



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE CONTABILIDAD Y AUDITORÍA**

**CARRERA DE ECONOMÍA**

**Proyecto de Investigación, previo a la obtención del Título de Economista**

**Tema:**

---

**“La función de producción de Cobb Douglas: Caso del sector F4 sector de construcción del Ecuador”**

---

**Autor:** Naweche Tsamaraint, Alex Fernando

**Tutora:** Econ. Álvarez Jiménez, Elsy Marcela

**Ambato – Ecuador**

**2023**

## APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, Econ. Elsy Marcela Álvarez Jiménez, con cédula de ciudadanía No. 1802820454 en mi calidad de tutor del proyecto de investigación sobre el tema: **“LA FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN DE COBB DOUGLAS: CASO DEL SECTOR F4 SECTOR DE CONSTRUCCIÓN DEL ECUADOR”** desarrollado por Alex Fernando Nawech Tsamaraint, estudiante de la Carrera de Economía, modalidad presencial, considero que dicho informe investigativo reúne los requisitos, tanto técnicos como científicos y que corresponde a las normas establecidas en el Reglamento de Graduación de Pregrado de la Universidad Técnica de Ambato y en el normativo de la presentación de trabajos de Graduación de la Facultad de Contabilidad y Auditoría.

Por tanto, autorizo la presentación del mismo ante el organismo pertinente, para que sea sometido a evaluación de a la evaluación por los profesores calificadores designados por H. Consejo Directivo de la Facultad.

Ambato, Marzo 2023

**TUTORA**



Econ. Elsy Marcela Álvarez Jiménez

C.C: 1802820454

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Alex Fernando Nawech Tsamaraint con cédula de identidad No. 1600478109, tengo a biende indicar que los criterios emitidos en el proyecto de investigación, bajo el tema: **“LA FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN DE COBB DOUGLAS: CASO DEL SECTOR F4 SECTORDE CONSTRUCCIÓN DEL ECUADOR”**, así como también los contenidos presentados, ideas, análisis, síntesis de datos, conclusiones, sonde exclusiva responsabilidad de mi persona, como autor de este Proyecto de Investigación.

Ambato, Marzo 2023

**AUTOR**



---

Alex Fernando Nawech Tsamaraint

C.C: 1600478109

## CESIÓN DE DERECHOS

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este proyecto de investigación, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo los derechos en línea patrimoniales de mi proyecto de investigación, con fines de difusión pública; además apruebo la reproducción de este proyecto de investigación, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial; y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, Marzo 2023

**AUTOR**



Alex Fernando Naweck Tsamaraint

C.C: 1600478109

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

El Tribunal de Grado, aprueba el proyecto de investigación, sobre el tema: “LA FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN DE COBB DOUGLAS: CASO DEL SECTOR F4 SECTOR DE CONSTRUCCIÓN DEL ECUADOR” elaborado por Alex Fernando Nawech Tsamaraint, estudiante de la Carrera de Economía, el mismo que guarda conformidad con las disposiciones reglamentarias emitidas por la Facultad de Contabilidad y Auditoría de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, Marzo 2023



---

Dra. Mg. Tatiana Valle

**PRESIDENTE**



---

Ing. Ana Córdova

**MIEMBRO CALIFICADOR**



---

Econ. Nelson Lascano

**MIEMBRO CALIFICADOR**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo se lo dedico principalmente a Dios por darme la sabiduría necesaria para seguir adelante y las fuerzas para no rendirme. Dedico también éste trabajo a mi madre Marcia Tsamaraint por ser el pilar más importante y demostrarme su apoyo incondicional quien siempre con sus consejos me a enseñado a no rendirme a pesar de las dificultades. A mi padre Wilson Naweche por apoyarme siempre con sus consejos, valores morales y quien conjuntamente con mi madre me han entregado el amor y me han sabido guiar por el camino del bien para seguir siempre hacia adelante y no rendirme. Finalmente, a mis hermanas María Naweche, Mónica Naweche y mi Hermano Ismael Naweche quienes siempre han estado presentes en cada momento de vida apoyándome, y no me han dejado solo en mi carrera universitaria.

Alex Fernando Naweche Tsamaraint

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por permitirme cumplir con uno de mis sueños más anhelados, quien me ha dado fuerzas para mantenerme de pie ante las adversidades y me ha dado la fortaleza necesaria para continuar cuando he estado apunto de caer y me ha permitido superar las dificultades de mi vida. A mi madre quien con su demostración de una madre ejemplar ha enseñado a no desfallecer y no rendirme a través de sus sabios consejos. A mi padre por el apoyo total que siempre ha estado en cada momento de mi vida brindarme su apoyo con su fortaleza y conocimientos sobre la vida, sinceramente les agradezco de corazón a mis padres. A mi hermana María Naweche quien me sabido apoyar con su cariño, consejos y siempre ha estado animándome para cumplir mis sueños. A mi hermana Mónica Naweche quien ha estado ahí para mí en los momentos duros de mi vida. A mi hermano Ismael Naweche quien siempre ha apoyado a continuar mis estudios y me sabido apoyar con su fortaleza. A Uds., mi eterno agradecimiento. Quienes me han guiado en el camino para convertirme en un futuro profesional. Finalmente, a las personas de la FCAUD de la Universidad Técnica de Ambato, quienes me han guiado a lo largo de mi carrera universitaria, y me han enseñado a ser una persona ética con valores morales y responsable.

Alex Fernando Naweche Tsamaraint

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE CONTABILIDAD Y AUDITORÍA**  
**CARRERA DE ECONOMÍA**

**TEMA:** “LA FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN DE COBB DOUGLAS: CASO DEL SECTOR F4 SECTOR DE CONSTRUCCIÓN DEL ECUADOR”.

**AUTOR:** Alex Fernando Nawech Tsamaraint

**TUTOR:** Econ. Elsy Marcela Álvarez Jiménez

**FECHA:** Marzo, 2023

**RESUMEN EJECUTIVO**

La presente investigación tiene como objetivo general explicar la producción del sector de construcción del Ecuador mediante la función de Cobb Douglas para el establecimiento del factor productivo determinante. Para ello, se estima la función de producción del sector de construcción del Ecuador mediante un modelo econométrico de mínimos cuadrados ordinarios a partir de la función de producción de Cobb Douglas. Posterior a ello, se identifica la incidencia de cada factor productivo sobre la producción del sector de construcción del Ecuador mediante un modelo de efectos aleatorios con datos de panel de tipo balanceado. Los resultados de esta investigación muestran que por cada punto porcentual que incremente el trabajo la producción aumentará en un 0,75 por ciento y en un 0,39 por ciento en el primer y segundo modelo aplicado, respectivamente. Se concluye que el factor productivo determinante de la producción del sector de construcción ecuatoriano es el trabajo.

**PALABRAS DESCRIPTORAS:** PRODUCCIÓN, FACTORES PRODUCTIVOS, SECTOR DE CONSTRUCCIÓN, COBB DOUGLAS.

**TECHNICAL UNIVERSITY OF AMBATO**  
**FACULTY OF ACCOUNTING AND AUDITING**  
**ECONOMICS CAREER**

**TOPIC:** "CONTRIBUTION OF THE CREATIVE ECONOMY IN ECUADOR BY TAXES. A 10-YEAR RETROSPECTIVE ANALYSIS".

**AUTHOR:** Alex Fernando Nawech Tsamaraint

**TUTOR:** Econ. Elsy Marcela Álvarez Jiménez

**DATE:** March, 2023

**ABSTRACT**

The general objective of this research is to explain the production of the construction sector in Ecuador by means of the Cobb Douglas function for the establishment of the determinant productive factor. For this purpose, the production function of the construction sector in Ecuador is estimated by means of an econometric model of ordinary least squares based on the Cobb Douglas production function. Subsequently, the incidence of each productive factor on the production of Ecuador's construction sector is identified by means of a random effects model with balanced panel data. The results of this research show that for each percentage point increase in labor, production will increase by 0.75 percent and 0.39 percent in the first and second models applied, respectively. It is concluded that the productive factor determining production in the Ecuadorian construction sector is labor.

**KEYWORDS:** PRODUCTION, FACTORS OF PRODUCTION, CONSTRUCTION SECTOR, COBB DOUGLAS.

## ÍNDICE GENERAL

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
<b>PÁGINAS PRELIMINARES</b>	
PORTADA .....	i
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	iii
CESIÓN DE DERECHOS .....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO .....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
RESUMEN EJECUTIVO .....	viii
ABSTRACT .....	ix
ÍNDICE GENERAL .....	x
ÍNDICE DE TABLAS .....	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xiv
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>1</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Descripción del problema .....	1
1.2 Justificación.....	3
1.2.1 Justificación teórica.....	3

1.2.2 Justificación metodológica .....	5
1.2.3 Justificación práctica .....	6
1.2.4 Formulación del problema de investigación .....	6
1.3 Objetivos .....	6
1.3.1 Objetivo general .....	6
1.3.2 Objetivos específicos .....	7
<b>CAPÍTULO II .....</b>	<b>8</b>
<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>8</b>
2.1 Revisión de literatura.....	8
2.1.1 Antecedentes investigativos.....	8
2.1.2 Fundamentos teóricos.....	12
2.1.3 Sector de la construcción .....	17
2.2 Hipótesis .....	19
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>20</b>
<b>MARCO METODOLÓGICO .....</b>	<b>20</b>
3.1 Recolección de la información .....	20
3.1.1 Población, muestra y unidad de análisis .....	20
3.2 Fuentes de información .....	22
3.2.1 Instrumento y método para recolectar la información .....	22
3.3 Tratamiento de la información.....	23

3.3.1 Descripción detallada del procesamiento de información.....	23
3.4 Operacionalización de variables .....	26
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>29</b>
<b>RESULTADOS .....</b>	<b>29</b>
4.1 Resultados y discusión.....	29
4.1.1 Función de producción del sector de construcción del Ecuador .....	29
4.1.2 Incidencia de cada factor productivo sobre la producción del sector de construcción del Ecuador .....	35
4.2 Verificación de la hipótesis .....	42
<b>CAPÍTULO V.....</b>	<b>43</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>43</b>
5.1 Conclusiones .....	43
5.2 Limitaciones del estudio.....	43
5.3 Futuras líneas de investigación .....	44
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>45</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

CONTENIDO	PÁGINA
<b>Tabla 1</b> Subdivisiones del CIU F4 “Construcción” .....	20
<b>Tabla 2</b> Número de empresas por año del sector de construcción del Ecuador, periodo 2011-2021 .....	21
<b>Tabla 3</b> Variación del VAB del sector de construcción expresado en dólares, periodo 2011-2021 .....	29
<b>Tabla 4</b> Variación de la FBKF del sector de construcción expresado en dólares, periodo 2011-2021. ....	30
<b>Tabla 5</b> Variación del número de trabajadores del sector de construcción, periodo 2011-2021 .....	31
<b>Tabla 6</b> Resultados modelo 1 .....	33
<b>Tabla 7</b> Variación promedio de las ventas de las empresas del sector de construcción expresado en dólares, periodo 2011-2021. ....	36
<b>Tabla 8</b> Variación promedio de activo fijo neto de las empresas del sector de construcción expresado en dólares, periodo 2011-2021. ....	37
<b>Tabla 9</b> Variación promedio del inventario de las empresas del sector de construcción expresado en dólares, periodo 2011-2021. ....	38
<b>Tabla 10</b> Variación promedio del número de empleados de las empresas del sector de construcción, periodo 2011-2021. ....	39
<b>Tabla 11</b> Resultado modelo 2 .....	41
<b>Tabla 12</b> Criterio de hipótesis planteada .....	42

## ÍNDICE DE FIGURAS

CONTENIDO	PÁGINA
<b>Figura 1</b> VAB construcción en millones de dólares .....	18
<b>Figura 2</b> Series de tiempo de la Formación Bruta de Capital Fijo (FBKF), Valor agregado bruto (VAB) y trabajadores, periodo 2011-2021. ....	32
<b>Figura 3</b> Series de tiempo promedio de Ventas, Activo fijo neto, inventario y empleados de las empresas del sector de construcción, periodo 2011-2021.....	40

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1 Descripción del problema

En la escuela neoclásica, el término función de producción representa una relación causal técnica entre la cantidad más alta posible de un determinado producto real y las diversas proporciones de insumos que participan en el proceso de transformación en una empresa que funciona de manera eficiente, se encuentra en un entorno competitivo y se esfuerza por maximizar su beneficio. Las funciones de producción son una parte integral de la teoría económica y son una herramienta para el análisis económico, tanto en microeconomía como en macroeconomía (Nezbeda, 2019).

En el nivel de la microeconomía, las funciones de producción se utilizan para seleccionar el factor de producción apropiado, y las funciones de costo también se derivan de ellas. En el análisis macroeconómico de la economía nacional se utiliza la función de producción agregada, que es el resultado de combinar las funciones de producción de las empresas individuales. Las funciones de producción también se pueden dividir en términos de tiempo, donde existen diferencias entre las propiedades de las funciones de producción a corto y largo plazo.

La literatura correspondiente a los factores productivos de la construcción a nivel del mundo muestra que estos pueden potenciar de forma diferente la producción. Por ejemplo, el estudio de Drachal (2015) realizado en Polonia muestra que el factor productivo que más incide en la producción es el trabajo. En contraposición a lo anterior, Alzyadat et al. (2021) en su estudio realizado en Arabia Saudita concluye que el coeficiente del trabajo es menor al coeficiente del capital, por ende, la acumulación de este último factor puede mejorar la eficiencia de los demás factores productivos. Es importante tener en cuenta que los grados de avance tecnológico difieren en estas economías pudiendo ser esta la principal causa de las diferencias.

Así, al realizar un análisis dentro de la región donde las economías resultan ser más homogéneas se puede citar el estudio de Idrovo et al. (2018) quien en su investigación en la economía chilena muestra que la productividad es muy baja dentro del sector de

la construcción. En ese sentido, el aumento de la producción estaría principalmente determinada por la acumulación de los factores primarios (capital y trabajo) siendo este último el que más aporta. En la misma línea de investigación, Villagarcía (2005) y Céspedes (2014) en sus estudios para la economía Peruana, mencionan también que la productividad en el sector de la construcción es muy baja, determinado principalmente por el desperdicio de recursos tanto humanos, materiales, financieros, energéticos entre otros. Sin embargo para Céspedes (2014) lo anterior estaría relacionado principalmente por el capital, quien tiene una mayor elasticidad, por lo cual, influye de manera más significativa que el factor trabajo en la producción del sector de construcción.

Los estudio antes citados como ejemplos tanto a nivel del mundo como en la región demuestran que la producción del sector de la construcción mantiene diferencias en el impacto de sus factores productivos de acuerdo con la economía analizada. Se puede entonces mencionar que para conocer el sector de la construcción es importante que cada estudio y por ende sus conclusiones hagan referencia a un análisis de cada economía.

Ahora bien, en Ecuador la producción se basa principalmente en un modelo primario tanto en la agricultura como en la extracción de minas y petróleo. De acuerdo con datos del Banco Central del Ecuador la actividad petrolera en la última década representó el 11,7% del Producto Interno Bruto (Villacis, 2017). Aunque el sector de la construcción pasa desapercibido para la mayoría de los ecuatorianos, este representa cerca del 10% de la economía ecuatoriana (Yagual et al., 2018). Además contribuye al 5,8% de la tasa de empleo global (FARO, 2020). Sin embargo, su crecimiento ha sido afectado en estos últimos años. Para el año 2020, este sector decreció en un 11,1% en relación con el año anterior (Banco Central del Ecuador, 2020).

Con respecto a los estudios realizados para la economía ecuatoriana, no se pudieron encontrar investigaciones recientes para el sector de la construcción. A pesar de ello, se puede señalar el estudio de Briones et al. (2018), quienes plantean una función Cobb-Douglas para el período 1950-2014 concluyendo, por ejemplo, que la producción ecuatoriana en el periodo de análisis es más intensiva en capital que en trabajo. Razón por la cual es preciso conocer este sector y contribuir a su potenciación

mediante la dotación de información que mejore la toma de decisiones de los agentes económicos de esta industria.

## **1.2 Justificación**

### **1.2.1 Justificación teórica**

Ecuador ha presentado un crecimiento regular en los últimos años esto gracias a la intervención de varios sectores que han permitido dinamizar la economía y el aumento del PIB. Uno de estos sectores económicos es el de la construcción que ha tenido un impacto importante en la dinamización de la economía ecuatoriana contribuyendo en promedio al 10% del PIB real ecuatoriano durante el periodo 2010 – 2016 (Yagual et al., 2018). Así también para el año 2019 el sector de la construcción representó en promedio el 5.8% de la tasa de empleo global (FARO, 2020). Sin embargo, el aporte potencial de este sector se ha venido mermando en los últimos años dado los impactos generados por la crisis económica reciente.

Por tal motivo, en este estudio se busca construir un modelo econométrico que permita explicar la producción del sector de la construcción para identificar la incidencia de cada factor productivo sobre la producción total. De esta forma, se pretende contribuir a este sector al detectar que factor incide más en la producción para que posteriormente se busque alternativas que permitan un manejo eficiente de dicho factor y potenciar la producción.

En la literatura, las funciones de producción han sido abordadas de forma muy amplia. Trabajos a nivel del mundo como los de Drachal (2015), Shlafman et al. (2018), Akhmetova et al. (2019), Zhu et al. (2019), Mano et al. (2019), Alzyadat et al. (2021) y Lu et al. (2021), han utilizado las funciones de producción con diversos objetivos desde estimar el factor productivo que más incide en la producción hasta generar modelos que permitan conocer el progreso tecnológico. Estos estudios demuestran que las funciones de producción pueden ser aplicables a distintos campos destacando su utilidad en el análisis de sectores de diferentes economías.

A nivel de la región resaltan, los estudios de Idrovo et al. (2018) y Francisco et al. (2020) quienes desarrollan modelos que permitan medir la productividad de los

factores. Idrovo et al. (2018) desarrolla de forma específica un modelo para la economía chilena donde sus resultados muestran que la eficiencia puede tener un menor efecto comparado a la acumulación de los factores destacando las economías de escala para mejorar la producción. Francisco et al. (2020) propone una guía metodológica para el estudio de la productividad utilizando los datos de países de las Encuestas de Empresas del Banco Mundial, sus resultados orientados a las empresas medianas muestran que estas operan cerca de los rendimientos constantes de escala y que sus elasticidades de producción son heterogéneas.

Por otro lado, estudios como los de Camacho et al. (2018) y Pinos et al. (2021) realizadas en el contexto ecuatoriano, han desarrollado modelos econométricos para medir la producción en sectores como el sector manufacturero y el sector C23 de fabricación de productos minerales no metálicos, respectivamente en el orden mencionado. Sus investigaciones han llegado a tener conclusiones diferentes. Para Camacho et al. (2018) el factor productivo que más incide en la producción es el trabajo, así cada punto porcentual que aumente el trabajo provocara un aumento del 0,36% en la producción. Por su parte, Pinos et al. (2021) en su investigación concluye que la producción de artículos para la venta es la variable más relevante para la producción en un 0,98.

Por lo antes dicho, se puede observar que existen diferencias en los factores que más inciden la producción, lo cual de acuerdo con los estudios analizados varían en virtud del sector al que se investiga. Por ejemplo, en Ecuador el sector manufacturero y el sector C23 de fabricación de productos minerales no metálicos difiere en el factor productivo que más incide en la producción. Es por ello, que en virtud de la inexistencia de un estudio sobre la producción en el sector de la construcción de se propone la presente investigación.

Así este estudio tiene como base teórica la función de producción de Cobb y Douglas (1928), el cual fue desarrollado para explicar el crecimiento de la producción del sector manufacturero de Estados Unidos a partir de los factores de capital y trabajo. Se puede expresar por ende a esta función como una expresión matemática o numérica entre la relación de insumos y productos (Case & Fair, 2012).

Las premisas que considerar para esta función son los rendimientos a escala constantes y un cambio nulo en tecnología. La función de producción Cobb-Douglas permite estimar la elasticidad del producto al capital y al trabajo bajo el supuesto de competencia perfecta reflejan las productividades marginales de cada factor y, por tanto, sus contribuciones respectivas al producto y participación en el ingreso (Briones Mendoza et al., 2018)

Para Suvorov (2020) la Función de Producción Cobb-Douglas sigue siendo un método adecuado que permite evaluar la capacidad de producción de una industria. En el contexto de Ecuador se puede señalar el estudio de Briones et al. (2018), quienes plantean una función Cobb-Douglas para el período 1950-2014 concluyendo, por ejemplo, que la producción ecuatoriana en el periodo de análisis es más intensiva en capital que en trabajo.

### **1.2.2 Justificación metodológica**

El presente estudio plantea como población objetivo a las empresas del sector de la construcción identificadas dentro de los 3 subsectores del Código Industrial Internacional Unificado (CIIU) F4: construcción de edificios F41, obras de ingeniería civil F42 y actividades especializadas de la construcción F43.

El desarrollo de la presente investigación mantiene un enfoque cuantitativo de tipo descriptivo – explicativo, en la cual se obtendrá información de naturaleza secundaria del Banco Central del Ecuador y la Superintendencia de Compañías Valores y seguros. Siendo estas fuentes de libre acceso y de carácter oficial.

Para el cumplimiento del objetivo general de esta investigación, se realiza dos estudios de tipo explicativos. Para ello, se desarrollan dos modelos econométricos, el primero de mínimos cuadrados ordinarios y el segundo de efectos aleatorios mediante datos de panel. Estos modelos permiten explicar la producción del sector de construcción de del Ecuador.

### **1.2.3 Justificación práctica**

Esta investigación justifica su desarrollo sobre la importancia de proporcionar estudios que permitan considerar el manejo óptimo de los factores productivos determinantes de la producción de acuerdo con la teoría de Cobb y Douglas. Esto con el fin de orientar la creación de nuevos métodos o formas de producción, que coadyuven al incremento y mejoramiento de la producción del sector de la construcción.

Para esto, esta investigación se centra en explicar el comportamiento de la variable producción en el sector de la construcción. De esta forma este estudio está destinado a una variedad de audiencias como son los empresarios, funcionarios encargados del diseño de políticas públicas, estudiantes e investigadores que se beneficiarán de los conocimientos aportados resultantes del desarrollo de esta investigación.

Este estudio es de utilidad debido a que generará conocimiento sobre la producción del sector de construcción, lo cual de acuerdo con el diseño presentado se enmarca dentro la modelización econométrica (C5) y en la producción y organizaciones (D2), por lo cual justifica su aporte dentro de estas áreas de investigación. Además, es original debido a que no existen estudios que expliquen la producción del sector de la construcción en el periodo analizado y con la base de datos utilizada.

### **1.2.4 Formulación del problema de investigación**

¿Cuál es el factor productivo que más incide en la producción del sector de construcción del Ecuador durante el periodo 2011-2021?

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo general**

Explicar la producción del sector de construcción del Ecuador mediante la función de Cobb Douglas para el establecimiento del factor productivo determinante.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Estimar la función de producción del sector de construcción del Ecuador para la identificación del comportamiento y relación de las variables de producción.
- Identificar la incidencia de cada factor productivo sobre la producción del sector de construcción del Ecuador para la dotación de información que mejore la toma de decisiones de los agentes económicos de esta industria

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Revisión de literatura

##### 2.1.1 Antecedentes investigativos

Los esfuerzos históricos de los economistas por investigar los procesos de producción culminaron en el siglo XVIII con la construcción y descripción de las primeras funciones de producción. Desde entonces, se han creado en economía varios tipos de funciones de producción con diferentes propiedades y posibilidades de su uso. Este trabajo se ocupará de la estimación de los parámetros mediante la función de producción de Cobb-Douglas. En ese sentido, en este apartado se recopilan investigaciones referentes a la función de producción de Cobb-Douglas aplicadas al sector de construcción. Los resultados se muestran en orden cronológico:

Primero, el estudio realizado por Drachal (2015) denominado “Relación trabajo-capital en el sector de la construcción en Polonia” con el objetivo de estimar la función de producción Cobb-Douglas y la función CES (elasticidad de sustitución constante) para el sector de la construcción en Polonia. El periodo de estudio comprendió desde el año 2002. Además, se estimó la descomposición de Solow del crecimiento económico. La mayoría de los modelos aplicados fueron linealizados para aplicar los mínimos cuadrados ordinarios a los modelos de regresión lineal. La función CES se estimó con la ayuda de la aproximación Kmenta y los mínimos cuadrados no lineales (NLS) utilizando una variante del algoritmo Levenberg-Marquardt. Este estudio concluye que el avance tecnológico (tanto en la economía nacional como en el sector de la construcción) es de aproximadamente un 3%. Se prefiere la función Cobb-Douglas a la función CES, tanto en la economía nacional como en el sector de la construcción. Además, las elasticidades del trabajo son mayores que las elasticidades del capital.

Resalta también la investigación denominada “Modelización del potencial de inversión del sector de la construcción”, realizada por Shlafman et al. (2018) con el objetivo de desarrollar una metodología para determinar la necesidad de la cantidad de

recursos de inversión necesarios para construir el potencial de inversión (PI) del sector de la construcción. Para ello, se desarrolla un modelo para el análisis del potencial de inversión del sector de la construcción (IPCS) seleccionando la función de producción Cobb-Douglas de tres factores para el estudio IPCS y construyendo una dependencia funcional a partir de la información estadística recopilada, que permitió analizar el efecto de cambiar el valor de uno de los factores seleccionados en el factor resultante. Los resultados del estudio muestran que los participantes del mercado pueden utilizar la metodología propuesta para determinar los factores que influyen en la mejora de IPCS.

Cabe mencionar también la investigación “Productividad total de los factores del sector de construcción en Chile (1986-2015)” de Idrovo et al. (2018) realizada con el objetivo de estimar la productividad total de factores del sector de construcción de Chile durante el periodo 1986-2015. Así la contribución de la productividad al crecimiento sectorial es estimada a partir de la función de producción Cobb-Douglas. Como resultado, se observa que existe una tendencia decreciente en la PTF en los últimos cinco años, y una PTF constante durante el período 1986-2011. Por otro lado, el crecimiento económico de acuerdo con el estudio está más dominado por la acumulación de factores que por la eficiencia. Lo anterior podría explicar, en parte, la vulnerabilidad del sector ante las variaciones del ciclo económico.

Además, la investigación titulada “Análisis de indicadores de pequeñas empresas basados en el uso de la función de producción de Cobb-Douglas” de Akhmetova et al. (2019), tuvo como objetivo analizar los indicadores de las pequeñas empresas que operan en el campo de la AIC. Para ello, se aplica la función Cobb-Douglas, que refleja la dependencia acumulada del volumen de producción y sus principales factores: trabajo y capital. En el artículo se considera la función de producción Cobb-Douglas de tres factores a partir del uso de indicadores de series de tiempo en la construcción de la función de producción, cuyos parámetros se calculan por el método de mínimos cuadrados y se utiliza el coeficiente de correlación para comparar el grado de influencia de los factores. Teniendo en cuenta las características específicas de esta función de producción, como resultado del análisis económico, se determina la influencia del número de empleados de las pequeñas empresas y las inversiones en activos fijos en el nivel de producción de bienes y servicios. Los índices de balance

calculados que conectan los valores de las variables de recursos con el volumen de producción permitieron establecer su dependencia analítica de los cambios incluidos en el modelo de factores, lo que se confirma con los valores de los coeficientes de regresión múltiple y determinación. Como resultado del análisis económico, se determina la influencia del número de empleados de las pequeñas empresas y las inversiones en activos fijos en el nivel de producción de bienes y servicios.

Por otra parte, el artículo denominado “Evaluación de los efectos del progreso tecnológico sobre la eficiencia energética en la industria de la construcción: un caso de China”, realizada por Zhu et al. (2019) con el objetivo de estimar un modelo del proceso de construcción de un edificio basado en la función de producción Cobb-Douglas. El modelo estima los efectos del progreso tecnológico en la eficiencia energética con el objetivo de examinar el papel que juega el progreso tecnológico en el ahorro de energía en la industria de la construcción de China. Los resultados del modelo indicaron que el progreso tecnológico mejoró la eficiencia energética en un promedio de 7.1% por año desde 1997 hasta 2014. Además, tres factores principales de progreso tecnológico (la eficiencia de la maquinaria y el equipo, el cambio de proporción de la estructura energética y la investigación y desarrollo inversión) fueron seleccionados para analizar sus efectos en la mejora de la eficiencia energética. Estos efectos positivos fueron verificados y los resultados muestran que los efectos de los dos primeros factores son significativos. Finalmente, se proponen recomendaciones para promover la eficiencia energética en la industria de la construcción.

Además, en el estudio denominado “Análisis de la función de producción en la construcción civil: un motor para la construcción esbelta” publicado por Mano et al. (2019) con el objetivo de justificar la adopción de Lean Construction como una alternativa integral para el abordaje de problemas relacionados con la productividad sistémica y de los recursos. Para enmarcar el problema de la productividad, el trabajo analiza la productividad de este sector, utilizando la función de producción de Cobb Douglas, que es un concepto econométrico que brinda información para evaluar las relaciones entre el volumen total producido y los recursos que se utilizan durante el proceso de producción. El presente trabajo ha analizado las mayores empresas del mundo de la construcción civil, todos ellos listados en la publicación Forbes 2017. El análisis de la función de producción muestra que estas organizaciones están

experimentando rendimientos de escala decreciente. Para abordar estos resultados, este artículo analiza el uso de la construcción esbelta como una alternativa factible para aumentar la productividad, considerando los efectos que las redes de operaciones y el nivel de la cadena de suministro podrían producir en el nivel agregado de desempeño de la industria. Los resultados muestran la necesidad de mejorar el uso de recursos del sector y una reflexión acerca de los demás factores que influyen en la productividad con el fin de optimizar esta.

El estudio “Medición de la productividad total de los factores. Uso de las encuestas empresariales” realizado por Francisco et al. (2020) con el objetivo de describir la metodología para medir la productividad total de los factores a nivel de empresa utilizando los datos de países de las Encuestas de Empresas del Banco Mundial. Este estudio presenta algunas estimaciones recuperadas de la función de producción. Además, estima dos versiones de la función de producción: una Cobb-Douglas, la otra una especificación translog más flexible. Ambas estimaciones están al nivel de la industria de dos dígitos y agrupan todos los datos de Enterprise Surveys en todas las economías. Se encuentran pruebas en contra del uso de una especificación Cobb- Douglas, que es más parsimoniosa, ya favor del uso de la especificación translogarítmica flexible. Los resultados muestran que: (i) las empresas medianas operan cerca de rendimientos constantes a escala; (ii) las funciones de producción bruta y de valor agregado proporcionan una clasificación similar de los sectores en términos de elasticidades de producción, intensidad de capital y rendimientos a escala; (iii) existe una gran heterogeneidad a nivel de empresa en las elasticidades de producción; y (iv) las medidas de productividad total de los factores basadas en el producto bruto están menos dispersas que las medidas de valor agregado.

En la misma línea de investigación, el artículo denominado “Estimación de la productividad total de los factores en el sector de la construcción de Arabia Saudita” de Alzyadat et al. (2021) realizada con el objetivo de estimar la productividad total de los factores en el sector de la construcción de Arabia Saudita. Se parte de la aplicación de la función de producción de Cobb Douglas. Los resultados mostraron que existe una relación de equilibrio de largo plazo entre el valor de producción y los factores de producción trabajo y capital. El estudio también mostró que el coeficiente del trabajo es positivo con un valor de 0.015. Si bien la elasticidad de la producción con respecto

al capital es de alrededor de 0,42, la elasticidad de la producción con respecto al componente de capital es mayor que el componente laboral y el sector de la construcción en KSA opera a la luz de los rendimientos decrecientes a escala (DRS). Se concluye que el sector de la construcción en Arabia Saudita durante los próximos años será testigo de una tasa de crecimiento positiva con interés en fortalecer la asociación entre el gobierno y el sector privado para desarrollar el sector de la construcción.

Finalmente, en el estudio denominado “¿Cómo puede el uso de la tecnología de la información mejorar la productividad laboral en la construcción? Un análisis empírico de China” realizado por Lu et al. (2021) con el objetivo de investigar el efecto del progreso de las TIC en CLP y examinar los factores clave que influyen en CPL. Según los datos de 31 regiones del Anuario estadístico de la industria de la construcción de China y el Anuario estadístico local durante el período 2000-2018, este estudio propuso una nueva metodología (función de producción Cobb-Douglas, modelo de tasa de crecimiento y análisis envolvente de datos de Malmquist) para medir la contribución del progreso tecnológico e identificó los factores clave que afectan el cambio de CLP. Los resultados del análisis ilustran que el progreso de la tecnología de la información tiene una contribución significativa al crecimiento de CLP, pero la tasa de contribución está disminuyendo con el creciente grado de desarrollo de la industria de la construcción regional. Se han identificado tres factores principales que afectan a la mejora adicional de CLP: recursos humanos, inversión en investigación y desarrollo (I+D) y nivel de TIC. Los hallazgos pueden proporcionar la referencia para la toma de decisiones y la metodología general para los profesionales de la industria local e internacional para mejorar el desempeño de la productividad laboral del sector de la construcción.

## **2.1.2 Fundamentos teóricos**

### **2.1.2.1 Función de producción**

Según Jurecka (2013), la función de producción no solo es un punto de partida teórico para que las empresas utilicen sus factores y tecnologías de producción de la manera más eficiente posible, sino que, como escribe Humphrey (1997), es una herramienta

fundamental utilizada para el análisis económico. Las primeras ideas e intentos de crear funciones de producción datan de la segunda mitad del siglo XVIII, con nombres como Anne R.J. Turgot o Parson T. Malthus.

Heathfield (1976) generalmente caracteriza la función de producción como la relación entre lo que entra en producción y lo que sale de este proceso. La función de producción puede entenderse como una función matemática específica en la que existe una dependencia tecnológica entre insumos y productos en el proceso de producción. Klas (1979) escribe este hecho de forma general utilizando una función de producción multifactorial de la siguiente manera:

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$$

En la práctica, en el proceso de producción se utilizan varios tipos de insumos, que difieren entre sí en cuanto a sus unidades físicas, lo que también se aplica al producto mismo. Por esta razón, es necesario asignar pesos de precio a los insumos y productos para que la construcción de la función de producción en sí sea factible (Mishra, 2010).

#### **2.1.2.1.1 Función de producción en macroeconomía**

A nivel de macroeconomía se trabaja con la función de producción agregada, que permite la creación de modelos dinámicos en el tiempo. Tal función forma la base para examinar variables económicas como el ingreso nacional, el producto interno o nacional (Sojka et al., 1986). En ese sentido, una función de producción en macroeconomía es el resultado de combinar las funciones de producción de las empresas individuales.

Las funciones de producción se diseñaron originalmente pensando en una empresa individual, pero los macroeconomistas, como Miller, se dieron cuenta de que esta metodología proporciona una herramienta útil para estimar ciertos parámetros que no pueden medirse directamente a partir de los datos de las cuentas nacionales. El más importante es la elasticidad de sustitución entre capital y trabajo. Así, la función de producción Cobb-Douglas se sitúa entre dos extremos.

Teniendo esto en cuenta, Miller concluye que la elasticidad de sustitución proporciona una poderosa herramienta para responder a las preguntas de la elasticidad de sustitución. Además, proporciona una poderosa herramienta para responder a las preguntas analíticas sobre la distribución de los fondos entre el capital y el trabajo.

Si los mercados son competitivos, los factores cobrarán su producto marginal. Miller (2008) resume que la tasa salarial será igual a la contribución marginal de un trabajador adicional y el rendimiento del capital será igual a la contribución a la producción. En otras palabras, si  $\sigma = 1$ , se asignan partes constantes de la producción al capital y al trabajo, aunque la relación capital-trabajo pueda cambiar con el tiempo. Si  $\sigma > 1$ , entonces un cambio porcentual dado en K/L superará el cambio porcentual asociado en  $w/r$  (donde  $w$  es la tasa salarial y  $r$  es la tasa de alquiler del capital), y viceversa. El resultado opuesto se produce cuando  $\sigma < 1$ ; un aumento de la relación K/L tendería a disminuir la cuota de capital porque el precio relativo del trabajo aumentaría en respuesta al aumento de la cantidad de capital por trabajador.

#### **2.1.2.1.2 Función de producción en microeconomía**

Desde un punto de vista microeconómico, la función de producción se examina a nivel de empresas individuales y expresa la cantidad máxima de producción alcanzable con una determinada combinación de insumos y equipo tecnológico de una empresa que trata de maximizar las ganancias y minimizar los costos en un entorno competitivo.

En microeconomía, la función de producción permite explicar los rendimientos a escala, determinar el grado de sustitución de los factores de producción individuales y también se utiliza para resolver problemas de optimización durante la producción (Husek y Pelikán, 2003). El producto total, medio y marginal puede derivarse de la función de producción (Samuelson y Nordhaus, 1991).

#### **2.1.2.2 Función de producción Cobb-Douglas**

En 1928, Charles Cobb y Paul Douglas publicaron un estudio en el que modelizaban el crecimiento de la economía estadounidense durante el periodo 1899 - 1922. Consideraron una visión simplificada de la economía en la que el rendimiento de la producción viene determinado por la cantidad de mano de obra implicada y la cantidad

de capital invertido. Aunque hay muchos otros factores que afectan a los resultados económicos, su modelo demostró ser extraordinariamente preciso, convirtiéndose en una de las funciones de producción más famosas. Su notación se ve así:

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

Donde  $Q$  expresa el volumen total de producción,  $A$  es un parámetro de eficiencia o factor de escala que refleja el nivel de tecnología,  $L$  y  $K$  son factores de producción trabajo y capital respectivamente.  $\alpha$  y  $\beta$  son la elasticidad de producción del trabajo y el capital, es decir,  $\alpha$  es el coeficiente de elasticidad de la producción con respecto al trabajo y  $\beta$  con respecto al capital.

La elasticidad de la producción mide la capacidad de respuesta de la producción a un cambio en los niveles de trabajo o capital utilizados en la producción, *ceteris paribus*. Así, si  $\alpha = 0,15$ , un aumento del 1% de la mano de obra supondría aproximadamente un aumento del 0,15% de la producción.

Además, si  $\alpha + \beta = 1$ , la función de producción tiene rendimientos constantes a escala. Los rendimientos a escala se refieren a una propiedad técnica de la producción que examina los cambios en la producción subsiguientes a un cambio proporcional en todos los insumos (donde todos los insumos aumentan en un factor constante).

En función del valor de la suma de los parámetros  $\alpha$  y  $\beta$ , se distinguen distintos tipos de rentas del ámbito de producción:

- $\alpha + \beta = 1$  – Rendimientos constantes a escala.
- $\alpha + \beta > 1$  – Rendimientos crecientes a escala.
- $\alpha + \beta < 1$  – Rendimientos decrecientes a escala (Klas, 1979).

Por otro lado, si la función de producción se denota por  $Q = Q(L, K)$ , entonces la derivada parcial  $\delta Q / \delta L$  es la tasa a la que con respecto a la cantidad de trabajo. Los economistas la denominan producción marginal con respecto al trabajo o productividad marginal del trabajo. Del mismo modo, la derivada parcial  $\delta Q / \delta K$  es la tasa de variación de la producción con respecto al capital y se denomina productividad marginal del capital.

En estos términos, los supuestos de Cobb y Douglas pueden enunciarse como sigue:

1. Si desaparece el trabajo o el capital, desaparecerá la producción
2. La productividad marginal del trabajo es proporcional a la cantidad de producción por unidad de trabajo.
3. La productividad marginal del capital es proporcional a la cantidad de producción por unidad de capital.

#### **2.1.2.2.1 Objetivo de la función de producción de Cobb-Douglas**

El objetivo de la función de producción es abordar la eficiencia de la atribución en el uso de los insumos de los factores en la producción y la consiguiente distribución de la renta entre dichos factores. Bajo ciertos supuestos, la función de producción puede utilizarse para derivar un producto marginal para cada factor, lo que implica una división ideal de la renta generada por la producción en una renta debida a cada insumo factorial de la producción (Cobb y Douglas, 1928)

#### **2.1.2.2.2 Utilidad de la función de producción de Cobb-Douglas**

La investigación sobre la función de producción tiene una larga historia. El economista Paul H. Douglas y el matemático Charles W. Cobb la crearon en un esfuerzo por ajustar a una función simple los resultados empíricos de Douglas sobre producción, empleo y stock de capital en la industria manufacturera estadounidense (Cobb y Douglas, 1928). Desde entonces, muchos estudios han tendido a apoyar la hipótesis de que los procesos de producción están bien descritos por una función lineal homogénea con una elasticidad de sustitución de uno entre factores.

Su aplicación se ha dado en diversos campos del conocimiento, como también en estudios macroeconómicos y de microeconomía. En este último el desarrollo ha sido más amplio donde muchos sectores de diferentes economías del mundo han propuesto esta función con el fin de explicar la producción de una industria y a través de ello mejorar la toma de decisiones con respecto a los factores productivos.

### **2.1.3 Sector de la construcción**

El sector de la construcción contribuye directamente al PIB nacional y facilita las actividades económicas en otros sectores a través de edificios, desarrollo de infraestructura, gestión de instalaciones y servicios de construcción relacionados (Deloitte, 2019). Es obvio que la capacidad de entregar proyectos en el sector de la construcción es vital para el desarrollo de cualquier nación.

Sin embargo, las lecciones aprendidas hasta el momento indican que el sector de la construcción se enfrenta a varios problemas importantes. En general, se ha considerado un sector tradicional con baja productividad (Ma y Liu, 2018), especialmente las ganancias de productividad más bajas durante las últimas décadas (Deloitte, 2019), alta rotación de personal, escasez de habilidades, pérdida y carencia de colaboración entre socios y la lenta adopción de tecnologías digitales e innovación (Olanipekun y Sutrisna, 2021).

El sector de la construcción también es susceptible a las fluctuaciones económicas (Ercan, 2019). Por ejemplo, el sector de la construcción sufre limitaciones de capacidad, como recursos y experiencia en períodos de alta demanda. Al mismo tiempo, hay pérdidas significativas de puestos de trabajo en el sector de la construcción durante las recesiones más que en otros sectores (PwC, 2016). En este contexto los estudios realizados al sector constructivo permiten comprender mejor estos fenómenos y formular propuestas que mejoren la industria.

#### **2.1.3.1 Sector de construcción del Ecuador**

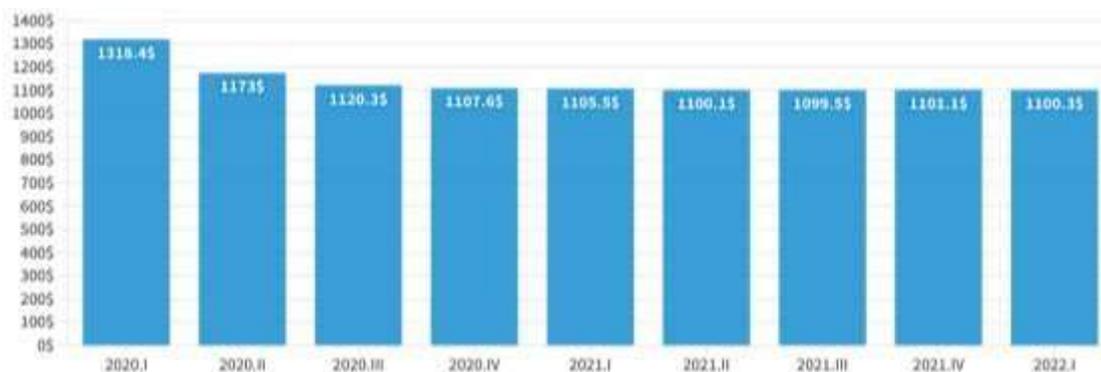
En Ecuador el sector de la construcción es uno de los más importantes para la economía. Este sector comprende actividades de construcción de viviendas, edificios, construcción de carreteras y ejecución de obras de ingeniería civil, las cuales aportan de manera positiva al crecimiento y desarrollo local. Así mismo, la inversión en construcción posee un efecto multiplicador que dinamiza los demás sectores económicos que forman parte de la cadena de producción (Sampedro, 2021).

Al año 2021, este sector representó el 6,38% del PIB nacional equivalente a 4.533 millones de dólares (Banco Central del Ecuador, 2021). También, la contribución

realizada del sector al Estado por impuestos al año 2021 fue de 240 millones de dólares (Servicio de Rentas Internas, 2021). Asimismo, la construcción es responsable del 0,82% del total de cartera con respecto a los demás sectores (Superintendencia de Bancos, 2022).

A pesar de los resultados presentados, este sector ha venido decayendo en los últimos años. De acuerdo con el análisis realizado por la consultora económica Oikonomics, citado por Pérez (2022) el sector de la construcción muestra un desempeño deficiente y no ha podido recuperarse de los efectos negativos de la pandemia. De esta manera como se muestra en la figura 1 el Valor Agregado Bruto (VAB) de la construcción es considerablemente menor a lo registrado antes de la pandemia, incluso el primer trimestre del año 2021 es mayor al valor registrado en el primer trimestre del año 2022. Lo anterior denota un estancamiento del sector.

**Figura 1 VAB construcción en millones de dólares**



**Fuente:** Banco Central del Ecuador

**Elaborado por:** Consultora Multiplica

La falta de inversión pública y de infraestructura básica como vivienda han sido determinantes en el desempeño del sector, afectando su competitividad y productividad, lo cual tienen repercusiones negativas para los ecuatorianos en términos de empleo, por ende en la calidad de vida que se refleja en los niveles de pobreza actuales (Pérez, 2022).

### **2.1.3.2 Clasificación del sector de construcción**

La Clasificación Ampliada de las Actividades Económicas representa un sistema de clasificación que ordena las empresas en categorías, dependiendo de su actividad económica. En la cuarta revisión actual de esta clasificación, el campo de la construcción se designa bajo el código CIU F. Este sector también incluye subcampos que incluyen construcción de edificios F41, obras de ingeniería civil F42 y actividades especializadas de la construcción F43.

## **2.2 Hipótesis**

**H0:** La función de producción de Cobb Douglas no explica de forma significativa la producción del sector de construcción del Ecuador.

**H1:** La función de producción de Cobb Douglas explica de forma significativa la producción del sector de construcción del Ecuador.

## CAPÍTULO III

### MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1 Recolección de la información

##### 3.1.1 Población, muestra y unidad de análisis

Para Hernández et al. (2014) la población o universo puede estar conformado por un conjunto de personas, objetos, organismos, etc., que participan del fenómeno que fue definido y delimitado en el análisis del problema de investigación. En el mismo sentido, Ibáñez y Egoscozábal (2008) mencionan que la población está compuesta por unidades que reúnen una o varias características comunes a estudiar. En ese sentido, la población tiene la característica de ser estudiada, medida y cuantificada.

El presente estudio tiene como población objetivo a las empresas del sector de la construcción. El sistema de Clasificación Ampliada de las Actividades Económicas Rev. 4.0 proporcionado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos reconoce a este sector a través del Código Industrial Internacional Unificado (CIIU) F4.

**Tabla 1 Subdivisiones del CIIU F4 “Construcción”**

CIIU	Descripción
F41	Construcción de edificios.
F410	Construcción de edificios.
F42	Obras de ingeniería civil
F421	Construcción de carreteras y líneas de ferrocarril
F422	Construcción de proyectos de servicios públicos
F429	Construcción de otras obras de ingeniería civil
F43	Actividades especializadas de la construcción
F431	Demolición y reparación del terreno
F432	Instalaciones eléctricas y de fontanería y otras instalaciones para obras de construcción
F433	Terminación y acabado de edificios
F439	Otras actividades especializadas de construcción

**Fuente:** Sistema Integrado de Consulta de Clasificaciones y Nomenclaturas del INEC

**Elaboración propia.**

De acuerdo con la tabla 1 sobre las subdivisiones del sector construcción este se clasifica en 3 subsectores generales de los cuales se desprenden 8 subsectores. Así, en el primer modelo la población está comprendida por el total de empresas del sector de construcción. Por otro lado, en el segundo modelo se trabaja con 161 empresas. A continuación, se presenta el proceso para la selección de las empresas que representan la población a analizar.

De acuerdo con la información proporcionada por la SUPERCIAS el número de empresas por año del sector de construcción se presenta a continuación:

**Tabla 2 Número de empresas por año del sector de construcción del Ecuador, periodo 2011-2021.**

<b>Año</b>	<b>Nro. Empresas</b>
2011	4944
2012	3609
2013	4112
2014	4622
2015	5084
2016	5529
2017	6039
2018	6273
2019	6701
2020	6623
2021	6761

**Elaborado por:** Autor

Para considerar una empresa del sector dentro del estudio se utilizaron los siguientes criterios:

- Que haya presentado información de sus balances durante el periodo 2011-2021.
- Que los valores reportados en las variables independientes objeto de estudio; activo fijo neto, inventarios y empleados sean mayores a 0.

- Que los valores reportados en ventas sean mayores a 1000 dólares.

Dado los criterios antes mencionados, este estudio incluye 10 años de observaciones de 161 empresas del sector de construcción de Ecuador que representan la población de este estudio para el segundo modelo.

No se calcula una muestra debido a que se trabajará con la población total para la realización de un modelo econométrico. La unidad de análisis de esta investigación corresponde a una empresa del sector construcción.

### **3.2 Fuentes de información**

Este estudio toma como base para la investigación datos de naturaleza secundaria. Para la construcción del primer modelo se obtienen datos del Valor Agregado Bruto, la Formación Bruta de Capital Fijo (FBKF) y el número de personal ocupado afiliado (L) del Sector de construcción del Banco Central del Ecuador. También, para el desarrollo del segundo modelo econométrico se toma como fuente secundaria a la Superintendencia de Compañía Valores y Seguros (SUPERCIAS) de donde se recolectan datos de las ventas, activo fijo neto, inventario y remuneraciones. Además, se recolecta información de repositorios, revistas y libros para la sustentación teórica y metodológica.

#### **3.2.1 Instrumento y método para recolectar la información**

Se toma como instrumento para recolectar la información la ficha de observación estructurada la cual permite recolectar la información observada de acuerdo con las variables a estudiar. Se detalla a continuación:

#### **Ficha de observación estructurada**

<b>Nro .</b>	<b>Valor agregado bruto</b>	<b>FBK F</b>	<b>Número de trabajadores</b>	<b>Ventas</b>	<b>Activo fijo neto</b>	<b>Inventario</b>	<b>Número de empleados</b>
2011							
2012							

(...)							
2020							
2021							

**Elaborado por:** Autor

### 3.3 Tratamiento de la información

#### 3.3.1 Descripción detallada del procesamiento de información

Esta investigación mantiene un enfoque cuantitativo ya que los datos para el estudio son numéricos y se aplicará técnicas estadísticas para la interpretación de los datos encontrados acerca del sector de la construcción. Mediante este enfoque este trabajo consta de dos apartados donde se presentan dos estudios explicativos.

#### Estudio explicativo - 1

Para el desarrollo del primer objetivo acerca de estimar la función de producción del sector de construcción se realiza un modelo econométrico de mínimos cuadrados ordinarios a partir de la función de producción de Cobb Douglas, el mismo que es desarrollado con la finalidad de estimar la producción del sector F4100 y proyectar su crecimiento. La función matemática de Cobb y Douglas propuesta en 1928, se expresa de la siguiente manera:

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

Donde:

$Q$  = producción

$A$  = parámetro de eficiencia o factor de escala que refleja el nivel de tecnología

$L$  = trabajo

$K$  = stock de capital

$\alpha$  = participación del trabajo en generación de producto o valor agregado

$\beta$  = participación del capital en generación de producto o valor agregado

En relación con el anterior modelo se trabaja con variables aproximadas. Así para la producción se toma los datos anuales del VAB del sector F41. Por otro lado para las variables capital y trabajo, se utilizan datos de la FBKF y el número de personal ocupado afiliado. De esta forma el modelo propuesto queda expresado de la siguiente manera en su forma estocástica:

$$Q_t = \beta_1 L_t^{B_2} K_t^{B_3} e^{ut}$$

Donde:

$Q$  = producción

$L_t$  = trabajo

$K_t$  = capital

$e$  = Base de logaritmo natural

$u$  = término de perturbación estocástica

Obteniendo los logaritmos del modelo anterior, se obtienen lo siguiente:

$$\ln Q_t = \ln \beta_1 + \beta_2 \ln L_t + \beta_3 \ln K_t + u_t$$

Además, con el fin de comprender si el modelo es estadísticamente lineal e insesgado se establecen pruebas de autocorrelación, heterocedasticidad, multicolinealidad y normalidad, trabajando de esta forma con 11 observaciones que recoge información del total de empresas del sector de construcción del Ecuador.

## **Estudio explicativo - 2**

Para el desarrollo del segundo objetivo se realiza un modelo de efectos aleatorios con datos de panel de tipo balanceado, de esta forma el modelo queda expresado de la siguiente manera:

$$\ln Vtas_{it} = \beta_{1it} + \beta_2 \ln AFN_{it} + \beta_3 \ln Inventario_{it} + \beta_4 \ln Trabajo_{it} + u_{it}$$

Donde,

*Vtas* = Ventas

*AFN* = Activos Fijos Netos

*Inventario* = Inventario

*Trabajo* = Número de empleados

Así, este estudio incluye 10 años de observaciones de 161 empresas del sector de construcción de Ecuador. Es importante recalcar que dentro del análisis se excluyó al año 2011 debido a que las cuentas principales presentadas por las empresas en su mayoría eran reportadas en 0. Por ende, se analiza el periodo 2012-2021.

### 3.4 Operacionalización de variables

**Variable dependiente:** Producción

Conceptualización	Categorías/ Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas/Instrumentos
La producción es la actividad organizada de transformar los recursos en productos terminados en forma de bienes y servicios (Bates y Parkinson, s.f.).	Valor Agregado Bruto  Ventas	VAB sector F41  Ventas	¿Cuál es el valor del VAB del sector de la construcción del Ecuador durante el periodo 2011 – 2021?  ¿Cuál es el monto en dólares del total de ventas en el sector de la construcción del Ecuador durante el periodo 2011 – 2021?	Ficha de observación estructurada de las fuentes de información secundaria

**Elaborado por:** Autor



**Variable independiente: Capital**

<b>Conceptualización</b>	<b>Categorías/ Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Ítems</b>	<b>Técnicas/Instrumentos</b>
Se refiere a todos aquellos bienes o artículos elaborados en los cuales se ha hecho una inversión y que contribuyen en la producción (Banco Mundial, 2008) .	Inversiones de capital permanente	Activos fijos netos	¿Cuál es el monto en dólares del total de activos fijos netos del sector de la construcción del Ecuador durante el periodo 2011 – 2021?	Ficha de observación
	Inversiones de capital de corto plazo	Inventario	¿Cuál es el monto en dólares del total de inventario del sector de la construcción del Ecuador durante el periodo 2011 – 2021?	estructurada de las fuentes de información secundaria
	Inversión en bienes de capital	FBKF	¿Cuál es el monto en dólares del total de FBKF del sector de la construcción del Ecuador durante el periodo 2011 – 2021?	

**Elaboración propia**

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1 Resultados y discusión

El objetivo de este estudio es explicar la producción del sector de construcción del Ecuador mediante la función de Cobb Douglas para el establecimiento del factor productivo determinante. Para ello, se estima la función de producción del sector de construcción del Ecuador mediante un modelo econométrico de mínimos cuadrados ordinarios a partir de la función de producción de Cobb Douglas. Posterior a ello, se identifica la incidencia de cada factor productivo sobre la producción del sector de construcción del Ecuador mediante un modelo de efectos aleatorios con datos de panel de tipo balanceado. En este apartado se presentan los resultados obtenidos de los objetivos específicos planteados.

##### 4.1.1 Función de producción del sector de construcción del Ecuador

Con el objetivo de estimar la función de producción del sector de construcción del Ecuador esta investigación utiliza la función de Cobb Douglas mediante variables aproximadas. Así la producción está determinada por el VAB del sector de construcción. Por otro lado, para la inversión se utilizó la Formación Bruta de Capital Fijo (FBKF) y para el trabajo el número de personas empleadas dentro del sector.

A continuación, se presentan los resultados de las variables durante el periodo 2011-2021:

**Tabla 3 Variación del VAB del sector de construcción expresado en dólares, periodo 2011-2021.**

Año	VAB	Variación interanual
2011	5.465.092	
2012	6.132.321	12,21%
2013	6.586.767	7,41%
2014	6.893.456	4,66%
2015	6.838.747	-0,79%
2016	6.444.179	-5,77%

2017	6.159.857	-4,41%
2018	6.194.446	0,56%
2019	5.902.444	-4,71%
2020	4.719.305	-20,04%
2021	4.406.233	-6,63%
<b>Promedio</b>	<b>5.976.622</b>	<b>-1,75%</b>

**Fuente:** Banco Central del Ecuador

**Elaborado por:** Autor

De acuerdo con la tabla 3 el VAB del sector de construcción ha experimentado en promedio variaciones negativas durante el periodo analizado. Así, se puede observar que el año donde mayormente decrece el VAB es en el año 2020, con una variación interanual de -20,4%. Seguido de ello, el año 2021 representa el segundo año en donde más decrece este sector. Por otro lado, el año con mayor crecimiento del VAB es el 2012 con una variación interanual de 12,21%, después el 2013 con una variación de 7,41%. Hasta el año 2015 el sector presentó variaciones positivas posterior a ello, este sector ha venido decreciendo en los últimos años, a excepción del año 2018 en donde se observa un ligero crecimiento del 0,56%. Con respecto al valor del VAB de construcción del Ecuador, en promedio este sector tiene un valor de 5,9 millones de dólares durante el periodo 2011-2021.

**Tabla 4 Variación de la FBKF del sector de construcción expresado en dólares, periodo 2011-2021.**

<b>Año</b>	<b>FBKF</b>	<b>Variación interanual</b>
2011	543.131	
2012	524.067	-3,51%
2013	626.224	19,49%
2014	639.684	2,15%
2015	561.140	-12,28%
2016	490.826	-12,53%
2017	565.377	15,19%
2018	732.116	29,49%
2019	769.030	5,04%
2020	730.386	-5,03%
2021	751.151	2,84%
<b>Promedio</b>	<b>630.285</b>	<b>4,09%</b>

**Fuente:** Banco Central del Ecuador

**Elaborado por:** Autor

La tabla 4 permite observar las variaciones de la FBKF del sector de construcción. Se determina de acuerdo con los valores presentados que esta variable tiene una tendencia y variaciones en promedio positivas. Sin embargo, dentro del periodo analizado esta variable ha presentado decrecimientos, siendo el año 2016 en donde mayormente decrece esta variable con una variación interanual de -12,53%, seguido del año 2015 en donde decrece en -12,28%. Por otro lado, el año en donde más crece la FBKF del sector de construcción es en el año 2018 experimentando una variación de 29,49%, y en el año 2017 con una variación de 15,19%. Con respecto al valor presentado por la FBKF del sector de construcción en Ecuador este tiene un valor en promedio de 630 mil dólares anuales.

**Tabla 5 Variación del número de trabajadores del sector de construcción, periodo 2011-2021.**

<b>Año</b>	<b>Trabajadores</b>	<b>Variación interanual</b>
2011	646.416	
2012	656.446	1,55%
2013	712.016	8,47%
2014	677.552	-4,84%
2015	643.098	-5,09%
2016	562.034	-12,61%
2017	587.858	4,59%
2018	562.097	-4,38%
2019	518.844	-7,69%
2020	462.846	-10,79%
2021	443.916	-4,09%
<b>Promedio</b>	<b>588.466</b>	<b>-3,49%</b>

**Fuente:** Banco Central del Ecuador

**Elaborado por:** Autor

También, en la tabla 5 se observa las variaciones del número de trabajadores del sector de construcción del Ecuador. Se determina que en este sector cada vez se emplean a menos personas, teniendo un decrecimiento promedio de -3,49%. El anterior valor responde a decrecimientos en la mayoría de los años a excepción del año 2012, 2013 y 2017, siendo el penúltimo año citado en donde más crece la contratación de personas en el sector de construcción con una variación del 8,47%. En contraste a ello, se

observan decrecimientos de hasta 12,61% del personal contratado como es en el año 2016. También en el año 2020 en donde el número de personas empleadas decrece en un 10,79%. En promedio el sector de construcción emplea a 588 mil personas cada año.

**Figura 2 Series de tiempo de la Formación Bruta de Capital Fijo (FBKF), Valor agregado bruto (VAB) y trabajadores, periodo 2011-2021.**



**Elaborado por:** Autor

Asimismo, en la figura 2 se observa las series de tiempo de las variables a estimar y su relación durante el periodo 2011-2021. El VAB del sector de construcción presenta una tendencia negativa durante los años analizados, su crecimiento ha decaído casi exponencialmente a partir del año 2015 lo cual tiene un efecto notable en la contratación de personas del sector quien desde el año 2014 ha presentado variaciones interanuales negativas. Esto repercute de forma negativa en la economía ecuatoriana aumentando las tasas de desempleo y deteriorando las condiciones de vida de quienes laboraban en este sector. En efecto, la variable trabajadores es la que mayor relación mantiene con el VAB del sector, siendo esta relación positiva.

La FBKF del sector de construcción también ha presentado decrecimiento en los años 2014 y 2015, sin embargo, a diferencia del VAB del sector, esta variable logra recuperarse en los años posteriores al 2016, teniendo crecimiento significativos. En el ámbito teórico económico esta variable tiende a tener mucho más volatilidad pues depende de las expectativas económicas. A pesar de que la economía ecuatoriana ha venido presentando problemas económicos la inversión dentro del sector ha crecido en sumas importantes, sin embargo, el efecto en la producción no es notorio y de acuerdo con lo observado quizás exista una relación negativa. Lo anterior denota la importancia de analizar su efecto a través de una metodología más precisa como son los modelos econométricos.

Los resultados de la función de producción de Cobb Douglas se presentan a continuación:

**Tabla 6 Resultados modelo 1**

Modelo 1: MCO, usando las observaciones 2011-2021 (T = 11)  
Variable dependiente: l\_VAB

	<i>Coefficiente</i>	<i>Desv. Típica</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>valor p</i>	
const	5,53098	5,73409	0,9646	0,3630	
l_FBKF	-0,00123327	0,236623	-0,005212	0,9960	
l_Trabajadores	0,759316	0,244622	3,104	0,0146	**
Media de la vble. dep.	15,59416	D.T. de la vble. dep.		0,145755	
Suma de cuad. residuos	0,073334	D.T. de la regresión		0,095743	
R-cuadrado	0,654806	R-cuadrado corregido		0,568508	
F(2, 8)	7,587702	Valor p (de F)		0,014199	
Log-verosimilitud	11,95009	Criterio de Akaike		-17,90019	
Criterio de Schwarz	-16,70650	Crit. de Hannan-Quinn		-18,65264	
rho	0,493057	Durbin-Watson		0,663968	

Contraste de no linealidad (cuadrados) -  
Hipótesis nula: la relación es lineal  
Estadístico de contraste: LM = 4,84515  
con valor p = P(Chi-cuadrado(2) > 4,84515) = 0,088693

Contraste de especificación RESET -  
Hipótesis nula: [La especificación es adecuada]  
Estadístico de contraste: F(2, 6) = 2,99705  
con valor p = P(F(2, 6) > 2,99705) = 0,125185

Contraste de heterocedasticidad de White -  
Hipótesis nula: [No hay heterocedasticidad]  
Estadístico de contraste:  $LM = 2,8094$   
con valor  $p = P(\text{Chi-cuadrado}(5) > 2,8094) = 0,729341$

Contraste LM de autocorrelación hasta el orden 1 -  
Hipótesis nula: no hay autocorrelación  
Estadístico de contraste:  $LMF = 2,52092$   
con valor  $p = P(F(1, 7) > 2,52092) = 0,156367$

Contraste de normalidad de los residuos -  
Hipótesis nula: [El error tiene distribución Normal]  
Estadístico de contraste:  $\text{Chi-cuadrado}(2) = 0,839456$   
con valor  $p = 0,657225$

A través de los datos presentados en el modelo 1 se determina que la FBKF no es significativa para la producción (VAB) del sector de construcción. Por otro lado, la variable trabajadores es significativa al 5% y 10%, teniendo un estadístico superior al valor absoluto 2. El nivel de ajuste del modelo es del 61%, es decir, las variables independientes explican en un 65% el VAB del sector de construcción respecto de su media. Con relación al valor p de (F) dado que su valor es menor al 5% se determina que el modelo es significativo.

De acuerdo con el coeficiente de la constante en promedio el VAB del sector de construcción en 5,53% cuando el valor de la FBKF y la variable trabajadores es 0. Asimismo, por cada punto porcentual que aumente la FBKF el VAB del sector disminuye en 0,001%. Dado que estas dos variable antes mencionadas no son significativas las anteriores afirmaciones no son ciertas. Por otro lado, por cada punto porcentual que aumente los trabajadores el VAB del sector de construcción aumenta en 0.75%. La relación entre la constante y los trabajadores con el VAB es directa, mientras que la relación con la FBKF y el VAB es negativa.

Con el fin de comprobar que los estimadores sean lineales e insesgados se aplicaron los supuestos de GAUSS. A continuación se presentan los resultados:

1. Dado el valor p del contraste de no linealidad de 0,08 el cual es mayor a 0,05 se acepta la hipótesis nula por lo cual la relación del modelo no es lineal

2. Dado el valor p del contraste de especificación de RESET de 0,12 mayor a 0,05 se acepta la hipótesis nula por lo cual la especificación del modelo es la adecuada.
3. Dado el valor p del contraste de Heterocedasticidad de White de 0,73 mayor a 0,05 se acepta la hipótesis nula por lo cual el modelo no tiene heterocedasticidad
4. Dado el valor p del contraste de LM de autocorrelación de 0,15 mayor a 0.05 se acepta la hipótesis nula por lo cual en el modelo no existe autocorrelación.
5. Dado el valor p del contraste de normalidad de los residuos de 0,65 mayor a 0,05 se acepta la hipótesis nula por lo cual el modelo cumple con una normalidad en los residuos.

El modelo 1 estimado de acuerdo con los resultados de los contrastes es factible para estimar y/o predecir. Además, en virtud de los coeficientes obtenidos y los valores p para cada variable se concluye que el sector es intensivo en trabajo por lo cual, es el principal factor productivo del sector de construcción.

#### **4.1.2 Incidencia de cada factor productivo sobre la producción del sector de construcción del Ecuador**

En el anterior apartado se estimó la función de producción del sector de construcción del Ecuador, los datos utilizados fueron obtenidos de agregados macroeconómicos. Con el fin de contrastar estos resultados, en este apartado se presenta un modelo de efectos aleatorios mediante una base de datos de panel de tipo balanceado con información microeconómica de 161 empresas que pertenecen al sector de construcción.

Las variables analizadas fueron ventas, activo fijo neto, inventario y empleados. Los resultados de estas se presentan en promedios a continuación:

**Tabla 7 Variación promedio de las ventas de las empresas del sector de construcción expresado en dólares, periodo 2011-2021.**

<b>Empresa</b>	<b>Ventas</b>	<b>Variación interanual</b>
2012	6.456.602	
2013	8.702.060	34,78%
2014	8.305.677	-4,56%
2015	7.364.090	-11,34%
2016	6.434.218	-12,63%
2017	6.165.093	-4,18%
2018	5.231.767	-15,14%
2019	5.215.152	-0,32%
2020	3.680.486	-29,43%
2021	4.443.586	20,73%
<b>Promedio</b>	<b>6.199.873</b>	<b>-2,45%</b>

**Fuente:** SUPERCIAS

**Elaborado por:** Autor

La tabla 7 acerca de las variaciones de las ventas de las empresas del sector de construcción permite observar que estas en promedio han decrecido durante el periodo analizado. En ese sentido, se identifica variaciones negativas en la mayoría de los años analizados, siendo el año 2020 en donde mayormente decrece las ventas, con una variación interanual de -29,4%. Luego, el año 2018 representa el segundo año en donde más decrece este sector con una variación de -15,14%. Por otro lado, el año con mayor crecimiento de las ventas es el 2013 con una variación interanual de 34.78%, después el 2020 con una variación de 20,73%. Hasta el año 2013 el sector presentó variaciones positivas posterior a ello, este sector ha venido decreciendo en los últimos años, a excepción del año 2020 en donde se observa una recuperación del sector. Con respecto al valor de las ventas de las empresas del sector de construcción del Ecuador, en promedio las empresas analizadas venden 6,2 millones de dólares al año.

**Tabla 8 Variación promedio de activo fijo neto de las empresas del sector de construcción expresado en dólares, periodo 2011-2021.**

<b>Empresa</b>	<b>Activo fijo neto</b>	<b>Variación interanual</b>
2012	2.125.414	
2013	2.321.745	9,24%
2014	3.462.906	49,15%
2015	2.524.689	-27,09%
2016	4.699.206	42,61%
2017	5.126.753	-62,58%
2018	5.292.726	3,24%
2019	3.838.306	-27,48%
2020	5.003.490	30,36%
2021	4.920.484	-1,66%
<b>Promedio</b>	<b>4.831.572</b>	<b>46,20%</b>

**Fuente:** SUPERCIAS

**Elaborado por:** Autor

También, los resultados de la tabla 8 acerca de las variaciones del activo fijo neto el cual representa la inversión de largo plazo de las empresas del sector de construcción permite observar que esta variable tiene una tendencia y variaciones en promedio positivas. A pesar de ello, dentro del periodo analizado esta variable ha presentado decrecimientos, siendo el año 2017 en donde mayormente decrece esta variable con una variación interanual de -62,58%, seguido del año 2019 en donde decrece en -27,48%. En contraste a lo anterior, el año en donde más crece el activo fijo neto de las empresas del sector de construcción es en el año 2016 experimentando una variación de 42,61% y en el año 2014 con una variación de 49,15%. Estos datos obtenidos a nivel microeconómico mantienen una tendencia similar a lo observado en la variable FBKF del anterior modelo, demostrando que la inversión dentro del sector de construcción ha crecido en los últimos años. Con respecto al valor presentado por los activos fijos netos de las empresas analizadas del sector de construcción estas tienen un valor en promedio de 4.8 millones de dólares en activos fijos neto durante el periodo 2012-2021.

**Tabla 9 Variación promedio del inventario de las empresas del sector de construcción expresado en dólares, periodo 2011-2021.**

<b>Empresa</b>	<b>Inventario</b>	<b>Variación interanual</b>
2012	952.306	
2013	1.084.284	13,86%
2014	1.237.663	14,15%
2015	1.263.862	2,12%
2016	1.100.223	-12,95%
2017	1.095.350	-0,44%
2018	1.158.538	5,77%
2019	1.258.320	8,61%
2020	1.290.762	2,58%
2021	1.232.871	-4,49%
<b>Promedio</b>	<b>1.167.418</b>	<b>3,25%</b>

**Fuente:** SUPERCIAS

**Elaborado por:** Autor

Asimismo, en la tabla 9 se presenta la variación del inventario, el cual representa la inversión a corto plazo de las empresas del sector de construcción. Se determina de acuerdo con los valores presentados que esta variable al igual que los activos fijos netos tiene una tendencia y variaciones en promedio positivas. Sin embargo, dentro del periodo analizado esta variable también ha presentado decrecimientos, siendo el año 2016 en donde mayormente decrece esta variable con una variación interanual de -12,95%, seguido del año 2021 en donde decrece en -4,49%. Por otro lado, el año en donde más crece el inventario de las empresas de construcción es en el año 2014 experimentando una variación de 14,15%, y en el año 2013 con una variación de 13,86%. Se observa que la inversión a largo plazo (activo fijo neto) de las empresas del sector de construcción ha aumentado en mayor medida que la inversión de corto plazo (inventarios), esto significa que estas empresas han generado durante el periodo analizado inversiones más altas en bienes que no se convertirán en efectivo por lo menos después de un año. Con respecto al valor presentado por el inventario de las empresas del sector de construcción analizadas este tiene un valor promedio de 1,16 millones de dólares anuales.

**Tabla 10 Variación promedio del número de empleados de las empresas del sector de construcción, periodo 2011-2021.**

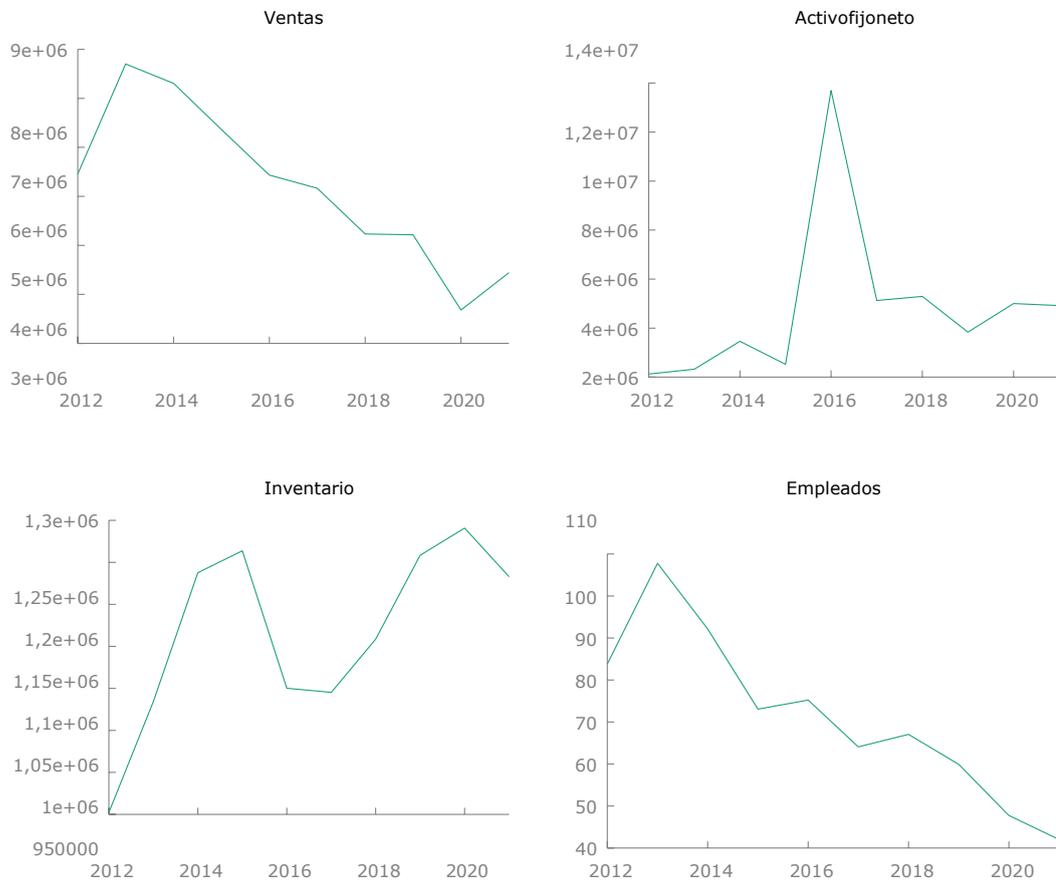
<b>Empresa</b>	<b>Empleados</b>	<b>Variación interanual</b>
2012	84	
2013	108	28,62%
2014	92	-14,50%
2015	73	-20,69%
2016	75	2,96%
2017	64	-14,82%
2018	67	4,65%
2019	60	-10,66%
2020	48	-20,30%
2021	42	-11,95%
<b>Promedio</b>	71	-6,30%

**Fuente:** SUPERCIAS

**Elaborado por:** Autor

Por último, se observa en la tabla 10 que las variaciones del número de empleados de las empresas del sector de construcción del Ecuador han sido negativas en promedio durante los años analizados, es decir, en este sector cada vez se emplean a menos personas, lo cual se demuestra en las estadísticas macroeconómicas y de las empresas también, siendo estos resultados una evidencia del deterioro del sector. Así, en promedio el número de empleados decreció -6,30% de acuerdo con la información proporcionado por las empresas. El anterior valor responde a decrecimientos en la mayoría de los años a excepción del año 2013, 2016 y 2018, siendo el antepenúltimo año citado en donde más crece la contratación de personas en las empresas del sector de construcción con una variación del 28,62%. En contraste a ello, se observan decrecimientos de hasta el 20,69% del personal contratado como es en el año 2015. También en el año 2020 en donde el número de personas empleadas decrece en un 20,30%. En promedio las empresas analizadas del sector de construcción emplean a 161 personas durante el periodo 2012-2021.

**Figura 3 Series de tiempo promedio de Ventas, Activo fijo neto, inventario y empleados de las empresas del sector de construcción, periodo 2011-2021.**



**Elaborado por:** Autor

Con respecto a las series temporales obtenidas de las empresas analizadas del sector de construcción en donde se observa la relación entre las variables analizadas, en la figura 3 se observa que las ventas de las empresas del sector de construcción presentan una tendencia negativa durante los años analizados. Las ventas han decrecido casi exponencialmente a partir del año 2013 lo cual tiene un efecto notable en la contratación de personas que desde el año 2013 también ha presentado importantes reducciones. Como anteriormente se expresó en el modelo 1 se denota una relación directa de las ventas en la contratación de personas, por lo cual la disminución de la producción del sector de construcción afecta de forma negativa a la economía ecuatoriana.

Por otro lado, los activos fijos netos y el inventario presentan una tendencia positiva,

lo cual puede representar una relación negativa para la variable ventas. La anterior

conclusión se puede precisar con la realización de un modelo econométrico, es por ello, la importancia del siguiente modelo econométrico que se presenta a continuación.

**Tabla 11 Resultado modelo 2**

Modelo 1: Efectos aleatorios (MCG), utilizando 1450 observaciones  
 Se han incluido 161 unidades de sección cruzada  
 Largura de la serie temporal: mínimo 9, máximo 10  
 Variable dependiente: l\_Ventas

	<i>Coefficiente</i>	<i>Desv. Típica</i>	<i>z</i>	<i>valor p</i>	
const	10,1643	0,316250	32,14	<0,0001	***
l_Activofijoneto	0,103487	0,0200816	5,153	<0,0001	***
l_Inventario	0,107565	0,0203242	5,292	<0,0001	***
l_Empleados	0,393941	0,0283044	13,92	<0,0001	***
Media de la vble. dep.	13,99503	D.T. de la vble. dep.		1,779397	
Suma de cuad. residuos	2300,292	D.T. de la regresión		1,260832	
Log-verosimilitud	-2392,028	Criterio de Akaike		4792,057	
Criterio de Schwarz	4813,174	Crit. de Hannan-Quinn		4799,937	
rho	0,313476	Durbin-Watson		1,150240	

Los resultados del modelo 2 muestran que el factor productivo que más aporta al crecimiento de las ventas es el número de empleados. En ese sentido, por cada punto porcentual que aumente el número de empleados las ventas del sector de construcción crecerán en un 0,39%. Seguido de ello, el segundo factor productivo que favorece al crecimiento de las ventas es el inventario. En ese sentido, por cada punto porcentual que aumente el inventario las ventas crecerán en un 0,11% aproximado. El activo fijo neto que corresponde la inversión de la empresa en el largo plazo aporta en un 10% a la ventas por cada punto porcentual que aumente.

Las variables del modelo aplicado son significativas al 10%, 5% y 1%. Además de acuerdo con el Rho la asociación entre las variables es del 31%.

## 4.2 Verificación de la hipótesis

Este trabajo analizó la función de Cobb Douglas en el sector de construcción. Para ello, se utilizó modelos econométricos que permitan estimar la función de producción. Los resultados del modelo fueron consistentes, por ende, significan un criterio óptimo para la verificación de las hipótesis planteadas:

**H0:** La función de producción de Cobb Douglas no explica de forma significativa la producción del sector de construcción del Ecuador.

**H1:** La función de producción de Cobb Douglas explica de forma significativa la producción del sector de construcción del Ecuador.

Dado el valor p de (F) que representa si el modelo es significativo en su conjunto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, por ende, la función de producción de Cobb Douglas explica de forma significativa la producción del sector de construcción del Ecuador.

**Tabla 12 Criterio de hipótesis planteada**

<b>Criterio</b>	<b>Valor</b>
Valor p (de F)	0,014199

**Elaborado por:** Autor

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

El objetivo de este trabajo fue explicar la producción del sector de construcción del Ecuador mediante la función de Cobb Douglas para ello se utilizó dos modelos econométricos basados en datos macroeconómicos y microeconómicos estimados mediante series de tiempo y datos de panel, respectivamente. En ese sentido, esta investigación permite concluir lo siguiente:

- Utilizando información macroeconómica del Banco Central del Ecuador y el modelo de series de tiempo; el factor determinante de la producción del sector de construcción es el trabajo. En ese sentido, por cada punto porcentual que incremente el trabajo la producción del sector aumenta en un 0,75%. Además, de acuerdo con los contrastes aplicados y el valor p (F) la función de producción de Cobb Douglas explica de forma significativa la producción del sector de construcción.
- Mediante el uso de información microeconómica de las empresas del sector de construcción del Ecuador aplicado en un modelo de datos de panel balanceados, se obtuvo que el factor determinante de la producción del sector de construcción es el trabajo. Sin embargo, su efecto es menor que al considerar información macroeconómica. Así, por cada punto porcentual que aumente el trabajo la producción aumenta en un 0,39%. Además, se observó que la inversión a corto plazo determinado por el inventario tiene un mayor efecto en la producción del sector de construcción que la inversión de largo plazo.

#### 5.2 Limitaciones del estudio

Es necesario considerar como limitación para este estudio el número de años contemplados en el análisis, siendo este de 10 años en el periodo 2011-2021, lo cual puede no ser suficiente para llegar a las conclusiones obtenidas.

### **5.3 Futuras líneas de investigación**

Se recomienda como futura línea de investigación el análisis de los demás sectores de la economía ecuatoriana con el fin de identificar los factores productivos determinantes. Además, dado que los resultados de esta investigación señalan al trabajo como el factor productivo que más determina la producción del sector de construcción en Ecuador, se recomienda analizar el impacto de la tecnología sobre este factor mediante estimaciones de productividad por los cuales se puede potenciar los sectores obteniendo mejoras productivas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akhmetova D., Zhunusova R., & Baidakov A. (2019). Análisis de indicadores de pequeñas empresas basados en el uso de la función de producción de Cobb-Douglas. *Problemas Del Agromercado*, 1, 91–97. [https://www.jprikazniiapk.kz/jour/article/view/238?locale=en\\_US](https://www.jprikazniiapk.kz/jour/article/view/238?locale=en_US)
- Alzyadat, J. A., Alotaibi, A. F., Almubdel, A. H., & Alrshaid, N. A. (2021). Estimación de la productividad total de los factores en el sector de la construcción de Arabia Saudita. *Revista Amazonia Investiga*, 10(40), 45–53. <https://doi.org/10.34069/ai/2021.40.04.5>
- Banco Central del Ecuador. (2021). *Producto Interno por Industria*. <https://www.bce.fin.ec/>
- Briones Mendoza, X. F., Molero Oliva, L. E., & Calderón Zamora, O. X. (2018). La función de producción Cobb-Douglas en el Ecuador. *Tendencias*, 19(2), 45–73. <https://doi.org/10.22267/rtend.181902.97>
- Camacho, F., Beltrán, R., & Ortiz, R. (2018). Modelo Econométrico para la medición de la producción, en el Sector Manufacturero Ecuatoriano 2015. *Yura: Relaciones Internacionales*, 13, 30–42. [http://world\\_business.espe.edu.ec/wp-content/uploads/2017/12/13.3-Modelo-Econom%C3%A9trico-para-la-medici%C3%B3n-de-la-producci%C3%B3n-en-el-Sector-Manufacturero-Ecuatoriano-2015.pdf](http://world_business.espe.edu.ec/wp-content/uploads/2017/12/13.3-Modelo-Econom%C3%A9trico-para-la-medici%C3%B3n-de-la-producci%C3%B3n-en-el-Sector-Manufacturero-Ecuatoriano-2015.pdf)
- Case, K., & Fair, R. (2012). *Principios de Microeconomía* (Décima). Pearson Education SA.
- Cobb, C. W., & Douglas, P. H. (1928). A Theory of Production. *The American Economic Review*, 18(1), 139–165. <http://www.jstor.org/stable/1811556>
- Deloitte. (2019). *Global Powers of Construction*. <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/at/Documents/presse/Deloitte-Global-Powers-of-Construction-2019.pdf>

- Drachal, K. (2015). Relación trabajo-capital en el sector de la construcción en Polonia. *INCD URBAN-INCERC*, 6(2), 65–79.  
<https://www.ceeol.com/search/article-detail?id=603567>
- Ercan, T. (2019). Building the Link between Technological Capacity Strategies and Innovation in Construction Companies. In *Sustainable Management Practices*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/INTECHOPEN.88238>
- FARO. (2020). *Sector de la construcción en el Ecuador en época de COVID - 19*.  
[https://grupofaro.org/wp-content/uploads/2020/09/FACT-SHEET-CONSTRUCCIO%CC%81N\\_compressed.pdf](https://grupofaro.org/wp-content/uploads/2020/09/FACT-SHEET-CONSTRUCCIO%CC%81N_compressed.pdf)
- Francisco, D. C., Hibret, N., & Meza, J. (2020). *Medición de la productividad total de los factores. Uso de las encuestas empresariales*.  
<https://documents1.worldbank.org/curated/en/306091607457083831/pdf/Measuring-Total-Factor-Productivity-Using-the-Enterprise-Surveys-A-Methodological-Note.pdf>
- Heathfield, D. F. (1976). Topics in Applied Macroeconomics. In *Topics in Applied Macroeconomics*. Macmillan Publishers Limited.
- Humphrey, T. (1997). Algebraic Production Functions and Their Uses Before Cobb-Douglas. *FRB Richmond Economic Quarterly.*, 83(1), 51–83.  
[https://www.richmondfed.org/-/media/RichmondFedOrg/publications/research/economic\\_quarterly/1997/winter/pdf/humphrey.pdf](https://www.richmondfed.org/-/media/RichmondFedOrg/publications/research/economic_quarterly/1997/winter/pdf/humphrey.pdf)
- Husek, R., & Pelikán, J. (2003). *Econometría aplicada: teoría y práctica*. Professional Publishing.
- Idrovo, B., & Serey, V. (2018). Productividad total de los factores del sector de construcción en Chile (1986-2015). *Revista de Análisis Económico*, 33, 29–54.  
[https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-88702018000100029](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-88702018000100029)

- Jurecka, V. (2013). *Mikroekonomie*. Grada.  
<https://www.obalkyknih.cz/view?isbn=9788024743851>
- Klas, A. (1979). *Ekonomické modelovanie*. Edícia ekonomickej literatúry. .
- Lu, H., Zhang, Q., Cui, Q., Luo, Y., Pishdad-Bozorgi, P., & Hu, X. (2021). ¿Cómo puede el uso de la tecnología de la información mejorar la productividad laboral en la construcción? Un análisis empírico de China. *Sustainability (Switzerland)*, *13*(10). <https://doi.org/10.3390/su13105401>
- Ma, L., & Liu, C. (2018). Decomposition of temporal changes in construction labour productivity. *International Journal of Construction Management*, *18*(1), 65–77.  
<https://doi.org/10.1080/15623599.2016.1258755>
- Mano, A., Gouvea, S., & Pinheiro, E. (2019). Análisis de la función de producción en la construcción civil: un motor para la construcción esbelta. *Journal of Lean System*, *4*(4). <https://ojs.sites.ufsc.br/index.php/lean/article/view/3008>
- Miller, E. (2008). *An Assessment of CES and Cobb-Douglas Production Functions*.  
[www.cbo.gov](http://www.cbo.gov)
- Mishra, S. (2010). A Brief History of Production Functions. *The IUP Journal of Managerial Economics*, *8*(4), 6–34.  
<https://EconPapers.repec.org/RePEc:icf:icfjme:v:08:y:2010:i:3:p:6-34>
- Nezbeda, M. (2019). *Funciones de producción para el sector de la construcción de edificios en los cuatro estados de Vyšehrad* [Tesis de pregrado, Universidad de Mendel]. <https://is.mendelu.cz/zp/index.pl?podrobnosti=84412>
- Olanipekun, A. O., & Sutrisna, M. (2021). Facilitating Digital Transformation in Construction—A Systematic Review of the Current State of the Art. *Frontiers in Built Environment*, *7*. <https://doi.org/10.3389/FBUIL.2021.660758/BIBTEX>
- Pérez, J. (2022). *El sector de la construcción no levanta cabeza en el Ecuador*. Revista Gestión. <https://www.revistagestion.ec/analisis-economia-y-finanzas/el-sector-de-la-construccion-no-levanta-cabeza-en-el-ecuador>

- Pinos, L., Silvia, M., Tonon, L., & Proaño, B. (2021). La función de producción Cobb-Douglas: Caso del sector C23 de fabricación de productos minerales no metálicos. *Observatorio Empresarial*, 4(2), 31–45.  
<https://biblioteca.uazuay.edu.ec/buscar/item/88080>
- PwC. (2016). *Valuing the role of construction in the New Zealand economy A report to the Construction Strategy Group in association with Construction Industry Council BRANZ Final Report*. <https://www.pwc.co.nz/pdfs/CSG-PwC-Value-of-Construction-Sector-NZ.pdf>
- Sampedro, A. (2021). *Impacto económico y social de la pandemia COVID-19 sobre el sector de la construcción en la ciudad de Cuenca en el año 2020*. [Tesis de Maestría, Universidad Politécnica Salesiana Ecuador].  
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/20657/1/UPS-CT009217.pdf>
- Samuelson, P., & Nordhaus, W. (1991). *Ekonomie*. In *Mikroekonomi Edisi Keempat belas terjemahan Haris Munandar, Burhan Wirasubrata, Eko Wydiatmoko*. Svoboda.
- Servicio de Rentas Internas. (2021). *Impuestos*.  
<https://www.sri.gob.ec/web/intersri/home>
- Shlafman, N., Frolina, K., & Dmitrović, L. (2018). Modelización para el análisis del potencial de inversión del sector de construcción. *Tehnički Glasnik*, 12(4), 236–243. <https://doi.org/10.31803/tg-20180529100246>
- Sojka, J., Walter, J., Klimík, M., Trnovský, J., & Koděra, J. (1986). *Modelización matemática de procesos económicos*. Edícia ekonomickej literatúry.
- Superintendencia de Bancos. (2022). *Sistema de Banca privada y pública. Informe del sector construcción*.  
<https://estadisticas.superbancos.gob.ec/portalestadistico/portalestudios/wp-content/uploads/sites/4/downloads/2022/05/estudio-sectorial-construccion-mar-22.pdf>

Suvorov, N. V., Akhunov, R. R., Gubarev, R. V., Dzyuba, E. I., & Fayzullin, F. S. (2020). Applying the cobb-douglas production function for analysing the region's industry. *Economy of Region*, 16(1), 187–200.

<https://doi.org/10.17059/2020-1-14>

Yagual, A., Lopez, M., Sánchez, L., & Narváez, J. (2018). La contribución del sector de la construcción sobre el producto interno bruto PIB en Ecuador. *Revista Lasallista de Investigación*, 15(2), 286–299.

<https://doi.org/10.22507/rli.v15n2a22>

Zhu, W., Zhang, Z., Li, X., Feng, W., & Li, J. (2019). Evaluación de los efectos del progreso tecnológico sobre la eficiencia energética en la industria de la construcción: un caso de China. *Journal of Cleaner Production*, 238(117908).

<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117908>