

Análisis comparativo del impacto de las TIC en el crecimiento económico de España y Estados Unidos tras la crisis económica.

Grado en Administración y Dirección de Empresas.

Alumna: Miriam Álvarez Inglés.

Directora: Rosa Badillo Amador.

ÍNDICE

Introducción.....	3
Marco teórico.....	6
Análisis empírico.....	12
Análisis de datos.....	12
Modelo de Contabilidad de Crecimiento: estimación por MCO.....	16
Descomposición del crecimiento del PIB.....	20
Contribución porcentual del crecimiento de los factores al crecimiento del PIB.....	23
Validación de datos.....	24
Conclusión.....	27
Anexo.....	29
Bibliografía.....	35

1. INTRODUCCIÓN

Este trabajo tiene como objetivo analizar el impacto de las Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en el crecimiento económico de España y Estados Unidos tras la crisis económica de 2008, para lo cual, se analiza un periodo más amplio con el fin de estudiar si se ha producido un shock que haya alterado la influencia de las mismas en el crecimiento de ambos países. Se ha decidido comparar España con Estados Unidos puesto que este último es uno de los países que más invierte en TIC.

Los fenómenos de innovación tecnológica, como la electricidad, la máquina de vapor y más recientemente, el desarrollo de las tecnologías de la información y comunicación, han influido de manera determinante en la historia económica de los dos últimos siglos. Los fenómenos de innovación tecnológica han despertado el interés de los economistas para comprender y evaluar los efectos de estas innovaciones en la productividad de los factores.

Además, los efectos de innovación tecnológica no solo afectan a la productividad de los factores y, por ende, en la productividad de las economías y en su crecimiento, sino que han provocado procesos de transformación en las economías y en la sociedad de los países. Es por ello que han surgido muchos estudios que intentan comprender la relación existente entre innovación tecnológica, productividad y riqueza del país.

Durante los últimos años se han elaborado gran cantidad de estudios que tienen como objetivo el análisis de las repercusiones económicas en el desarrollo de las TIC puesto que se trata de una de las innovaciones tecnológicas más recientes. Gran parte de los estudios consideran que las TIC son un conjunto de tecnologías destinadas al procesamiento y a la transmisión de la información por medios electrónicos y han recibido una gran atención en la mayoría de los ámbitos de la sociedad moderna (académico, social, político, etc.) por su potencial relación con el aumento del enriquecimiento de las naciones.

Las conclusiones de los estudios que relacionan el crecimiento económico y las TIC son muy diferentes.

En general, se denomina 'Nueva Economía' al fenómeno de revolución tecnológica que se manifiesta a mediados de los años noventa y se basa en el desarrollo de las TIC y que, en términos generales, se ha caracterizado por una aceleración en la productividad de los factores productivos.

Alan Greenspan, ex presidente de la Reserva Federal norteamericana, define la Nueva Economía como un modelo económico que permite combinar ritmos moderados de crecimiento, conservando bajas tasas de inflación y de paro. Así en Estados Unidos, para periodos anteriores a 1996, la productividad rondaba al 1,5% anual, en el período 1996-1999, la productividad creció al 2,6% anual y en el tercer trimestre del año 2000, la productividad creció al 3,7% interanual.

Otros autores consideran que el impacto de las TIC no es muy distinto del impacto de otras innovaciones anteriores y por lo tanto no se puede hablar de “Nueva Economía”. En esta postura se situaría a R. Gordon (2000) que señala que la mayor parte del efecto estadístico de las TIC en el progreso de la productividad laboral se debe al incremento de la productividad en los sectores dedicados a los bienes y servicios de TIC y que parte de sus efectos son cíclicos. Según R. Gordon (2000) no supone una revolución tecnológica del mismo nivel que la Segunda Revolución Industrial (luz eléctrica, automóvil, nuevos materiales logrados por la industria química, etc.). Domingo Solans (2001) afirma que siempre han existido innovaciones tecnológicas que han hecho posible mejorar los métodos de organización, la productividad y la eficiencia.

R. Solow ganó el premio Nobel de economía en 1987 por un artículo en *The New York Times*, en el que afirmó que “La era de los ordenadores puede verse en todas partes salvo en las estadísticas de productividad”, debido a que los primeros estudios empíricos reflejaban que las TIC no tenían efecto sobre la productividad del trabajo. Con esta afirmación nació la *paradoja de la productividad*, lo que provocó una lluvia de ideas ya que era inconcebible que las inversiones multimillonarias en tecnologías de la información realizadas por las empresas norteamericanas no tuvieran efecto, o muy pequeño, en la productividad del trabajo. Tras esta afirmación, economistas e instituciones económicas como la OCDE comenzaron a trabajar sobre la *paradoja de la productividad* o bien para confirmar la teoría de Solow o para encontrarle una explicación. Las explicaciones más razonables de esta ausencia de relación derivan en el retardo con el que se manifiestan los efectos de las revoluciones tecnológicas.

A mitad de los años noventa surgieron una serie de estudios tanto macro como microeconómicos en los que los resultados mostraban que la inversión en TIC se reflejaba en incrementos en la productividad. Un estudio de referencia es el de Brynjolfsson y Hitt (1996) puesto que hallaron una relación positiva entre la productividad laboral y las Tecnologías de la Información. Estudiaron el impacto de la inversión del gasto en personal del departamento de sistemas de información y en ordenadores personales. Los resultados arrojan que “por cada dólar adicional destinado a personal del departamento de sistemas o en capital TIC, se producen aumentos de 0,81 y de 2,62 dólares respectivamente en el producto de la empresa”. El estudio de Brynjolfsson y Hitt (1996) se realiza para las empresas manufactureras y en 1997, Prasad y Harker (1997) decidieron comprobar qué pasaría en el sector servicios, replicando el anterior estudio a nivel sectorial para la industria bancaria y obtuvieron unos resultados similares. Respecto a la relación entre capital TIC y productividad, Stiroh (2002) juzga el uso de variables stock de capital y analiza la relación entre productividad y flujo de servicios de capital TIC, los resultados afirman la importancia de la acumulación del capital TIC y el crecimiento de la productividad en el sector industrial durante la segunda mitad de los 90.

La caída en los precios de las TIC produjo una mayor inversión en TIC por parte de las industrias, tanto manufactureras como de servicios, provocando un aumento de la productividad del trabajo pero hasta 1995 no se reflejó este efecto. Para P. A. David

(1991) la propagación de las nuevas tecnologías está sujeta a procesos de aprendizaje y a errores de coordinación, además la falta de cualificación en la mano de obra y la insuficiencia de recursos disponibles hacían que proyectos rentables quedaran paralizados, afectando negativamente a la productividad del trabajo, con una recuperación que podía ser lenta. A mediados de los años 90, se produce una alteración en la tendencia de la productividad laboral de Estados Unidos. Según la oficina de estadísticas laborales estadounidense *Bureau of Labor Statistics* (2000) la productividad media laboral alcanzó una tasa media anual del 2,67% en el período 1995-2000. Según Stiroh (2001) dos tercios de las industrias analizadas muestran una aceleración en la productividad del trabajo por lo que para Stiroh el uso de las TIC también ha ocasionado que en función de la educación y formación profesional de los trabajadores haya un incremento del diferencial de los salarios.

Otros autores consideran que el cambio tecnológico también afecta aumentando la productividad total de los factores (PTF), aunque lentamente debido a que actúa mediante cambios en la organización de la producción, de los mercados y de las empresas. Estos cambios se relacionan principalmente con el desarrollo de Internet. Jorgenson y Stiroh (2000) y Oliner y Sichel (2000) observan que la productividad total no solo ha crecido en los sectores productores de TIC, sino también en otros sectores y, de algún modo, en la economía en general.

En España no se han realizado tantos estudios sobre el impacto de las TIC sobre la productividad como en Estados Unidos. Hernando y Núñez (2002) estudian la relación entre la inversión en capital TIC y el valor añadido de las empresas. Los datos confirmaron de forma empírica que aproximadamente el 25% del crecimiento de la productividad del trabajo en España, en la segunda mitad de los 90, se debe a la inversión realizada en capital TIC. DMR Consulting y SEDISI (2002) desde una perspectiva macroeconómica analizan la relación entre implantación de las TIC y productividad en distintos sectores pero no cuantifican dicha relación; el resultado es una relación positiva pero dispersa entre la productividad a nivel sectorial y el nivel de implantación de las TIC. En este mismo estudio, desde la perspectiva microeconómica, estudian la relación entre la productividad y las TIC a nivel de empresa para los sectores de la construcción, del comercio y hostelería. Como resultados también hallan la misma relación positiva y en este caso sí se cuantifica. En particular, en el sector de servicios y hostelería, la implantación de las TIC explican el 18% del crecimiento de la productividad y en el sector de la construcción, la implantación de las TIC solo explica el 11% del crecimiento de la productividad.

El contenido de este trabajo se organiza de la siguiente manera: en la sección 2 se revisa el marco teórico de la Contabilidad del Crecimiento en el cual se basa la metodología aplicada, así como una síntesis de revisión bibliográfica. El siguiente apartado se dedica al estudio empírico en el que se analiza el impacto de las TIC en el crecimiento económico de Estados Unidos y España, a través de la estimación de un modelo econométrico. En este apartado, aparte de las conclusiones de la estimación del modelo econométrico mencionado, también se calcula la descomposición del crecimiento del

Producto Interior Bruto (PIB) de ambos países y la contribución del crecimiento de los factores productivos al crecimiento de Estados Unidos y España, finalizando el apartado con un análisis de validación del modelo. La última de las secciones se dedica a la exposición de las conclusiones del trabajo.

2. MARCO TEÓRICO.

Para analizar el impacto de las TIC en el crecimiento económico de España y Estados Unidos, este trabajo parte de un modelo teórico basado en la Contabilidad del Crecimiento, que trata de cuantificar la contribución al crecimiento económico del incremento de los factores productivos como el del factor trabajo, el del factor capital y también el crecimiento de la PTF.

El modelo de la Contabilidad del Crecimiento aparece en los años treinta, cuando surgió un interés por identificar las fuentes del crecimiento y la necesidad de medir la contribución de cada una de ellas al crecimiento de la producción de un país.

En la historia, el progreso tecnológico se basa en un proceso de invención y posteriormente, en su aplicación a los métodos de producción cada vez más perfeccionados, es por ellos que R. Solow (1956), en su primer modelo, asume que el progreso tecnológico es el principal propulsor del crecimiento económico y considera que se trata de una variable exógena que mejoraba la productividad de todos los factores de la misma manera. Los estudios de R. Solow (1957) y J. Knedrik (1961) presentaron las bases de la Contabilidad del Crecimiento y establecieron que las tasas de crecimiento económico eran mucho más elevadas que lo que se podía explicar combinando únicamente el crecimiento del factor trabajo y del factor capital. Por ello, al crecimiento económico que no se podía explicar por estos dos factores productivos se le denominó *residuo de Solow* o crecimiento en la PTF.

En el presente estudio se parte de un modelo de Contabilidad del Crecimiento basada en la función de tipo Cobb Douglas.

La función de producción conllevó una revolución en la Teoría de la Producción y la Distribución. Posteriores trabajos a los de C. Cobb y P. Douglas (1928) permitieron popularizar formas específicas de esta función. Más recientemente, A. Sancho (2004) señala que una función de producción debe facilitar información de los procesos productivos y sus efectos. Por otro lado, todavía existen muchas incógnitas en el conocimiento de estos procesos. Autores como W. Díaz y D. Giral (2011), A. Cubel y J. Palafox (2002) también consideran una relación entre los factores productivos y la producción a partir del modelo de Cobb Douglas para explicar el enriquecimiento de los países. J. F. Parra (2012) destaca la importancia de la tecnología en la producción y del conocimiento, de tal manera que los rendimientos a escala pueden considerarse a través de enfoques como el de los costos y el de la producción.

La función Cobb Douglas es un enfoque neoclásico que se ha empleado para realizar la estimación en la función de producción de un país y proyectar su crecimiento

económico esperado. Representa la relación entre la producción obtenida y las variaciones de los insumos capital (K) y trabajo (L), a los que más tarde se añadió la tecnología, llamada también PTF. Es una función de producción asiduamente utilizada en Economía. La base de la función Cobb Douglas se halla en la observación empírica de la distribución del total de la renta nacional de Estados Unidos entre el trabajo y el capital. Según lo que mostraban los datos, la distribución de los factores se mantenía relativamente estable en el tiempo. De esta forma, la función Cobb Douglas se consideró que representaba una relación en la cual las proporciones de capital y trabajo con respecto al producto total aparentaban ser constantes. Como se ha comentado anteriormente, Solow (1957) dio origen a la Contabilidad de Crecimiento a través de un trabajo de crecimiento económico en el que la función de producción pasa a estar compuesta por tres factores, capital, trabajo y progreso tecnológico. En este trabajo, ya no se considera el progreso tecnológico como una variable exógena, sino que ahora requiere la adquisición de maquinaria y el desarrollo del capital humano que se puede mejorar con la experiencia y con la formación. Autores más recientes como R. Barro y X. Sala-i-Martin (2004) definen la Contabilidad de Crecimiento como un método empírico que permite descomponer el crecimiento observado del valor agregado bruto de la producción en componentes asociados a los insumos de los factores capital y trabajo y en las tecnologías de la producción para entender las fuentes de crecimiento del producto. Tal y como defienden F. Larrain y J. Sachs (2004), la Contabilidad de Crecimiento se puede definir como un marco analítico-contable que posibilita medir los principales factores que favorecen al crecimiento económico. Para Snowdon y Vane (2005) “la importancia de la Contabilidad del Crecimiento yace en que para entender las causas del crecimiento económico se requiere, aparte de un marco teórico, un método sencillo para calcular la importancia relativa del capital, de la mano de obra y de la tecnología”. En 2009, C. Hulten afirmó que “la Contabilidad de Crecimiento mide un factor de escala que varía con el tiempo a medida que cambia la productividad de los insumos de capital y mano de obra y se vale del resultado obtenido para separar el crecimiento del producto real en dos componentes, uno correspondiente a los insumos y otro correspondiente a la productividad”.

Teniendo en cuenta que la función de producción se representa algebraicamente de esta forma: $Y_t = f(L_t, K_t)$, donde:

Y_t = Representa la cantidad de bienes y servicios que produce una economía en el tiempo t .

K_t = Representa el factor capital en el tiempo t .

L_t = Representa el factor trabajo en el tiempo t .

Así, La función explicada por Cobb Douglas (1927) es la siguiente:

$$Y_t = AK_t^{\alpha_1} L_t^{\alpha_2}, \text{ donde } 0 < \alpha_1, \alpha_2 < 1,$$

La función de producción Cobb-Douglas nace de una idea básica, la cual reside en que el crecimiento de la producción va a depender principalmente de las dotaciones de capital y trabajo, lo que quiere decir que si una economía quiere producir más deberá emplear ciertas cantidades de capital y trabajo que le permitan generar más producto.

α_1 es un coeficiente que recoge la incidencia ejercida por el factor K sobre la producción (Y), manteniendo constante el factor L . También es denominado como productividad marginal del capital. Matemáticamente, α_1 es el cociente de la derivada parcial que explica cuál va a ser el crecimiento que experimenta la producción debido a una variación generada en el factor K , manteniendo constante el factor L .

$$0 < \alpha_1 = \frac{\partial Y_t}{\partial K_t} < 1$$

La teoría económica sostiene que es positivo e inferior a la unidad, lo que implica que la contribución que el factor K hace a la Y , cada vez es menos proporcional, a medida que aumentan las dotaciones de capital en una economía manteniendo constante el factor L .

α_2 mide el cambio que produce el factor L sobre la producción (Y), manteniendo constante el factor K . Es lo que se conoce como productividad marginal del trabajo. Al igual que con el coeficiente α_1 , α_2 se trata de otro indicador de productividad, pero que mide en qué proporción varía el crecimiento económico en función de las variaciones producidas en el factor L manteniendo constante el resto de factores. Al considerarse una relación marginal decreciente, se observa que la contribución del factor trabajo que hace a la producción es cada vez menos proporcional, si la cantidad de capital se mantiene constante:

$$0 < \alpha_2 = \frac{\partial Y_t}{\partial L_t} < 1$$

En la función Cobb Douglas “A”, es el progreso tecnológico o PTF, que es una variable no directamente observable.

Si la suma del valor del coeficiente α_1 y el valor del coeficiente α_2 es igual a uno, se deduce que la economía tiene rendimientos constantes a escala, lo que quiere decir que si el esfuerzo en capital y trabajo se duplica, también se duplica la producción. En resumen, todo esfuerzo en trabajo y capital será un esfuerzo compensado en la capacidad productiva de la región o país, a esta situación se le denomina rendimientos constantes a escala.

Por otro lado, si la suma de dichos coeficientes (productividad marginal del factor trabajo y factor capital) resultara mayor a uno, la economía se caracterizaría por tener rendimientos crecientes a escala. Esto se traduce en que el rendimiento de la producción será más que proporcional al esfuerzo realizado en las dotaciones de capital y de trabajo.

Si se obtiene que la suma de los coeficientes de productividad marginal del capital y del factor trabajo es un valor menor que la unidad, entonces la economía presenta rendimientos decrecientes a escala, por lo que el aumento en los esfuerzos productivos de capital y de trabajo provocará que la producción incremente en una proporción inferior a los esfuerzos realizados en capital y trabajo.

En el presente estudio como se ha expuesto anteriormente, se utiliza un modelo de Contabilidad de Crecimiento, basado en la función Cobb Douglas, pero que estudia las causas del crecimiento económico de Estados Unidos y España tratando de estimar la contribución del crecimiento de cada factor productivo al mismo, haciendo especial hincapié en el capital TIC y su influencia en el crecimiento económico.

En la Tabla 1 se muestra un resumen de algunos de los trabajos de autores que han utilizado el modelo de Contabilidad de Crecimiento:

Año	Autor	Título	Técnica	Conclusión
2003	S-J Kim	“Information Technology and it’s impact on economic growth and productivity in Korea”	Estimación de modelo de datos de panel.	Fuerte efecto positivo de la productividad del trabajo a L/P en el crecimiento de la producción. El capital TIC contribuye con un 16,3% al crecimiento de la producción.
2004	A. Datta S. Agarwal	“Telecommunications and economic growth: a panel data approach”.	Estimación de modelo de datos de panel dinámico.	Relación significativa y positiva entre el capital TIC y el crecimiento económico.
2005	S.Papaioannou S. Dimelis	“Information technology as a factor of economic development: evidence from developed and developing countries”.	Estimación de datos de panel.	Efecto del crec. de las TIC positivo y significativo en todos los países pero tienen mayor impacto en los desarrollados.

2006	Mas, M. Quesada, J.	“The Role of ICT in the Spanish Productivity Slowdown”	Estimación de datos de panel.	1985-2004: Ineficiencias notables, identificadas por las contribuciones negativas de la PTF al crecimiento de la productividad 2000-2004: resurgimiento de la productividad laboral en España.
2006	W.H. Lehr. C. Osorio. S. E. Gillet. M. A. Sirbu.	“Measuring broadband’s economic impact”.	Estimación de modelo de panel de datos transversal	El acceso a banda ancha mejora el crecimiento económico y el rendimiento y que el impacto económico de la banda ancha es real y medible. No hay un impacto significativo en los salarios.
2010	A. Maroto	Crecimiento y productividad de las ramas de servicios. El papel de las TIC.	Estimación modelo datos de panel	Baja contribución del sector servicios al crecimiento agregado de la productividad.
2011	A. Yousefi	“The impact of Information and Communication Technology on economic growth: evidence from developed and developing countries”.	Estimación modelo datos de panel	En los países de ingresos altos las TIC influyen en el crecimiento económico mientras que en los países de ingresos bajos no influyen.
2011	S. Papaioannou S. Dimelis	“ICT growth effects at the industry level: a comparison between the US and the EU”.	Método de los Momentos Generalizados para un pool de datos de panel.	Variaciones según período, región y tipo de industria.
2014	T. Niebel	“ICT and Economic growth: comparing Developing, Emerging and Developed Countries”.	Estimación de panel de datos.	Vínculo positivo entre las TIC y desarrollo económico.

2016	J. M. Michel F. Díaz P. Pérez	“Crecimiento Económico y Productividad en la Republica Dominicana”.	Estimación por Mínimos Cuadrados Ordinarios.	Principal fuente de crecimiento económico: la acumulación del capital físico. La TFP tiene una contribución casi nula en el crecimiento económico durante 1990-2015.
2017	D. I. Viola Zabala	“La contabilidad del crecimiento económico a nivel sectorial en Ecuador en el período 2007-2014”	El estudio no indica la técnica de estimación de los parámetros.	La productividad multifactorial, en promedio, explica el 54.7% del promedio total de crecimiento del valor agregado bruto para el período analizado.
2017	P. Feraudi D. Ayiviri	“La función de producción de Cobb-Douglas y su aplicación en la economía boliviana”	Estimación por Mínimos Cuadrados Ordinarios.	Baja incidencia del capital sobre la producción (economía centrada en el sector primario): Industrialización atrasada. El trabajo es la variable con más incidencia en la producción.
2017	E. Laitsaou A. Kargas D. Varaoutas	“The impact of ICT on economic growth of Greece and EU-28 under economic crisis”	Estimación por Mínimos Cuadrados Ordinarios	Durante la crisis de 2008, el capital TIC es el único factor productivo con un impacto positivo en el PIB. Las TIC contribuyen positivamente en el crecimiento de la economía griega y de los países de la UE.
2019	M. E Lumbi	“La productividad total de los factores industriales y el sector textil ecuatoriano: un enfoque de Solow”	Estimación por Mínimos Cuadrados Ordinarios	Exceso de capital que promueve menor rendimiento marginal de la producción del sector. El factor trabajo tiene una alta incidencia en la producción. La tecnología es un estímulo al rendimiento productivo.

3. ANÁLISIS EMPÍRICO

A continuación se va analizar en qué medida contribuyen las TIC en el crecimiento de Estados Unidos y en España.

Para ello, en primer lugar se realizará un análisis de los datos utilizados para Estados Unidos y España, más adelante se expone el modelo econométrico aplicado y los resultados de la estimación que se utilizan para poder calcular la descomposición del crecimiento del Producto Interior Bruto (PIB) de ambos países y la contribución del crecimiento de los factores productivos al crecimiento de Estados Unidos y España, finalizando con un análisis de validación del modelo.

3.1 Análisis de los datos

Los datos utilizados en este estudio han sido recopilados de la base de datos de “*Conference Board Total Economy*” (CBTE). Se han recogido los datos de España y Estados Unidos abarcando el periodo 1990-2018. Se ha decidido utilizar las siguientes variables para estimar el impacto que las TIC tienen en el crecimiento económico de un país: crecimiento del PIB, crecimiento del factor trabajo (cantidad y calidad), crecimiento del capital formado por activos TIC, crecimiento del capital constituido por activos no TIC.

La base de datos de CBTE recoge información sobre el PIB, para la mayoría de los países del mundo por las Agencias Nacionales de Estadística, utilizando reglas internacionales establecidas por la Organización de las Naciones Unidas (ONU). Esto asegura cierta coherencia, a pesar de que la calidad de los datos pueda diferir entre países. Las estadísticas del PIB real de los países europeos se recopilan de la base de datos de Eurostat. Para poder comparar la información referenciada en sus distintas monedas, se calcula su poder adquisitivo, a través del cálculo de la Paridad del Poder Adquisitivo.

La tasa de crecimiento de los insumos de mano de obra refleja tanto la cantidad como la calidad de la mano de obra. La cantidad de mano de obra se mide por el empleo (número de horas trabajadas x calidad del empleo).

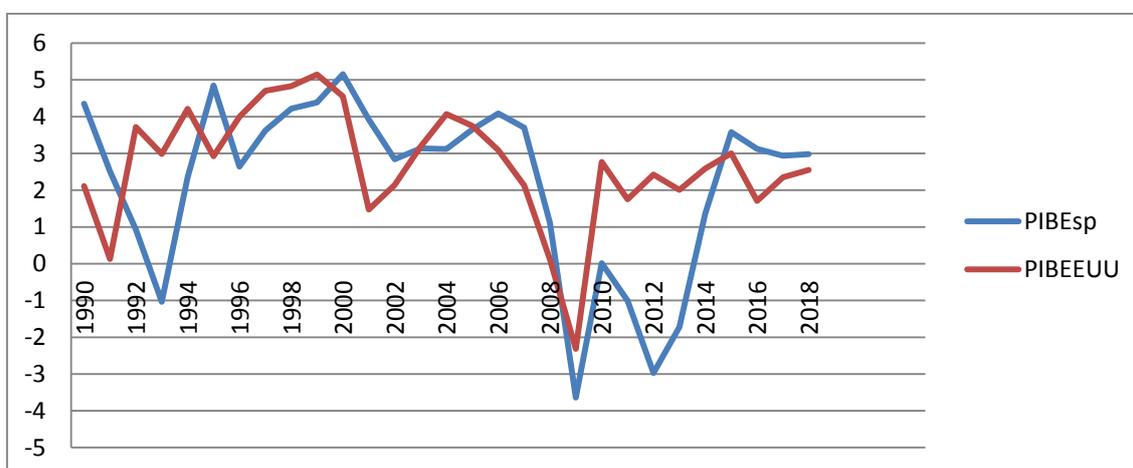
Existen seis tipos de activos de capital, éstos son: software informático, hardware informático, equipos de telecomunicaciones, edificios y estructuras, equipos de transporte y maquinaria no TIC. A su vez, estos seis activos de capital forman dos conjuntos: capital TIC y capital no TIC. Los activos de hardware, software y equipos de telecomunicaciones se consideran capital TIC y el resto de activos forman el capital no TIC.

El crecimiento de la productividad total de los factores (PTF) se obtendrá como residuo, después de estimar las contribuciones del factor trabajo y del factor capital (TIC y no TIC) al crecimiento de la producción y podría considerarse como parte del progreso tecnológico no atribuible al capital TIC.

A continuación se estudia el comportamiento las tasas de crecimiento de los factores de producción: trabajo, capital TIC, capital no TIC y de la productividad total de los factores (PTF) estimada, comparando Estados Unidos con España para el período 1990-2018. Asimismo, se estudian las posibles diferencias entre el periodo anterior a la crisis económico-financiera de 2008 y después de la misma, con el fin de detectar si se ha producido un cambio estructural¹ que haya podido incidir en la participación de los diferentes factores productivos en el crecimiento del PIB.

En relación al crecimiento del PIB, en la Figura 1 se puede observar que antes de 2008 la tasa de crecimiento del PIB ha sido positiva en ambos países, excepto en 1993 en España, cuando experimenta un crecimiento negativo debido a la profunda crisis surgida a partir de la burbuja inmobiliaria que estalló en 1990 en Japón y por las tensiones del precio del petróleo, que fue llegando a los distintos países desarrollados hasta afectar a España, la cual tuvo que devaluar la moneda para mantener su valor en los mercados monetarios, con tasas de paro elevadas y un déficit público importante, siendo más estable el comportamiento de esta variable en Estados Unidos. En 2009, tras la crisis económico-financiera de 2008, el crecimiento del PIB de ambos países cae hasta llegar a cifras negativas, a partir de ese momento mientras que Estados Unidos comienza a experimentar tasas de crecimiento positivas desde 2010, España consigue crecer con una tasa positiva desde 2014, mostrando un comportamiento más volátil que Estados Unidos. En 2015, España supera a Estados Unidos en el crecimiento del PIB, convergiendo ambas tasas en 2018.

Figura 1: Tasa de crecimiento del PIB (tasa de variación interanual, %)



Fuente: elaboración propia a partir de datos de la CBTE

¹ Más adelante se estima por MCO y utilizando la técnica de las variables ficticias si es significativo el cambio.

Tabla 2. Tasa de crecimiento interanual del PIB (promedio)

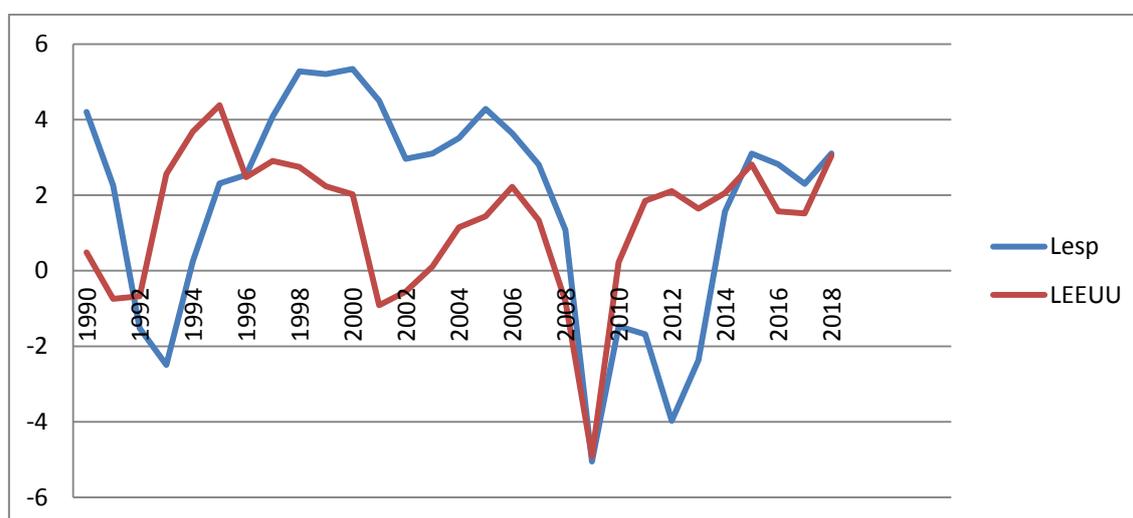
	España	EEUU
1990-2018	2,21	2,69
1990-2007	3,25	3,29
2008-2018	0,53	1,72

Fuente: elaboración propia a partir de datos de la CBTE

Como se puede observar en la Tabla 2, la tasa de crecimiento del PIB promedio de España se encuentra siempre por debajo de la de Estados Unidos, especialmente a partir de 2008. Además, se observa el importante descenso en el promedio en el crecimiento de ambos países después de 2008.

En cuanto a la evolución de la tasa de crecimiento del factor trabajo (ver Figura 2), durante el período 1990-2008 este factor ha experimentado en España un mayor crecimiento, en general, en comparación con el de Estados Unidos, aunque en el periodo 1992 a 1995 su tasa de crecimiento se mantenía por debajo de la norteamericana, debido al efecto de la crisis mencionada anteriormente y que afectó a España en mayor medida. Es en 2008 cuando ambas tasas de crecimiento del factor trabajo comienzan a descender hasta llegar a tener tasas negativas en 2009, alcanzando un -5,05% en España y un -4,91% en Estados Unidos. Una vez alcanzada esta cifra, Estados Unidos presenta una rápida recuperación a diferencia de España, donde la variable muestra más inercia y dificultad en recuperarse. No es hasta 2013 cuando comienza la recuperación en el factor trabajo en España.

Figura 2: Tasa de crecimiento del factor trabajo (tasa de variación interanual, %)

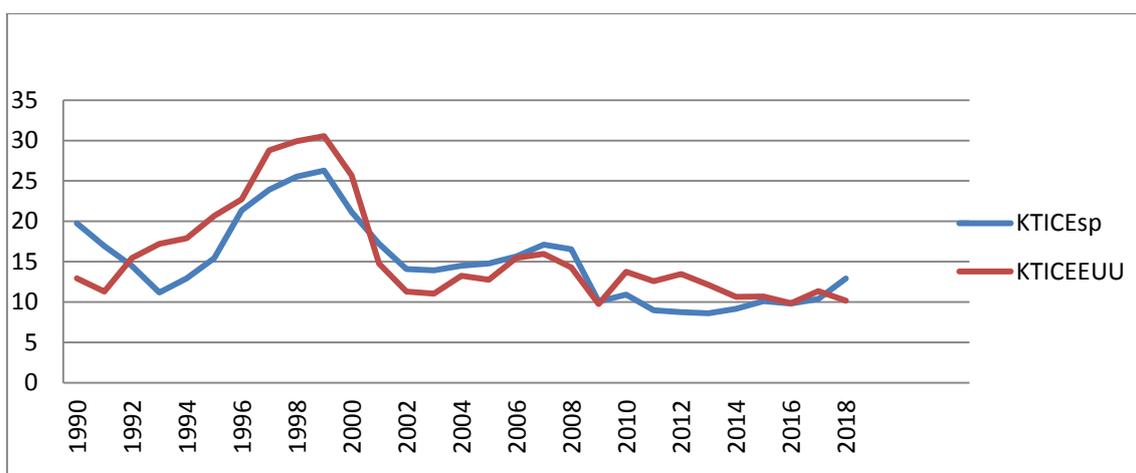


Fuente: elaboración propia a partir de datos de la CBTE

Respecto a la tasa de crecimiento del capital TIC (ver Figura 3), desde 1997 hasta 2001 se produjo un crecimiento espectacular de esta variable debido a lo que se llamó la burbuja de la industria *puntocom*, con el crecimiento de empresas vinculadas a internet. En España crece a menor ritmo que en Estados Unidos. A partir de 2001 estalló una crisis de esa burbuja con cierres, fusiones, adquisiciones y despidos, que afectó en

mayor medida al crecimiento del factor capital en Estados Unidos, aunque España también se vio afectada al tratarse de una crisis mundial. Desde entonces, no se ha producido un crecimiento tan espectacular de esta variable. A partir de 2001, la tasa de crecimiento del capital TIC de España es ligeramente superior a la de Estados Unidos y es en 2008 cuando las tasas de ambos países vuelven a sufrir una bajada. Desde el año 2010 a 2015 muestra una tendencia descendente en el crecimiento del capital TIC en ambos países, sin embargo siempre mantiene unas tasas positivas, superando la de Estados Unidos a la española hasta 2015, cuando prácticamente convergen, invirtiéndose este comportamiento en 2018.

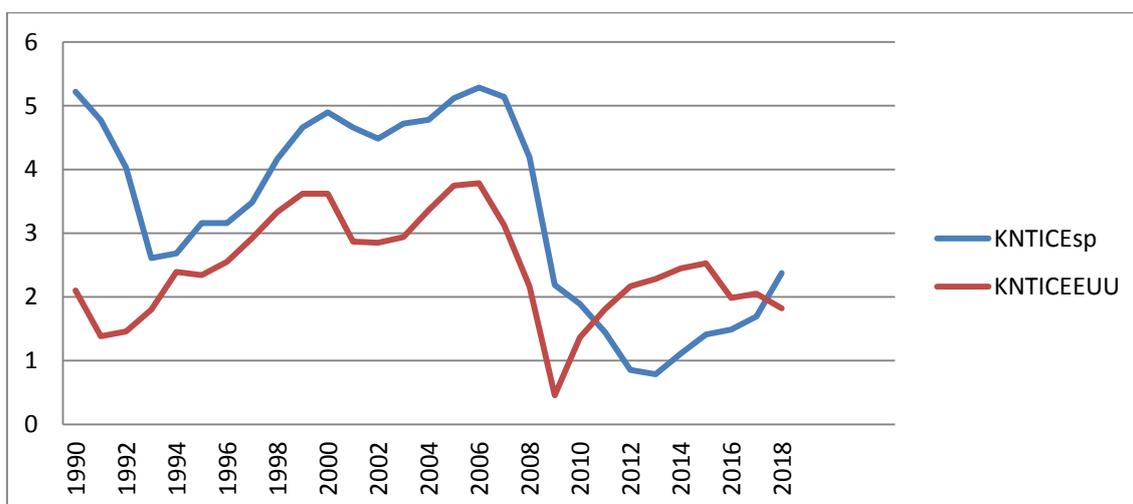
Figura 3: Tasa de crecimiento del factor del capital TIC (tasa de variación interanual, %)



Fuente: elaboración propia a partir de datos de la CBTE

En relación a la evolución del capital no TIC, según se observa en la Figura 4 durante el período 1990-2010 ambos países experimentan una tendencia similar, aunque siempre el crecimiento es mayor en España que en Estados Unidos. Desde 2006, en Estados Unidos, y 2007, en España, el crecimiento de este factor empieza a declinar, llegando incluso a ser inferior en España desde 2010, aunque en los últimos años han empezado a converger. Esta convergencia es debido a que desde 2013 España experimenta un mayor aumento en el crecimiento de la tasa de variación del capital no TIC, mientras que desciende desde 2015 en EE.UU. Así, en 2018 la tasa de crecimiento de esta variable en España se sitúa en el 2,38%, mientras que en Estados Unidos es del 1,82%.

Figura 4: Tasa de crecimiento del factor del capital no TIC (tasa de variación interanual, %)



Fuente: elaboración propia a partir de datos de la CBTE

3.2. Modelo de Contabilidad de Crecimiento: Estimación por MCO

El modelo que se va a estimar, como se ha expuesto antes, es un modelo de Contabilidad del Crecimiento que parte de la función de producción Cobb-Douglas.

Para poder estimar por Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) hay que partir de una función lineal en los parámetros. Dado que la función de producción Cobb Douglas no es lineal en este sentido, se puede realizar una transformación logarítmica que permite que la ecuación sea lineal en los parámetros para que cumpla uno de los supuestos necesarios para estimarla por el procedimiento de MCO:

Modelo econométrico de la función Cobb Douglas:

$$Y_t = AK_t^{\alpha_1} L_t^{\alpha_2} u_t, \text{ donde } 0 < \alpha_1, \alpha_2 < 1, \quad [1]$$

siendo u_t es el término de perturbación aleatoria

Transformación logarítmica del modelo [1] o modelo doble-log:

$$\ln(Y_t) = \ln(A) + \alpha_1 \ln K_t + \alpha_2 \ln L_t + \ln(u_t), \text{ donde } 0 < \alpha_1, \alpha_2 < 1$$

En el modelo doble-log los parámetros α_1 y α_2 son elasticidades puesto que miden el efecto porcentual que generan las variaciones de sus respectivos factores (capital y trabajo) sobre el crecimiento de la producción. α_1 es la elasticidad producción-empleo y α_2 la elasticidad producción-capital, como anteriormente se ha expuesto.

El modelo Contabilidad de Crecimiento, permite analizar las causas del crecimiento económico tratando de estimar la contribución del crecimiento de cada factor productivo al mismo. El modelo econométrico que se estima por MCO es el siguiente:

$$\Delta Ln(Y_t) = \Delta Ln(A) + \alpha_1 \Delta \ln K_t + \alpha_2 \Delta \ln L_t + Ln(u_t), \text{ donde } 0 < \alpha_1, \alpha_2 < 1$$

Si se descompone el capital en sus componentes: Capital TIC (KTIC) y Capital no TIC (KNTIC):

$$\Delta Ln(Y_t) = \Delta Ln(A) + \alpha_{11} \Delta \ln KTIC_t + \alpha_{12} \Delta \ln KNTIC_t + \alpha_2 \Delta \ln L_t + Ln(u_t),$$

siendo $\alpha_{11} + \alpha_{12} = \alpha_1$ y $0 < \alpha_1, \alpha_2 < 1$

o agrupando términos:

$$\Delta Ln(Y_t) = \alpha_0 + \alpha_{11} \Delta \ln KTIC_t + \alpha_{12} \Delta \ln KNTIC_t + \alpha_2 \Delta \ln L_t + Ln(u_t),$$

siendo $\alpha_0 = \Delta Ln(A)$

A continuación se exponen los resultados de la estimación por MCO de la función de producción de la Contabilidad de Crecimiento, basado en la función Cobb Douglas, bajo el supuesto de rendimientos constantes a escala para el período 1990-2018 en España y EEUU. El resultado del contraste de la hipótesis de rendimientos constantes a escala siguiente:

$$H_0 : \alpha_1 + \alpha_2 = 1$$

$$H_1 : \alpha_1 + \alpha_2 \neq 1$$

se expone en el Anexo, donde se puede comprobar que no se rechaza esta hipótesis nula para niveles de significación del 1% y 5% en España y del 1%, 5% y 10% en Estados Unidos, utilizando el test de Wald.

ESPAÑA:

$$\Delta Ln(Y_t^{Esp}) = 0,03 + 0,26 \Delta \ln KNTIC_t + 0,74 \Delta \ln L_t + \hat{u}_t,$$

(0,831) (0,004) $(3,58 \cdot 10^{-12})$

ESTADOS UNIDOS:

$$\Delta Ln(Y_t^{EE.UU}) = -0,476 + 0,08 \Delta \ln KTIC_t + 0,54 \Delta \ln KNTIC_t + 0,37 \Delta \ln L_t + \hat{u}_t,$$

(0,2948) (0,0052) $(6,85 \cdot 10^{-5})$ (0,0008)

Siendo los valores entre paréntesis los p-valores o niveles de significación exactos que se obtienen al contrastar la significatividad individual de los parámetros del modelo y \hat{u}_t , los residuos de los modelos anteriores.

En relación con el coeficiente de determinación (R^2), ambos modelos presentan una buena bondad de ajuste, siendo el coeficiente de determinación de España de 0,91, y el de EE.UU del 0,74, lo que implica que la variabilidad del crecimiento del PIB con respecto a su media viene explicada por el modelo en un 91% y un 74%, en España y EE.UU respectivamente.

De la estimación por MCO de los modelos anteriores se obtienen los siguientes resultados:

ESPAÑA:

En España el crecimiento del KTIC no resultó significativo para el crecimiento del PIB en el periodo analizado, pese a que se observa un crecimiento mayor de esta variable que el del KNTIC. Al estimar el modelo omitiendo dicha variable, se obtenía un mejor coeficiente de determinación ajustado. Por lo que se estimó el modelo sin esa variable, ya que además, el test RESET de omisión de variables relevantes no rechazaba la hipótesis nula de no omisión de variables relevantes al nivel de significación del 5% y 10%. Además, se asumió rendimientos constantes a escala, ya que no se rechaza esa hipótesis para niveles de significación inferiores al 6,45%, como se ha expuesto anteriormente. Por el contrario, el KNTIC y el factor L sí resultaron individualmente significativos, bajo la hipótesis de rendimientos constantes a escala. La interpretación de los coeficientes de regresión es la siguiente:

$\hat{\alpha}_{12} = 0,26 \Rightarrow$ Si el crecimiento del capital no TIC aumenta en un 1% manteniendo el resto de los factores constantes, en promedio, el crecimiento del PIB lo haría en un 0,26%.

$\hat{\alpha}_2 = 0,74 \Rightarrow$ Si el crecimiento del factor trabajo aumenta en un 1% y el resto

de factores se mantienen constantes, en promedio, el crecimiento del PIB incrementaría en un 0,74%.

Ello pone de manifiesto la mayor influencia en el crecimiento del PIB de España del incremento del factor trabajo, que el capital no TIC.

ESTADOS UNIDOS:

$\hat{\alpha}_{11} = 0,08 \Rightarrow$ Si el crecimiento del capital TIC aumenta en un 1%, en promedio, el del PIB lo haría en un 0,08%, manteniendo constantes el resto de variables.

$\hat{\alpha}_{12} = 0,54 \Rightarrow$ Si el crecimiento del capital no TIC aumenta en 1% y el resto de variables se mantuviesen constantes, el crecimiento del PIB se incrementaría, en promedio, en un 0,54%.

$\hat{\alpha}_2 = 0,37 \Rightarrow$ Si el crecimiento del factor trabajo aumenta en un 1%, el del PIB lo haría en un 0,37%, en promedio, y manteniendo constantes el resto de variables.

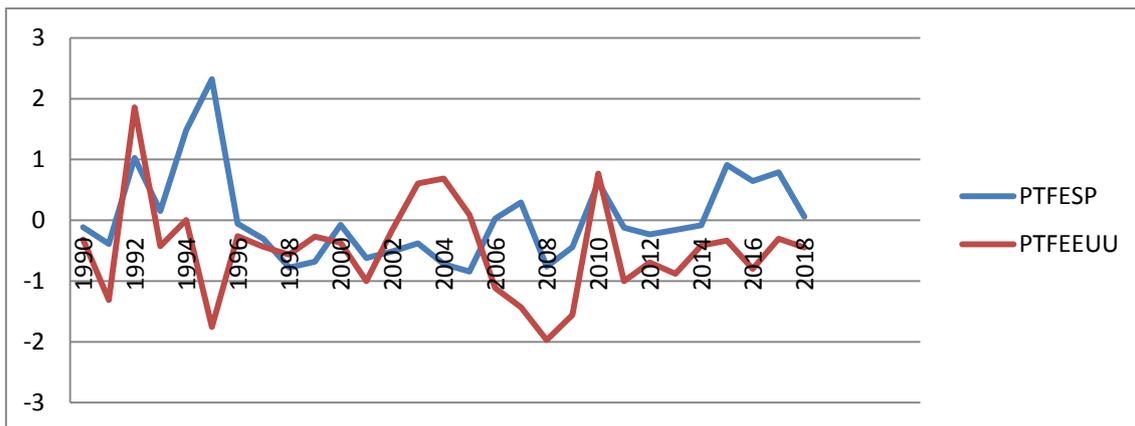
Este resultado muestra, contrariamente a lo que sucede en España, el mayor impacto en el crecimiento del PIB en EE.UU del aumento del capital no TIC que el del factor trabajo y el menor impacto del crecimiento del capital no TIC, que en España resulta incluso no ser significativo.

Teniendo en cuenta los resultados de las estimaciones del modelo de Contabilidad del Crecimiento para España y EE.UU, se puede estimar el crecimiento de la PTF o todo aquello que influye en el crecimiento de la Producción independientemente del K y del L (ver Figura 5) a través de la diferencia siguiente, tal y como lo calcula la *Conference Board Total Economy Database*:

$$P\hat{T}F_t = \Delta \ln(Y_t) - \left(\hat{\alpha}_{11} \Delta \ln KTIC_t + \hat{\alpha}_{12} \Delta \ln KNTIC_t + \hat{\alpha}_2 \Delta \ln L_t \right)$$

Esta PTF es lo que Solow llamó *progreso técnico* y representa la capacidad de producir más con los mismos inputs.

Figura 5: Tasa de crecimiento de la Productividad Total de los Factores (tasa de variación interanual, %)



Fuente: elaboración propia a partir de datos de la CBTE

Tal y como se observa en la Figura 5, el crecimiento de la PTF evoluciona prácticamente a la inversa en España que en EE.UU en muchos periodos: 1993-1998, 2002-2007, 2006-2007, 2014-2018 y con valores negativos, en su mayoría, lo que significaría que hay factores que influyen negativamente en el crecimiento del PIB, independientemente del crecimiento del capital y el trabajo.

Descomposición del crecimiento del PIB

En este apartado se analiza cómo se descompone el crecimiento del PIB en España y en Estados Unidos atendiendo a los resultados obtenidos de las regresiones anteriores, en promedio, en los periodos analizados, distinguiendo el periodo anterior a la crisis de 2008 y posterior a ese año.

ESPAÑA:

Tabla 3. Descomposición tasa de crecimiento del PIB de España (puntos porcentuales)

	España				
	Contribución del Trabajo (1)	Contribución del KTIC	Contribución del KNTIC (2)	PTF (3)	PIB % (1+2+3)
1990-2018	1,33	---	0,85	0,04	2,21
1990-2007	2,16	---	1,10	-0,01	3,25
2008-2018	-0,04	---	0,45	0,11	0,53

Fuente: elaboración propia a partir de datos de la CBTE

Tal y como se observa en la Tabla 3, durante el período 1990-2018 la tasa de crecimiento del PIB español es, en promedio, del 2,21%, que se descompone en 1,33 puntos porcentuales (p.p) del crecimiento del factor trabajo, 0,85 p.p del crecimiento del capital no TIC y 0,04 p.p del de la productividad total de los factores (PTF). Como se ha expuesto anteriormente, el crecimiento del factor trabajo es el que más aporta al crecimiento económico, en promedio, en el periodo 1990-2018, con un aumento de la PTF o de la competitividad del país próximo a cero.

Subdividiendo el periodo en dos subperiodos, el anterior a la crisis de 2008 y el posterior a ese año, se obtiene lo siguiente:

La tasa de crecimiento del PIB español promedio para el período anterior a la crisis de 2008 es más elevada (3,25%) y se descompone en 2,16 p.p correspondiente a la contribución del crecimiento del factor trabajo, 1.10 p.p del aumento del factor capital no TIC y -0,01 p.p del crecimiento de la PTF. Después de la crisis, la tasa de crecimiento del PIB disminuyó al 0,53%, siendo el factor trabajo el que más sufrió tras la crisis, contribuyendo su crecimiento negativamente (-0,04 p.p.) al del PIB; mientras que el del capital no TIC aporta al mismo 0,45 p.p y el de la PTF 0,11 p.p. La tasa negativa del crecimiento del factor empleo se debe a la elevada destrucción de empleo causada por la crisis, sobre todo en el sector de la construcción. Aun así, la aportación del crecimiento de la PTF al del PIB después de 2008 es más elevada que en el período 1990-2008, lo que implica que la crisis ha llevado a una reestructuración del tejido productivo en España de tal manera que el crecimiento de la competitividad de España ha contribuido a aumentar el PIB desde 2008 en mayor medida que antes y que también es el crecimiento del factor capital no TIC el que mantiene el del PIB, lo que no ocurría en el periodo anterior.

ESTADOS UNIDOS:

Tabla 4. Descomposición de la tasa de crecimiento del PIB en EE.UU (puntos porcentuales)

	Estados Unidos				
	Contribución del Trabajo (1)	Contribución del KTIC (2)	Contribución del KNTIC (3)	PTF (4)	PIB% (1+2+3+4)
1990-2018	0,49	1,35	1,33	-0,48	2,69
1990-2007	0,56	1,56	1,50	-0,34	3,29
2008-2018	0,38	1,01	1,03	-0,69	1,72

Fuente: elaboración propia a partir de datos de la CBTE

En lo que respecta a EE.UU, durante todo el período 1990-2018 la tasa de crecimiento del promedio del PIB estadounidense es del 2,69%, la cual se descompone en 1,35 p.p debido al crecimiento del capital TIC, 1,33 p.p. al crecimiento del capital no TIC, muy similar al anterior pese a la más elevada productividad marginal del crecimiento del capital no TIC a la del capital TIC, lo que pone de manifiesto el importante crecimiento del capital TIC frente al no TIC que compensa, en parte, su menor productividad marginal del crecimiento. El crecimiento del factor trabajo aporta tan solo 0,49 p.p., contrariamente a lo que ocurre en España, donde el factor trabajo es el que más aporta al crecimiento económico, el crecimiento de la PTF tiene una aportación negativa (-0,48 p.p) al mismo.

Subdividiendo el periodo en dos subperiodos, el anterior a la crisis de 2008 y el posterior a ese año, se obtiene lo siguiente:

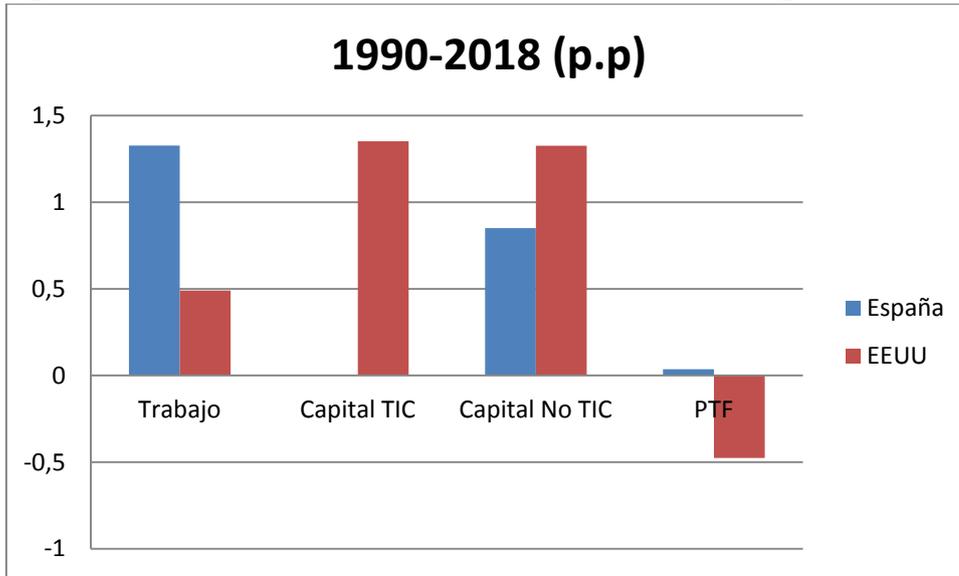
Para el período anterior a la crisis (1990-2007) la tasa de crecimiento del PIB estadounidense es del 3,29%, en promedio, de la que 1,56 p.p. proceden del crecimiento del capital TIC, 1,50 p.p del capital no TIC, 0,56 p.p. del crecimiento del factor trabajo y -0,34 p.p. del de la PTF. Tras la crisis (2008-2018), la tasa de crecimiento del PIB sufre un destacado descenso hasta llegar al 1,72%, que se fracciona en 1,01 p.p aportado por el crecimiento del capital TIC, 1,03 p.p del crecimiento del capital no TIC, un 0,38 p.p del crecimiento del trabajo y -0,69 p.p del de la PTF o de la competitividad. Aunque EE.UU es uno de los países con mayor competitividad del mundo, ha ido disminuyendo su aportación al crecimiento mundial, especialmente desde la crisis de 2008.

En resumen, el crecimiento del factor trabajo es el que más aporta al crecimiento del PIB en España en el periodo 1990-2018, disminuyendo su aportación hasta llegar a ser negativa después de la crisis, por la importante destrucción del empleo, siendo compensada por una mayor aportación al crecimiento por parte de la PTF en este periodo post-crisis. En Estados Unidos ocurre lo contrario en el periodo 1990-2018, donde es el crecimiento del factor capital (TIC y no TIC) el que más aporta al crecimiento del país, siendo menor la contribución del factor trabajo. Tras la crisis se mantiene esta misma estructura, aunque si antes de la crisis la aportación del capital TIC era superior a la del capital no TIC, se invierte este comportamiento después de la crisis, aunque muy ligeramente.

A continuación se presentan las gráficas en las que se reflejan por períodos y subperíodos (1990-2018, 1990-2007, 2008-2018) las contribuciones de los factores al crecimiento del PIB, comparando España con EE.UU.

En la Figura 6 se ve reflejada la disparidad de las diferentes contribuciones de los crecimientos de los factores al crecimiento del PIB de ambos países para el período 1990-2018.

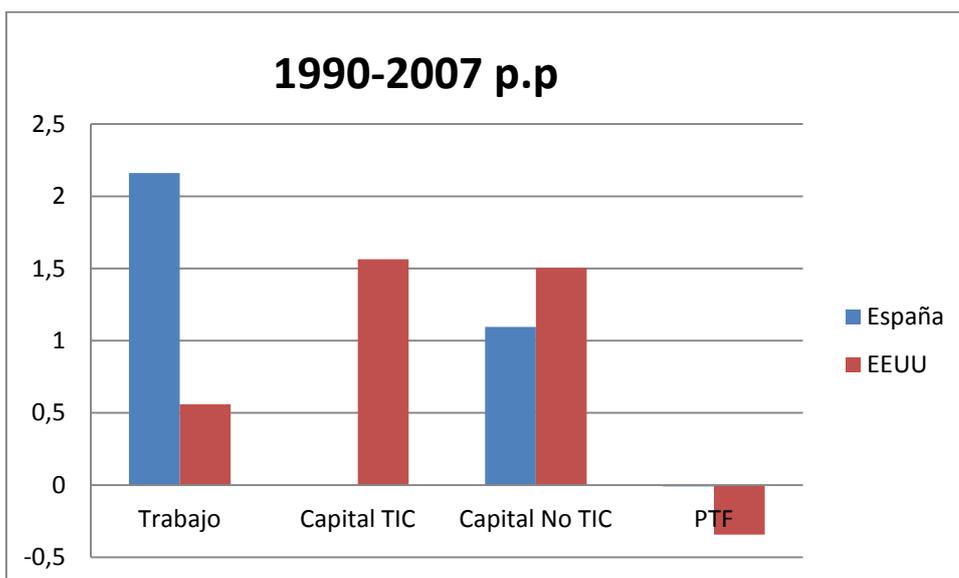
Figura 6 (Contribución de los factores al crecimiento del PIB para 1990-2018).



Fuente: elaboración propia a partir de datos de la CBTE

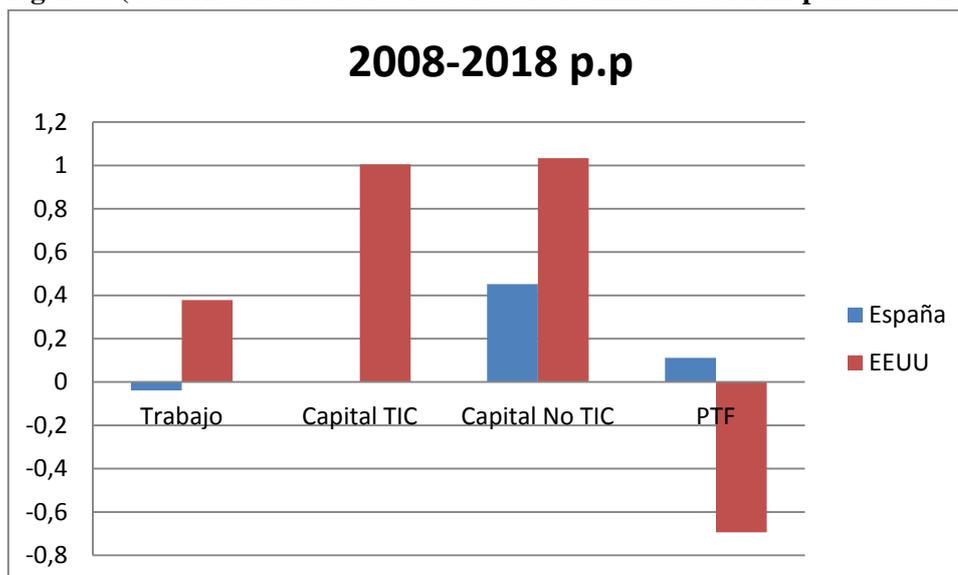
La Figura 7 y la Figura 8 muestran las contribuciones de crecimiento de los factores al crecimiento del PIB para los períodos antes y después de la crisis, respectivamente.

Figura 7 (Contribución de los factores al crecimiento del PIB para 1990-2007).



Fuente: elaboración propia a partir de datos de la CBTE

Figura 8 (Contribuciones de los factores al crecimiento del PIB para 2008-2018).



Fuente: elaboración propia a partir de datos de la CBTE

Contribución porcentual del crecimiento de los factores al crecimiento del PIB.

Para que se pueda ver de manera más evidente la contribución porcentual del crecimiento de los factores productivos al del PIB, a continuación se expresa en términos porcentuales dicha contribución, permitiendo comparar los datos de EE.UU y de España.

ESPAÑA

Tabla 5. Contribución relativa del crecimiento de los factores productivos al crecimiento del PIB. España (en porcentaje).

	España				PIB
	Trabajo	KTIC	KNTIC	PTF	
1990-2018	59,91	---	38,44	1,65	100
1990-2007	66,57	---	33,73	-0,30	100
2008-2018	-7,36	---	86,06	21,31	100

Fuente: elaboración propia a partir de datos de la CBTE

La Tabla 5 refleja, en términos relativos, la aportación de cada factor al crecimiento del PIB, o la contribución relativa de cada factor en España. Así, para el período 1990-2018, la contribución relativa del crecimiento del factor trabajo al del PIB es de 59,91%, la del crecimiento del capital no TIC es de 38,44% y el de la PTF es de 1,65%.

Para el período antes de la crisis, 1990-2007, el factor trabajo aportaba un 66,57%, más de la mitad del crecimiento del PIB; el capital no TIC aportaba un 38,44% y la PTF restaba al crecimiento del PIB, en un 0,30%. Después de la crisis, 2008-2018, el crecimiento del factor trabajo pasó de ser el que más contribuía al del PIB, a tener una aportación incluso negativa, -7,36%. En este período el crecimiento del PIB se debe

prácticamente al del capital no TIC, puesto que aporta un 86,06% y la PTF un 21,31%, mejorando la competitividad después de la crisis.

ESTADOS UNIDOS:

Tabla 6. Contribución relativa del crecimiento de los factores productivos al crecimiento del PIB. Estados Unidos (en porcentaje).

	Estados Unidos				
	Trabajo	KTIC	KNTIC	PTF	PIB
1990-2018	18,23	50,22	49,23	-17,68	100
1990-2007	17,03	47,62	45,79	-10,44	100
2008-2018	21,97	58,34	59,97	-40,28	100

Fuente: elaboración propia a partir de datos de la CBTE

La Tabla 6 refleja la contribución relativa del crecimiento de cada factor al del PIB estadounidense, siendo muy diferente la estructura a la de España, como se ha expuesto anteriormente. Así pues, para el período 1990-2018, la contribución relativa del crecimiento del factor trabajo es de 18,23%, el del capital TIC es del 50,22%, el del capital no TIC es un 49,23%, mientras que el crecimiento de la PTF contribuye negativamente -17,68%.

En el período 1990-2007, el crecimiento del factor trabajo contribuyó un 17,03% al del PIB, el del capital TIC un 47,62%, el del capital no TIC un 45,79% y la PTF -10,44%. Tras la crisis (2008-2018) todos los factores excepto la PTF contribuyen más que en el período anterior lo que evidencia una pérdida de competitividad. El crecimiento del factor trabajo contribuyó un 21,97% al del PIB, el del capital TIC un 58,34%, el del capital no TIC un 59,97% y el de la PTF -40,28%. Es un hecho curioso lo que ocurre en Estados Unidos, que tras la crisis consigue que el crecimiento de todos los factores productivos contribuya más al del PIB, sin embargo la PTF muestra la pérdida de competitividad del país, pese a ser uno de los países más competitivos del mundo.

3.3. Validación del modelo

La Tabla 4 muestra los resultados de una serie de test que contrastan lo siguiente:

- Significatividad individual de las variables explicativas, a través de la prueba-t, y la significatividad global del modelo, test de la F, que contrastan la hipótesis nula de no significatividad.
- Rendimientos constantes a escala. Se aplica el test de Wald que considera la hipótesis nula de que se dan rendimientos constantes a escala.
- Autocorrelación en el término de perturbación aleatoria. La hipótesis nula del test de Breusch-Godfreyes es que no existe autocorrelación en dicho término.
- Cambio estructural o estabilidad estructural en los parámetros. Se utiliza el método de la técnica de las variables ficticias y la hipótesis nula es que no existe cambio estructural.

- Omisión de variables relevantes en los modelos. Se utiliza el contraste de RESET y la hipótesis nula es que el modelo no presenta omisión de variables relevantes.
- Homocedasticidad en la varianza del término de perturbación aleatoria. El test de White contrasta la hipótesis nula de que el término de perturbación aleatoria es homocedástico.
- Distribución Normal del término de perturbación aleatoria.

La Tabla 7 resume los resultados de la aplicación de una serie de test que tratan de validar los modelos, dejando en el Anexo los resultados de los contrastes de hipótesis realizados:

Tabla 7: Contrastes de hipótesis de los modelos

Hipótesis nula	Modelo España (p-valor)		Modelo EEUU (p-valor)	
No significatividad de la constante y de las variables explicativas. <i>Modelo sin supuesto de rendimientos constantes a escala. (prueba-t)</i>	Const: 0,0975 L: $1,88 \cdot 10^{-11}$ KTIC: 0,5169 KNTIC: 0,4033	*	Const: 0,2871 L: 0,0010 KTIC: 0,0150 KNTIC: 0,0139	*** ** **
No significatividad de la constante y de las variables explicativas bajo supuesto de rendimientos constantes (prueba t)	Const: 0,8316 L: $3,58 \cdot 10^{-12}$ KNTIC: 0,004	*** ***	Const: 0,2948 L: 0,0008 KTIC: 0,0052 KNTIC: $6,85 \cdot 10^{-6}$	*** *** ***
No significatividad global (Prueba F)	F (3,25): 89,68 p-valor: $1,64 \cdot 10^{-13}$	***	F(3,25): 23,822 p-valor: $1,67 \cdot 10^{-7}$	***
Ausencia de autocorrelación <i>Test de Breusch-Godfrey</i>	0,153		0,948	
Ausencia de cambio estructural <i>Técnica de variables ficticias (2009)</i>	Splitdum: 0,5186 sdLEsp: 0,4326 sdKTICEsp: 0,9804 sdKNTICEsp: 0,5443		Splitdum: 0,6739 sd_LEEUU: 0,4542 sd_KTICEEUU: 0,4829 sd_KNTICEEUU: 0,234	
Homocedasticidad <i>Test de White</i>	0,6313		0,10002	
Ausencia de sesgo de especificación <i>Test RESET de Ramsey</i>	0,0864	*	0,298	

Distribución Normal del término de perturbación aleatoria				
→ Contraste Doornik-Hansen	0,000805	***	0,05976	*
→ W de Shapiro	0,00037315	***	0,1123	
→ Contraste de Lilliefors	0,09	*	0,04	**
→ Test Jarque-Bera	5,033*10 ⁻⁵	***	0,0652	*

Nota:
 (*) (**)(***) *se rechaza la hipótesis nula a un nivel de significación del 10% 5% y 1%*

En España, en el modelo de contabilidad del crecimiento, sin restricciones de rendimientos a escala, las variables explicativas no son todas significativas, solo se considera significativa al 1% la variable del factor trabajo, sin embargo, bajo el supuesto de rendimientos constantes a escala son significativas tanto la variable del factor trabajo, como la variable del capital no TIC para el 1% de significación. El modelo sí es significativo en su conjunto y no presenta omisión de variables relevantes para niveles de significación inferiores al 8,6%. El término de perturbación aleatoria no presenta problemas de heterocedasticidad, ni autocorrelación, existiendo disparidad en las conclusiones de algunos test de normalidad, lo que puede ser normal por el tamaño muestral del que se dispone, teniendo en cuenta que la mayoría de los tests son asintóticos. A pesar de ello, los estimadores son los mejores estimadores lineales, insesgados y eficientes (MELI). En lo que se refiere a la posible existencia de cambio estructural significativo, en España el test de variables ficticias no detecta cambio estructural en los parámetros a partir de 2008.

En lo que se refiere al modelo de contabilidad del crecimiento económico en EE.UU, todas las variables explicativas del modelo sin restricciones a escala son significativas, la variable factor trabajo es significativa para los niveles de significación estándar (1%, 5% y 10%), mientras que las variables KTIC Y KNTIC son significativas para los niveles de significación del 5% y 10%. Bajo el supuesto de rendimientos constantes a escala, el cual no se rechaza, también son significativas las tres variables, pero para todos los niveles de significación estándar. El modelo es significativo en su conjunto, no se rechaza la hipótesis de omisión de variables relevantes, no tiene problemas de especificación, ni de heterocedasticidad, ni de autocorrelación. El término de perturbación aleatoria sigue una distribución normal para los niveles de significación del 1% y del 5%. Al igual que en España, Estados Unidos no presenta un cambio estructural significativo en los valores de los parámetros en el período estudiado. Por consiguiente, los estimadores son los mejores estimadores lineales, insesgados y eficientes (MELI).

4. CONCLUSIÓN

En el presente trabajo se ha analizado el modelo de Contabilidad de Crecimiento de Solow (1957), que permite estudiar la contribución al crecimiento de la producción del incremento en tres factores productivos (trabajo, capital y PTF), con el fin de analizar el impacto del crecimiento de las TIC en el crecimiento de España y Estados Unidos tras la crisis de 2008. Para ello se ha descompuesto el capital en dos tipos, capital TIC y capital no TIC.

La conclusión que se obtienen es que, aunque existen una aportación al crecimiento económico diferente de cada factor productivo antes y después de 2008, no se considera que se ha producido un cambio estructural que ponga de manifiesto un cambio significativo en la productividad marginal de los factores productivos, a raíz de los resultados obtenidos del test de cambio estructural aplicado al modelo de Contabilidad de Crecimiento con rendimientos constantes a escala. Por lo que no se puede decir que el impacto del crecimiento de las TIC en el de España y Estados Unidos haya experimentado un cambio estructural significativo.

Además, también se obtiene como conclusión que en España la aportación del capital TIC al crecimiento del PIB no es significativa en el periodo objeto de estudio (1990-2018), pese al crecimiento importante de este factor, mientras que en Estados Unidos su productividad marginal sí es significativa en dicho periodo, aunque muy baja (0,08). La importante contribución al crecimiento del capital TIC al de la producción de Estados Unidos se debe a la elevada inversión en este tipo de capital, que lleva a que, en promedio, el crecimiento del capital TIC contribuya en un 50,22% al crecimiento del PIB estadounidense en el periodo 1990-2018, aumentando su contribución a partir de 2008, al pasar de aportar el 47,62%, antes de este año, al 58,34% después del mismo.

Como comentan Mas y Quesada (2005), España no es un país con importante peso en las ramas productoras de activos TIC, es más bien un país usuario de las TIC. De ahí que el impacto de la inversión en la producción de este capital sea menor en el crecimiento económico del país que en Estados Unidos, que se ha caracterizado por ser un país pionero en el desarrollo de este tipo de capital.

En lo que respecta al resto de factores productivos, de la estimación del modelo de contabilidad del crecimiento, con rendimientos constantes a escala, se obtiene que en España el capital no TIC contribuye al crecimiento del PIB en un 38,44% en todo el periodo 1990-2018, aumentando considerablemente su aportación desde el 33,73% antes de 2008 al 86,06% después de 2008. En Estados Unidos la contribución al crecimiento del PIB de este factor es mayor que en España en el periodo 1990-2018 (49,23%), creciendo también su aportación, aunque en menor medida que en España (pasa del 45,79% antes de 2008, al 59,97% después de este año). La productividad marginal del capital no TIC es de 0,26 en España, algo menos de la mitad de la de Estados Unidos (0,54).

Por tanto, según el modelo estimado, en España es el factor trabajo el que más contribuye al crecimiento económico en el periodo 1990-2018 (59,91%), aportando a la producción un crecimiento del 66,57% antes de 2008 y contribuyendo negativamente (-7,36%) a partir de este año, con una productividad marginal estimada de 0,74, que casi triplica a la productividad del capital no TIC (0,26). Por el contrario, en Estados Unidos el factor trabajo sólo contribuye en un 18,23% al crecimiento en el periodo 1990-2018, pasando de aportar un 17,03% al crecimiento del país hasta 2008, hasta llegar a contribuir un 21,97% a partir de ese año, con una productividad marginal más baja (0,37) que en España, siendo el capital (TIC y no TIC) el que aporta casi el triple al crecimiento económico que el factor trabajo.

En lo que respecta a la Productividad Total de los Factores o competitividad estimada a partir del residuo del modelo del crecimiento, se obtiene que en Estados Unidos contribuye negativamente al crecimiento del país durante todo el período objeto de estudio (1990-2018), pero sobre todo desde la crisis de 2008, minorando el crecimiento del país, al tener una aportación negativa del 40,28%. Aunque Estados Unidos ha sido durante mucho tiempo uno de los países líderes en competitividad, lo cierto es que esta competitividad se ha ido deteriorando, especialmente desde la crisis. Así, aunque todavía en 2018 seguía siendo líder en el ranking de países más competitivos del mundo, en 2019 le quitaba el puesto Singapur, pasando Estados Unidos a ser el tercer país más competitivo. En España, sucede el fenómeno contrario, mantiene una contribución positiva para todo el período 1990-2018, pero si se divide el período en los subperiodos anterior y posterior a la crisis, se obtiene que en el subperíodo 1990-2007, la aportación del incremento de la PTF al crecimiento del PIB es negativa, aunque casi nula (-0,3%), pero desde la crisis (2008-2018), la PTF pasa a aportar un 21,31% al crecimiento económico español, en promedio, compensando la contribución negativa, -7,36%, del factor trabajo en este periodo, que se produjo por la elevada destrucción de empleo. Ello pone de manifiesto que la crisis económica en España llevó a un incremento en la productividad del país.

ANEXO: RESULTADOS ESTIMACIÓN Y VALIDACIÓN DE LOS MODELOS

ESPAÑA:

- 1) Estimación del modelo sin restricción sobre los rendimientos a escala de la producción (contrastes de significatividad individual de los coeficientes y de significatividad del modelo). Modelo con KTIC:

Esp: MCO, usando las observaciones 1990-2018 (T = 29)

Variable dependiente: PIBEsp

	Coeficiente	Desv. típica	Estadístico t	valor p	
const	0.866917	0.503563	1.722	0.0975	*
Lesp	0.776944	0.0677335	11.47	1.88e-011	***
KTICEsp	-0.0271844	0.0413439	-0.6575	0.5169	
KNTICEsp	0.110518	0.129984	0.8502	0.4033	
Media de la vble. dep.	2.214407	D.T. de la vble. dep.	2.343053		
Suma de cuad. residuos	13.06905	D.T. de la regresión	0.723023		
R-cuadrado	0.914980	R-cuadrado corregido	0.904777		
F(3, 25)	89.68270	Valor p (de F)	1.64e-13		
Log-verosimilitud	-29.59200	Criterio de Akaike	67.18401		
Criterio de Schwarz	72.65319	Crit. de Hannan-Quinn	68.89689		
rho	0.340750	Durbin-Watson	1.315047		

Modelo sin KTIC:

Variable dependiente: PIBEsp

	Coeficiente	Desv. típica	Estadístico t	valor p	
const	0.629593	0.347284	1.813	0.0814	*
Lesp	0.757771	0.0604644	12.53	1.59e-012	***
KNTICEsp	0.0702493	0.113394	0.6195	0.5410	
Media de la vble. dep.	2.214407	D.T. de la vble. dep.	2.343053		
Suma de cuad. residuos	13.29505	D.T. de la regresión	0.715086		
R-cuadrado	0.913510	R-cuadrado corregido	0.906857		
F(2, 26)	137.3057	Valor p (de F)	1.52e-14		
Log-verosimilitud	-29.84061	Criterio de Akaike	65.68122		
Criterio de Schwarz	69.78311	Crit. de Hannan-Quinn	66.96588		
rho	0.321838	Durbin-Watson	1.353450		

2) **Contraste de la H_0 de rendimientos constantes a escala y contrastes de significatividad individual de los coeficientes**

Restricción:

$$b[\text{Lesp}] + b[\text{KNTICEsp}] = 1$$

Estadístico de contraste: $F(1, 26) = 3.72669$, con valor $p = 0.0645245$

Estimaciones restringidas:

	Coefficiente	Desv. típica	Estadístico t	valor p
const	0.0364860	0.169881	0.2148	0.8316
Lesp	0.744059	0.0630047	11.81	3.58e-012 ***
KNTICEsp	0.255941	0.0630047	4.062	0.0004 ***

Desviación típica de la regresión = 0.750326

3) **Contraste de especificación/ omisión de variables relevantes (Test Reset)**

Regresión auxiliar para el contraste de especificación RESET

MCO, usando las observaciones 1990-2018 (T = 29)

Variable dependiente: PIBEsp

	Coefficiente	Desv. típica	Estadístico t	valor p
const	0.860687	0.512107	1.681	0.1064
Lesp	0.868255	0.0897360	9.676	1.42e-09 ***
KTICEsp	-0.00251387	0.0410427	-0.06125	0.9517
KNTICEsp	0.155649	0.123350	1.262	0.2196
yhat^2	-0.0679657	0.0479143	-1.418	0.1695
yhat^3	-0.000348468	0.0115360	-0.03021	0.9762

Estadístico de contraste: $F = 2.729684$,
con valor $p = P(F(2,23) > 2.72968) = 0.0864$

4) **Contraste de homocedasticidad (Test White)**

Contraste de heterocedasticidad de White

MCO, usando las observaciones 1990-2018 (T = 29)

Variable dependiente: uhat^2

	Coefficiente	Desv. típica	Estadístico t	valor p
const	-5.28700	5.22813	-1.011	0.3246
Lesp	-0.691335	1.04511	-0.6615	0.5162
KTICEsp	0.811991	0.986072	0.8235	0.4205
KNTICEsp	0.818971	1.56257	0.5241	0.6063
sq_Lesp	-0.0465687	0.0544647	-0.8550	0.4032
X2_X3	0.0627233	0.135349	0.4634	0.6483
X2_X4	-0.0140714	0.260149	-0.05409	0.9574
sq_KTICEsp	-0.0328524	0.0313091	-1.049	0.3072
X3_X4	0.0341774	0.128178	0.2666	0.7926
sq_KNTICEsp	-0.243042	0.433582	-0.5605	0.5817

R-cuadrado = 0.243306

Estadístico de contraste: $TR^2 = 7.055882$,
con valor $p = P(\text{Chi-cuadrado}(9) > 7.055882) = 0.631301$

5) **Contraste de no autocorrelación (Test Breusch Godfrey)**

Contraste Breusch-Godfrey de autocorrelación hasta el orden 2
MCO, usando las observaciones 1990-2018 (T = 29)
Variable dependiente: uhat

	Coefficiente	Desv. típica	Estadístico t	valor p
const	0.221179	0.545585	0.4054	0.6889
Lesp	0.0168146	0.0697866	0.2409	0.8117
KTICEsp	-0.0294131	0.0495380	-0.5937	0.5585
KNTICEsp	0.0557291	0.134601	0.4140	0.6827
uhat_1	0.355932	0.209509	1.699	0.1028
uhat_2	0.0748081	0.247844	0.3018	0.7655

R-cuadrado = 0.129472

Estadístico alternativo: $TR^2 = 3.754697$,
con valor p = $P(\text{Chi-cuadrado}(2) > 3.7547) = 0.153$

6) **Contraste de normalidad de los residuos**

Contraste de Normalidad de RESIDESP:

Contraste de Doornik-Hansen = 14.247, con valor p 0.000805947

W de Shapiro-Wilk = 0.834627, con valor p 0.00037315

Contraste de Lilliefors = 0.150891, con valor p ≈ 0.09

Contraste de Jarque-Bera = 19.7937, con valor p 5.0333e-005

7) **Contraste de cambio estructural (2009)**

Augmented regression for Chow test
OLS, using observations 1990-2018 (T = 29)
Dependent variable: PIBEsp

	coefficient	std. error	t-ratio	p-value	
const	2.83567	1.42567	1.989	0.0599	*
Lesp	0.734205	0.132470	5.542	1.69e-05	***
KTICEsp	-0.0486285	0.0535035	-0.9089	0.3737	
KNTICEsp	-0.213321	0.254188	-0.8392	0.4108	
splitdum	-2.21703	3.37692	-0.6565	0.5186	
sd_Lesp	0.129099	0.161347	0.8001	0.4326	
sd_KTICEsp	-0.0106257	0.428168	-0.02482	0.9804	
sd_KNTICEsp	0.594806	0.964968	0.6164	0.5443	

ESTADOS UNIDOS

1) Estimación del modelo sin restricción sobre los rendimientos a escala de la producción (contraste de significatividad individual de los coeficientes y de significatividad del modelo)

EEUU: MCO, usando las observaciones 1990-2018 (T = 29)

Variable dependiente: PIBEEUU

	Coefficiente	Desv. típica	Estadístico t	valor p	
const	-0.630228	0.579367	-1.088	0.2871	
LEEUU	0.378684	0.101340	3.737	0.0010	***
KTICEEUU	0.0808737	0.0309675	2.612	0.0150	**
KNTICEEUU	0.632296	0.238976	2.646	0.0139	**
Media de la vble. dep.	2.692842	D.T. de la vble. dep.	1.581943		
Suma de cuad. residuos	18.15949	D.T. de la regresión	0.852279		
R-cuadrado	0.740842	R-cuadrado corregido	0.709743		
F(3, 25)	23.82212	Valor p (de F)	1.67e-07		
Log-verosimilitud	-34.36173	Criterio de Akaike	76.72346		
Criterio de Schwarz	82.19264	Crit. de Hannan-Quinn	78.43634		
rho	0.032335	Durbin-Watson	1.933390		

2) Contraste de la H_0 de rendimientos constantes a escala y contrastes de significatividad individual de los coeficientes

Restricción:

$$b[\text{LEEUU}] + b[\text{KTICEEUU}] + b[\text{KNTICEEUU}] = 1$$

Estadístico de contraste: $F(1, 25) = 0.181362$, con valor p = 0.673849

Estimaciones restringidas:

	Coefficiente	Desv. típica	Estadístico t	valor p	
const	-0.476131	0.445298	-1.069	0.2948	
LEEUU	0.374647	0.0992944	3.773	0.0008	***
KTICEEUU	0.0859191	0.0281576	3.051	0.0052	***
KNTICEEUU	0.539434	0.0962353	5.605	6.85e-06	***

Desviación típica de la regresión = 0.838754

3) Contraste de especificación/ omisión de variables relevantes (Test Reset).

Regresión auxiliar para el contraste de especificación RESET

MCO, usando las observaciones 1990-2018 (T = 29)

Variable dependiente: PIBEEUU

	Coefficiente	Desv. típica	Estadístico t	valor p	
const	-1.48428	1.34242	-1.106	0.2803	
LEEUU	0.494414	0.126800	3.899	0.0007	***
KTICEEUU	0.161474	0.0811008	1.991	0.0585	*
KNTICEEUU	0.887929	0.285428	3.111	0.0049	***
yhat^2	-0.178806	0.218650	-0.8178	0.4219	
yhat^3	0.0129385	0.0451639	0.2865	0.7771	

Estadístico de contraste: $F = 1.276585$,
con valor p = $P(F(2,23) > 1.27658) = 0.298$

4) **Contraste de homocedasticidad (Test White).**

Contraste de heterocedasticidad de White
MCO, usando las observaciones 1990-2018 (T = 29)
Variable dependiente: uhat²

	Coefficiente	Desv. típica	Estadístico t	valor p	
const	-7.88318	4.33196	-1.820	0.0846	*
LEEUU	0.960328	0.918648	1.045	0.3090	
KTICEEUU	0.828273	0.257559	3.216	0.0045	***
KNTICEEUU	0.951299	2.67625	0.3555	0.7262	
sq_LEEUU	0.0217864	0.0840080	0.2593	0.7982	
X2_X3	-0.118622	0.0622268	-1.906	0.0719	*
X2_X4	0.162001	0.328077	0.4938	0.6271	
sq_KTICEEUU	0.00563217	0.0107901	0.5220	0.6077	
X3_X4	-0.240483	0.113369	-2.121	0.0473	**
sq_KNTICEEUU	0.359343	0.569549	0.6309	0.5356	

R-cuadrado = 0.506310

Estadístico de contraste: TR² = 14.682994,
con valor p = P(Chi-cuadrado(9) > 14.682994) = 0.100020

5) **Contraste de no Autocorrelación (Test de Breusch Godfrey).**

Contraste Breusch-Godfrey de autocorrelación hasta el orden 2
MCO, usando las observaciones 1990-2018 (T = 29)
Variable dependiente: uhat

	Coefficiente	Desv. típica	Estadístico t	valor p
const	0.0461414	0.626363	0.07367	0.9419
LEEUU	-0.0173906	0.122188	-0.1423	0.8881
KTICEEUU	0.00326912	0.0341289	0.09579	0.9245
KNTICEEUU	-0.0302127	0.271354	-0.1113	0.9123
uhat_1	0.0549194	0.244606	0.2245	0.8243
uhat_2	0.0556357	0.241718	0.2302	0.8200

R-cuadrado = 0.003668

Estadístico alternativo: TR² = 0.106373,
con valor p = P(Chi-cuadrado(2) > 0.106373) = 0.948

6) **Contraste de Normalidad de los residuos.**

Contraste de Normalidad de RESIDEEUU:

Contraste de Doornik-Hansen = 5.63483, con valor p 0.0597604

W de Shapiro-Wilk = 0.941891, con valor p 0.112385

Contraste de Lilliefors = 0.164145, con valor p ≈ 0.04

Contraste de Jarque-Bera = 5.45874, con valor p 0.0652606

7) **Contraste de Cambio estructural (2009).**

Augmented regression for Chow test

OLS, using observations 1990-2018 (T = 29)

Dependent variable: PIBEEUU

	coefficient	std. error	t-ratio	p-value	
const	-0.424534	0.929728	-0.4566	0.6526	
LEEUEU	0.290587	0.167313	1.737	0.0971	*
KTICEEUU	0.0872608	0.0426034	2.048	0.0532	*
KNTICEEUU	0.571056	0.300763	1.899	0.0714	*
splitdum	-1.40158	3.28406	-0.4268	0.6739	
sd_LEEUU	0.258576	0.339089	0.7626	0.4542	
sd_KTICEEUU	0.152399	0.213354	0.7143	0.4829	
sd_KNTICEEUU	-0.405704	1.13100	-0.3587	0.7234	

BIBLIOGRAFÍA

Barro, R.; Sala-i-Martin, X. (2004): “Economic Growth”, Cambridge: The MIT Press.

Billón Currás, M.; Lera López, F.; Ortiz Serrano, S. (2007): Evidencias del impacto de las TIC en la productividad de la empresa.

Brynjolfsson, E. y Hitt, L. (1996): “Paradox lost? Firm-level evidence on the returns to information systems spending”, *Management Science*, vol. 42, 4, pp. 541-558.

Bureau of Labor Statistics (2000): “Productivity and Costs, Third Quarter 2000”, Department of Labor, noviembre.

Cobb, C. W.; Douglas P. H. (1928): “A Theory of Production”, *American Economic Review*, vol. 18, pp. 139-165.

Cubel, A.; Palafox, J. (2002): “El stock de Capital Productivo de la Economía Española, 1900-1990”, Working Paper IVIE.

David, P. A. (1991): “The Dynamo and the Computer: The Modern Productivity Paradox in a Not-Too-Distant Mirror”, en OECD, “Technology and Productivity: The Challenge for Economic Polic”, OECD, Paris.

Datta, A.; Agarwal, S. (2004): “Telecommunications and economic growth: a panel data approach,” *Appl. Econ.*, vol.36, no.15, pp. 1649-1654.

Díaz, W.; Giral, D. (2011): “Comparación de la solución analítica de la función de producción de Cobb Douglas con la obtenida por el método de mínimos cuadrado”, *Revista Tecnura*, N° 28, pp. 134-141.

DMR Consulting- SEDISI (2002): “Las Tecnologías de la Sociedad de la Información en la Empresa Española 2002”. SEDISI/ DMR Consulting.

Domingo Solans, E. (2001): “Comunicación y empresa en la era digital”. Fundación General de la Universidad de Málaga. Málaga, 26 de marzo de 2001.

Feraudi, P.; Ayiviri, D. (2017): “La función de producción de Cobb-Douglas y su aplicación en la economía boliviana,” *Innova research Journal 2018*, vol. 3, no. 4, pp. 70-82.

Gordon, R. J. (2000): “Does the <<New Economy>> measure up to the great inventions of the past? *Journal of Economic Perspective IV (14) 2000*, pp: 49-74.

Greenspan, A. (2007): “The Age of Turbulence: Adventures in a New World”. The Penguin Press, New York.

- Hernando, I. y Núñez, S. (2002): “The contribution of ICT to economic activity: A growth accounting exercise with Spanish firm-level data”, *Documento de Trabajo n° 0203*, Banco de España, Servicio de Estudios.
- Hulten, C. R. (2009): “Growth Accounting”. En B. H. Hall, y N. Rosenberg (Edits.), *Handbook of the Economics of Innovation* (pp. 987-1031). Elsevier B.V.
- Jorgenson, D. W. y Stiroh, K. J. (2000): “Raising the Speed Limit: U. S. Economic Growth in the Information Age”, *Brookings Papers on Economic Activity*, 1.
- Kendrick, J. (1961): “Productivity trends in the United States”, Princeton University Press.
- Kim, S-J. (2003): “Information Technology and it’s impact on economic growth and productivity in Korea,” *International Economic Journal*, pp. 55-75.
- Laitsaou, E.; Kargas, A.; Varaoutas, D. (2017): The impact of ICT on economic growth of Greece and EU-28 under economic crisis.
- Larrain, F., y Sachs, J. D. (2004). *Macroeconomía en la economía global*. Buenos Aires: PEARSON EDUCATION S.A.
- Lehr, W.; Osorio, C. A.; Gillet, S. E.; Sirbu, M. A. (2006): “Measuring Broadband’s Economic Impact”.
- Lumbi, M. E. (2019): “La productividad total de los factores industriales y el sector textil ecuatoriano: Un enfoque de Solow.”
- Maroto, A. (2010): “Crecimiento y productividad de las ramas de servicios. El papel de las TIC”, *Cuaderno de Economía*, vol. 33, Issue 93, pp. 99-132.
- Mas, M. y Quesada, J. (2005): “Déficit tecnológico y crecimiento económico en España”, *clm economía*, No.7, pp. 209-236.
- Mas, M. y Quesada, J. (2006): “The Role of ICT in the Spanish Productivity Slowdown”, *Documento de Trabajo n. 5*, Bilbao: Fundación BBVA.,
- Michel, J.M.; Díaz, F.; Pérez, P. (2016): “Crecimiento Económico y Productividad en la República Dominicana”.
- Niebel, T. (2014): “ICT and Economic Growth: Comparing Developing, Emerging and Developed Countries”.
- Oliner, S. D. y Sichel, D. E. (2000): “The Resurgence of Growth in the Late 1990s: Is Information Technology the Story?”, *Journal of Economic Perspectives*, 14, 4.
- Papaioannou, S. K.; Dimelis, S. P. (2005): “Information Technology as a factor of Economic Development: Evidence from developed and developing countries,” *Economics of Innovation and New Technology*” vol. 16, pp. 179-194.

Papaioannou, S. K. y Dimelis, S. P. (2011): "ICT growth effects at the industry level: A comparison between the US and the EU," *Information Economics and Policy*, vol. 23, pp. 37-50.

Parra Osorio, J. F. (2012): "Una función de producción para el teatro en Colombia", *Cuadernos de Economía*, Vol. 31, N°56, pp. 153-187.

Parkin, M.; Esquivel, G.; Muñoz, M. (2007): "Macroeconomía", p.p 227-230.

Prasad, B. y Harker, P. T. (1997): "Examining the contribution of information technology toward productivity and profitability in U.S. retail banking", Working Paper 97-09, Wharton Financial Institutions Center, Enero 1997.

Sancho, A. (2004): "Función de Producción Cobb Douglas", *Econometría de Económicas*, pp. 23-34.

Snowdon, B.; Vane, H. R. (2005): "Modern Macroeconomics". Northampton: Edward Elgar Publishing, Inc.

Solow, R. (1956): "A Contribution to the Theory of Economic Growth", *The Quarterly Journal of Economics*, 70, pp. 65-94.

Solow, R. (1957): "Technical Change and the Aggregate Production Function". *The review of Economics and statistic*, 39, pp. 312-320.

Solow, R. (1987): "Growth Theory and After". From Nobel Lectures, Economics 1981-1990, Editor Karl-Göran Mäler, World Scientific Publishing Co., Singapore, 1992.

Stiroh, K. J. (2001): "Information Technology and the U.S. Productivity Revival: What Do the Industry Data Say?", Federal Reserve Bank of New York, enero.

Stiroh, K. J. (2002): "Information technology and the U.S. productivity revival: What do the industry data say?" *The American Economic Review*, vol. 92, 5, pp. 1559-1576.

Total Economy Database - The Conference Board.

Viola Zabala, D. I. (2017): "La Contabilidad del crecimiento económico a nivel sectorial en Ecuador en el período 2007-2014"

Yousefi, A. (2009): "The impact of Information and Communication Technology on economic growth: evidence from developed and developing countries", *Econ. Innov. New Technol.*, vol.20, no. 6, pp. 581-596.