneración. En la anterior metodología de recolección de datos la ENH, se precisaba de esta forma a las personas que lo hicieran por más de 15 horas semanales, de tal forma que aumentó el número de ocupados y disminuye el de desocupados. El segundo cambio en las definiciones, disminuye tanto el Desempleo Abierto como al Desempleo Oculto, reduciendo por consiguiente la población desempleada y aumentando la PEI.

Debido a que las series de indicadores del mercado laboral no son homogéneas, se requiere realizar la unificación de las mismas. Por consiguiente, este trabajo investigativo basó su análisis de homogenización de datos a partir de la metodología aplicada por Francisco Javier Lasso<sup>12</sup>, que consiste en la aplicación de dos modelos jerárquicos de distribución binomial de probabilidad.

El primero consiste en un modelo jerárquico de probabilidad PROBIT con distribución logística, el cual permitió estimar, a partir de la ECH, la probabilidad de que una persona sea Trabajador Familiar Sin Remuneración con

---

<sup>11</sup> Según criterio del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE).

<sup>12</sup> Documento 213 "¿Mas o Menos Empleados?", publicado por el Departamento nacional de Plantación en Archivos de Economía. Noviembre 2003.

menos de quince horas trabajadas (éxito), entre la población desocupada mas la PEI definida por la antigua metodología de la ENH.

Para corregir el nivel de desocupados y por ende el nivel de PEI de las ENH, se diseñó el segundo modelo a escala de probabilidad PROBIT con distribución logística. Este permitió estimar la probabilidad de que un des-  
 empleado pase a ser de la PEI por las nuevas definiciones incluidas en la ECH (éxito), entre la población desempleada definida por la antigua metodología de la ENH.

La forma funcional de los modelos PROBIT con distribución logística quedan de la siguiente forma:

- a) Modelo TFSR con menos de 15 horas trabajadas a la semana que pasa a ser ocupados:

$$P(\text{TFSR}) = \text{Exp}(\text{VE}) / (1 + \text{Exp}(\text{VE})) \quad (5)$$

- b) Modelo de desocupados (DESO) para reclasificar como PEI:

$$P(\text{DESO}) = \text{Exp}(\text{VE}) / (1 - \text{Exp}(\text{VE})) \quad (6)$$

Donde los VE están definidos como:

Para el modelo trimestral, el valor de VE se estima como:

$$VE = a0 + \sum_{i=1}^3 \beta_i * T_i + \sum_{i=1} \delta_i * P_i + \sum_{i=1} \lambda_i * \sum_{i=1} \theta_i + \sum_{i=1} \gamma_i * H_i + \varepsilon$$

Para el modelo mensual, el valor de VE se estima como:

$$VE = a0 + \sum_{i=1} \delta_i * P_i + \sum_{i=1} \lambda_i * \sum_{i=1} \theta_i + \sum_{i=1} \gamma_i * H_i + \varepsilon$$

Donde: *a*: es el intercepto

$\beta_i$ : son los parámetros para las variables dummies del mes

$\delta_i$ : son los parámetros para las variables a nivel personal

$\lambda_i$ : son los parámetros para las variables del jefe del hogar

$\theta_i$ : son los parámetros para las variables del conyugue

$\gamma_i$ : son los parámetros para las variables del hogar

$\varepsilon$ : es el error

Luego del empalme a través de la aplicación de ambos modelos a la serie de datos del modulo laboral de la Encuesta Nacional de Hogares (datos de 2000 hacia atrás), se obtuvo una serie de datos unificada, valorada en su

totalidad a partir de las condiciones propuestas por la nueva metodología de la Encuesta Continua de Hogares.

Esta nueva serie unificada de las tasas de desempleo de las áreas metropolitanas se utilizará tanto en el análisis de la  $\beta$  y  $\sigma$  convergencia, como en el análisis de cointegración, empleando para ello el software econométrico E-views 3.1.

### APROXIMACIÓN A LA $\beta$ CONVERGENCIA

En primer lugar para estimar la presencia de convergencia entre las tasas de desempleo, se optó por desarrollar una sencilla ecuación lineal que permite relacionar el crecimiento de la tasa de desempleo con la tasa de desempleo al inicio del periodo (1985), ambas medidas en logaritmos, de modo que la ecuación queda expresada de la siguiente forma:

$$\text{Log}(u_{i,t}) - \log(u_{i,t-1}) = \alpha - \beta \log(u_{i,t-1}) + \varepsilon_{i,t} \quad (7)$$

Donde:

$u_{i,t}$ : es la tasa de desempleo al final del periodo (2005)

$u_{i,t-1}$ : es la tasa de desempleo al principio del periodo (1985)

$\varepsilon_{i,t}$ : representa el residuo

Esta ecuación no obedece a los planteamientos teóricos del modelo neoclásico de crecimiento, simplemente representa una estimación lineal de la relación presente entre ambas variables. El fin de este análisis es proporcionar una primera ilustración al respecto. De modo que desarrollando la ecuación 7 para el periodo analizado y para las siete áreas metropolitanas se obtienen los siguientes resultados:

$$\text{Log}(u_{i,t}) - \log(u_{i,t-1}) = -0.8613000887^* \log(u_{i,t-1}) - 0.7665558016$$

$$(-4.087420) \quad (-3.889111)^{13}$$

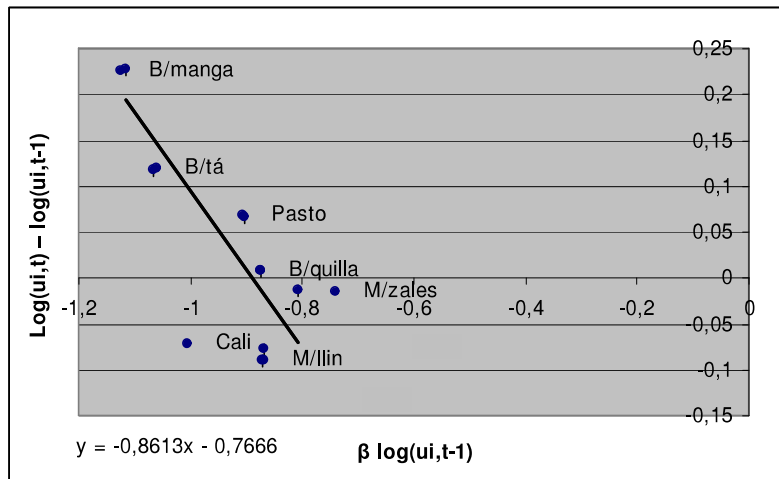
Según esta primera aproximación, se puede apreciar un proceso de convergencia entre las tasas de desempleo de las siete principales áreas metropoli-

---

<sup>13</sup> Los estadísticos t expresan que tanto el coeficiente autónomo como el coeficiente del logaritmo de la tasa de desempleo inicial, son estadísticamente significativos, con una probabilidad de 95% . el  $R^2 = 0.7696$ .

tananas de Colombia, debido a que el coeficiente del logaritmo de la tasa de desempleo inicial posee signo negativo, lo que implica una relación inversa entre el crecimiento del desempleo y el nivel inicial del mismo.

GRÁFICO No. 1. RECTA DE ESTIMACIÓN DE LA CONVERGENCIA SOBRE EL DESEMPLEO



Fuente: cálculo de los autores

### ANÁLISIS EXPONENCIAL DE LA $\beta$ CONVERGENCIA

La ecuación propuesta originalmente por Sala I Martin es de carácter no lineal, explícitamente de carácter exponencial, esta nueva ecuación permite determinar de forma más completa el comportamiento de la relación de convergencia presente en las variables analizadas. En esta ocasión la variable dependiente a relacionar corresponde a la tasa de crecimiento de la tasa de desempleo y no al crecimiento, de forma que la expresión de la relación es la siguiente:

$$y_i (t-1 ; t) = a - [1 - e^{-\beta T} / T] \log(u_i (t-1 ; t)) + \varepsilon_i (t-1 ; t) \quad (8)$$

Siendo:  $[1 - e^{-\beta T} / T] = b$

Donde:

i: corresponde al área metropolitana.

t: indica el tiempo.

T: números de años del intervalo.

$\beta$ : es la tasa de convergencia.

$\varepsilon_i$ : es el termino del error.

a: es el parámetro autónomo o intercepto de la ecuación.

$y_i(t-1; t)$ : representa la tasa de crecimiento de la tasa de desempleo, la cual se calcula a partir de la expresión:  $(1/T)*[\log(u_i/u_{t-1})]$

En esta nueva expresión  $\beta$  refleja la velocidad de aproximación de las tasas de desempleo de las áreas metropolitanas a la media. El coeficiente de la variable independiente, es decir, del logaritmo de la tasa de desempleo inicial ( $b = [1 - e^{-\beta T} / T]$ ), es una función decreciente de la duración del periodo de estimación.

En la ecuación 7 correspondiente a la primera aproximación y que es de tipo lineal, el coeficiente  $\beta$  es independiente de la duración del tiempo, lo que puede producir algunas distorsiones al momento de estimar la convergencia. Es importante resaltar que la convergencia es menos propensa a generarse en extensos periodos de tiempo, es por esto que la expresión exponencial de la ecuación recoge este hecho.

Realizando la estimación de la ecuación 8, la expresión se plantea de la siguiente forma:

$$\text{CREAREAS} = C(1) - (\text{LOGAREAS}) * ((1 - \text{EXP}(-C(2) * 21)) / 21) \quad (9)$$

Donde:

**CREAREAS**: es la tasa de crecimiento de la tasa de desempleo en el área metropolitana, cuyo calculo obedece a la expresión  $(1/T)*[\log(u_i/u_{t-1})]$ .

**LOGAREAS**: es el logaritmo de la tasa de desempleo inicial.

La estimación de esta regresión permitirá obtener estimadores del coeficiente  $\beta$ , que expresa la velocidad a la que las tasas de desempleo se acercan al estado estacionario. Si el resultado de la estimación arroja un coeficiente  $\beta$  positivo, es muestra de la presencia de un proceso de convergencia. Si por el contrario resulta ser negativo, es muestra de que las tasas de desempleo se encuentran en un proceso de divergencia.

Los resultados de la estimación son los siguientes:

$$\text{CREAREAS} = -0.03650265722 - (\text{LOGAREAS}) * ((1 - \text{EXP}(0.09406869477 * 21)) / 21)$$

Resultados que permiten obtener la ecuación de la siguiente forma

$$y_i(t-1; t) = -0.03650265722 - 0,29570524 \log(u_i(t-1; t))$$

$$(1.300111) \quad (-3.889111)^{14}$$

De forma similar a la estimación inicial, las tasas de desempleo de las áreas metropolitanas muestran cierto proceso de convergencia, que alcanza una velocidad mediana que para el periodo analizado, el cual está comprendido entre 1985 y 2005, logra una velocidad media de convergencia de 9.4% anual<sup>15</sup>.

La selección del periodo de análisis determina en cierta medida la estimación de la  $\beta$  convergencia, el análisis anterior se realizó en el periodo comprendido entre 1985 y 2005, utilizando dos momentos en el tiempo, el inicial que representado por el año 1985 y el final por el año 2005; En esta sección se realiza un análisis de la  $\beta$  convergencia dividiendo el periodo en dos subperiodos; el primero comprendido entre 1985 y 1995 y el segundo por 1995 y 2005.

Aplicando la expresión 9 a la estimación de la  $\beta$  convergencia para ambos periodos (1985-1995 y 1995-2005), las ecuaciones planteadas en el software econométrico, quedan representadas de la siguiente forma:

$$\text{CREAREAS} = C(1) - (\text{LOG}85) * ((1 - \text{EXP}(-C(2)*11))/11) \quad (10)$$

$$\text{CREAREAS} = C(1) - (\text{LOG}95) * ((1 - \text{EXP}(-C(2)*11))/11) \quad (11)$$

Donde:

**LOG85:** es el logaritmo de la tasa de desempleo inicial del primer periodo, es decir, la tasa de desempleo de 1985

**LOG95:** el logaritmo de la tasa de desempleo inicial del segundo periodo es decir, la tasa de desempleo de 1995

Los resultados de las estimaciones se ilustran en el siguiente cuadro

**CUADRO No. 1. ESTIMACIONES DE LA  $\beta$  CONVERGENCIA (1985-1995 Y 1995-2005)**

CREAREAS = C(1)-(LOG85)*((1-EXP(-C(2)*11))/11)				
	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	-0.050795	0.031533	-1.610841	0.1681
C(2)	0.063053	0.067468	0.934553	0.3929
CREAREAS = C(1)-(LOG95)*((1-EXP(-C(2)*11))/11)				

<sup>14</sup> De nuevo el estadístico t para el coeficiente b es significativo bajo una probabilidad de 95%, pero el coeficiente autónomo resulta estadísticamente no significativo. El R<sup>2</sup> es igual a 0.7696.

<sup>15</sup> Dato que se obtuvo a partir de los resultados que arrojó la estimación.

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	-0.060108	0.018928	-3.175655	0.0247
C(2)	0.134021	0.080422	1.666474	0.1565

Fuente: cálculo de los autores

Este análisis por periodos de la  $\beta$  convergencia, reafirma los resultados anteriormente alcanzados, pero en esta ocasión se puede apreciar que, en los dos momentos diferentes, la velocidad de convergencia referenciada por el coeficiente  $\beta^{16}$ , varía en gran medida de un periodo a otro, pasando de 6.3% en el primer periodo a 13.4% en el segundo periodo, lo que implica que el segundo periodo duplica la velocidad de convergencia del primer periodo.

### ANÁLISIS DE LA CONVERGENCIA TIPO $\sigma$ (SIGMA)

El análisis anterior permitió determinar la presencia de un proceso de convergencia en los indicadores de paro metropolitanos; ahora bien este análisis se realizó teniendo en cuenta sólo dos momentos en el tiempo; el periodo inicial (1985) y el periodo final (2005), omitiendo todo el lapso transcurrido entre estos años, por lo tanto es necesario complementar el análisis por medio del estudio de la  $\sigma$  convergencia.

La  $\sigma$  convergencia establece que existe convergencia cuando la dispersión en la tasa de desempleo se reduce a los largo del tiempo.

Este tipo de convergencia se puede obtener por medio de la siguiente expresión:

$$\sigma^2_t = (1/N) \sum [\log(u_{it}) - \mu_t]^2 \quad (12)$$

Donde:

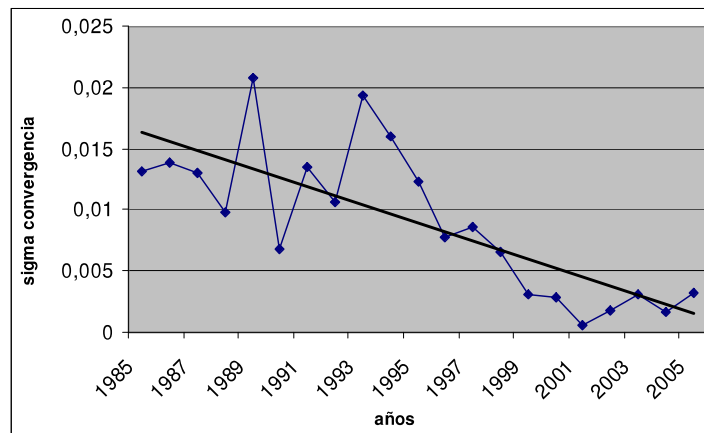
- $U_{it}$ : es la tasa de desempleo del año  $t$  para el área metropolitana  $i$
- $t$ : corresponde al año
- $i$ : es el área metropolitana

<sup>16</sup> Ambos coeficientes resultan no significativos a un nivel de significancia de 5%.

El Análisis de los resultados de la  $\sigma$  convergencia se realiza a través del estudio de la tendencia que adopta la grafica del valor  $\sigma^2$  a lo largo del periodo analizado.

El grafico 2 aglomera los valores de la  $\sigma$  convergencia para cada una de las áreas metropolitanas y para todo el periodo estimado, los cuales fueron calculados como la varianza del logaritmo de las tasas de desempleo. La evolución de este indicador señala, nuevamente la existencia de un proceso de convergencia en el periodo al pasar de 0,0131 en 1985 a 0,0032 en el 2005. (Ver tabla 2).

**GRAFICO No. 2. CONVERGENCIA TIPO SIGMA EN LAS 7 ÁREAS METROPOLITANAS 1985 2005**



Fuente: cálculo de los autores

**TABLA No. 2. CONVERGENCIA TIPO SIGMA 1985 – 2005 DE LAS SIETE ÁREAS METROPOLITANAS**

AÑO	CONVERGENCIA TIPO SIGMA	AÑO	CONVERGENCIA TIPO SIGMA
Dic-85	0,0131	Dic-96	0,0078
Dic-86	0,0138	Dic-97	0,0086
Dic-87	0,0130	Dic-98	0,0066
Dic-88	0,0099	Dic-99	0,0031
Dic-89	0,0208	Dic-00	0,0029
Dic-90	0,0068	Dic-01	0,0006
Dic-91	0,0135	Dic-02	0,0018
Dic-92	0,0106	Dic-03	0,0031
Dic-93	0,0194	Dic-04	0,0017
Dic-94	0,0161	Dic-05	0,0032



Dic-95	0,0123		
--------	--------	--	--

Fuente: Cálculo de los autores

El grafico 2 muestra que la convergencia  $\sigma$  para el periodo estimado se ha reducido de forma muy significativa, es decir, la dispersión en términos de desempleo se ha reducido de forma general<sup>17</sup>.

Este análisis de la evaluación de la  $\sigma$  convergencia comprueba los resultados obtenidos con anterioridad respecto a la existencia de un proceso de acercamiento o *catching up* entre las tasas de desempleo de las siete principales áreas metropolitanas de Colombia, identificado en primera instancia a través de la  $\beta$  convergencia.

## ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN

El objetivo de esta sección se centra en comprobar que el proceso de convergencia no corresponde a una relación espuria, es decir, confirmar si la convergencia es un proceso estable que se mantiene en el largo plazo o si solo es algo casual debido a la evolución de los índices laborales recientes<sup>18</sup>.

### Test de raíces unitarias:

Lo primero que se debe hacer antes de dar inicio a cualquier análisis de cointegración es identificar el grado de cointegración de las variables con las cuales se va a trabajar, debido a que es necesario que las series posean el mismo orden de integración, este se puede determinar de diferentes formas, una de las cuales es *la prueba de raíces unitarias*, la que se aplicará en el presente trabajo, la cual toma como hipótesis nula la existencia de raíces unitarias dentro de las series a analizar, es decir, demostrar si la serie depende de sí misma pero retardada en un periodo.

<sup>17</sup> A través de la recta de tendencia se puede observar el comportamiento general de la dispersión en los logaritmos de las tasas de desempleo.

<sup>18</sup> La presencia de estas relaciones cointegrantes no debe considerarse como una relación rígida que cierra la puerta a oscilaciones temporales. Como se mencionó anteriormente, la hipótesis de equilibrio entre las disparidades de las tasas de desempleo no es excluyente de la presencia de choques de corto plazo que alteren momentáneamente las relaciones preestablecidas. (José R. Gamarra Vergara. 2005)

Para realizar esta prueba, el test más utilizado es el test de Dickey-Fuller (DF), que contrasta la existencia de una raíz unitaria bajo la siguiente expresión:

$$Y_t = \rho Y_{t-1} + u_t \quad (13)$$

Las hipótesis son las siguientes:

$$H_0: \rho = 1 \quad ; \quad H_1: \rho \neq 1$$

La ecuación 8 también se puede expresar en diferencias del siguiente modo:

$$\Delta Y_t = (\rho - 1) Y_{t-1} + u_t \quad (14)$$

$$\Delta Y_t = \delta Y_{t-1} + u_t \quad (15)$$

$$H_0: \delta = 1 \quad ; \quad H_1: \delta \neq 1$$

Para aceptar o rechazar la hipótesis nula, los valores obtenidos se comparan con las tablas de contraste desarrolladas por Mackinnon. Si el estadístico obtenido es mayor que el valor crítico, se rechazará la hipótesis nula y por tanto  $\rho$  será diferente de uno, admitiendo que no existe una raíz unitaria. Si por el contrario, el estadístico resulta menor que el valor crítico, se acepta la hipótesis nula bajo la probabilidad deseada. En este caso, el coeficiente  $\rho$  será igual a uno, y por tanto, existe una raíz unitaria.

El grado de integración de una serie se define como el número de veces que hay que diferenciar una serie hasta poder rechazar la existencia de una raíz unitaria. La ecuación anterior se repetirá sucesivas veces sobre la variable diferenciada hasta encontrar un orden  $d$  donde la serie no presente una raíz unitaria. Entonces, la serie original se denominará integrada de orden  $d$   $I(d)$  y la serie en diferencias será integradas de orden cero  $I(0)$ . El grado de diferencias alcanzado es el grado de integración.

Gracias a la simplicidad de la prueba anterior, se ha desarrollado una versión mejorada de la prueba DF, la llamada prueba Dickey-Fuller Aumentada (ADF), este test permite incluir en la estimación un nuevo término retardado, la existencia de una nueva constante y un término de tendencia ( $t$ ) que mejora la estimación y permite identificar en mayor medida la existencia de raíces unitaria. La ADF es un número negativo. Mientras más negativo sea el estadístico ADF, más fuerte es el rechazo de la hipótesis nula

sobre la existencia de una raíz unitaria. Un valor positivo del estadístico ADF significa que la variable es definitivamente no estacionaria

$$\Delta Y_t = \delta_1 + \delta_2 t + \delta_3 Y_{t-1} + \sum \delta_i Y_{t-1} + u_t \quad (16)$$

$$H_0 : \delta_3 = 1 \quad H_1 : \delta_3 \neq 1$$

El propósito de los retardos es asegurar que los ruidos sean ruido blanco.

### Criterios de decisión

**H<sub>0</sub>:  $\delta = 0$**  la serie es no estacionaria: tiene raíces unitarias

**H<sub>1</sub>:  $\delta \neq 0$**  la serie es estacionaria

Es decir, se comparan el valor ADF y los valores críticos de Mackinnon teniendo en cuenta la siguiente regla de decisión:

**Si  $t \leq$  valor crítico ADF**, rechace  $H_0$ . Serie estacionaria, no tiene raíces unitarias

**Si  $t >$  valor crítico ADF**, acepte  $H_0$ . Serie no estacionaria, con raíces unitarias

Como el objetivo la investigación es estudiar las relaciones a largo plazo entre las tasas de desempleo de las siete principales áreas metropolitanas de Colombia, se debe conocer cuál es el grado de integración de estas series temporales. La tabla 3 recoge los resultados alcanzados al aplicar el test ADF sobre las tasas de desempleo colombianas primero en valores originales y luego transformadas en primeras diferencias.

La aplicación del test ADF ofrece varios resultados que pueden ser aceptados con mayor o menor grado de significancia. Los coeficientes alcanzados validan la hipótesis nula y por tanto, la existencia de raíces unitaria. De modo que, las tasas de desempleo son integradas de orden uno I (I) y las series diferenciadas son integradas de orden cero I (0).

**TABLA No. 3. PRUEBA ADF A LAS TASAS DE DESEMPLEO**

Tasa de desempleo de:	Estadístico ADF	Valor crítico (1%)	Valor crítico (5%)	Valor crítico (10%)
<b>Variable original</b>				
Bogotá (BGTA)	-1.210320	-4.0756	-3.4659	-3.1593
Barranquilla (BQUILLA)	-2.144834	-4.0756	-3.4659	-3.1593

Cali (CALI)	-1.027914	-4.0756	-3.4659	-3.1593
Medellín (MLLIN)	-1.746286	-4.0756	-3.4659	-3.1593
Bucaramanga (BMANGA)	-2.000253	-4.0756	-3.4659	-3.1593
Manizales (MZALES)	-2.401799	-4.0756	-3.4659	-3.1593
Pasto (PTO)	-2.170845	-4.0756	-3.4659	-3.1593

Fuente: Cálculo de los autores

La tabla 3 ilustra con claridad que las variables en sus valores originales poseen en su totalidad un valor estadístico ADF superior (no es suficientemente negativo), en comparación con los valores críticos de Mackinnon, en cualquiera de los tres niveles de significancia, lo que denota la existencia de raíces unitarias y no estacionalidad de las variables<sup>19</sup>. Esto quiere decir que ante choques externos las series se verán afectadas de manera permanente en el largo plazo, después de un choque no tenderán a revertir su dinámica a una media pasada. En otras palabras, los efectos de los choques serán permanentes. Esta condición obliga a transformar las variables con el propósito de corregir el problema de estacionalidad y de presencia de raíces unitarias.

La transformación a la que se sometieron las tasas de desempleo corresponde al cálculo de la primera diferencia, de modo que finalizada la transformación se sometieron de igual forma las nuevas series temporales a la prueba ADF, los resultados expuestos en el cuadro siguiente (ver tabla 4), efectivamente muestran que al enfrentar los valores estadísticos ADF y los valores críticos, los primeros son suficientemente inferiores a los valores críticos de Mackinnon, es decir, son más negativos que los valores críticos en cualquier nivel de significancia, lo que en definitiva rechaza la hipótesis nula, a favor de la estacionalidad y en contra de la presencia de raíces unitarias en las series.

**TABLA No. 4. PRUEBA ADF A LAS TASAS DE DESEMPLEO TRANSFORMADAS A PRIMERAS DIFERENCIAS**

Tasa de desempleo de:	Estadístico ADF	Valor critico (1%)	Valor critico (5%)	Valor critico (10%)
<b>Variables transformadas a primeras diferencias</b>				
DBGTA	-12.37660	-4.0742	-3.4652	-3.1589
DBQUILLA	-13.76140	-4.0742	-3.4652	-3.1589
DCALI	-13.73208	-4.0742	-3.4652	-3.1589

<sup>19</sup> Resultado que valida las conclusiones que al respecto hizo José R. Gamarra Vergara. En su trabajo ¿Se comportan igual las tasas de desempleo de las siete principales ciudades colombianas? 2005.

DMLLIN	-11.49107	-4.0742	-3.4652	-3.1589
DBMANGA	-11.74904	-4.0742	-3.4652	-3.1589
DMZALES	-14.40782	-4.0742	-3.4652	-3.1589
DPTO	-12.15401	-4.0742	-3.4652	-3.1589

Fuente: Cálculo de los autores

Este resultado da pie a la realización del análisis de cointegración a las primeras diferencias de las tasas de desempleo objeto de este estudio.

Ahora bien, el objetivo de este apartado es analizar el proceso de convergencia entre las áreas metropolitanas en términos de tasas de desempleo en relación con un estado estacionario hacia el que hipotéticamente tienden, es decir, comparar la evolución del desempleo en cada una de las ciudades analizadas en relación con la evolución general del desempleo para el conjunto de Colombia, el cual se mide a través de la tasa media de desempleo de las siete áreas metropolitanas en conjunto, pero este análisis tal como se plantea incurre implícitamente en el error de autocorrelación debido a que la tasa media incluiría la propia tasa de desempleo de la ciudad en turno, razón por la cual para solucionar este inconveniente estadístico, se optó por hacer el cálculo de la tasa media de desempleo excluyendo la tasa de desempleo con la cual se quiere relacionar, es decir, si se pretende realizar el análisis de cointegración de la tasa de desempleo de Bogotá con la media nacional, entonces se obtiene la tasa media de desempleo utilizando el resto de datos excepto los de esta área.

De esta forma, una vez calculadas siete series de tasas de desempleo media, una por cada área metropolitana exceptuando la ciudad con la cual se planea hacer el análisis, se procede también a aplicarles la prueba de raíces unitarias ADF, para determinar la presencia de raíces unitarias en los datos. La siguiente tabla muestra los resultados alcanzados con la prueba:

**TABLA No. 5. PRUEBA ADF A LAS TASAS MEDIAS DE DESEMPLEO**

Tasa de desempleo de:	Estadístico ADF	Valor crítico (1%)	Valor crítico (5%)	Valor crítico (10%)
<b>Variables originales</b>				
MBGTA	-1.399807	-4.0756	-3.4659	-3.1593
MBQUILLA	-1.313102	-4.0756	-3.4659	-3.1593
MCALI	-1.403086	-4.0756	-3.4659	-3.1593
MMLLIN	-1.296134	-4.0756	-3.4659	-3.1593
MBMANGA	-1.374295	-4.0756	-3.4659	-3.1593
MMZALES	-1.130532	-4.0756	-3.4659	-3.1593
MPTO	-1.438635	-4.0756	-3.4659	-3.1593

Fuente: Cálculo de los autores

Una vez más, por medio de la prueba ADF, se resuelve que todas las series de tasa media de desempleo poseen raíces unitarias, toda vez que al comparar los valores del estadístico ADF con los valores críticos Mackinnon, estos resulten insuficientes para rechazar la hipótesis nula que acepta la presencia de raíces unitarias. Se deduce entonces que las series requieren una transformación en primeras diferencias para eliminar los problemas de tendencia y de raíces unitarias y estas nuevamente serán objeto de examen con la prueba ADF, para comprobar su pertinencia estadística.

Al igual que en el caso anterior en el que transformando las tasas de desempleo a primeras diferencias, es decir, integradas de orden  $I(1)$ , se corregía la presencia de raíces unitarias, con las tasas de desempleo medias ocurre lo mismo, obteniendo de esta forma series de datos aptas para el análisis de cointegración. Dado que si una serie  $X$  es integrada de orden  $d$   $I(d)$  y otra serie  $Y$  es integrada del mismo orden  $d$   $I(d)$ , se puede establecer la relación de cointegración entre ambas.

**TABLA No. 6. PRUEBA ADF A LAS TASAS MEDIAS DE DESEMPLEO TRANSFORMADAS A PRIMERAS DIFERENCIAS**

Variable Tasa de desempleo de:	Estadístico ADF	Valor critico (1%)	Valor critico (5%)	Valor critico (10%)
<b>VARIABLES TRANSFORMADAS A PRIMERAS DIFERENCIAS</b>				
DMBGTA	-11.77502	-4.0742	-3.4652	-3.1589
DMBQUILLA	-11.38491	-4.0742	-3.4652	-3.1589
DMCALI	-11.59593	-4.0742	-3.4652	-3.1589
DMMLLIN	-11.73598	-4.0742	-3.4652	-3.1589
DMBMANGA	-11.82684	-4.0742	-3.4652	-3.1589
DMMZALES	-11.49131	-4.0742	-3.4652	-3.1589
DMPTO	-11.94937	-4.0742	-3.4652	-3.1589

Fuente: Cálculo de los autores

Para determinar la existencia de la relación de cointegración entre las tasas de desempleo de las ciudades y la media del resto de ciudades que exprese la presencia de un proceso de convergencia largo plazo, se procede a hacer el análisis por medio del llamado método de Johansen.

### Prueba de Johansen

Esta prueba como se había expresado anteriormente, sólo se puede llevar a cabo con series donde no existan raíces unitarias, en este caso, las tasas de desempleo en primeras diferencias. Este test decreta sí un conjunto de series se encuentran cointegradas bajo una determinada relación, pero además, desarrolla dos hipótesis de contraste para comprobar la posibilidad de cointegración.

La primera, establece como hipótesis a contrastar que una de las series sea una proporción de la otra en el largo plazo, con lo cual no sería posible la cointegración, dado que no existe una relación real a largo plazo. La segunda hipótesis discrepa la posibilidad de que ambas series sean estacionarias y por lo tanto no cointegrables frente a la existencia de por lo menos un vector de cointegración, es decir, la existencia de una relación válida de cointegración entre las variables<sup>20</sup>.

Si se rechazan ambas hipótesis se puede afirmar que las dos series son cointegrables. Una vez establecida la posibilidad de cointegración de las series, se fija la siguiente relación de cointegración de características comunes a las estimaciones anteriores.

$$Y_t = p_1 + p_2 X_t + u_t \quad (18)$$

La ventaja de este tipo de test consiste en establecer dos tipos de vectores de corrección del error en función de los miembros de una u otra variable lo cual mejora el conocimiento sobre la relación de cointegración existente.

El test de Johansen también permite la incorporación de una constante dentro de la ecuación de cointegración (18), diversos criterios sobre la tendencia a largo plazo y la forma del mecanismo de corrección del error.

En relación con la primera hipótesis, en todos los casos se rechaza la hipótesis nula que establece que la tasa de desempleo del área metropolitana no es participe de la tasa de desempleo media del resto de áreas metropolitanas de Colombia (excluyendo la tasa de desempleo analizada), de modo que se acepta la hipótesis alternativa a favor de la presencia de una relación de cointegración adecuada

**TABLA No. 7. PRUEBA DE JOHANSEN**

	HIPOTESIS 1				HIPOTESIS 2			
	Likelihood Ratio	Valor Crítico 5%	Valor Crítico 1%	Hypothesized No. de E. C.(s)	Likelihood Ratio	Valor Crítico 5%	Valor Crítico 1%	Hypothesized No. de E. C.(s)
Bogotá	115.5407	19.96	24.60	None **	49.12976	9.24	12.97	At most 1 **
Barranquilla	110.0162	15.41	20.04	None **	45.18352	3.76	6.65	At most 1 **
Cali	121.0795	19.96	24.60	None **	46.94802	9.24	12.97	At most 1 **

<sup>20</sup> La hipótesis de partida establece la existencia de por lo menos una relación de cointegración debido a que el contraste se realiza sobre dos series temporales.

Medellín	101.9482	19.96	24.60	None **	49.13241	9.24	12.97	At most 1 **
Bucaramanga	114.5584	19.96	24.60	None **	46.92224	9.24	12.97	At most 1 **
Manizales	131.9339	19.96	24.60	None **	47.02740	9.24	12.97	At most 1 **
Pasto	101.7645	19.96	24.60	None **	47.66579	9.24	12.97	At most 1 **
*(**) Denota el rechazo de la hipótesis al 5% de nivel de significancia								
El test L.R. indica 2 ecuaciones de cointegración al 5% de nivel de significancia en todos los casos.								

Fuente: Cálculo de los autores

Referente a la segunda hipótesis los resultados alcanzados resultan altamente satisfactorios, demostrando la presencia de por lo menos dos ecuaciones de cointegración entre la tasa de desempleo del área metropolitana y la tasa de desempleo media correspondiente al resto de ciudades. En todos los casos se puede establecer una relación de largo plazo entre ambas.

Respecto a la forma que presentan las ecuaciones de cointegración (EC), la tabla 8 revela su estimación para cada una de las áreas metropolitanas.

La presencia de estas relaciones cointegrantes no debe considerarse como una relación rígida que cierra la puerta a oscilaciones temporales. Como se mencionó anteriormente, la hipótesis de equilibrio entre las disparidades de las tasas de desempleo no es excluyente de la presencia de choques de corto plazo que alteren momentáneamente las relaciones preestablecidas.

**TABLA No. 8. ECUACIÓN DE COINTEGRACIÓN**

Área metropolitana	Ecuación	
	Variable dependiente	Error estándar
Bogotá	-1.291388	(0.10269)
Barranquilla	-0.065906	(0.16067)
Cali	-1.130437	(0.11698)
Medellín	-1.958196	(0.17390)
Bucaramanga	-0.580837	(0.15286)
Manizales	-1.465419	(0.11177)
Pasto	0.673598	(0.27321)
La estimación asume la existencia de una tendencia no determinística en los datos e incluye constante.		

Fuente: Cálculo de los autores

## CONCLUSIONES

En una primera aproximación en la determinación de la relación existente entre el logaritmo de las tasas de desempleo iniciales y el crecimiento registrado, se encontró que existe una relación de tipo inversa entre ambas series



de datos, lo que se considera como una antesala a la aprobación de una relación de convergencia entre las tasas de desempleo.

Luego de aplicar los instrumentos propuestos por Sala I Martin y Robert Barro, los resultados registrados datan de un proceso de convergencia entre las tasas de desempleo de las siete principales áreas metropolitanas de Colombia, lo que permite afirmar que aquellas áreas con una alta tasa de desempleo han disminuido su tasa de crecimiento del desempleo con respecto a aquellas que al principio del periodo poseían una baja tasa de paro.

Por otra parte la estimación de la convergencia tipo sigma, confirmó la presencia de un proceso de convergencia entre las tasas de desempleo de las áreas metropolitanas, dado que la dispersión en las tasas de desempleo se redujo a lo largo del periodo analizado.

Para realizar el análisis de cointegración se utilizó el método de Johansen, el cual se aplicó entre cada tasa de desempleo de las áreas metropolitanas transformada en primera diferencia y su respectiva tasa de desempleo media (es decir, la tasa de desempleo media del resto de áreas metropolitanas), en definitiva se estimaron siete (7) análisis de cointegración, en los que se encontró evidencia de cointegración, es decir, la presencia de una relación estable en el largo plazo en cada área metropolitana la media nacional<sup>21</sup>. En todos los casos se rechazaron las hipótesis nulas propuestas por el método de Johansen, esto a favor de la presencia de relaciones de cointegración y se encontró además por lo menos la presencia de dos (2) vectores de cointegración, afianzando aun más los resultados a favor de relaciones estables de largo plazo entre las series analizadas.

---

<sup>21</sup> Representada esta por la media de las tasa de desempleo de las 7 áreas metropolitanas

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Acevedo, S. (2003). "Convergencia y crecimiento económico en Colombia 1980-2000". Medellín. Ecos de Economía No. 17 Págs. 55-78
- Arango, L y POSADA, C. (2003). "El desempleo en Colombia". Banco de la Republica. Colombia.
- Baron, J y otros. (2004). "Consideraciones para una política regional en Colombia". Documentos de Economía Regional No. 52. Banco de la Republica. Colombia.
- Barrios, F., OSORIO, M. y RODRIGUEZ, C. (2005). "Crecimiento y eficiencia técnica en las empresas colombianas 1996-2004". 166 páginas. Trabajo de grado (Economista). Universidad de Cartagena. Facultad de ciencias económicas. Programa de Economía. Cartagena de Indias (Colombia).
- Barro, R. y XALA-I-MARTIN, X. (1991). "Convergence across states and regions". Brookings papers on Economic Activity. Vol. No. 1, 107-182. En: <http://www.links.jstore.org/sici?sici>.
- Birchenall, J y MURCIA, G. 2000. "Convergencia Regional: Una Revisión del Caso Colombiano" Departamento Nacional de Plantación. En: [www.dnp.gov.co/archivos/documentos/DEE\\_Archivos\\_Economia/69\\_Convergencia.PD](http://www.dnp.gov.co/archivos/documentos/DEE_Archivos_Economia/69_Convergencia.PD)
- Bonet, J. y MEISEL, A. (1999). "La convergencia regional en Colombia: Una visión de largo plazo 1926-1995". Documentos de Economía Regional No. 8. Banco de la Republica. Colombia.
- De Los Ríos, S. (2001). "La convergencia empresarial de la Unión Europea. Universidad Pontificia de Comillas". Madrid (España). En: [www.euro.mineco.es/Boletines42/PUBLICAIO.HTML](http://www.euro.mineco.es/Boletines42/PUBLICAIO.HTML).
- Díaz-Bautista, A. (2003). "Convergence and Economic Growth considering Human Capital and R&D Spillovers" Mexico. En: [ideas.repec.org/p/wpa/wuwpur/0506012.html](http://ideas.repec.org/p/wpa/wuwpur/0506012.html).
- Díaz, R. ET AL. (2003). "Crecimiento Económico Regional en Chile: ¿Convergencia?" En:

[www.webmanger.cl/prontus\\_cea/cea\\_2004/site/pags/20040316114832.html](http://www.webmanger.cl/prontus_cea/cea_2004/site/pags/20040316114832.html)

Díaz, Y. GUATAQUÍ, J. GUTIERREZ, J. (2001). "La tasa de desempleo en Bogotá: teoría y evidencia empírica". En: [www.ccb.gov.co/estudios\\_econ84/teoria-452./archiv/lbogt1994?84230565554870.html](http://www.ccb.gov.co/estudios_econ84/teoria-452./archiv/lbogt1994?84230565554870.html)

Fernandez, M. (2006). "Determinantes del diferencial salarial por genero en Colombia 1997-2003". Documentos sobre CEDE No 32. Universidad de los Andes. Bogotá (Colombia).

Galvis, L. y MEISEL, A. (2000). "El crecimiento económico de las ciudades colombianas y sus determinantes 1973-1998". Documentos de Economía Regional No. 18. Banco de la República. Colombia.

Gamarra, J. (2005). "¿Se comportan igual las tasas de desempleo de las siete principales ciudades colombianas?". Banco de la República. Centro de Estudios económicos regionales (CEER). Documentos de trabajo sobre economía regional No. 55. Cartagena de Indias (Colombia).

Jones, C. (2000). "Introducción al crecimiento económico". Primera edición. Editorial Prentice Hall.

López, E. MISAS, M. (2006). "Las fuentes del desempleo: un examen a partir de un modelo SVEC". Octubre 2006. En: [www.dnp.gov.co/archivos/documentos/DEE\\_Archivos\\_Economia/754100?\\_Desempleo/dfetc12..PDF](http://www.dnp.gov.co/archivos/documentos/DEE_Archivos_Economia/754100?_Desempleo/dfetc12..PDF)

Llorente, R. (2003). "Convergencia entre las tasas de desempleo europeas". Trabajo de grado doctoral. Universidad de Alcalá, Instituto Universitario de Análisis Económico y Social. Alcalá de Henares (Madrid).

Martínez, A. "Determinantes del PIB per capita de los departamentos colombianos 1975-2003". Septiembre 2006, En: [www.dnp.gov.co/archivos/documentos/DEE\\_Archivos\\_Economia/318\\_info\\_empleo.PDF](http://www.dnp.gov.co/archivos/documentos/DEE_Archivos_Economia/318_info_empleo.PDF).

Mayorga, W. (2005). "Determinantes sectoriales del desempleo". Estudio realizado para la dirección del desarrollo social-subdirección de empleo y seguridad social. Octubre 2005. En:

www.dnp.gov.co/archivos/documentos/DEE\_  
vos\_Economia/293\_seguridad./empleo\_informes.PDF.

Archi-

Meisel, A. (2001). "Regiones, ciudades y crecimiento económico en Colombia". Colección series de Economía Regional. Banco de la Republica. Cartagena de Indias (Colombia).

Moncayo, E. (2004). "El debate sobre la convergencia económica internacional e interregional: enfoques teóricos y evidencia empírica". EURE (Santiago). (on line). Vol 30 No 90 (sitado 08 Septiembre 2005), p. 7-26. Disponible en la World Wide Web: [http://www.scielo.cl/cielo?Script=sci\\_artext&pid=s0250-1612004009000002&ing=es&nrm=iso](http://www.scielo.cl/cielo?Script=sci_artext&pid=s0250-1612004009000002&ing=es&nrm=iso)

Mora, J. (2003). "Crecimiento y convergencia a propósito de Quah". Universidad ICESI. Estudios gerenciales No. 89.

Sala-I-Martin, X. "Apuntes de crecimiento económico". Segundo Edición.