

*Universidad Torcuato di Tella*

Departamento de Economía

Maestría en Econometría

*Medición de la Productividad de la Industria  
Manufacturera en Costa Rica, ante un cambio  
de su año base*

TESIS FINAL DE MAESTRÍA

*Autor:*

Silvia González Brenes  
14P1218

*Tutor:*

Martín González Rozada

Mayo 2017

*MEDICIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA  
INDUSTRIA MANUFACTURERA EN COSTA RICA,  
ANTE UN CAMBIO DE SU AÑO BASE*

---

Silvia González Brenes

-2017-

Universidad Torcuato di Tella  
Departamento de Economía  
Maestría en Econometría

### **Resumen**

El presente documento pretende por medio de la aplicación de un modelo econométrico medir y comparar la productividad de la industria manufacturera de Costa Rica con años de referencia base fija 1991, respecto a su nueva base móvil 2012, en el periodo comprendido del 2005 al 2016, al ser el periodo más extenso que se tenían todas las series, con el objetivo de evidenciar la importancia de la actualización de las cuentas nacionales en las estáticas económicas.

Aunado a esto se quiere reforzar el análisis con la evaluación del índice mensual de actividad económica de la manufactura con ambas bases, respecto a sus partes, así como, con series de empleo, salario y precio de la manufactura; para ver la relación entre ellas.

#### **Palabras Claves:**

Productividad, Costa Rica, cambio año base de referencia, base móvil, valor agregado, Industria Manufacturera, Coob-Douglas, Sistema de Cuentas Nacionales, Cuentas Trimestrales.

## Contenido

Resumen .....	1
1. Introducción.....	4
1.1 Costa Rica.....	4
1.2 Modificación en el año base y nueva metodología.....	7
1.3 Industria Manufacturera.....	10
2. Metodología.....	11
2.1 Estimación de la Productividad .....	11
2.2 Función de producción Cobb-Douglas .....	14
3. Modelo Econométrico .....	15
4. Estimación y resultado de los Modelos .....	16
4.1 Datos y estimaciones .....	16
4.2 Resultados del modelo.....	20
• 4.2.1. Autocorrelación.....	22
• 4.2.2. Multicolinealidad .....	24
• 4.2.3. Heterocedasticidad .....	26
4.3 Medición de la Productividad.....	28
4.4 Análisis Índices Mensual de la Actividad Manufacturera .....	32
5. Conclusiones.....	34
6. Bibliografía.....	38
Anexos .....	40



## Cuadros y gráficos de contenido

Cuadro N° 1. Desglose del PIB por sectores de actividad .....	5
Cuadro N° 2. Estadísticas Industria Manufacturera, Base 1991 .....	16
Cuadro N° 3. Estadísticas Industria Manufacturera, Base 2012 .....	17
Cuadro N° 4. Stock de Capital de la Industria Manufacturera, Base 1991 .....	17
Cuadro N° 5. Stock de Capital de la Industria Manufacturera, Base 2012 .....	18
Cuadro N° 6. Estimación del Modelo, Base 1991 .....	20
Cuadro N° 7. Medidas de evaluación del modelo estimado.....	20
Cuadro N° 8. Estimación del Modelo, Base 2012.....	21
Cuadro N° 9. Medidas de evaluación del modelo estimado.....	21
Cuadro N° 10. Resultados Prueba de Breusch – Godfrey, Base 1991 .....	23
Cuadro N° 11. Resultados Prueba de Breusch – Godfrey, Base 2012 .....	24
Cuadro N° 12. Matriz de Correlación Simple, Base 1991 .....	25
Cuadro N° 13. Matriz de Correlación Simple, Base 2012 .....	25
Cuadro N° 14. Resultado de los Tests, Base 1991 .....	26
Cuadro N° 15. Resultado de los Tests, Base 2012 .....	27
Cuadro N° 16. Factores de crecimiento del Valor Agregado .....	29
Cuadro N° 17. Composición del IMAM .....	32
Cuadro N° 18. Estadísticos de la Manufactura.....	33
Gráfico N° 1. Aporte al PIB por industria, según base de 1966, 1991 y 2012.....	9
Gráfico N° 2. Tasa de variación interanual.	
Índice Mensual Actividad Manufacturera, Base 1991 y 2012 .....	19
Gráfico N° 3. Tasas de crecimiento de la productividad total de los factores, según año de referencia. ....	31

# 1. Introducción

## *1.1 Costa Rica*

Durante muchos años los países centroamericanos se han caracterizados por basar sus economías en la agricultura, tal fue el caso de Costa Rica que en un principio se desarrolló como un país altamente agrícola; sin embargo, en la década de los ochenta se aplicaron una serie de medidas políticas que comenzaron a tener repercusiones sobre el sector productivo del país, estas directrices tienen que ver con las políticas de ajuste estructural (PAEs) fueron puestas en práctica por el estado, las cuales lo llevaron a diversificar la producción y buscar mayor inserción dentro del mercado internacional, por medio de una apertura internacional y la corrección de los subsidios a los sectores exportadores.

Estos cambios llevaron a Costa Rica a sufrir una fuerte evolución en su economía, pasando de ser un país eminentemente agrícola a una economía basada en los servicios y en la industria; al aprovechar la ventaja competitiva que comparten todos los países de la región, pero que no todos han sabido aprovechar, por ende, en esa época se dieron cambios en el contexto nacional al tener enfoques basados en la promoción de las exportaciones (para crear un fuerte sector exterior) y a la atracción de la inversión extranjera, que junto con los PAE's y una mayor liberalización de la economía, llevaron al país a contar con una estructura económica flexible. De igual manera algunas industrias se tuvieron que ajustar a las condiciones e incursionar a nuevos mercados, aunado a esto se constituyeron nuevas industrias de capital extranjero las cuales debieron acomodarse a los instrumentos políticos e incentivos fiscales, fue en este punto donde se establecieron las maquilas (empresas de perfeccionamiento activo) y las zonas francas, estas tuvieron un mayor dinamismo dentro del territorio en comparación con las industrias destinadas al mercado local; dichas empresas conforman los regímenes especiales, cuyas exportaciones provienen en su mayoría de empresas manufactureras.

Todo esto llevó a partir del año 1995, existiera una modificación en los incentivos de las industrias exportadoras, ya que el país no competía con otros países con mano de obra más barata, se generaron una serie de estímulos para que muchas transnacionales se constituyeran en las zonas francas con productos de alta tecnología (como lo fueron los componentes

eléctricos producidos por INTEL, empresa que ingreso al país en 1998 y permaneció hasta finales del 2014), los equipos médicos y de precisión, entre otros.

Asimismo el país incursionaba en nuevos mercados, a través de tratados comerciales como TLC con varios países, Acuerdo de Asociación entre Centroamérica y la Unión Europea (AACUE) y el CARICOM, así como políticas macroeconómicas y de recuperación del sector industrial como: un tipo de cambio flexible de minidevaluaciones, así como reformas arancelarias e incentivos a la exportación (CAT, el cual es una exención de impuestos sobre la renta por contratos de exportación).

En la actualidad la economía costarricense está basada en los servicios y en la industria, como se puede detallar en el cuadro N°1, donde el porcentaje del PIB por industria vario de 1991 con respecto al 2012 para estas actividades, aunque para el caso de la manufactura se dio una caída en su representatividad, caso contrario de los servicios los cuales tendieron a crecer o mantener un comportamiento similar al 91; a pesar de eso la manufactura aun juega un papel importante en la producción nacional; en cuanto al caso del sector primario el aporte decayó casi la mitad, producto del cambio en la estructura productiva del país.

**Cuadro N° 1. Desglose del PIB por sectores de actividad.**

<i>Actividades Económicas</i>	<i>% del PIB</i>	
	<i>Año 1991</i>	<i>Año 2012</i>
Agricultura, silvicultura y pesca	13.0	5.9
Minas y canteras	0.4	0.3
Manufactura	22.4	14.8
Electricidad, agua y servicios de saneamiento	3.2	3.0
Construcción	3.9	5.9
Comercio al por mayor y al por menor	15.8	10.3
Transporte y almacenamiento	5.6	4.2
Actividades de alojamiento y servicios de comida	3.8	2.9
Información y comunicaciones	2.4	3.8
Actividades financieras y de seguros	3.5	5.1
Actividades inmobiliarias	6.6	9.7
Activid. profesionales, científicas, técnicas, administrativas y servicios de apoyo	3.4	11.0
Administración pública y planes de seguridad social de afiliación obligatoria	4.3	4.7
Enseñanza y actividades de la salud humana y de asistencia social	8.4	15.2
Otras actividades	3.3	3.1

*Fuente:* Elaboración propia con datos del Banco Central Costa Rica.

Con respecto a la población activa, los costarricenses empleados del tercer trimestre del 2010 al tercer trimestre del 2016, en promedio trabajan en el sector servicios alrededor del 54% de la población, mientras que en el sector comercio un 20%, en el agropecuario un 11% , en manufactura un 10% y el restante 5% actividades de administración pública y organizaciones. Lo anterior evidencia la importancia que tiene el sector servicios en el país al ser la mayor fuente de empleo.

Según OCDE y la CEPAL (en el 2013), Costa Rica está dentro del grupo que presenta mayor grado de diversificación regional en las exportaciones incluyendo manufacturas de mediana y alta tecnología. De acuerdo con los datos del Instituto de Promociones Exteriores de Costa Rica (PROCOMER), las exportaciones del país están representadas en un 52% por el sector industrial, los servicios un 31%, precario 2% y el agrícola un 15%.

Estos datos aunque sitúan a Costa Rica como una economía de servicios, no se debe dejar de lado el hecho de ser el país más industrializado de la región; en el cual predomina la actividad manufacturera que incluye los productores de cerveza, bebidas, aceite de palma, pinturas, plásticos, productos para la construcción, productos de la leche, derivados del cacao y textiles, circuitos integrados, procesado de café, producción de implementos médicos y dentales, para citar algunos casos. Con respecto al sector primario los cultivos más destacados son: la piña, el plátano y café; aunado a la producción de carne de res, cerdo y pollo; así como los productos provenientes de la pesca, como el atún, dorados y tilapias, entre otros. Es importante señalar el vínculo que existe entre estas dos actividades ya que el sector agropecuario y pecuario está íntimamente relacionado con la industria manufacturera, al existir una gran producción de productos alimenticios elaborados.

En cuanto a la estructura empresarial del país esta es poco equilibrada, ya que el 70% de las unidades institucionales son microempresas; un 15% medianas y pequeñas; y solo el 5% son grandes. Con una alta concentración el gran área metropolitana (GAM).

## *1.2 Modificación en el año base y nueva metodología*

Antes del cambio de año base 2012 el Banco Central de Costa Rica (BCCR) empleaba un índice con base fija 1991, este al ser más sencillo para la comprensión, no resulta ser el mejor en la práctica actualmente, ya que en este sistema los movimientos de volumen se ven afectados por precios que han cambiado a los largo de las últimas dos décadas; por ende, un año fijo implica utilizar una estructura de precios la cual a través de los años se va diferenciado de la estructura del año corriente. Por tal motivo, en el país se realizó el proyecto de cambio de año base, con el fin de actualizar la estructura de precios relativos con la que se construyen los indicadores de la economía costarricense, porque la existente comenzó a perder validez.

Este proyecto planteó la migración de un sistema fijo hacia un sistema móvil. Basando se en la metodología del Sistema de Cuentas Nacionales 2008 (SCN08), el cual analiza el comportamiento de la inflación y del crecimientos económico; esto sirve para estudiar los cambios en los valores de los flujos de bienes y servicios producto de las variaciones en los precios de los mismos, o de igual forma mediante la variaciones en sus volúmenes, esto convierte a los números índices en una importante herramienta para comprender el funcionamiento de la economía.

Las nuevas cuentas consideran 183 productos y 136 actividades, y actualizan la base de la estructura productiva del país, de un año base 1991 a un período de referencia 2012. Al realizarse la transición de los índices base fija por índices encadenados, para poder disminuir la dispersión de los números índices entre Laspeyres y Paasche. Cabe señalar que si los precios y las cantidades individuales fluctúan de manera tal que las variaciones de precios y cantidades que tienen lugar en los primeros períodos se reviertan en los últimos, el encadenamiento produciría resultados peores que los de un índice sencillo<sup>1</sup>, como las fuerzas económicas responsables de las variaciones a largo plazo observadas en los precios y cantidades no suelen revertirse, se recomienda encadenar los índices anuales (Aplicación de la base móvil en el proyecto de cambio de año base, BCCR).

---

<sup>1</sup> Sistema de Cuentas Nacionales. Párrafo 15.43.



Con respecto a los cálculos de las Cuentas Trimestrales (CT) y los Índices Mensuales (que son los que se analizarán en el estudio) se debe eliminar las fluctuaciones estacionales antes de poder realizar el encadenamiento. Por ende, para el análisis trimestral y mensual es necesario obtener índices encadenados a partir de ponderaciones anuales en lugar de trimestrales u/o mensuales.

Para el procesamiento de la información de las Cuentas Trimestrales se basa en indicadores de frecuencia mensual o trimestral que reflejan la evolución de la variable que se desea medir (tanto en el componente de oferta o del gasto). Los indicadores utilizados deben mantener una estrecha relación con los utilizados en el cálculo anual de las cuentas nacionales, es decir, la suma de los trimestres debe ser igual al anual. En algunos casos este hecho no se cumple a cabalidad, por tanto, es necesario seleccionar indicadores que fueron previamente evaluados en factores como: la cobertura, relación del indicador con los datos de referencia y oportunidad.

De igual manera tomando en consideración que las cuentas se basan en indicadores de frecuencia mensual o trimestral, a fin de que exista una coincidencia con las cuentas anuales, es necesario aplicar un ajuste en la medición por medio del proceso de “benchmarking” (el cual es un proceso que busca ajustar las estimaciones de alta frecuencia a estimaciones de menor frecuencia, por ejemplo, series trimestrales ajustadas a series anuales, conservando las características de ambas series. Este procedimiento combina la oportunidad de los indicadores de corto plazo con la calidad y mayor precisión de las cuentas anuales<sup>2</sup>), este procedimiento se realiza por medio del Método Denton<sup>3</sup>, el cual garantiza la relación cuantitativa de los resultados trimestrales y anuales en un contexto de series temporales.

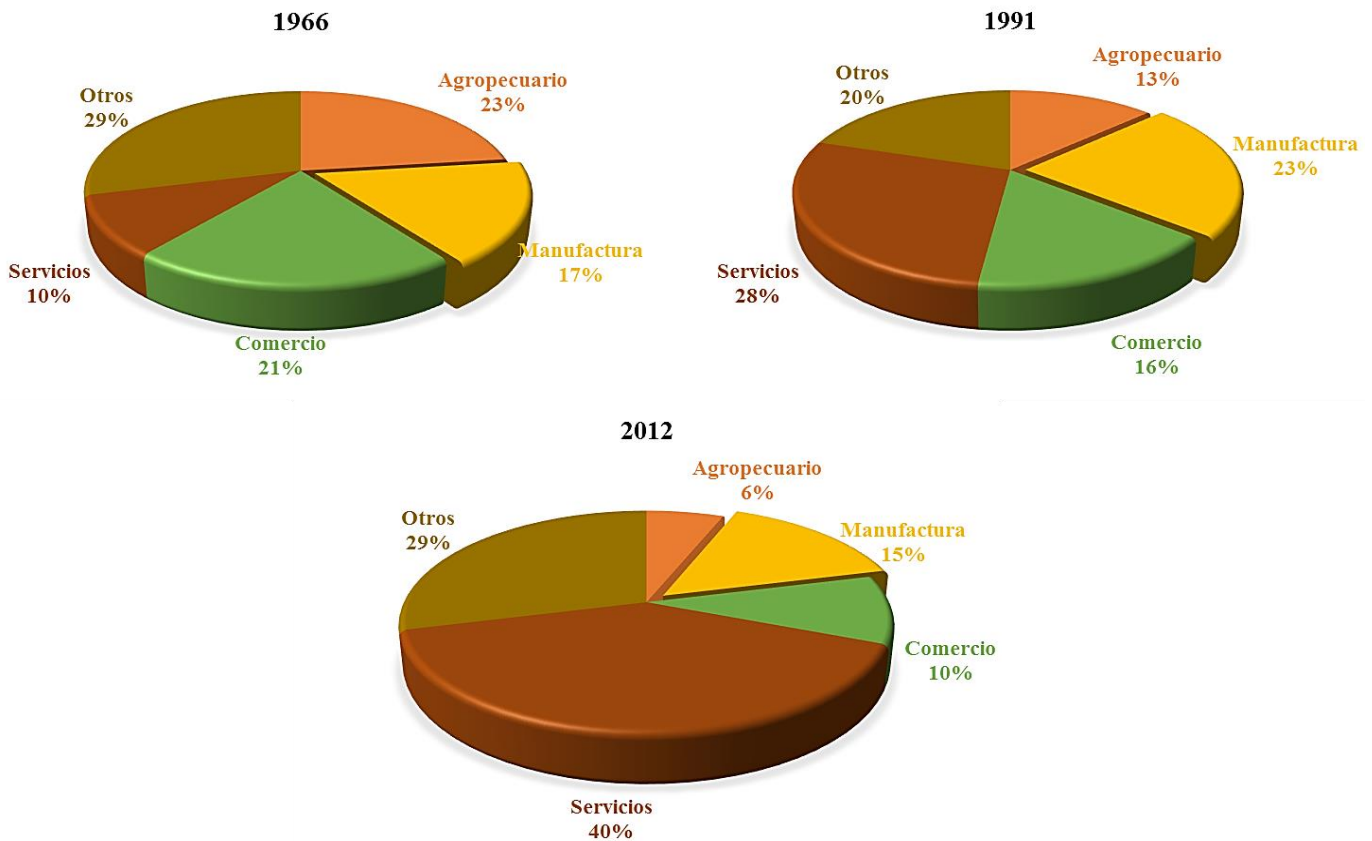
A continuación el siguiente gráfico demuestra el aporte de las industrias: agropecuaria, la manufactura, el comercio, los servicios y otros, al Producto Interno Bruto de Costa Rica (PIB), para los años base de referencia 1966, 1991 y 2012.

---

<sup>2</sup> Cuentas Nacionales de Costa Rica, Nota Metodológica de Cálculo Del Producto Interno Bruto Trimestral (Marzo 2017) Pag 3.

<sup>3</sup> Este método utilizado es el recomendado por el Fondo Monetario Internacional (FMI) al mantener las series ajustadas en la forma más proporcional posible con respecto al indicador, al basarse en la optimización cuadrática lineal.

**Gráfico N° 1. Aporte al PIB por industria, según base de 1966, 1991 y 2012**



*Fuente:* Elaboración propia con datos del Banco Central Costa Rica.

Como se aprecia en el gráfico anterior el peso relativo de las industrias cambió dentro de la producción en cada año base de referencia, se puede observar como actividades que tuvieron mucha relevancia en 1966, al pasar de los años han perdido representatividad, tal fue el caso de los sectores agrícola y comercio; la manufactura por otro lado ha tendido a ser oscilante al crecer y después disminuir, el cambio que se produjo de 1966 a 1991 se relaciona con las políticas aplicadas en la década de los 80's que condujeron al país a la tracción de inversión extranjera, así como la inserción en nuevos mercados; por otro lado, mientras algunos sectores caen, los servicios han tenido una tendencia creciente y un aporte importante dentro del PIB. Estos tres gráficos relejan la transformación productiva y económica que sufrió Costa Rica, donde actividades como el comercio y la agrícola durante los sesenta representaban poco más del 40% de la producción y los servicios tan solo el 10%, en la actualidad los papales se revirtieron, ya que los servicios aportan un 40%, mientras que las otras dos juntas tan solo un 16%.

Debe tomarse en cuenta que el cambio en el peso de las industrias, no solo se relaciona con la expansión u/o contracción de cada sector, sino también se ve influenciando por los cambios metodológicos, la forma en que se clasifican las actividades ahora, aunado a las mejoras en el cálculo de las estadísticas.

### *1.3 Industria Manufacturera*

En cuanto a la manufactura según el SCN se define a los bienes como “objetos físicos producidos para los que existe una demanda, sobre los que se pueden establecer derechos de propiedad y que pueden transferirse de una unidad institucional a otra mediante transacciones realizadas en los mercados”.

Para el cálculo de la producción de la industria manufacturera se utilizan las unidades institucionales que realizan bienes, independientemente de si realizan o no servicios como actividad secundaria; así mismo, se toman en cuenta las instituciones dedicadas a la creación o transformación de bienes, siempre y cuando estas no tenga un derecho de propiedad sobre los bienes transformados, sino que brindan el servicios de transformación de bienes, en la nomenclatura de productos para Costa Rica (NPCR) se denominan servicios de manufactura. Incluir las en las actividades manufactureras no implica ninguna contradicción con el SCN<sup>4</sup>.

Esta actividad cuenta con la ventaja que las empresas poseen sistemas contables por lo que es fácil medir los costos de un producto y controlar el rendimiento (sistema de contabilidad de costos), al tener acceso a los materiales y mano obra consumidos; además se posee el sistema contable financiero de la entidad.

La población de estudio según el SCN08 son las sociedades no financieras (públicas y privadas) y los hogares, que poseen una producción de mercado y como principal producto se sitúa entre los NP's 043 al 116 y las actividades económicas de AE33 al AE82.

Además las unidades institucionales se clasifican por tipo de régimen ya sea definitivo o especial, cabe considerar que este último se encuentra constituido por las empresas de Zona Franca y Perfeccionamiento Activo, que a través del tiempo también han modificados su peso relativo dentro del régimen.

---

<sup>4</sup> Documento metodológico: Cuentas de producción, cuentas de oferta y utilización de los productos de manufactura y minas.

## 2. Metodología

### 2.1 Estimación de la Productividad

La productividad se puede entender como la relación de producto e insumo, es decir, es el número de unidades producidas por un factor de producción bajo un periodo de tiempo específico. Bajo esta definición se incurre en un problema al tomar en cuenta la participación de un solo factor, el cual produce un único bien o servicio. Por lo que en un proceso en el cual existen más de un insumo y varios productos, este concepto no refleja toda la realidad; por ende, como la idea es medir la productividad de una industria, para lograrlo se debe tomar en cuenta la complementariedad u/o combinaciones de los factores, para obtener una visión global o agregada del proceso. Por tal motivo, a nivel agregado la medida mayormente utilizada es la productividad total de los factores (PTF), a fin de poder identificar el vínculo que existe entre lo producido y los medios empleados para su elaboración.

Cabe señalar que para el cálculo de PTF es necesario contar con la medición de ciertos factores como es el caso del *capital*, pero no siempre se cuenta con una medición directa del mismo, ni se tiene un registro de la utilización de la capacidad instalada, para corregir la serie y obtener un capital usado. Por tal motivo, muchos economistas han optado por utilizar la medición del *stock de capital*, acudiendo en un principio a la metodología planteada por economista Arnold Harberger y posteriormente la expuesta por Eduardo Lora, los cuales se basan en el siguiente planteamiento:

1. *Arnold Harberger (1969)*, propuso a finales de los sesenta, calcular un monto inicial dividiendo el promedio de la inversión bruta durante un periodo determinado por la suma de los supuestos de tasas de depreciación y crecimiento del stock del capital. Por lo que solo se agregaría de manera acumulada el nivel de inversión neta de cada periodo. Este método de Harberger se expresa como:

$$K_t = \frac{IB^*}{(\delta + \gamma)}$$

$$K_{t+1} = IB_{t+i} + K_t - \delta_i - \gamma_c)$$

Donde:

$K_t$ : Stock inicial de capital.

$IB^*$ : Inversión bruta media del período.

$IB_{t+i}$ : Inversión bruta del año  $t + i$ .

$\delta$ : Tasa supuesta de depreciación.

$\gamma$ : Tasa supuesta del stock de crecimiento del capital.

$\delta_i$ : Tasa supuesta de depreciación de la inversión bruta.

$\gamma_c$ : Tasa supuesta de depreciación del stock de capital.

2. *Eduardo Lora (1994)*, por su parte el plantea no suponer tasas de depreciación y crecimiento del capital, en su lugar considerar un relación constante entre el capital-producto, por ende, las tasas del producto y crecimiento del capital tienden a ser iguales en el largo plazo. Por tanto,

$$\Delta K/K = \Delta PIB/PIB$$

Con:

$K$ : Stock de capital.

$PIB$ : Producto Interno Bruto.

Dado que a nivel macroeconómico la variación del capital ( $\Delta K$ ) es igual a la Inversión Neta de Capital Fijo (IN), la ecuación se puede reescribir como:

$$IN/K = \Delta PIB/PIB$$

Que al multiplicar y dividir por el PIB, resulta:

$$K/PIB = (IN/PIB)/(\Delta PIB/PIB)$$

Donde:

$K/PIB = k$ ; relación capital-producto.

$IN/PIB = h$ ; coeficiente de inversión neta.

$\Delta PIB/PIB = g$ ; tasa de crecimiento del producto.

Por consecuencia  $k = h/g$ , donde  $h$  y  $g$  se estiman como promedio de un periodo, para obtener un valor de  $k$ . Para el cálculo del stock de capital se parte de un dato inicial ( $K_t$ ), que se obtiene estimando:



$$K_t = k * PIB'$$

Siendo  $PIB'$  el valor promedio del PIB real del periodo.

A partir de este valor se itera hasta completar el stock de capital del periodo de estudio, añadiendo al valor del stock del año anterior la inversión neta del año siguiente y así sucesivamente:

$$K_{t+1} = K_t + IN_{t+1}$$

Bajo estas dos metodologías, la *primera* de estas presenta problemas frente a los supuestos que se deben realizar sobre las tasa de depreciación y crecimiento del capital con respecto a las zonas bajo estudio, mientras que la *segunda* al exponer una relación capital-producto constante y suponer las tasas del producto y crecimiento del capital tienden a ser iguales en el largo plazo; se considera más apropiado utilizar el método expuesto por Lora, además que esté guarda mayor concordancia al suponer una relación capital-producto consistente, lo cual se vincula con la restricción implícita de la función de producción Coob-Douglas, en relación con la elasticidad de sustitución constate e igual a uno.

Por otro lado, un segundo factor que en ocasiones presenta problemas de no homogeneidad es el factor *trabajo*, para no incurrir en este problema se optará por realizar la estimación con el número de trabajadores ocupados en el sector industrial bajo estudio para el periodo muestral según la información del seguro de salud por rama de actividad de la Caja Costarricense de Seguros (CCSS) y la Encuesta Continua de Empleo (ECE) del Banco Central de Costa Rica.

Al tener el valor del stock de capital y el número de trabajadores ocupados de la industria, se define la tasa de crecimiento de la productividad total de los factores ( $\Delta PTF$ ) como la diferencia entre la tasa de crecimiento del PIB y la tasa de crecimiento de los factores. Por tanto:

$$\Delta PTF = \Delta PIB - (\rho\Delta L + \varphi\Delta K)$$

Donde:

$\Delta PIB$ : Crecimiento anual del PIB o el Valor Agregado.

$\Delta L$ : Tasa de crecimiento anual del Trabajo.



- $\Delta K$ : Tasa de crecimiento anual del Capital.
- $\rho$ : Participación del trabajo en la generación del valor agregado.
- $\varphi$ : Participación del capital en la generación del valor agregado.

Los parámetros  $\rho$  y  $\varphi$  (valores de las elasticidades) se estimaran por procedimientos econométricos, a partir de una función de producción Coob-Douglas, aunado a esto la medida de la productividad total de los factores (PTF) se sustenta en la teoría económica de la producción partiendo de dicha función de producción.

## *2.2 Función de producción Cobb-Douglas*

La función de producción de Coob- Douglas se construyó a partir de los trabajos teóricos y empíricos de Coob y Douglas en 1948, los cuales intentaban mostrar la relación entre el nivel de producto con respecto a la participación del factor trabajo y el capital, al mantener constante la utilización de la tecnología del sector bajo análisis. Por tanto, la importancia de implementar esta función matemática la cual es empleada frecuentemente para expresar funciones de producción, al poseer condiciones que se exigen en los mapas de curvas isocuantas de la teoría de la producción, además, de poseer características como: productividad marginal positiva y decreciente; elasticidad de producción constante e igual a  $\beta$  para el trabajo y  $\alpha$  para el capital; y retornos a escala constantes, que dependen de la suma ( $\beta+\alpha$ ).

En términos no lineales esta función se representa de la siguiente forma:

$$Q = AL^\alpha K^\beta$$

*Como:*

$Q$  = Producción.

$L$  = trabajo (Personal Ocupado).

$K$  = Stock de Capital.

$\alpha$  = Participación del trabajo en la generación del valor agregado o producto.

$\beta$  = Participación del capital en la generación del valor agregado o producto.

$A$  = Factor de escala o parámetro de eficiencia, que refleja el nivel de tecnología.

El parámetro  $A$  es considerado aquella parte del nivel de producto que no puede ser explicado por la utilización de trabajo y capital, al ser un elemento dinámico durante el periodo de análisis se supone constante al requerir distinguir los efectos de los cambio que se producen



en las proporciones de los factores. Por tanto,  $A$ ,  $\alpha$  y  $\beta$ , son constantes paramétricas, donde  $A > 0$ ,  $0 < \alpha$  y  $\beta < 1$ .

Entre las propiedades matemáticas que se deben observar están: los parámetros  $\alpha$  y  $\beta$  no deben ser menores a cero; dado que la agregación de trabajo y capital debe de lograr mejorar los rendimientos de la producción, la suma de estos dos parámetros debería ser igual a 1; de ser menor se estará en presencia de rendimientos decrecientes de escala, de igual manera si es mayor a uno esto significara rendimientos crecientes de escala.

Introduciendo logaritmos naturales a ambos lados de la ecuación. Se propone la siguiente transformación lineal:

$$\ln Q = \ln A + \alpha \ln L + \beta \ln K$$

Esta transformación hace la función lineal, por ende,  $\alpha$  y  $\beta$  son la elasticidad productos del trabajo y capital, respectivamente; ya que  $L$  y  $K$  representan el grado de sensibilidad de la producción total cuando se da un cambio en el personal ocupado y el stock de capital

### 3. Modelo Econométrico

Partiendo de la liberalización matemática anterior el modelo econométrico, es un Log-Log o doble logarítmico, que se expresa como.

$$\ln Q_t = \ln A + \alpha \ln L_t + \beta \ln K_t + U_t$$

*Donde:*

$\ln Q_t$  = Ln del Producto o Valor agregado de la industria manufacturera.

$\ln A$  = Intercepto.

$\ln L_t$  = Ln del Personal Ocupado en la industria manufacturera.

$\ln K_t$  = Ln del Stock de Capital utilizado en la industria manufacturera.

$U_t$  = Término aleatorio de error.

Bajo este modelo se conocerá la elasticidad constante, que causa el capital y el trabajo sobre la producción; es decir, cuando  $L_t$  y  $K_t$  varían en 1%,  $Q_t$  varia en promedio  $\alpha$  y  $\beta\%$ .



## 4. Estimación y resultado de los Modelos

A partir de las ecuaciones anteriores se procede a calcular el stock de capital, dichos cálculos y series están completos en los anexos A.1 y A.2.

### 4.1 Datos y estimaciones

Para el análisis de la productividad se recopilamos datos trimestrales (del primer trimestre del 2005 al tercer trimestre 2016), los cuales provienen del reporte de seguro de salud por rama de actividad de la Caja Costarricense de Seguro Social y de la encuesta continua de empleo (ECE) del Banco Central de Costa Rica, para el caso de la serie del personal ocupado de la industria manufacturera para ese periodo muestra; y en cuanto a la Formación Bruta de Capital (FBK) y el Valor Agregado (VA) se obtuvieron de la página del Banco Central de Costa Rica en millones de colones del PIB, calculados con base 1991 y base 2012; dichos datos se pueden ver completos en el *anexo A.1*, cabe señalar que para el caso de Formación Bruta de Capital de la manufactura no existe, por lo que se aplica un peso relativo de esta actividad dentro de la serie de FBK, el cual es aplicado en ambas series por igual<sup>5</sup>.

**Cuadro N° 2. Estadísticas Industria Manufacturera, Base 1991**

Datos 1991 Trimestres	Pers. Ocup	Colones Corrientes		Def. Impl. MANF	Colones Constantes	
		FBKF	VA Manuf		FBKF	VA Manuf
<b>trimestre 1/2005</b>	187559	60,261.68	479,848.55	533.62	11,292.97	89,923.06
<b>trimestre 2/2005</b>	184581	76,437.26	550,055.19	543.75	14,057.34	101,158.91
<b>trimestre 3/2005</b>	182970	76,156.38	618,729.88	547.70	13,904.86	112,969.53
<b>trimestre 4/2005</b>	188182	52,900.76	561,208.90	567.99	9,313.67	98,806.08
<b>trimestre 1/2006</b>	198500	96,031.62	620,749.34	587.98	16,332.51	105,573.49
<b>trimestre 2/2006</b>	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
<b>trimestre 1/2015</b>	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
<b>trimestre 2/2015</b>	223432	180,852.09	1,444,013.97	1,052.28	17,186.74	137,227.55
<b>trimestre 3/2015</b>	240989	159,250.02	1,531,197.28	1,038.96	15,327.79	147,377.49
<b>trimestre 4/2015</b>	209001	111,349.51	1,395,099.23	1,072.75	10,379.84	130,049.17
<b>trimestre 1/2016</b>	204825	195,199.55	1,465,760.18	1,123.29	17,377.48	130,488.12
<b>trimestre 2/2016</b>	184630	189,825.83	1,584,367.00	1,083.99	17,511.84	146,161.24
<b>trimestre 3/2016</b>	200255	168,725.88	1,660,547.89	1,072.22	15,736.17	154,870.55
<b>Promedio</b>					<b>15,111.88</b>	<b>121,438.97</b>

Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Central Costa Rica.

<sup>5</sup> Para el cálculo del peso se usó como referencia el documento de “Decomposing Gross Fixed Capital Formation by Economic Activity for Costa Rica 2012-2013”. Saborío, Sánchez y Ramírez. Banco Central, 2016 (pag.17)



**Cuadro N° 3. Estadísticas Industria Manufacturera, Base 2012**

Datos 2012 Trimestres	Pers. Ocup	Colones Corrientes		Def. Impl. MANF	Colones Constantes	
		FBKF	VA Manuf		FBKF	VA Manuf
trimestre 1/2005	187559	37,415.33	360,793.12	50.60	73,950.33	713,097.24
trimestre 2/2005	184581	38,735.09	371,623.19	51.90	74,628.64	715,984.83
trimestre 3/2005	182970	61,341.77	431,034.54	60.39	101,571.63	713,720.56
trimestre 4/2005	188182	70,348.80	451,949.12	59.68	117,880.65	757,312.86
trimestre 1/2006	198500	54,116.55	444,070.10	59.14	91,506.46	750,884.48
trimestre 2/2006	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
trimestre 1/2015	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
trimestre 2/2015	223432	158,866.45	831,661.75	107.85	147,299.26	771,107.83
trimestre 3/2015	240989	200,051.23	889,046.52	112.06	178,518.93	793,354.97
trimestre 4/2015	209001	195,957.18	906,359.94	110.03	178,099.36	823,762.25
trimestre 1/2016	204825	159,539.23	942,034.42	110.01	145,029.04	856,355.82
trimestre 2/2016	184630	168,782.16	913,447.42	110.10	153,299.62	829,656.08
trimestre 3/2016	200255	185,037.78	926,588.64	110.54	167,397.28	838,252.69
				<b>Promedio</b>	<b>136,608.63</b>	<b>768,399.98</b>

Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Central Costa Rica.

A partir de esta información y usando el planteamiento metodológico de Eduardo Lora se calcula el stock de capital, el cual se puede ver completo en el *anexo A.2*.

**Cuadro N° 4. Stock de Capital de la Industria Manufacturera, Base 1991**

Trimestres	$h = IN/VA$	$g = t.cre. VA$	Stock de Capital
trimestre 1/2005	12.56		148,156.95
trimestre 2/2005	13.90		162,214.29
trimestre 3/2005	12.31		176,119.15
trimestre 4/2005	9.43		185,432.82
trimestre 1/2006	15.47	29.36	201,765.33
trimestre 2/2006	⋮	⋮	⋮
trimestre 1/2015	⋮	⋮	⋮
trimestre 2/2015	12.52	1.06	770,789.04
trimestre 3/2015	10.40	1.89	786,116.82
trimestre 4/2015	7.98	2.62	796,496.67
trimestre 1/2016	13.32	7.42	813,874.15
trimestre 2/2016	11.98	9.72	831,385.99
trimestre 3/2016	10.16	8.45	847,122.16
<b>Promedio</b>	<b>12.47</b>	<b>10.23</b>	

Fuente: Elaboración propia.



**Cuadro N° 5. Stock de Capital de la Industria Manufacturera, Base 2012**

Trimestres	h = IN/VA	g = t.cre. VA	Stock de Capital
trimestre 1/2005	10.37		1,628,397.50
trimestre 2/2005	10.42		1,703,026.14
trimestre 3/2005	14.23		1,804,597.76
trimestre 4/2005	15.57		1,922,478.41
trimestre 1/2006	12.19	23.08	2,013,984.86
trimestre 2/2006	⋮	⋮	⋮
trimestre 1/2015	⋮	⋮	⋮
trimestre 2/2015	19.10	5.70	7,152,708.59
trimestre 3/2015	22.50	6.35	7,331,227.52
trimestre 4/2015	21.62	3.73	7,509,326.88
trimestre 1/2016	16.94	5.61	7,654,355.92
trimestre 2/2016	18.48	9.83	7,807,655.54
trimestre 3/2016	19.97	4.22	7,975,052.82
<b>Promedio</b>	<b>17.72</b>	<b>8.36</b>	

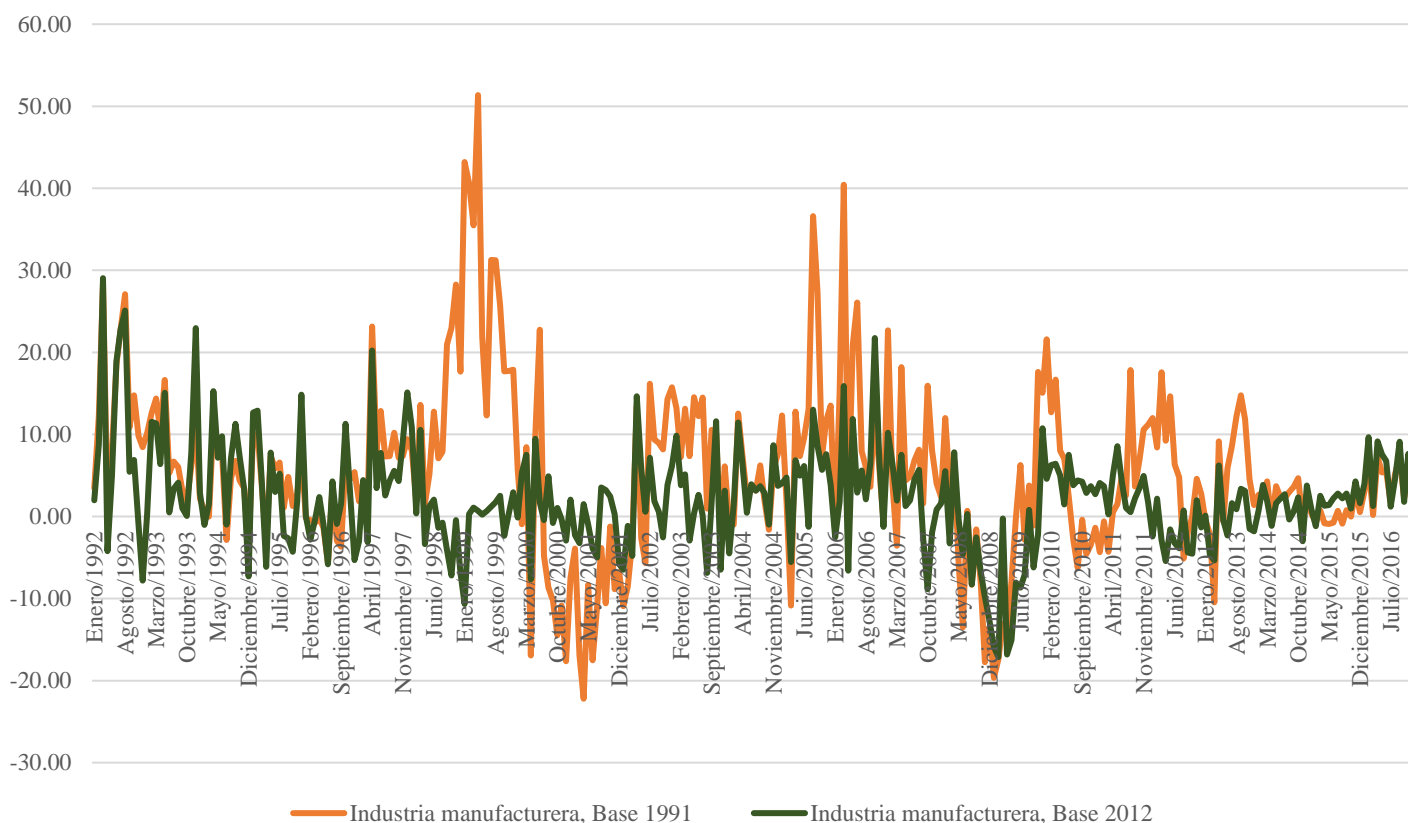
*Fuente:* Elaboración propia.

Posterior mente se hacen otras observaciones del cambio en la relación del índice mensual actividad manufacturera, con respecto a los regímenes que los componen, además de examinar la relación del IMAM con respecto a otras variables como el Índice de precios al productor de la manufactura (IPP-MAN) y el Índice de salarios mínimos nominales (ISMN) de la industria manufacturera; estos datos mensuales también fueron recopilados de la página del Banco Central de Costa Rica<sup>6</sup>. Por último, el número de trabajadores de la industria manufacturera, como se mencionó antes fueron obtenidos de forma mensual en la página de la CCSS, en un periodo comprendido de 2005 al 2016.

El siguiente gráfico muestra las tasas de variación interanuales de los índices mensuales de la actividad manufacturera base 1991 y base móvil 2012, en el periodo comprendido de enero de 1991 a diciembre del 2016, con el fin de ilustrar las tendencias de cada una de las series y ver como un cambio de base y metodología, no debería causar un distanciamiento muy grande entre ellas.

<sup>6</sup> Cabe señalar que el BCCR se encuentra aún en el proceso de reformulación y mejora de los índices, por la transición de las cuentas aun nuevo año base, por ende, por las series presentadas en este trabajo pueden diferir con las publicadas actualmente en el página del banco, por concepto de actualización.

**Gráfico N° 2. Tasa de variación interanual.  
Índice Mensual Actividad Manufacturera, Base 1991 y 2012**



*Fuente:* Elaboración propia con datos del Banco Central Costa Rica.

En el gráfico se observa un comportamiento más fuerte por parte del índice base 1991; como se aprecia en los años 1998 y 1999, en estos dos años se evidencia un crecimiento en la serie base 91 fruto de un cambio de nivel ocasionado por de la entrada de INTEL al país, como una empresa manufacturera de gran tamaño registrada dentro de los regímenes especiales, la cual genero un gran impacto para la economía costarricense y un cambio en el índice base fija; con respecto al índice base 2012, al ser una base móvil puede captar este ingreso de una forma más moderada al irse adaptando a los cambio del país y de ponderación año a año.

## 4.2 Resultados del modelo.

Con los datos obtenidos se realizó una regresión utilizando el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO), para ambas bases. Se alcanzan los siguientes resultados:

**Cuadro N° 6. Estimación del Modelo, Base 1991**

Dependent Variable: LOGVA_MANUF				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	7.359252	1.931437	3.810246	0.0004*
LOGPERS_OCUP	-0.140834	0.159089	-0.885248	0.3808
LOGSTOC_CAP	0.628376	0.021899	28.69437	0.0000*

*Nivel significancia: 1%,\*, 5% \*\* y 10% \*\*\**

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro N° 7. Medidas de evaluación del modelo estimado**

R-squared	0.94958	Mean dependent var	13.82328
Adjusted R-squared	0.947288	S.D. dependent var	0.31450
S.E. of regression	0.072206	Akaike info criterion	-2.356894
Sum squared resid	0.229401	Schwarz criterion	-2.2388
Log likelihood	58.38701	Hannan-Quinn criter.	-2.312454
F-statistic	414.3329	Durbin-Watson stat	1.309275
Prob(F-statistic)	0.000000		

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados del modelo base 1991, muestra que la bondad del ajuste ( $R^2$ ) es igual 0.9496, lo cual sugiere que la variabilidad del LOGVA\_MANUF se explica en un 94%, aunado al análisis significativo global se puede ver una prueba F de 414.33 y una probabilidad de 0%, que enfatizan que en conjunto el capital como el trabajo explican el comportamiento del valor agregado.

En cuanto a las variables independientes, al ser un modelo de doble logaritmo, los coeficientes de  $\alpha$  e  $\beta$  son iguales a -0.1408 y 0.6284 respectivamente, representan la elasticidad; por tanto, la regresión indica que cuando se eleva en 1%, el personal ocupado y se mantiene constante el stock de capital, el valor agregado decrece en 0.14% en ese periodo, este dato no es lo esperado, además al analizar la significancia estadística dados por t-estadístico de -0.88 y que posee un probabilidad de cometer error tipo 1 de 38% (el cual es bastante elevado) se dice que la variable no es individualmente significativa dentro del modelo.

Con respecto al stock de capital, se puede apreciar que este al cambiar en 1% el valor agregado crecerá en 0.63% durante el periodo muestral, este dato si coincide con lo esperado, al analizar la significancia se puede ver que la variable es individualmente significativa con un valor t-estadístico de 28.69 y una probabilidad de cometer error tipo 1 de 0%.

**Cuadro N° 8. Estimación del Modelo, Base 2012**

**Dependent Variable: LOGVA\_MANUF**

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	2.441357	1.494891	1.633134	0.1096
LOGPERS_OCUP	0.241791	0.122486	1.974031	0.0547***
LOGSTOC_CAP	0.525657	0.017879	29.40134	0.0000*

*Nivel significancia: 1%, \*, 5 % \*\* y 10% \*\*\**

**Fuente:** Elaboración propia.

**Cuadro N° 9. Medidas de evaluación del modelo estimado**

R-squared	0.952722	Mean dependent var	13.41649
Adjusted R-squared	0.950573	S.D. dependent var	0.25052
S.E. of regression	0.055696	Akaike info criterion	-2.876125
Sum squared resid	0.136489	Schwarz criterion	-2.758031
Log likelihood	70.58895	Hannan-Quinn criter.	-2.831686
F-statistic	443.3295	Durbin-Watson stat	1.425065
Prob(F-statistic)	0.000000		

**Fuente:** Elaboración propia.

Ahora se indagaran los resultados del modelo base 2012, la medida de bondad del ajuste (R<sup>2</sup>) es igual 0.9527, por lo que la variabilidad del LOGVA\_MANUF se explica en un 95%; el análisis significativo global muestra una prueba F de 443.32 y una probabilidad de 0%, por ende, en conjunto el capital como el trabajo explican el comportamiento del valor agregado.

Considerando de igual manera las variables independientes del modelo log-log; se puede apreciar como en la regresión el coeficiente de  $\alpha$  indica que al incrementarse en 1% el personal ocupado, mientras se mantiene constante el stock de capital, el valor agregado crece en 0.24% en el periodo muestral, este resultado coincide con el valor positivo deseado; así mismo, al analizar la significancia estadística nos arroja un t-estadístico de 1.97 y posee una probabilidad de cometer error tipo 1 de 5%, la variable individualmente no es del todo significativa dentro del modelo, a un nivel de significancia del 5%, pero si es significativa dentro de un 10%.

En cuanto al stock de capital, cuando este cambia en 1%, el coeficiente de  $\beta$  implica que el valor agregado crecerá en 0.52% durante el periodo de estudio, dicho dato cumple con el resultado esperado por el modelo, al mismo tiempo su significancia estadística individual es significativa con un valor t-estadístico de 29.40 y una probabilidad de cometer error tipo 1 de 0%.

Los resultados de la bondad de ajuste, medidos por el R2 muestran que la variabilidad del log de valor agregado está explicado un poco mejor en el modelo base 2012 con respecto al modelo base 91, en este último, se puede evidenciar un problema en la salida de la regresión con respecto a la relación de la variable empleo para explicar el valor agregado, lo cual no sucede en el modelo 2012; cabe señalar que es la misma serie en ambas regresiones; por otra parte, no se obtiene el signo esperado, mientras la regresión base 2012 los valores de los coeficientes  $\alpha$  y  $\beta$  son los esperados, la suma es muy cercana a 1, es decir, cumplen las propiedades matemáticas esperadas por el modelo.

Bajo estos resultados podemos distinguir que el modelo base 2012 da una mejor representación de la economía, evidenciando la necesidad y la importancia de la actualización constante de las cuentas nacionales, con el fin de mantener una relación más estrecha con otras variables y cambios de la economía.

Además de los corolarios anteriores se van evaluar otro tipo de pruebas para aceptar los resultados de los modelos econométricos, como son: Multicolinealidad, Heterocedasticidad y Autocorrelación; para estimar los valores de la elasticidad producto de cada factor.

#### ***4.2.1. Autocorrelación***

Autocorrelación se define como “la correlación ente miembros de series de observaciones ordenadas en el tiempo (como en datos de series de tiempo) o en el espacio (como en datos de corte transversal)” (Gujarati, 2004:426); es decir, son valores que están relacionados en períodos diferentes en el tiempo.

Por ende, surge cuando los términos de error del modelo no son independientes entre sí, es decir  $E(u_i u_j) \neq 0, i \neq j$ , por lo que dejan de ser eficientes; y no existe cuando en las perturbaciones  $u_t$  son:  $E(u_i u_j) = 0, i \neq j$ .

Entre las pruebas estadísticas utilizadas para identificar la presencia de autocorrelación está: la *Prueba de Durbin Watson* (DW) la cual es la más conocida para detectar correlación serial, al contrastar la presencia de autocorrelación de primer orden en los errores  $\{u_t\}$ , plantea:

$H_0$  = No hay autocorrelación.

$H_1$  = Hay autocorrelación.

Resultados de la prueba:

$n = 47$  a un nivel significancia del 1%  
 $k = 2$  el límite inferior y superior son:

<i>T</i>	<i>K</i>	<i>dL</i>	<i>dU</i>
47	2	1.30343	1.3871

Estos resultados indican que a un nivel de significancia del 1%, con un DW de 1.309275 en la *primera* regresión este cae en la zona de indecisión, por lo que esta prueba no resuelva si existe o no presencia de autocorrelación; para la *segunda* regresión el DW es de 1.425065 el cual cae sobre la región de no rechazo de la hipótesis nula, por lo que no hay presencia de autocorrelación.

Para reforzar lo anterior, se aplicara prueba LM general de autocorrelación llamada Breusch-Godfrey (BG), esta prueba deberá confirmar la ausencia de correlación del modelo base 91 y resolver la indecisión de la regresión base 2012.

*Hipótesis Nula:*  $H_0: \rho_1 = 0$   $H_A: \rho_1 \neq 0$

**Cuadro N° 10. Resultados Prueba de Breusch – Godfrey, Base 1991**

<b>Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:</b>			
F-statistic	2.883725	Prob. F(2,42)	0.0671**
Obs*R-squared	5.674788	Prob. Chi-Square(2)	0.0586**

*Nivel significancia: 1%, \*, 5% \*\* y 10% \*\*\**

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.305567	1.873345	-0.1631	0.8712
LOGPERS_OCUP	0.024454	0.154491	0.1583	0.8750
LOGSTOC_CAP	0.000569	0.021080	0.0270	0.9786
RESID(-1)	0.374372	0.156127	2.3979	0.0210
RESID(-2)	-0.137745	0.159246	-0.8650	0.3920

Fuente: Elaboración propia.



Los resultados del cuadro 10, sacan el modelo de la zona de indecisión, al comprobar que no existe evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula, a un nivel de significancia del 5%, es decir, el modelo no presenta problemas de autocorrelación, existe solo un pequeño problema en el primer residuo, el cual es significativo solo al 1%.

**Cuadro N° 11. Resultados Prueba de Breusch – Godfrey, Base 2012**

<b>Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:</b>			
F-statistic	1.635849	Prob. F(2,42)	0.207**
Obs*R-squared	3.396598	Prob. Chi-Square(2)	0.183**

*Nivel significancia: 1%,\*, 5% \*\* y 10% \*\*\**

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.292279	1.502228	0.1946	0.8467
LOGPERS_OCUP	-0.024015	0.123113	-0.1951	0.8463
LOGSTOC_CAP	0.000055	0.017626	0.0031	0.9975
RESID(-1)	0.278641	0.154777	1.8003	0.0790
RESID(-2)	-0.091363	0.154727	-0.5905	0.5580

**Fuente:** Elaboración propia.

El cuanto al modelo base 2012, la prueba LM, confirman que no existe evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula, ya que las probabilidades son mayores a 0.05, es decir, el modelo no presenta problemas de autocorrelación en ninguno de sus componentes.

#### **4.2.2. Multicolinealidad**

Se entiende como multicolinealidad la existencia de una combinación lineal fuerte entre 2 o más variables explicativas incluidas en un modelo econométrico, es decir, es cuando la matriz X de exógenas incumple la propiedad de rango completo.

En nuestros modelos tenemos una bondad de ajuste de R<sup>2</sup> muy elevados de 94% y 95% y estadísticos globalmente significativos; a nivel individual en ambos modelos el t-estadístico de la variable *stock de capital* es significativa a un nivel del 5%, por otro lado, la variable del *personal ocupado* los estadísticos del coeficiente estimado no son tan significativos, en el caso de la regresión base 91, no es significativo a ningún nivel de significancia, mientras en el segundo modelo, la variable no es significativa al 5% (al ser 0.0086 p.p más elevado), pero a nivel del 10% si lo es. Dado lo anterior, se podría especular que no existe problema de multicolinealidad, por lo que se realizaran las siguientes pruebas para corroborarlo.

En el cuadro 12 y 13, hacen referencia a la relación entre las regresoras del modelo:

**Cuadro N° 12. Matriz de Correlación Simple, Base 1991**

	LOGVA_MANUF	LOGPERS_OCUP	LOGSTOC_CAP
LOGVA_MANUF	1	0.07792469	0.97400296
LOGPERS_OCUP	0.07792469	1	0.11058258
LOGSTOC_CAP	0.97400296	0.11058258	1

	Log (pers_ocup)	Log (stock_k)	Regresión: $Log(pers\_ocup) = c + \beta * Log(stock\_k)$ o viceversa		
Log(pers_ocup)	1	0.11058258	t-Statistic	Prob.	R-squared
Log(stock_k)	0.11058258	1	0.746388	0.4593	0.012229

Fuente: Elaboración propia.

Al evaluar la magnitud del coeficiente de correlación lineal entre log(pers\_ocup) y el log(stock\_k) se detalla un grado de asociación bajo, aunado a esto si se corre una regresión entre las variables explicativas, los resultados reflejan  $R^2$  muy bajo y un valor de t-estadístico no significativo al poseer una probabilidad de 0.4593 (a un nivel de significancia del 5%), por ende, se confirma la no existencia de problemas de multicolinealidad.

Cabe señalar que la no significancia de la variable personal ocupado, al igual que su signo negativo (al ser contrario a lo que uno esperaría de este tipo de modelos), dentro de la matriz de correlación lineal se correlaciona en un 0.07792469 con el valor agregado, que elevado al cuadrado, resulta explicar solo el 0.61%, ósea menos del 1% de la variabilidad del valor agregado, por lo que es una variable superflua, de allí su signo.

**Cuadro N° 13. Matriz de Correlación Simple, Base 2012**

	LOGVA_MANUF	LOGPERS_OCUP	LOGSTOC_CAP
LOGVA_MANUF	1	0.15451835	0.97392738
LOGPERS_OCUP	0.15451835	1	0.09249936
LOGSTOC_CAP	0.97392738	0.09249936	1

	Log (pers_ocup)	Log (stock_k)	Regresión: $Log(stock\_k) = c + Log(pers\_ocup)$ o viceversa		
Log(pers_ocup)	1	0.09249936	t-Statistic	Prob.	R-squared
Log(stock_k)	0.09249936	1	0.623176	0.5363	0.008556

Fuente: Elaboración propia.

En el caso de la regresión base móvil 2012 la magnitud del coeficiente de correlación lineal entre  $\log(\text{pers\_ocup})$  y el  $\log(\text{stock\_k})$ , es un grado aún más bajo que anterior modelo, además de poseer un  $R^2$  bajo y un t-estadístico no significativo al 5%, se reafirma la no existencia de multicolinealidad entre las variables exógenas.

### 4.2.3. Heterocedasticidad

La heterocedasticidad radica en que las observaciones muestrales tienen varianzas o grado de dispersión del término de error diferente entre sí, es decir, el  $U_t$  no es constante a lo largo de las observaciones en el modelo. Por lo que de existir los estimadores no serían eficientes.

Para detectar la existencia o no de Heterocedasticidad se aplican dos pruebas: la de Breusch-Pagan-Godfrey y el Test de White, la *primera*, busca un conjunto de variables  $Z$  para explicar la evolución de la varianzas de las perturbaciones aleatorias, suponiendo que los errores están normalmente distribuidos; y la *segunda*, a diferencia de la anterior no es sensible a la normalidad, sino que realiza una regresión entre los residuos al cuadrado, las variables explicativas y sus términos cruzados (Guajata, 2004).

Bajo la Hipótesis de:

$H_0$  = Homocedasticidad.

$H_1$  = Heterocedasticidad.

Los resultados se muestran en los siguientes cuadros:

**Cuadro N° 14. Resultado de los Tests, Base 1991**

<b>Heteroskedasticity Test:</b>	<i>Breusch-Pagan-Godfrey</i>	<i>White</i>		<i>Breusch-Pagan-Godfrey</i>	<i>White</i>
F-statistic	0.74185	0.610348	Prob. F(4,42)	0.4821	0.6575
Obs*R-squared	1.533162	2.581948	Prob. Chi-Square(4)	0.4646	0.6300
Scaled explained SS	1.639891	2.761687	Prob. Chi-Square(4)	0.4405	0.5985

*Nivel significancia: 1%,\*, 5% \*\* y 10% \*\*\**

#### **Heteroskedasticity Test: Breusch-Pagan-Godfrey**

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.216495	0.207349	-1.044108	0.3021
LOGPERS_OCUP	0.019507	0.017079	1.14215	0.2596
LOGSTOC_CAP	-0.001286	0.002351	-0.547017	0.5871

**Heteroskedasticity Test: White**

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.585577	3.787365	-0.154613	0.8779
LOGPERS_OCUP^2	-0.002299	0.031142	-0.073816	0.9415
LOGPERS_OCUP*LOGSTOC_CAP	0.005256	0.057045	0.092144	0.9270
LOGSTOC_CAP^2	-0.005739	0.007686	-0.746704	0.4594
LOGSTOC_CAP	0.082323	0.567085	0.145169	0.8853

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro N° 15. Resultado de los Tests, Base 2012**

Heteroskedasticity Test:	Breusch-Pagan-Godfrey	White		Breusch-Pagan-Godfrey	White
F-statistic	1.424233	1.265141	Prob. F(4,42)	0.2516	0.2988
Obs*R-squared	2.857679	5.054052	Prob. Chi-Square(4)	0.2396	0.2818
Scaled explained SS	3.042048	5.380124	Prob. Chi-Square(4)	0.2185	0.2505

Nivel significancia: 1%, \*, 5% \*\* y 10% \*\*\*

**Heteroskedasticity Test: Breusch-Pagan-Godfrey**

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.131725	0.121681	-1.082541	0.2849
LOGPERS_OCUP	0.013157	0.00997	1.319657	0.1938
LOGSTOC_CAP	-0.001702	0.001455	-1.169683	0.2484

**Heteroskedasticity Test: White**

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	2.238057	2.397012	0.933686	0.3558
LOGPERS_OCUP^2	-0.025418	0.020301	-1.252051	0.2175
LOGPERS_OCUP*LOGSTOC_CAP	0.040653	0.031898	1.274468	0.2095
LOGSTOC_CAP^2	-0.006821	0.00479	-1.423818	0.1619
LOGSTOC_CAP	-0.29034	0.308494	-0.941154	0.3520

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con los resultados anteriores y bajo los dos testeos de Heterocedasticidad, aun nivel de significancia del 5%, se puede identificar que los estadísticos calculados poseen probabilidades del chi-cuadrado , así como del t-estadísticos superiores a los niveles de significancia ( $\rho > 0.05$ ), en ambas pruebas y modelos; por tanto, se puede afirmar que no existe evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula de homocedasticidad, por consecuencia no hay problemas de Heterocedasticidad en ninguno de las regresiones planteadas.

### 4.3 Medición de la Productividad

Resultados de los Modelos:

- ✓ Regresión Base 1991:

**Estimation Equation:**

$$LOGVA\_MANUF = C(1) + C(2) * LOGPERS\_OCUP + C(3) * LOGSTOC\_CAP$$

**Substituted Coefficients:**

$$LOG(VA\_MANUF) = 7.35925212655 - 0.140833635444 * LOG(PERS\_OCUP) \\ + 0.628376087875 * LOG(STOC\_CAP)$$

Donde la suma de las variables explicativas es igual a 0.487542452, bajo este modelo la industria manufacturera presenta rendimientos decrecientes de escala, al ser el valor inferior a 1.

- ✓ Regresión Base 2012:

**Estimation Equation:**

$$LOGVA\_MANUF = C(1) + C(2) * LOGPERS\_OCUP + C(3) * LOGSTOC\_CAP$$

**Substituted Coefficients:**

$$LOG(VA\_MANUF) = 2.44135664809 + 0.241790804511 * LOG(PERS\_OCUP) \\ + 0.525656702549 * LOG(STOC\_CAP)$$

En el segundo modelo la suma de las variables explicativas corresponde a 0.767447507, este valor también evidencia que existe rendimientos decrecientes de escala, pero cabe señalar que este valor es mayor que el del modelo base 1991.

Los rendimientos de escala explican los cambios que se producen en la producción como resultado de un cambio proporcional en todos los inputs, es decir, los elementos que participan en un determinado proceso productivo, cuando todos los inputs aumentan por un factor constante. En nuestro caso, ambos modelos muestran que la producción crece en menor proporción que el aumento de sus factores, sin embargo, la regresión base 1991, esta crece en una menor proporción, por ende, la relación entre los factores y la producción es muy baja.

En cuanto al modelo que posee la referencia 2012 está a pesar de ser menor que uno, se puede apreciar que los inputs tienen una mayor participación en la producción.

Con estos resultados y utilizando la tasa de variación del valor agregado, el personal ocupado y el stock de capital, se realizara la medición de la tasa de crecimiento de la productividad total de los factores ( $\Delta PTF = \Delta PIB - (\rho\Delta L + \varphi\Delta K)$ ). En el cuadro siguiente se comparan dichos resultados.

**Cuadro N° 16. Factores de crecimiento del Valor Agregado**

Periodos	Base 2012 = 100			Base 1991 = 100		
	$\rho\Delta L$	$\varphi\Delta K$	$\Delta PTF$	$\rho\Delta L$	$\varphi\Delta K$	$\Delta PTF$
trimestre 1/2006	1.410	12.447	<b>9.224</b>	-0.822	22.737	<b>7.448</b>
trimestre 2/2006	1.450	12.954	<b>9.996</b>	-0.845	22.183	<b>8.115</b>
trimestre 3/2006	1.376	13.179	<b>-1.692</b>	-0.801	21.435	<b>-2.903</b>
trimestre 4/2006	1.483	13.384	<b>0.571</b>	-0.864	21.625	<b>-3.785</b>
trimestre 1/2007	1.431	13.471	<b>3.332</b>	-0.834	20.792	<b>-1.946</b>
trimestre 2/2007	1.661	13.559	<b>4.668</b>	-0.968	19.363	<b>-0.625</b>
trimestre 3/2007	1.750	13.607	<b>1.486</b>	-1.019	18.727	<b>-2.607</b>
trimestre 4/2007	1.361	13.699	<b>-1.444</b>	-0.793	17.921	<b>0.541</b>
<b>Promedio</b>	<b>1.490</b>	<b>13.288</b>	<b>3.268</b>	<b>-0.868</b>	<b>20.598</b>	<b>0.530</b>
trimestre 1/2008	1.016	13.653	<b>0.542</b>	-0.592	17.979	<b>5.709</b>
trimestre 2/2008	0.749	14.099	<b>-0.632</b>	-0.436	18.541	<b>-11.389</b>
trimestre 3/2008	0.671	13.541	<b>2.194</b>	-0.391	18.075	<b>-11.516</b>
trimestre 4/2008	0.265	12.717	<b>-19.607</b>	-0.154	16.964	<b>-18.887</b>
trimestre 1/2009	-1.045	10.949	<b>-12.368</b>	0.609	13.001	<b>-22.672</b>
trimestre 2/2009	-1.763	8.525	<b>-17.235</b>	1.027	9.372	<b>-9.597</b>
trimestre 3/2009	-1.787	6.865	<b>-4.836</b>	1.041	6.639	<b>0.578</b>
trimestre 4/2009	-1.364	5.499	<b>17.749</b>	0.794	5.783	<b>11.942</b>
<b>Promedio</b>	<b>-0.407</b>	<b>10.731</b>	<b>-4.274</b>	<b>0.237</b>	<b>13.294</b>	<b>-6.979</b>
trimestre 1/2010	-0.344	5.618	<b>22.506</b>	0.201	6.337	<b>20.536</b>
trimestre 2/2010	0.922	5.897	<b>8.439</b>	-0.537	6.838	<b>6.396</b>
trimestre 3/2010	1.177	6.031	<b>-2.968</b>	-0.685	7.421	<b>0.646</b>
trimestre 4/2010	-0.286	6.022	<b>3.313</b>	0.167	7.540	<b>-3.445</b>
trimestre 1/2011	-0.632	5.979	<b>-6.937</b>	0.368	7.596	<b>-4.506</b>
trimestre 2/2011	-1.269	5.750	<b>5.297</b>	0.739	7.395	<b>-1.116</b>
trimestre 3/2011	-0.425	5.842	<b>2.291</b>	0.248	7.433	<b>2.744</b>
trimestre 4/2011	0.845	5.832	<b>-0.040</b>	-0.492	7.516	<b>6.257</b>
<b>Promedio</b>	<b>-0.002</b>	<b>5.871</b>	<b>3.988</b>	<b>0.001</b>	<b>7.259</b>	<b>3.439</b>
trimestre 1/2012	1.116	6.149	<b>7.421</b>	-0.650	7.563	<b>7.245</b>
trimestre 2/2012	0.961	6.175	<b>-3.182</b>	-0.559	7.599	<b>6.595</b>
trimestre 3/2012	-2.617	6.018	<b>-2.487</b>	1.524	7.442	<b>-3.397</b>
trimestre 4/2012	-1.317	5.996	<b>-1.743</b>	0.767	7.271	<b>-1.561</b>
trimestre 1/2013	-3.551	5.796	<b>-7.196</b>	2.068	6.700	<b>-8.597</b>
trimestre 2/2013	-1.108	5.688	<b>-4.790</b>	0.645	6.447	<b>1.750</b>
trimestre 3/2013	-1.486	5.397	<b>-1.444</b>	0.865	6.167	<b>8.096</b>

<b>trimestre 4/2013</b>	-1.796	4.961	<b>-3.455</b>	1.046	5.875	<b>4.229</b>
<b>Promedio</b>	<b>-1.225</b>	<b>5.773</b>	<b>-2.110</b>	<b>0.713</b>	<b>6.883</b>	<b>1.795</b>
<b>trimestre 1/2014</b>	0.026	4.897	<b>-1.554</b>	-0.015	5.768	<b>0.277</b>
<b>trimestre 2/2014</b>	-1.167	4.834	<b>2.105</b>	0.680	5.634	<b>-0.134</b>
<b>trimestre 3/2014</b>	3.551	4.764	<b>0.245</b>	-2.068	5.391	<b>4.889</b>
<b>trimestre 4/2014</b>	3.679	4.646	<b>0.200</b>	-2.143	5.171	<b>5.461</b>
<b>trimestre 1/2015</b>	5.407	4.648	<b>-3.359</b>	-3.149	5.183	<b>2.359</b>
<b>trimestre 2/2015</b>	4.926	4.691	<b>-3.916</b>	-2.869	5.078	<b>-1.144</b>
<b>trimestre 3/2015</b>	5.673	4.896	<b>-4.216</b>	-3.305	5.034	<b>0.157</b>
<b>trimestre 4/2015</b>	0.168	5.030	<b>-1.472</b>	-0.098	5.205	<b>-2.492</b>
<b>trimestre 1/2016</b>	-1.668	4.869	<b>2.408</b>	0.971	5.026	<b>1.418</b>
<b>trimestre 2/2016</b>	-4.199	4.813	<b>9.220</b>	2.446	4.940	<b>2.334</b>
<b>trimestre 3/2016</b>	-4.087	4.616	<b>3.693</b>	2.380	4.876	<b>1.191</b>
<b>Promedio</b>	<b>1.119</b>	<b>4.791</b>	<b>0.305</b>	<b>-0.652</b>	<b>5.210</b>	<b>1.301</b>
<b>Promedio Total</b>	<b>0.260</b>	<b>7.861</b>	<b>0.240</b>	<b>-0.151</b>	<b>10.269</b>	<b>0.107</b>

Fuente: Elaboración propia.

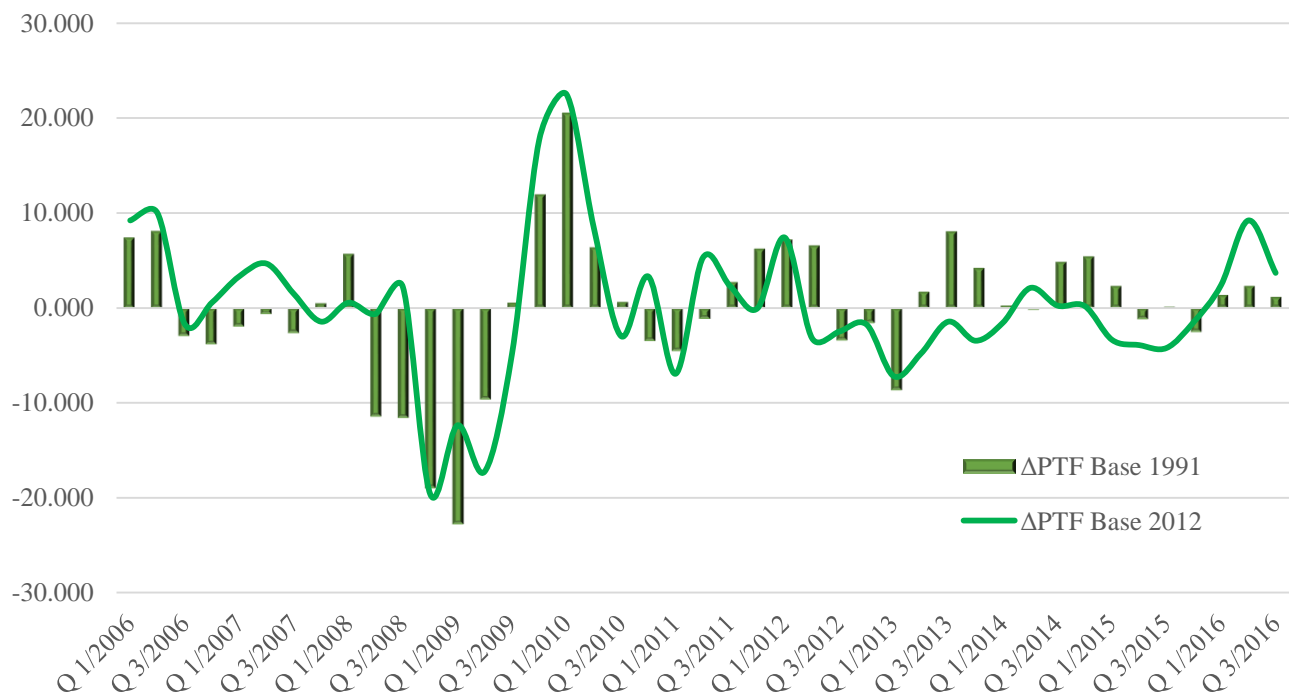
Los resultados anteriores comparan la medición de la productividad bajo distintos años de referencia, haciendo la separación de acuerdo a diferentes situaciones de la economía costarricense, entre el 2006 - 2007 la economía nacional presento un crecimiento económico, esto se puede apreciar en el promedio de ese periodo, lo cual se representa en ambos modelos, cabe resaltar que el modelo 2012 expresa mejor ese auge en la economía; por otro lado durante el 2008-2009, el país se vio afectado por la crisis mundial, por lo que la productividad decayó para ese periodo; entre el 2010 y 2011, se da la recuperación tras la crisis, por lo que se ve una recuperación en la productividad. Durante estos periodos las regresiones coinciden en signo.

Del 2012 en adelante es cuando se detalla diferencias en los resultados del modelo, entre 2012-2013, se ve una caída de productividad (según el modelo 2012); mientras la salida de referencia 1991, presenta un crecimiento. En ese periodo existió una tendencia a la desaceleración del crecimiento de la actividad manufacturera principalmente durante la segunda mitad del 2012 comparada con los años previos que fue creciente; entre el 2014 y el tercer trimestre del 2016, se aprecia una leve mejora en la productividad en ambos modelos; cabe señalar que en el caso del modelo base 2012, durante el 2015 presenta una caída en la productividad en todo el año, mientras el otro modelo no, esto tiene mucho sentido principalmente porque a finales del 2014, una empresa manufacturera de gran importancia seso sus operaciones en el país, por tanto, la actividad como tal se vio afectada, por tanto, se

produce una recuperación fuerte durante el 2016, evento que no se puede apreciar en los datos de productividad de la base 1991.

El gráfico 3, confronta las tasas de crecimiento de la productividad de los años de referencia 1991 y 2012, a manera de ilustrar el análisis anterior.

**Gráfico N° 3. Tasas de crecimiento de la productividad total de los factores, según año de referencia.**



Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico se aprecia como los primeros años tienen a parecerse, pero hacia el final discrepan, a pesar se puede ver como un nuevo cambio año base tiende a cercarse más a la realidad nacional, que en caso de la regresión base fija, la poca representatividad del empleo afecta los índices de productividad, suceso que no se ve reflejado en el otro modelo, el cual capta, el auge del 2006 y 2007, la crisis del 2008, así como la reducción de la productividad del 2015, a consecuencia de la salida de algunas empresas del país.





#### 4.4 Análisis Índices Mensual de la Actividad Manufacturera

En este apartado se realizara una pequeña evaluación comparativa del índice mensual de actividad manufacturera (IMAM) base 1991 en comparación con la base 2012, a fin de deslumbrar las diferencias entre los índices y su comportamiento en comparación con otros indicadores de la manufactura.

En el siguiente cuadro se ve las regresión de la manufactura respeto a sus dos componentes el régimen definitivo y los regímenes especiales (corresponde a las empresas de zona franca y perfeccionamiento activo).

**Cuadro N° 17. Composición del IMAM**

Variable	Dependent Variable: IMAM2012			Dependent Variable: IMAM1991		
	Coefficient	t-Statistic	Prob.	Coefficient	t-Statistic	Prob.
C	0.611336	1.909719	0.0582	7.107027	1.950506	0.0531
Régimen Definitivo	0.749444	301.3313	0.0000	0.87472	40.91145	0.0000
Regímenes Especiales	0.244615	125.5348	0.0000	0.087128	78.46576	0.0000

*Nivel significancia: 1%, \*, 5 % \*\* y 10% \*\*\**

<i>R-squared</i>	0.998668	0.985616
<i>Adjusted R-squared</i>	0.998649	0.985412
<i>F-statistic</i>	52870.57	4830.673
<i>Prob(F-statistic)</i>	0.0000	0.0000

**Fuente:** Elaboración propia.

El cuadro 17 muestra las salidas del IMAM con respecto a las dos variables que los componen, en cuanto a la bondad del ajuste  $R^2$  es elevado en ambos casos y obviamente las variables de forma global e individualmente, son significativas a un nivel del significancia del 5% (lo cual era de esperar dada la relación entre las variables). Así mismo, se puede evaluar como el régimen definitivo de un método a otro perdió peso relativo, mientras los regímenes especiales muestran una mayor participación en la explicación de la realidad económica de la manufactura; por ende, la importancia de que cada país periódicamente actualice sus cuentas nacionales, además de no mantener ponderaciones fijas, sino móviles que captan los cambios constantes del mercado.

Para enfatizar aún más en la importancia de revisar los sistemas de cuentas de cada país, se aplicara MCO a cada una de las series del índice de la manufactura, respecto a los trabajadores de la industria manufacturera, el Índice de precios al productor de la manufactura (IPP-MAN) y el Índice de salarios mínimos nominales (ISMN) de la industria manufacturera:

$$IMAM_{Base\ 1991\ y\ 2012} = ISMN_{Base\ 1984} + IPPMAM_{Base\ 2012} + Pers\ Ocup_M + e_t$$

**Cuadro N° 18. Estadísticos de la Manufactura**

Variable	Dependent Variable: IMAM2012			Dependent Variable: IMAM1991		
	Coefficient	t-Statistic	Prob.	Coefficient	t-Statistic	Prob.
C	-117.1363	-1.417306	0.1586	-1072.254	-2.453949	0.0154
LOG(ISMN)	21.6962	1.808354	0.0727	167.6166	2.642482	0.0092
IPP_MAN	-0.594726	-3.447584	0.0007	-1.446157	-1.585655	0.1151
PERS_OCUP	0.000645	5.222499	0.0000	0.000763	1.16736	0.2450

*Nivel significancia: 1%\*, 5% \*\* y 10% \*\*\**

<i>R-squared</i>	0.201008	<i>Durbin-Watson stat</i>	0.351534
<i>Adjusted R-squared</i>	0.183887	1.835541	1.368404
<i>F-statistic</i>	52870.57		4830.673
<i>Prob(F-statistic)</i>	0.0000		0.0000

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro anterior podemos ver que las regresión un cuentan con un  $R^2$  elevado, pero en el caso del modelo base 1991, aunque globalmente es significativo<sup>7</sup>, individualmente solo es significativo, el índice de salario nominal de la manufactura; caso contrario en el modelo referencia 2012, este de igual forma es globalmente significativo, pero individualmente el ISMN, solamente es significativo a un nivel 10%, mientras las otras variables si los son al 5%.

Dado lo anterior podemos ver como el índice base 1991, pierde relación con otras variables de la manufactura como es el empleo y los precios, alejándose de una realidad nacional; por otra parte el índice con el nuevo cambio año base, mantiene una relación con los índice precio, ISMN y el empleo, más significativa.

<sup>7</sup> Nivel de significancia del 5%

## 5. Conclusiones

El análisis anterior, ayudo a constatar la importancia de que cada país actualice constantemente sus cuentas nacionales tanto a nivel anual, trimestral como mensual, además de buscar la mejor metodología para su cálculo. En el trabajo los modelos analizados se calculan utilizando series base fija 1991 respecto base móvil 2012, estos resultados revelan como los resultados del primer modelo no reflejan del todo la realidad; a pesar que ambos tiene una bondad de ajuste alta y no presentar problemas de multicolinealidad, heterocedasticidad y autocorrelación; el personal ocupado y el capital no explican conjuntamente y de igual forma la variabilidad del valor agregado de la industria manufacturera en ambos modelos, en el *primero*, el personal ocupado no es significativo además de tener un signo contrario, por lo que no aporta a la variabilidad, solamente el stock de capital tiene una relevancia dentro de la regresión; en el *segundo*, no cuenta con tal problema, aunque el personal ocupado no es significativo al 5% si lo es al 10%, asimismo, el personal ocupado y el capital poseen el signo esperado, la variabilidad es explicada mayormente por el capital, pero aunque sea en menor medida el trabajo aporta a la variación.

En cuanto al análisis de la medición de la producción los componentes  $\rho\Delta L$  y  $\varphi\Delta K, \Delta PTF$  representan la contribución del personal ocupado, el stock de capital y la productividad de los factores, respectivamente, que en conjunto muestran el crecimiento de cada trimestre y el promedio de cada dos años del valor agregado o producción industrial; esto con respecto a ambas series.

Como se pudo apreciar en los resultados del cuadro 16:

- ★ Durante el periodo 2006 y 2007, se obtuvo una producción promedio positiva, en el caso de la base 91, esta es menor al verse amortiguada por la caída del empleo, cabe señalar que estos años fueron de auge para la producción nacional, por lo que los resultados de la base 2012, parecen ser más asertivos con la historia, al presentar un crecimiento ligado tanto a la mano obra como al capital.
- ★ A lo que respecta a los años siguientes, los resultados promedio muestran la reducción del PIB producto de la crisis global ocurrida entre el 2008 y 2009, en dicho periodo el valor agregado decreció para los dos análisis, sin embargo, se puede vislumbrar

una disminución de la mano de obra en la información base 2012, lo cual es de esperar en un momento crisis.

- ★ Posteriormente desde el 2010 hasta inicios del 2012 la economía repunto rápidamente tras la crisis, y alcanzo tasas de crecimientos muy favorables para el país (como se puede distinguir en el promedio 2010-2011, donde los dos cálculos son muy similar); este crecimiento después se vio atenuado por la caída que ocurrió principalmente en el 2013.
- ★ Del 2014 al 2016 se presentó un crecimiento en la economía, a lo que respecta el 2015, este aumento fue menor en la manufactura en comparación con el 2014 y el 2016, producto de la salida de algunas empresas internacionales, principalmente de INTEL, que tenía un aporte considerable en la producción del país y su salida de dio a finales del 2014, por consiguiente se muestra las repercusiones en la producción del 2015, como lo enfatiza la serie base 2012; esto justifica el crecimiento tan fuerte en el 2016, aunado al crecimiento de la producción de implementos médicos en el país.

Los resultados de las dos regresiones arroja la presencia de rendimiento de escala decrecientes, estos como consecuencia del vago aporte del personal ocupado para explicar la variación del valor agregado, por ello no resulta raro y menos en el modelo base 1991, que al poseer una influencia de la variable de empleo prácticamente nula, el rendimiento es realmente bajo respecto a la otra.

Aunado a este análisis se encuentran los resultados de las regresiones que utilizan como variable dependiente el índice mensual de actividad manufacturera (tanto base 91 como base móvil 2012), el primer cuadro (N°17) ejemplifica el cambio en los coeficientes de los regímenes especiales y definitivo (variables independientes), las diferencias se deben a que al momento de desarrollarse el índice base 1991, en ese lapso de tiempo la economía costarricense se dedicaba más a otras actividades económicas como la agricultura y las empresas manufactureras habían crecido, se enfatizaba mucho en productos agroindustriales y la producción para el mercado interno; las empresas que estaban dentro de los regímenes especiales eran menos y tenía las características en aquella época que su producción era para destino mercado externo (hasta las empresas de perfeccionamiento activo poseía más peso relativo, en comparación con las compañías de zonas francas); por ende, la regresión tiene

un coeficiente más grande en el régimen definitivo. Para la actualización del nuevo índice, se percibió un cambio en la forma productiva del país y la manufactura no fue la excepción, las empresas de regímenes especiales crecieron más con la llegada de inversión extranjera y se diversificó su forma de producción, tanto así que las zonas francas obtuvieron mayor influencia y ya no están expresamente dirigidas al mercado externo; en cambio las empresas del régimen definitiva decrecieron o emigraron de régimen u/o actividad principal; por eso vemos en los coeficientes un cambio importante. Cabe destacar que la nueva metodología, al utilizar ponderaciones móviles, elimina el problema de un solo aporte que no registra las permutaciones que realice la economía.

La última comparación que se realizó fue el índice mensual con respecto al trabajo (nuevamente), los precios y el salario de la manufactura. Aplicando el mismo modelo en ambas series se arrojaron los siguientes resultados:

- ✓ Se puede distinguir en la regresión base 91 un  $R^2$  relativamente mayor lo cual puede deberse a la variable salario; mientras que los precios y el trabajo resultan no ser significativos al 5% de significancia.
- ✓ Otro detalle es que el modelo presenta grandes problemas para pasar sus pruebas de autocorrelación y normalidad.
- ✓ Por otra parte, la salida base 2012, tiene un  $R^2$  bajo y un leve problema con la significancia del salario (la cual no es significativa al 5% pero sí al 10%), aun así pasa mejor las pruebas del modelo y no posee problemas de significancia por parte del precio y el empleo.
- ✓ Aunque estos dos modelos no son del todo buenos, cumplen con la función principal de comparar la relación del IMAM (1991 y 2012) con dichas variables exógenas, a fin de evidenciar el mejor comportamiento entre las variables con el nuevo índice, lo cual era de esperar.

Para finalizar, aunque se sabe que el uso de indicadores con base fija suelen ser más sencillos en su aplicación, además de ser fáciles de analizar para las personas; del mismo modo es cierto que estos indicadores tienden a perder validez en cuanto se alejan más del año base, producto de los cambios que sufre el entorno económico; de allí la relevancia de sustituir estos indicadores por unos con nueva base y mucho mejor con una base móvil, la cual consiste en

hacer del año previo la base del actual, a fin de actualizar las estructuras de las actividades económicas.

Como se apreció en la investigación previa en el caso de la manufactura y que seguramente no diferiría con respecto a otras actividades económicas, la composición de sus componentes cambio drásticamente de una año base a otro y este seguirá variando a través de los años fruto de la entrada y salida de agentes económicos y la forma productiva del país; así mismo se verá influenciado por la forma en que explica la realidad de la economía, la cual se ve afectada por decisiones políticas tanto a lo interno como externo del país; aunado a todos estos cambios en la entorno nacional, una actualización de la metodología logra subsanar los vacíos que pueden conllevar casarse con una forma de cálculo, de allí la importancia de la actualización de las cuentas nacionales y analizar su relación con otras variables.

## 6. Bibliografía

Documento Metodológico. “*Cuentas de producción, cuentas de oferta y utilización de los productos de manufactura y minas*” División Económica, Departamento de Estadística Macroeconómica, BCCR.

Documento Metodológico. “*Nota Metodológica de cálculo del Producto Interno Bruto Trimestral*” División Económica, Departamento de Estadística Macroeconómica, BCCR, Marzo 2017.

Gaviria; Mario, Sierra; Hedmann, (1998), “*Medición de la Productividad en la Industria Manufacturera del Risaralda*”, Revista Académica e Institucional de la Universidad Católica Popular de Risaralda, Pereira. No. 53. Pág: 1-17.

Gómez, Andrés, (2004), “*Un modelos econométrico para la medición de la productividad en la industria manufacturera de Cauca periodo 1990-2000*”, Universidad de Cauca. Pág: 1-23.

Gujarati, Damodar, (2004), “*Econometría*”, México: Mc Graw Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V. Cuarta Edición.

Méndez, Luis, “*Aplicación de la Base Móvil en el Proyecto de Cambio de Año Base*”. Banco Central de Costa Rica. División Económica, Departamento de Estadística Macroeconómica.

Naciones Unidas, *Sistema de Cuentas Nacionales SCN 2008*. Disponible en el sitio web: <http://unstats.un.org/unsd/nationalaccount/docs/SNA2008Spanish.pdf>

Portolés, Edmundo (enero 2012). “*Costa Rica: Estructura Económica*.” Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España en Panamá.

Saborío, Gabriela; Sánchez, Esteban y Ramírez, Fabian (2016), “*Decomposing Gross Fixed Capital Formation by Economic Activity for Costa Rica 2012-2013*”. Banco Central de Costa Rica. Pág. 17

***Páginas Web:***

- ✓ Banco Central de Costa Rica: [http://www.bccr.fi.cr/indicadores\\_economicos/](http://www.bccr.fi.cr/indicadores_economicos/) :
  - [http://www.bccr.fi.cr/indicadores\\_economicos/Produccion\\_empleo.html](http://www.bccr.fi.cr/indicadores_economicos/Produccion_empleo.html)
  - [http://www.bccr.fi.cr/estadisticas\\_macro\\_2012/index.html](http://www.bccr.fi.cr/estadisticas_macro_2012/index.html)
  
- ✓ Caja Costarricense de Seguro Social, trabajadores por rama de actividad según pensión: [http://www.ccss.sa.cr/est\\_epts](http://www.ccss.sa.cr/est_epts)
  
- ✓ Tabla de Durbin-Watson, nivel significancia del 1%:  
<http://web.stanford.edu/~clint/bench/dw01a.htm>



## Anexos

### A.1 Estadísticas de la industria manufacturera de Costa Rica de I trimestre 2005 al III trimestre 2016.

#### Anexo N° 1. Industria Manufacturera, Base 1991. En millones de colones (2005 – 2016)

Datos 1991 Trimestres	Pers. Ocup	Colones Corrientes		Def. Impl. MANF	Colones Constantes	
		FBKF	VA Manuf		FBKF	VA Manuf
trimestre 1/2005	187559	60,261.68	479,848.55	533.62	11,292.97	89,923.06
trimestre 2/2005	184581	76,437.26	550,055.19	543.75	14,057.34	101,158.91
trimestre 3/2005	182970	76,156.38	618,729.88	547.70	13,904.86	112,969.53
trimestre 4/2005	188182	52,900.76	561,208.90	567.99	9,313.67	98,806.08
trimestre 1/2006	198500	96,031.62	620,749.34	587.98	16,332.51	105,573.49
trimestre 2/2006	195651	107,740.96	712,064.46	608.21	17,714.51	117,075.94
trimestre 3/2006	193381	101,942.01	728,433.92	609.87	16,715.40	119,441.10
trimestre 4/2006	199721	82,044.87	656,486.99	628.51	13,053.77	104,450.51
trimestre 1/2007	210248	126,629.92	732,556.35	656.94	19,275.79	111,510.80
trimestre 2/2007	209095	123,455.30	838,602.54	664.20	18,587.19	126,258.35
trimestre 3/2007	207378	129,401.44	838,429.52	664.52	19,472.80	126,169.96
trimestre 4/2007	210963	93,202.14	772,484.96	677.90	13,748.74	113,953.37
trimestre 1/2008	219085	191,602.47	901,748.20	765.80	25,019.95	117,752.62
trimestre 2/2008	215572	196,272.75	894,919.22	741.35	26,475.04	120,714.78
trimestre 3/2008	213135	167,805.31	890,149.53	731.31	22,945.86	121,719.92
trimestre 4/2008	213276	90,975.79	756,434.57	755.77	12,037.52	100,088.10
trimestre 1/2009	209616	83,188.10	820,023.31	832.41	9,993.67	98,512.17
trimestre 2/2009	199853	84,637.86	902,096.89	807.49	10,481.59	111,716.09
trimestre 3/2009	197380	71,925.06	963,656.37	782.30	9,194.00	123,181.73
trimestre 4/2009	201246	63,987.83	896,523.66	823.48	7,770.38	108,869.65
trimestre 1/2010	206630	130,502.87	1,042,038.36	894.51	14,589.33	116,492.82
trimestre 2/2010	207472	129,807.54	1,016,633.36	868.76	14,941.67	117,020.96
trimestre 3/2010	206985	122,489.85	1,034,796.31	859.62	14,249.30	120,378.33
trimestre 4/2010	198863	83,879.42	934,727.09	880.60	9,525.24	106,146.45
trimestre 1/2011	201233	159,469.09	1,078,065.65	952.11	16,749.10	113,229.67
trimestre 2/2011	196579	138,463.66	1,087,983.84	909.13	15,230.41	119,673.59
trimestre 3/2011	203343	143,483.97	1,142,675.01	884.27	16,226.28	129,222.54
trimestre 4/2011	205811	103,716.22	1,058,861.17	917.43	11,305.12	115,416.35
trimestre 1/2012	210517	186,179.79	1,230,704.76	972.59	19,142.63	126,538.56
trimestre 2/2012	204388	163,382.22	1,236,329.28	940.80	17,366.39	131,413.21
trimestre 3/2012	181336	157,379.20	1,206,306.36	935.60	16,821.27	128,934.44
trimestre 4/2012	194599	106,308.97	1,127,448.39	955.38	11,127.38	118,010.27
trimestre 1/2013	179599	164,666.51	1,232,817.77	1,021.23	16,124.34	120,718.95
trimestre 2/2013	195025	165,150.40	1,345,649.90	981.38	16,828.40	137,118.26
trimestre 3/2013	170194	153,308.12	1,388,805.00	968.51	15,829.32	143,396.42
trimestre 4/2013	180146	93,506.64	1,253,162.19	1,002.35	9,328.77	125,022.76
trimestre 1/2014	179793	173,963.40	1,307,157.15	1,051.55	16,543.54	124,307.82
trimestre 2/2014	185615	174,322.11	1,428,804.08	1,026.95	16,974.77	139,131.06
trimestre 3/2014	195189	149,514.20	1,502,847.83	1,019.98	14,658.57	147,341.23
trimestre 4/2014	207558	82,396.19	1,359,543.58	1,062.67	7,753.71	127,936.87
trimestre 1/2015	220000	198,213.33	1,364,570.42	1,099.04	18,035.21	124,160.74
trimestre 2/2015	223432	180,852.09	1,444,013.97	1,052.28	17,186.74	137,227.55
trimestre 3/2015	240989	159,250.02	1,531,197.28	1,038.96	15,327.79	147,377.49
trimestre 4/2015	209001	111,349.51	1,395,099.23	1,072.75	10,379.84	130,049.17
trimestre 1/2016	204825	195,199.55	1,465,760.18	1,123.29	17,377.48	130,488.12
trimestre 2/2016	184630	189,825.83	1,584,367.00	1,083.99	17,511.84	146,161.24
trimestre 3/2016	200255	168,725.88	1,660,547.89	1,072.22	15,736.17	154,870.55
<b>Promedio</b>					<b>15,111.88</b>	<b>121,438.97</b>

Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Central Costa Rica.



**Anexo N° 2. Industria Manufacturera, Base 2012. En millones de colones (2005 – 2016)**

Datos 2012 Trimestres	Pers. Ocup	Colones Corrientes		Def. Impl. MANF	Colones Constantes	
		FBKF	VA Manuf		FBKF	VA Manuf
trimestre 1/2005	187559	37,415.33	360,793.12	50.60	73,950.33	713,097.24
trimestre 2/2005	184581	38,735.09	371,623.19	51.90	74,628.64	715,984.83
trimestre 3/2005	182970	61,341.77	431,034.54	60.39	101,571.63	713,720.56
trimestre 4/2005	188182	70,348.80	451,949.12	59.68	117,880.65	757,312.86
trimestre 1/2006	198500	54,116.55	444,070.10	59.14	91,506.46	750,884.48
trimestre 2/2006	195651	69,581.58	462,299.94	63.99	108,739.48	722,465.05
trimestre 3/2006	193381	89,137.82	486,477.41	66.37	134,298.14	732,943.78
trimestre 4/2006	199721	99,642.94	521,718.84	64.31	154,946.86	811,283.71
trimestre 1/2007	210248	79,362.15	525,039.56	67.19	118,120.33	781,453.66
trimestre 2/2007	209095	102,443.99	554,245.43	73.08	140,175.62	758,382.15
trimestre 3/2007	207378	126,709.87	568,414.26	74.09	171,015.86	767,168.80
trimestre 4/2007	210963	148,385.93	592,757.57	74.46	199,282.13	796,072.70
trimestre 1/2008	219085	109,443.01	604,907.88	74.61	146,678.81	810,715.70
trimestre 2/2008	215572	165,440.06	633,039.68	83.03	199,254.49	762,427.18
trimestre 3/2008	213135	167,958.89	661,667.69	89.97	186,688.01	735,450.34
trimestre 4/2008	213276	155,282.37	553,490.08	76.50	202,984.54	723,520.18
trimestre 1/2009	209616	61,352.19	590,007.34	81.83	74,974.73	721,011.60
trimestre 2/2009	199853	72,885.99	566,738.75	86.22	84,539.21	657,350.57
trimestre 3/2009	197380	98,902.03	663,263.48	94.98	104,134.10	698,351.17
trimestre 4/2009	201246	124,295.14	674,617.21	94.59	131,405.87	713,210.98
trimestre 1/2010	206630	88,031.48	753,910.88	96.19	91,522.78	783,810.81
trimestre 2/2010	207472	106,333.91	653,207.92	92.91	114,445.47	703,037.13
trimestre 3/2010	206985	118,259.90	691,382.47	93.76	126,124.48	737,361.13
trimestre 4/2010	198863	144,841.22	735,659.61	99.35	145,781.77	740,436.71
trimestre 1/2011	201233	93,042.26	741,929.95	94.42	98,540.15	785,770.82
trimestre 2/2011	196579	104,275.59	717,075.01	96.20	108,393.28	745,391.26
trimestre 3/2011	203343	146,910.65	744,668.30	99.44	147,738.51	748,864.58
trimestre 4/2011	205811	163,515.61	784,481.33	101.51	161,087.78	772,833.59
trimestre 1/2012	210517	141,861.64	850,888.39	102.66	138,187.01	828,847.91
trimestre 2/2012	204388	122,256.16	745,422.72	99.05	123,431.88	752,591.40
trimestre 3/2012	181336	147,110.28	751,477.55	97.97	150,158.30	767,047.64
trimestre 4/2012	194599	177,495.36	807,507.81	100.09	177,341.87	806,809.54
trimestre 1/2013	179599	133,684.33	808,765.14	99.89	133,830.46	809,649.20
trimestre 2/2013	195025	122,757.02	743,861.29	97.55	125,845.75	762,577.82
trimestre 3/2013	170194	134,302.02	770,023.68	99.05	135,591.07	777,414.45
trimestre 4/2013	180146	146,989.57	805,162.43	99.50	147,729.15	809,213.61
trimestre 1/2014	179793	141,134.40	836,018.65	101.27	139,359.11	825,502.65
trimestre 2/2014	185615	132,748.80	786,803.76	101.82	130,374.32	772,730.21
trimestre 3/2014	195189	147,984.04	835,939.45	105.79	139,884.60	790,186.91
trimestre 4/2014	207558	157,059.44	873,804.98	106.87	146,965.14	817,645.03
trimestre 1/2015	220000	164,827.95	891,993.43	108.54	151,853.40	821,779.53
trimestre 2/2015	223432	158,866.45	831,661.75	107.85	147,299.26	771,107.83
trimestre 3/2015	240989	200,051.23	889,046.52	112.06	178,518.93	793,354.97
trimestre 4/2015	209001	195,957.18	906,359.94	110.03	178,099.36	823,762.25
trimestre 1/2016	204825	159,539.23	942,034.42	110.01	145,029.04	856,355.82
trimestre 2/2016	184630	168,782.16	913,447.42	110.10	153,299.62	829,656.08
trimestre 3/2016	200255	185,037.78	926,588.64	110.54	167,397.28	838,252.69
<b>Promedio</b>					<b>136,608.63</b>	<b>768,399.98</b>

Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Central Costa Rica.



**A.2** Calculo del Stock de capital de la manufacturera de I trimestre 2005 al III trimestre 2016.

**Anexo N° 3. Stock de Capital de la Manufacturera, Base 1991**  
**En millones de colones (2005 – 2016)**

Trimestres	h = IN/VA	g = t.cre. VA	Stock de Capital
trimestre 1/2005	12.56		148,156.95
trimestre 2/2005	13.90		162,214.29
trimestre 3/2005	12.31		176,119.15
trimestre 4/2005	9.43		185,432.82
trimestre 1/2006	15.47	29.36	201,765.33
trimestre 2/2006	15.13	29.45	219,479.84
trimestre 3/2006	13.99	17.73	236,195.24
trimestre 4/2006	12.50	16.98	249,249.01
trimestre 1/2007	17.29	18.01	268,524.80
trimestre 2/2007	14.72	17.77	287,111.99
trimestre 3/2007	15.43	15.10	306,584.79
trimestre 4/2007	12.07	17.67	320,333.53
trimestre 1/2008	21.25	23.10	345,353.48
trimestre 2/2008	21.93	6.72	371,828.52
trimestre 3/2008	18.85	6.17	394,774.38
trimestre 4/2008	12.03	-2.08	406,811.90
trimestre 1/2009	10.14	-9.06	416,805.57
trimestre 2/2009	9.38	0.80	427,287.16
trimestre 3/2009	7.46	8.26	436,481.16
trimestre 4/2009	7.14	18.52	444,251.54
trimestre 1/2010	12.52	27.07	458,840.87
trimestre 2/2010	12.77	12.70	473,782.55
trimestre 3/2010	11.84	7.38	488,031.85
trimestre 4/2010	8.97	4.26	497,557.09
trimestre 1/2011	14.79	3.46	514,306.19
trimestre 2/2011	12.73	7.02	529,536.60
trimestre 3/2011	12.56	10.43	545,762.88
trimestre 4/2011	9.80	13.28	557,068.00
trimestre 1/2012	15.13	14.16	576,210.63
trimestre 2/2012	13.22	13.63	593,577.02
trimestre 3/2012	13.05	5.57	610,398.28
trimestre 4/2012	9.43	6.48	621,525.67
trimestre 1/2013	13.36	0.17	637,650.00
trimestre 2/2013	12.27	8.84	654,478.40
trimestre 3/2013	11.04	15.13	670,307.72
trimestre 4/2013	7.46	11.15	679,636.49
trimestre 1/2014	13.31	6.03	696,180.03
trimestre 2/2014	12.20	6.18	713,154.80
trimestre 3/2014	9.95	8.21	727,813.38
trimestre 4/2014	6.06	8.49	735,567.09
trimestre 1/2015	14.53	4.39	753,602.30
trimestre 2/2015	12.52	1.06	770,789.04
trimestre 3/2015	10.40	1.89	786,116.82
trimestre 4/2015	7.98	2.62	796,496.67
trimestre 1/2016	13.32	7.42	813,874.15
trimestre 2/2016	11.98	9.72	831,385.99
trimestre 3/2016	10.16	8.45	847,122.16
<b>Promedio</b>	<b>12.47</b>	<b>10.23</b>	

Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Central Costa Rica.



**Anexo N° 4. Stock de Capital de la Manufacturera, Base 2012**  
**En millones de colones (2005 – 2016)**

Trimestres	h = IN/VA	g = t.cre. VA	Stock de Capital
trimestre 1/2005	10.37		1,628,397.50
trimestre 2/2005	10.42		1,703,026.14
trimestre 3/2005	14.23		1,804,597.76
trimestre 4/2005	15.57		1,922,478.41
trimestre 1/2006	12.19	23.08	2,013,984.86
trimestre 2/2006	15.05	24.40	2,122,724.35
trimestre 3/2006	18.32	12.86	2,257,022.48
trimestre 4/2006	19.10	15.44	2,411,969.35
trimestre 1/2007	15.12	18.23	2,530,089.68
trimestre 2/2007	18.48	19.89	2,670,265.30
trimestre 3/2007	22.29	16.84	2,841,281.16
trimestre 4/2007	25.03	13.62	3,040,563.29
trimestre 1/2008	18.09	15.21	3,187,242.10
trimestre 2/2008	26.13	14.22	3,386,496.59
trimestre 3/2008	25.38	16.41	3,573,184.60
trimestre 4/2008	28.06	-6.62	3,776,169.14
trimestre 1/2009	10.40	-2.46	3,851,143.87
trimestre 2/2009	12.86	-10.47	3,935,683.08
trimestre 3/2009	14.91	0.24	4,039,817.18
trimestre 4/2009	18.42	21.88	4,171,223.05
trimestre 1/2010	11.68	27.78	4,262,745.83
trimestre 2/2010	16.28	15.26	4,377,191.30
trimestre 3/2010	17.10	4.24	4,503,315.78
trimestre 4/2010	19.69	9.05	4,649,097.55
trimestre 1/2011	12.54	-1.59	4,747,637.70
trimestre 2/2011	14.54	9.78	4,856,030.98
trimestre 3/2011	19.73	7.71	5,003,769.49
trimestre 4/2011	20.84	6.64	5,164,857.26
trimestre 1/2012	16.67	14.69	5,303,044.28
trimestre 2/2012	16.40	3.95	5,426,476.16
trimestre 3/2012	19.58	0.91	5,576,634.46
trimestre 4/2012	21.98	2.94	5,753,976.33
trimestre 1/2013	16.53	-4.95	5,887,806.79
trimestre 2/2013	16.50	-0.21	6,013,652.54
trimestre 3/2013	17.44	2.47	6,149,243.61
trimestre 4/2013	18.26	-0.29	6,296,972.75
trimestre 1/2014	16.88	3.37	6,436,331.87
trimestre 2/2014	16.87	5.77	6,566,706.19
trimestre 3/2014	17.70	8.56	6,706,590.78
trimestre 4/2014	17.97	8.53	6,853,555.92
trimestre 1/2015	18.48	6.70	7,005,409.33
trimestre 2/2015	19.10	5.70	7,152,708.59
trimestre 3/2015	22.50	6.35	7,331,227.52
trimestre 4/2015	21.62	3.73	7,509,326.88
trimestre 1/2016	16.94	5.61	7,654,355.92
trimestre 2/2016	18.48	9.83	7,807,655.54
trimestre 3/2016	19.97	4.22	7,975,052.82
<b>Promedio</b>	<b>17.72</b>	<b>8.36</b>	

Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Central Costa Rica.

