



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
ACATLÁN

“INVERSIÓN Y DESEMPEÑO INDUSTRIAL EN TAMAULIPAS:  
UN ENFOQUE ECONOMETRICO 1980-2003”

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

LICENCIADO EN ECONOMÍA

P R E S E N T A :

DANIEL ALCANTARA RICO

ASESOR: DR. LUIS QUINTANA ROMERO

OCTUBRE, 2007



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

***A "POLLITO"***

## AGRADECIMIENTOS

A Manolito, por enseñarme que nunca hay que mirar hacia atrás, por mostrarme que cuando la vida te da mil razones para no continuar, debes mostrarle que hay mil y una razones más para seguir adelante. Por tu alegría, por tu madurez, por tu carácter, por tus ganas de vivir, porque a pesar de tu edad siempre fuiste un ejemplo para mi, por ser tantas cosas en mi vida, pero sobre todo **por enseñarme a vivir**. Siempre estarás conmigo "Pollito".

A mis Papás Don Daniel y Emmita, a quienes debo todo cuanto soy, mi mayor ejemplo en todos aspectos, nunca podré pagar todos sus desvelos y esfuerzos, gracias a su consejo y apoyo he logrado alcanzar una de mis más grande metas y hoy deseo que disfruten este triunfo, porque es solo de ustedes.

A Karis, mi hermanita, por ser mi amiga, mi cómplice, por crecer y por enseñarme que hay mil maneras de ver la vida. Y a mi hermano Paquito, pronto los veré en las mismas circunstancias. Los quiero.

A la Lic. Leticia Manzanera, gracias a su consejo logré tomar la decisión más importante en mi vida.

Al Doc. Luis Quintana Romero mi admiración y afecto, el más grande ejemplo en mi vida profesional. Gracias a usted hoy es posible ver concluido este trabajo y una de mis metas más importantes.

A Angel quien me ha enseñado lo grande que puede ser la amistad.

A Ingrid por todo lo que significas en mi vida...

A la Dra. Clara y a Mario, gracias por tanto cariño.

A mi tía Amelia y a mis hermanos Jorge y Cesar, mi familia, gracias por estar siempre con nosotros.

A Bianca, mi hermana mayor.

A mi tío Flores, Ivan, Jorge Luís y sus familias por el cariño y apoyo en los momentos difíciles.

A mi tía Irene, Miriam y Ale, siempre tan cerca de nosotros.

A Miguel, Anita y Alan, siempre estaré agradecido con ustedes por su apoyo y cariño por mi hermano.

A Samara porque hiciste feliz a la persona más importante en mi vida.

Al Sr. José Pérez Vega y Familia por su invaluable apoyo y el cariño por mi hermano.

A Manuel Berumen por tu amistad, por todo lo que me has enseñado, por confiar en mí y por preocuparte porque sea cada día mejor.

A mis mejores amigos Brenda, Elena, Celly, Rodrigo, Christopher, Nayivi, Alba, Jocelyn, Julia, Miriam, Cynthia y Jorge con los que he compartido los mejores años mi vida, gracias por su amistad y cariño.

A Tania por tu amistad y por mostrarme que *hay otros mundos a donde ir a cantar.*

A la Lic. Aidé Careaga, con nada podré pagar todo su apoyo en la etapa más difícil de mi vida.

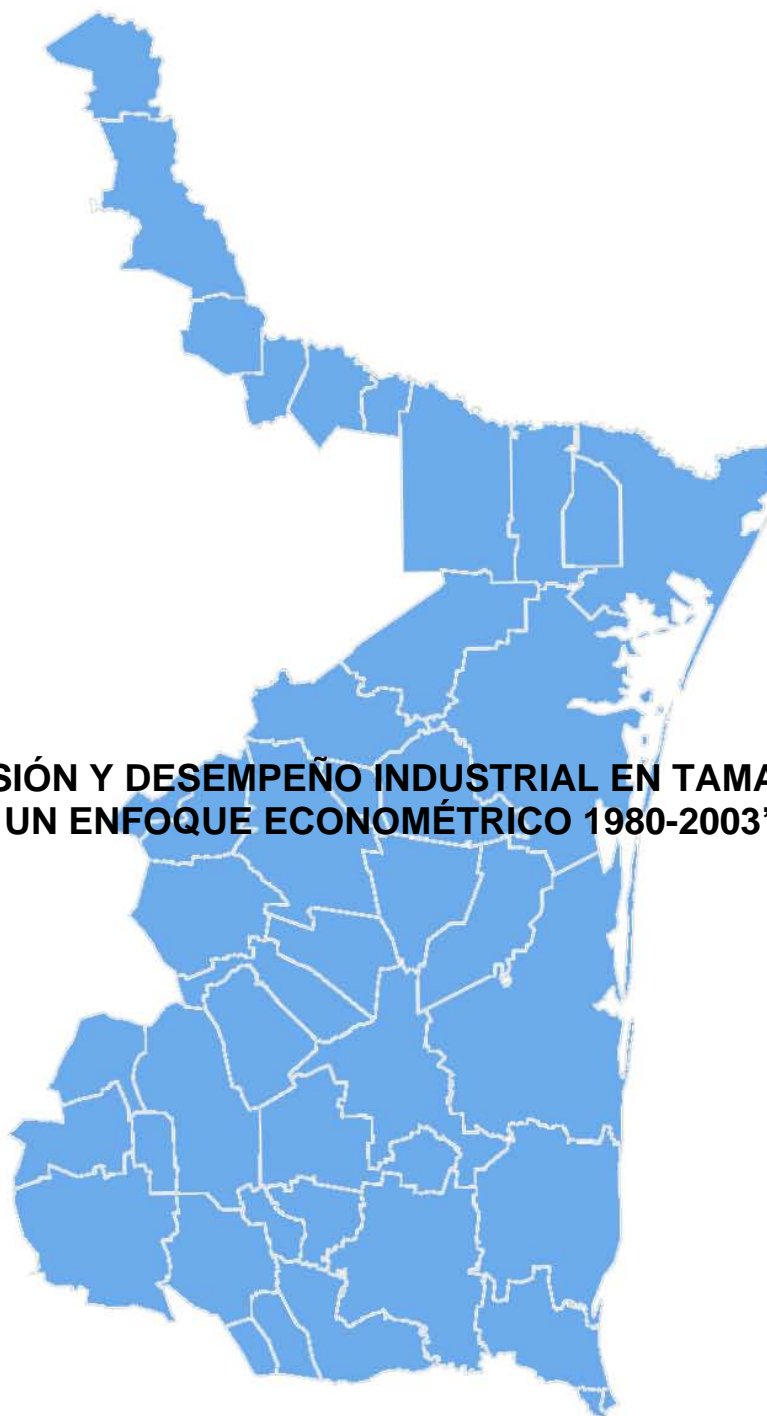
A mis sinodales Mtra. Gabriela Valle Velázquez, Lic. Javier Galán Figueroa, Lic. Carlos Nandayapa Hernández y Mtro. Francisco Martínez Hernandez por el tiempo y esfuerzo que dedicaron a la revisión de este trabajo.

Y a tantas y tantas personas que me han demostrado su amistad y cariño en innumerables ocasiones, estas páginas no bastarían para mencionarlos a todos.

*“Solo los mediocres se quedan en el camino”*

*¡Vive de tal modo que llegues a desear vivir otra vez, éste es tu deber!,  
¡porque revivirás de todas formas!*  
NIETZSCHE

*...hay otros mundos a donde ir a cantar!.*



**“INVERSIÓN Y DESEMPEÑO INDUSTRIAL EN TAMAULIPAS:  
UN ENFOQUE ECONÓMICO 1980-2003”**

# “INVERSIÓN Y DESEMPEÑO INDUSTRIAL EN TAMAULIPAS; UN ENFOQUE ECONOMETRICO 1980-2003”

## INDICE

<b>Introducción.....</b>	<b>1</b>
<b>1. Análisis de los Enfoques teóricos de la Inversión.....</b>	<b>8</b>
1.1 El Modelo Clásico de la Inversión.....	9
1.2 Modelo Keynesiano de la Inversión.....	14
1.3 Modelo Neoclásico de la Inversión.....	19
1.4 Modelo Kaleckiano de la Inversión.....	26
1.5 Modelo de Expectativas Racionales.....	32
1.6 Modelo Q de Tobin.....	35
1.7 Modelo Cash Flow.....	38
1.8 El Modelo del Acelerador.....	40
1.8.1 Modelo de Acelerador Flexible.....	41
1.9 Modelo de Vectores Autorregresivos.....	44
<b>2. Análisis de Modelos Aplicados a la Economía Mexicana.....</b>	<b>46</b>
2.1 Modelo Tun Wai - Chornng Huey.....	52
2.2 Modelo de Acelerador flexible.....	53
2.3 Modelos Macroeconómicos.....	58
2.3.1 Modelo Amieva-Huerta.....	62
2.3.2 Modelo EUDOXIO.....	63
2.3.3 Modelo CONASAMI.....	66
2.3.4 Modelo MORETA.....	70
<b>3. Metodología Econométrica.....</b>	<b>73</b>
3.1 Modelos de Panel.....	73
3.1.1 Modelo de Efectos Fijos.....	76
3.1.1.1 Contraste de Efectos Fijos.....	77
3.1.2 Modelo de Efectos Aleatorios.....	78
3.1.2.1 Contraste de Efectos Aleatorios.....	81



3.2 Modelos de Efectos Fijos o Aleatorios.....	82
3.2.1 Prueba de Hausman.....	83
3.3 Modelos de Convergencia.....	85
<b>4. Estimación Econométrica de los Modelos de Inversión.....</b>	<b>90</b>
4.1 Estimación del Modelos de Panel de Inversión.....	96
4.2 Estimación del Modelo de Convergencia de Inversión.....	111
- <b>Conclusiones</b> .....	117
- <b>ANEXO</b> .....	123
- <b>Bibliografía</b> .....	133

## Introducción

La economía mexicana ha transitado durante las últimas dos décadas por una gran transformación. El agotamiento del modelo de sustitución de importaciones que concluyó en una profunda crisis a partir de los primeros años de la década de los 80's generó un periodo de transformaciones estructurales. Dichas transformaciones se orientaron a otorgar preponderancia a la "mano invisible" del mercado reduciendo de manera sustancial la participación del Estado en la economía.

Las principales reformas adoptadas se orientaban a establecer las bases para incrementar la **inversión** en la economía, haciendo posible que más proyectos productivos se pudieran llevar a cabo y que por si misma la fuerza del mercado hiciera más competitiva a la economía mexicana. En este sentido, el nuevo patrón de acumulación encomendó a la apertura comercial la tarea de establecer las bases para fomentar la inversión y el crecimiento económico, dejando de lado las medidas de política económica que se habían seguido durante el modelo de sustitución de importaciones. La estabilidad macroeconómica, el manejo adecuado de variables como la inflación y la notable inconsistencia en el ritmo de crecimiento económico han sido las características principales de la economía mexicana durante los últimos tres sexenios.

El sector industrial que debía ser el sector de arrastre de la economía mexicana en este camino hacia el libre mercado sufrió las consecuencias de una insipiente productividad y de la elevada dependencia de las importaciones que se acentuó por la insuficiente producción de bienes de capital, generando así una acumulación sustentada en bienes de inversión importados. El Estado como impulsor de la actividad económica también dejó de actuar en la generación de nuevas oportunidades de inversión, sobre todo en el sector industrial donde la inversión como proporción del PIB paso de 10% a principios de los 80's a un nivel de alrededor del 2% para el año 2002.

Las diferencias en la tendencia y características de la actividad económica no solo son palpables en el ámbito macroeconómico o entre los bloques económicos. La economía mexicana se ha caracterizado por la gran heterogeneidad entre sus regiones, contraste que es evidente al realizar cualquier tipo de comparación entre sus entidades.

En relación específicamente al Estado de Tamaulipas que es el punto central de análisis en ésta tesis, se pueden destacar varios aspectos con respecto a su dinámica económica a lo largo de por lo menos las últimas tres décadas. En términos generales la economía de Tamaulipas ha tenido una tendencia irregular en sus ritmos de crecimiento, lo cual ha evidenciado su pérdida de importancia dentro de la economía nacional. Es importante hacer notar que aún con la oportunidad que representaba para esta entidad la apertura comercial y su privilegiada situación geográfica, las cifras económicas no sugieren una pronta

recuperación y el inherente repunte en el peso relativo de la entidad a nivel nacional. En 1970 la contribución de Tamaulipas al PIB nacional fue de 3.3% ocupando con ello el sexto lugar en importancia a nivel nacional. Dicha participación descendió a un nivel de 3.07% en 1980 y diez años después la economía tamaulipeca pasó a ocupar el lugar nueve, al contribuir tan solo con 2.84% del PIB. La tendencia mostrada por el Estado a partir de 2000 y hasta 2004 fue de una caída relativa en su actividad económica dentro del conjunto nacional, alcanzando su posición más baja desde la década de los 70's al ubicarse en el lugar número once de las 32 entidades con participaciones de entre 3.05 y 3.3% respectivamente.

A lo largo de los últimos años la economía de Tamaulipas ha perdido importancia a nivel nacional, sin embargo, su participación en la generación del PIB ha ido en aumento sugiriendo con ello que otras entidades han mostrado tasas de crecimiento por encima de las que ha tenido el Estado, por lo cual se podría asegurar que la **inversión** ha privilegiado a otras entidades de la zona fronteriza.

El análisis de la inversión, como uno de los factores más importantes en la determinación de la demanda agregada, permite entender el funcionamiento de una economía y obtener conclusiones importantes sobre su desempeño. En este sentido y dada la importancia de Tamaulipas por su ubicación y proximidad con el mercado de EUA y considerando una economía cada vez más globalizada, éste

trabajo representa un esfuerzo por analizar la inversión en dicho Estado para el periodo de 1980-2003.

El análisis en este trabajo toma un camino diferente a los realizados comúnmente. Los desarrollos teóricos que toman el enfoque macroeconómico para analizar la economía han sido utilizados de manera recurrente, sin embargo en los últimos años el enfoque de la economía vista desde un punto de vista regional ha tomado impulso y representa una nueva alternativa para el análisis económico. La idea central de tomar este enfoque es que aunque las economías regionales forman parte de una economía global, caracterizada por un creciente libre mercado, gran movilidad de capitales y la creación de bloques económicos, las posibilidades de crecimiento y desarrollo deben partir de la organización interna de ámbitos espaciales más pequeños. Así, las economías regionales tienen ahora la tarea de diagnosticar los elementos que condicionan su situación actual para, sobre la base de ese análisis previo, definir las estrategias que permitan iniciar un claro despunte en su crecimiento y desarrollo económico.

*“A los problemas tradicionales que aquejan a la economía mexicana y debilitan el aparato productivo ahora se agregan la parálisis en el proceso de inversión, así como la degradación de la relación salarial y de la propia fuerza de trabajo, con lo cual el patrimonio productivo de la nación se encuentra atrofiado y en niveles de rezago difíciles de remontar”.<sup>1</sup>*

---

<sup>1</sup> Isaac E. Jorge y Quintana R. Luis (2003), **“Siglo XXI: México para armar; cinco dimensiones de la economía Mexicana”**, Plaza y Valdez Editores, México, pp. 13

La dimensión en la cual se enmarca este trabajo trajo consigo algunas dificultades, sobre todo en el terreno empírico. La dificultad más importante fue la imposibilidad de contar con una base de datos adecuada que permitiera contar con los insumos necesarios para realizar la estimación de los modelos econométricos de la inversión en la economía de Tamaulipas. Para conformar la base de datos se utilizaron los Censos Económicos que son publicados por el INEGI para los años 1988, 1993, 1998 y 2003, de donde se tomaron los datos a nivel municipal de la Formación Bruta de Capital Fijo y Valor Agregado Censal Bruto, además de tomar los datos proporcionados por el Banco de México y por el Sistema de Información Regional de México (SIREM) sobre la tasa de interés y el tipo de cambio.

Esta tesis se centra en establecer cuál es el comportamiento de la inversión en la economía tamaulipeca. Para ello se consideró que la inversión en el Estado podría ser modelada a través de un modelo sustentado en la teoría Keynesiana. Atendiendo a este enfoque teórico se considera que los componentes por el lado de la demanda son los elementos más importantes para determinar el desempeño de la economía, así se planteó que la inversión en la economía de Tamaulipas está determinada por la capacidad productiva de la entidad, el costo del uso del capital que se puede representar por la tasa de interés y el tipo de cambio que se relaciona negativamente con la inversión, al encarecer el componente importado de los costos.

La estimación de la inversión se realizó a través de un modelo de panel, y el análisis de los resultados permitió determinar qué variables fueron significativas para la determinación de la inversión en Tamaulipas y de acuerdo a los resultados se tomó la decisión de buscar o construir indicadores que fortalecieran la estimación de los modelos de panel planteados en primera instancia.

Dados los resultados obtenidos en la primera estimación del modelo de panel se consideró, en segunda instancia, la estimación del mismo modelo solo considerando las variables que resultaron significativas y complementar el modelo con un “índice de primacía”. Dicha alternativa tiene la lógica de suponer que la inversión también tiene que ver con el grado de concentración de la producción en los municipios de Tamaulipas.

Adicionalmente y para apoyar los resultados de los modelos de panel se realiza la estimación de dos modelos adicionales, ambos sustentados en la teoría de la convergencia económica; en primer lugar se estima un modelo de convergencia del “*esfuerzo de inversión*” y posteriormente se hace la misma estimación para la “*productividad*”.

Los resultados obtenidos permiten establecer algunas conclusiones importantes sobre la inversión y su comportamiento al interior de la economía tamaulipeca. Es así como el trabajo se estructuró de la siguiente manera: en el capítulo 1 se hace un recuento del análisis de la inversión realizado por las principales corrientes teóricas del pensamiento económico. En el capítulo 2 se

realiza una revisión de los diferentes Modelos Aplicados a la Economía Mexicana y se destaca en cada uno, las formas funcionales que se adoptaron para analizar la inversión. En el capítulo 3 se desarrolla la metodología econométrica que se utilizará en la estimación de la inversión estatal de la economía tamaulipeca. Y finalmente, en el Capítulo 4 se realiza la estimación de los modelos econométricos para la inversión, en un primer momento se estima un modelo de panel incorporando variables que se consideran importantes en la determinación del proceso de inversión en el Estado y posteriormente se prueban especificaciones alternativas resaltando los resultados obtenidos. Por otro lado se estiman modelos de convergencia tanto para el “esfuerzo de inversión” como para la “productividad” y finalmente en la última parte de éste trabajo se reportan los resultados de las estimaciones econométricas, así como las conclusiones más importantes obtenidas para la inversión en el Estado.



## **1 Análisis de los Enfoques teóricos de la Inversión**

A lo largo de la historia de la ciencia económica la preocupación por analizar los diferentes elementos y factores que inciden en el comportamiento de una economía ha generado la necesidad de desarrollar planteamientos teóricos que sustentados en la elaboración, tanto a nivel macroeconómico como microeconómico de modelos matemático-estadísticos, aspiren a reflejar el funcionamiento real de una Economía. Es por ello que un primer paso en el desarrollo de este trabajo es abordar los planteamientos teóricos más importantes de la teoría de la inversión, resaltando a la par la importancia de este componente de la demanda agregada en el funcionamiento del sector productivo de una economía.

En este apartado se realiza el análisis de algunos de los más importantes planteamientos sobre la inversión, sin embargo, existe una amplia literatura concerniente a este tema en donde se profundiza en el análisis de diversas especificaciones alternativas y derivaciones de los modelos planteados aquí que merece mayor atención, pero que al ser muy extensa rebasa los límites y los objetivos de esta investigación.

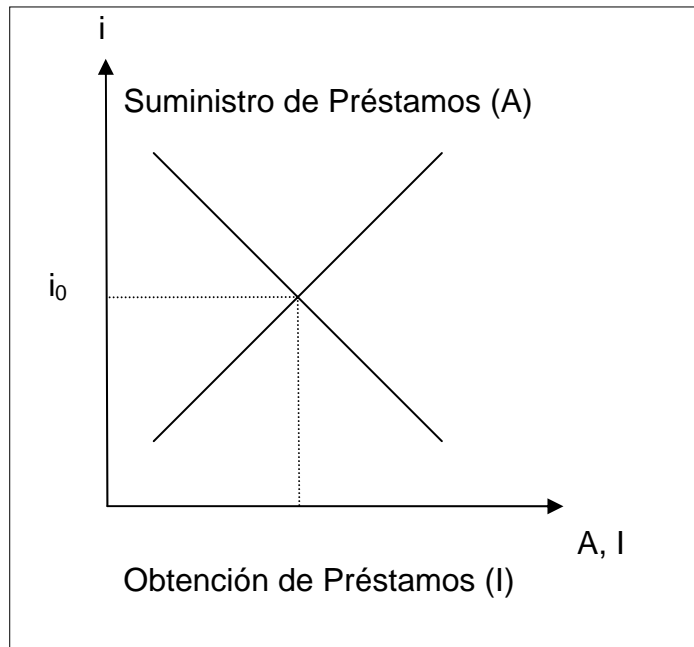
## 1.1 El Modelo Clásico de la Inversión

La teoría clásica ha representado el sustento para muchas otras corrientes teóricas, solo por mencionar un ejemplo, la teoría keynesiana retoma elementos esenciales de dicha escuela para desarrollar algunos de sus principales postulados, especialmente el planteamiento referente a la teoría de la inversión, sin embargo, el peso de este planteamiento teórico ha repercutido de manera más importante en la llamada escuela Neoclásica.

La inversión en la teoría clásica está determinada de manera simultánea con el ahorro dentro de la economía agregada. El supuesto básico bajo el cual se fundamenta el punto de vista clásico es la racionalidad con la que se comportan cada uno de los agentes económicos, los individuos por su parte evitan mantener sus recursos ociosos por lo cual no atesoran dinero sino que compran bonos que les permitan obtener mayores rendimientos. Para los clásicos existe en la economía un mercado que representa un medio por el cual el ingreso que no es gastado en consumo se traduce en un gasto de inversión de los empresarios.

La característica principal de este mercado es que al igual que en cualquier otro, se llega a un punto en el que se igualan las compras y las ventas, generando respectivamente ahorro y préstamo de dinero que en última instancia se puede considerar como la inversión. Una situación de tal naturaleza se expresa gráficamente en la Figura 1.1.

Figura 1.1



Fuente: Tomado de Ackley Gardner (1982), "Macroeconomía: Teoría y Política", Ed. UTEHA, México, p. 152

La igualdad planteada entre el dinero prestado y la inversión se desprende de un principio muy básico. En la economía clásica ésta igualdad resulta de una conducta racional en la cual los empresarios no adquieren obligaciones de pago de intereses a menos de que tengan algún proyecto planeado, lo cual representa las expectativas de una rentabilidad superior a la tasa de interés propiciando así que la igualdad entre la obtención y el suministro de préstamos está así supeditada a los movimientos de la tasa de interés.

De acuerdo a la teoría clásica la obtención de los fondos o préstamos se realiza con el objetivo de incrementar la producción, sin embargo el empresario sólo estará dispuesto a pedir préstamos hasta el punto en el cual la productividad

del capital justifique el pago de intereses a la tasa interés fijada por el mercado, manteniéndose siempre una relación inversa entre inversión y tasa de interés. Por lo tanto parece claro que el propio nivel de la tasa de interés estará determinado por las pendientes tanto de la curva de ahorro como la de préstamo.

Para los economistas clásicos la regla de decisión para llevar a cabo la inversión era muy clara; conviene hacer una inversión solo en los casos en los que el valor presente de los ingresos futuros que genere, menos los costos futuros, exceda el costo de la inversión (i.e. la tasa de interés). Algebraicamente la inversión es rentable si:

$$PV_q \geq C_t \quad (1.1)$$

Donde:

$PV_q$  = Valor Presente de los Ingresos Futuros

$C_t$  = Costos totales

La condición 1.1 es indispensable para la maximización de las utilidades a través del tiempo. Al respecto se puede aludir la misma regla establecida por Keynes la cual plantea que conviene invertir, si la “eficiencia marginal del capital es igual o excede a la tasa de interés”.

La rentabilidad de las inversiones en la economía clásica es calculada de la siguiente manera:

$$V_p q = \frac{p_{t+1}^e x_{t+1}^e}{1+i} + \frac{p_{t+2}^e x_{t+2}^e}{1+i} + \dots + \frac{p_{t+r}^e x_{t+r}^e}{1+i} - \frac{w_{t+1}^e n_{t+1}^e}{1+i} - \frac{w_{t+2}^e n_{t+2}^e}{1+i} - \dots - \frac{w_{t+r}^e n_{t+r}^e}{1+i} \quad (1.2)$$

Donde:

$V_p q$  = valor presente de los rendimientos futuros.

$p_t^e$  = Precio esperado de la producción que pueda generarse con la inversión

$x_t^e$  = cantidad esperada de la producción demandada y vendida

$w_t^e$  = cuota salarial esperada

$r$  = número de periodos comprendidos hasta el termino de la vida económica de la inversión.

$i$  = tasa corriente de interés.

Así los tres elementos considerados por la economía en la determinación de la inversión son: 1) el nivel de costos de los bienes de capital, 2) los rendimientos monetarios esperados y 3) la tasa de interés de mercado a la cual el empresario puede adquirir los préstamos. Una consideración adicional con respecto al mercado en el que se llevan a cabo las transacciones de los bonos es que éste se rige bajo el principio del libre mercado o competencia perfecta. En tales circunstancias, un cambio a la alza o a la baja en la tasa de interés produce un aumento o disminución de la rentabilidad de los proyectos de inversión. Este punto parece coincidir con el juicio común utilizado por los empresarios en la mayoría de las corrientes teóricas, sin embargo el planteamiento por parte de la escuela clásica parece no considerar que los cambios que se presentan en la tasa de interés pueden aparecer o ser consecuencia única de cambios en la

propensión a ahorrar por parte de las personas o de su contrapartida, es decir, un cambio en la demanda de consumo.

*“Lo que los economistas clásicos reconocieron correctamente fue que una reducción en la tasa de interés constituye un cambio en los precios relativos de los factores de la producción y que ello aumentaría permanentemente la demanda relativa del factor capital, para llevar a cabo cualquier producción dada”<sup>2</sup>.*

En una economía como la que se propone, i.e. una economía competitiva, en donde se tiene un perfecto conocimiento de las condiciones y no existen los retardos en los ajustes necesarios para llegar al equilibrio general, los rendimientos de todos y cada uno de los proyectos de inversión son iguales a la tasa de interés, esto es perfectamente verificable ya que si alguno de ellos tuviera rendimientos mayores a los establecidos en el mercado, todas las empresas se volcarían hacia aquellos proyectos mas rentables. El movimiento en las preferencias por algún tipo de proyecto derivado de una mayor rentabilidad provocaría a la par un incremento en los costos del factor especialmente utilizado en ese tipo de producción. Una teoría de este corte lleva implícito el principio de racionalidad de los agentes económicos por lo cual no sorprende que en una economía como la que se plantea, las empresas adopten este principio y consideren para desarrollar sus programas de inversión no solo sus condiciones internas, sino que de alguna forma planean las posibles estrategias que adoptarán los demás competidores.

---

<sup>2</sup> Ackley Gardner (1982), *“Macroeconomía; Teoría y Política”*, Ed. UTEHA, México, pp. 748

## 1.2 Modelo Keynesiano de la Inversión

La depresión de 29' constituyó un reto ineludible y se hizo palpable la incapacidad por parte de los diferentes planteamientos teóricos para superar las nuevas condiciones imperantes. Así se hizo patente la necesidad de un nuevo planteamiento que pudiera hacer frente a los problemas económicos y con ello, superar el periodo de crisis que vivía la economía mundial.

Keynes consideraba que los viejos postulados de la economía clásica se fundamentaban en conceptos que poco tienen que ver con la realidad y los cuales solo podrían ser aplicados en casos muy especiales, es decir, son casos excepcionales que pocas veces pueden presentarse en la realidad. El análisis de la economía por el lado de la oferta y su incansable búsqueda de la optimización contrastaban con los postulados keynesianos, fundamentados en un análisis de la economía agregada por el lado de la demanda. La actuación del gobierno a través de la creación de incentivos para la generación de demanda efectiva era contraria a cualquier tipo de política planteada en los cuerpos teóricos anteriores a Keynes, de ahí la importancia de dicho planteamiento.

La teoría keynesiana considera que cuando un individuo compra un bien de capital adquiere el derecho a una serie de rendimientos, o como keynes lo llamaba, adquiere el derecho a los *rendimientos probables* de la inversión. En

contraste con esta categoría se establece el llamado precio de oferta del bien de capital, que no representa más que el precio que bastaría para que un fabricante tuviera el incentivo para producir una unidad adicional del mismo bien, lo cual es más comúnmente llamado el *costo de reposición*.

Para Keynes, la relación existente entre el rendimiento probable de un bien y su precio de oferta, es decir, aquella relación que se establece entre el rendimiento probable de una unidad adicional de capital y el costo de producirla, representa la ***eficiencia marginal del capital***. Definía este concepto como una clase de “tasa de descuento que logra igualar el valor presente de una serie de anualidades dadas por los rendimientos esperados del bien de capital, en todo el tiempo que dure, a su precio de oferta”<sup>3</sup>. En términos gráficos el concepto de la eficiencia marginal del capital le permite a Keynes llegar a una generalización de manera que puede construir una curva que relaciona la tasa de inversión global con la correspondiente eficiencia marginal del capital que establece esa misma tasa. Esta curva es la llamada curva de demanda de inversión o inversamente, la curva de la eficiencia marginal del capital. Por lo tanto para Keynes era claro que la tasa de inversión corriente era desplazada hasta el punto en que ya no hay ninguna clase de bienes de capital cuya eficiencia marginal exceda a la tasa corriente de interés, en otras palabras, dicha tasa de inversión es desplazada hasta el punto en la curva de demanda de inversión en que la eficiencia marginal del capital se iguala a la tasa de interés del mercado. Es por ello que la existencia

---

<sup>3</sup> Keynes, M. Jhon, “**Teoría General de la ocupación, el interés y el dinero**”, Ed. Siglo XXI, México 2003, Pág. 125



de incentivos para invertir depende por un lado de la curva de demanda de inversión y por el otro de la tasa de interés.

Keynes atribuía una gran importancia a la dependencia que hay entre la eficiencia marginal de un volumen determinado de capital y los cambios en las expectativas, debido a que son éstas las que hacen que la eficiencia marginal del capital este sujeta a violentas fluctuaciones, las cuales son en gran medida, la explicación fundamental de los ciclos económicos. Según el planteamiento keynesiano existen algunos riesgos importantes que afectan el volumen de la inversión, el primero de ellos es el correspondiente al empresario, y surge precisamente por la incertidumbre de si en verdad el realizar la inversión le llevará a obtener los rendimientos probables que espera.

Un segundo caso es el que Keynes llamó el riesgo del prestamista, el cual puede deberse a un incumplimiento de las obligaciones de pago o a la posible insuficiencia del margen de seguridad, es decir, incumplimiento involuntario a causa de una equivocación de las expectativas.

El tercer riesgo es el que se establece con un cambio en el patrón monetario, que hace que el préstamo en dinero sea menos seguro. Es por ello que la curva de la eficiencia marginal del capital es de fundamental importancia porque las expectativas del futuro influyen sobre el presente principalmente a través de este factor.

El caso de las expectativas en el planteamiento keynesiano que sirve de base para la toma de decisiones, depende no solamente de los pronósticos que se puedan realizar, sino también de la confianza con la que se pueda realizar la previsión.

En este planteamiento el estado de la confianza es un asunto al que se le concede una gran atención, es en este sentido que se puede destacar la precariedad de las bases en las cuales ha de fincarse el cálculo de los rendimientos probables. El conocimiento de los factores que determinarán el cálculo de los rendimientos probables en el largo plazo es generalmente muy ligero y desdeñable. Para Keynes la toma de las decisiones se basa más en un tipo de convención, cuya esencia es suponer que la situación prevaleciente en los negocios se mantendrá por un periodo de tiempo indefinido, excepto cuando se tengan razones concretas para esperar un cambio drástico en la situación de la economía. Sin embargo el método convencional con el que se realizan los cálculos de los rendimientos esperados sólo es compatible con una considerable permanencia y estabilidad mientras se pueda confiar en la continuidad de la convención<sup>4</sup>.

En la teoría keynesiana el segundo elemento que forma la base de la teoría de la inversión es la explicación de la determinación de la tasa de interés, en cuyo caso Keynes considera dos elementos importantes; considera que las preferencias

---

<sup>4</sup> “En resumen, las expectativas de rentabilidad de los proyectos de inversión estriba en una base de conocimientos muy precaria y Keynes sintió que dicha expectativa podría cambiar con frecuencia. A veces drásticamente en respuesta a información y acontecimientos nuevos” en Froyen R. (1996). “Macroeconomía; teorías y políticas”, 4ª. Edición Mc. Graw Hill, España, pp. 92

psicológicas de un individuo con respecto a su ingreso se basan en dos decisiones fundamentales, la primera tiene que ver con lo que él llamaba la *propensión marginal a consumir*, la cual determina qué parte de su ingreso será destinado al consumo y cuánto se guarda en alguna forma como poder adquisitivo para el consumo futuro, y por otro lado el mantener una parte de su ingreso para consumo futuro enfrenta al individuo con otra decisión importante, es decir, en qué forma mantendrá ese poder adquisitivo, lo cual lleva a considerar lo que Keynes llama la *preferencia por la liquidez*.

Para Keynes el estudio de esa preferencia por la liquidez es la que le permite establecer un mecanismo de determinación de la tasa de interés, la cual para él, se trata de un fenómeno altamente psicológico o convencional dado que su valor real está determinado en gran medida por la opinión que prevalezca en el mercado acerca del valor que esta espera tener en realidad.

Atendiendo plenamente el planteamiento keynesiano, la tasa de inversión dentro de la economía esta determinada por las condiciones de oferta en las industrias de bienes de capital, el estado de confianza con respecto al rendimiento probable, la actitud psicológica respecto a la liquidez y la cantidad de dinero.

### 1.3 Modelo Neoclásico de la Inversión

El planteamiento teórico formulado por la escuela neoclásica y en particular por su principal exponente, Dale W. Jorgenson (1963) con respecto a la teoría de la inversión, vislumbra serias diferencias con respecto a cualquier planteamiento teórico.

En modelos como el de acelerador y el cash flow que se presentan más adelante, *“las restricciones impuestas son muy fuertes y generalmente es difícil que éstas permitan la aplicación de dichos modelos en el ámbito empírico”*<sup>5</sup>. Para el modelo de acelerador se tiene que la proporción capital/producción es fija, además de que se considera que las posibilidades de sustitución entre el capital, el trabajo y otros insumos tienden a cero. De manera similar en el modelo Cash Flow solo se considera que el flujo interno de efectivo afecta al nivel óptimo del stock de capital, con lo cual se dejan de lado otros factores que podrían afectar en la determinación de la inversión.

Para Jorgenson (1963) el principal problema que presentan la mayor parte de los modelos desarrollados para el estudio de la inversión es que no consideran el rol de la sustitución de insumos como un elemento central en la teoría económica de la producción y los costos. Según Jorgenson (1963), *“no hay mayor*

---

<sup>5</sup>Berndt R. Ernest, (1991), “The Practice of Econometrics; Classic and Contemporary”, Addison-Wesley, USA, pp. 259

*diferencia entre la teoría económica y la práctica econométrica que aquella que caracteriza a la literatura de la inversión en los negocios en cuanto al capital fijo”.*<sup>6</sup>

La principal característica del modelo neoclásico de la inversión es que se fundamenta en un proceso de **optimización** que relaciona el stock de capital deseado con la tasa de interés, la producción, los precios del capital y las políticas impositivas. Asume además que los precios y la tasa de interés se fijan al interior del propio modelo. Bajo ciertas condiciones de certidumbre sobre el futuro, la maximización de la utilidad a lo largo del tiempo permite la maximización del valor neto de las empresas el cual representa el principio rector en sus planes por llegar a una acumulación óptima del capital.

Una característica importante en el modelo es que tanto la producción y el empleo por un lado y el stock de capital por el otro son determinadas por un proceso de tipo iterativo.

*“En cada periodo, la producción y el empleo están fijadas a los niveles dados por la primer condición de productividad marginal y la función de producción con stock de capital se fija a su valor corriente; la demanda de capital se fija a los niveles dados por la segunda condición de productividad marginal dada la producción y el empleo. Con condiciones de mercado estacionarias, tal proceso converge fácilmente al máximo deseado de valor neto”*<sup>7</sup>

---

<sup>6</sup> Jorgenson Dale W. (1963). **“Capital Theory and Investment Behavior”**, American Economic Review, May. pp.247-259

<sup>7</sup> op. cit. p. 249

Los Neoclásicos definen a  $\pi$ , las ganancias en el tiempo t, como los ingresos menos los costos, en un caso simple, las empresas que solo utilizan dos factores productivos, i.e., capital y trabajo, pueden representar las ganancias mediante la ecuación (1.3):

$$\pi_t = P_t Y_t - w_t L_t - c_t K_t \quad (1.3)$$

Donde P = Precio de Producción

Y = Valor Agregado de la Producción

w = Tasa Salarial

L = Factor Trabajo

c = Costo del capital

k= Capital

Jorgenson (1963) establecía que las empresas toman sus decisiones de producción de manera muy particular ya que escogen la cantidad de insumos que utilizarán, de tal forma que se *maximice* el valor presente de las ganancias sujeto a las restricciones planteadas por una función de producción que generalmente es una función del tipo Cobb-Douglas.

$$Y_t = f(K, L) \quad (1.4)$$

En el modelo neoclásico existen algunos supuestos que tienen que ver con las características propias del capital. Dado que los bienes de capital son bienes duraderos y que pueden ser utilizados en varios procesos productivos, las empresas pueden llegar a un punto en el que no son capaces de deshacerse de los bienes de capital no deseados o que simplemente ya no son necesarios en su proceso productivo. Por lo tanto el problema de la maximización al interior de la formulación neoclásica se vuelve más complejo, puesto que se tienen que considerar factores como el periodo de vida o funcionamiento de los bienes de capital, el precio futuro de los insumos y la demanda esperada para la producción de la empresa, entre otros factores. Para superar dichos problemas los neoclásicos asumen la existencia de un mercado perfecto para los bienes de capital usados o de “segunda mano”, así como un mercado con las mismas características para los insumos y la producción. La existencia de un mercado de bienes de capital de “segunda mano” implica que las empresas no se preocupan por los precios de este tipo de bienes no deseados ya que pueden ser colocados en dicho mercado al valor presente de su tiempo de vida esperado en ese momento.

En ésta estructura teórica se asume que el ajuste entre el monto de capital actual ( $k$ ) y el monto de capital deseado ( $k^*$ ) es menos costoso. Mostrando que bajo ciertas condiciones el problema de la maximización del valor presente se reduce a una maximización de las ganancias en un solo periodo en el cual las firmas escogen los valores óptimos de capital  $K_t$ , trabajo  $L_t$  y producción  $Y_t$  y

generan su proceso de maximización considerando la función de producción y la ecuación de ganancias.

El nuevo problema reducido a un solo periodo permite extraer dos condiciones importantes en la determinación del nivel máximo de ganancia; mediante el método Lagrangiano se obtiene el producto marginal tanto del capital como del trabajo. Para el caso del factor capital, el producto marginal estará determinado de la siguiente forma:

$$P_t \bullet \frac{\partial Y_t}{\partial K_t} = c_t \rightarrow \frac{\partial Y_t}{\partial K_t} \equiv PMgK_t \equiv \frac{c_t}{P_t} \quad (1.5)$$

Y de manera similar para el caso del factor trabajo:

$$P_t \bullet \frac{\partial Y_t}{\partial L_t} = w_t \rightarrow \frac{\partial Y_t}{\partial L_t} \equiv PMgL_t \equiv \frac{w_t}{P_t} \quad (1.6)$$

Así la maximización de las ganancias para una empresa se presenta en un punto en donde por cada unidad incrementada de cada uno de los factores, el beneficio marginal por esa acción sea igual al costo marginal del capital y al salario real para el caso del factor trabajo.

En lo que respecta al costo del uso del capital la incapacidad para tener información disponible impide que las empresas tomen en sus cálculos un valor



real de ésta categoría. Por el contrario, cada firma debe inferir este valor y generalmente utilizar el costo del uso de su propio capital, ya que si el mercado de bienes de capital de “segunda mano” funciona como un mercado perfecto y las empresas son indiferentes entre comprar y rentar estos bienes, el precio que asumen debería ser el mismo precio al que la empresa se enfrentaría en caso de tener que rentar el factor capital.

Jorgenson (1963) asume que la distribución en el tiempo de la conclusión de nuevos proyectos es fija y representa a ésta proporción en el tiempo  $t$  como  $w_t$ . Por lo tanto si la inversión en nuevos proyectos es  $I_t^E$  y el nivel de los proyectos nuevos se representa como  $I_t^N$ , la representación que se obtiene sobre la inversión es un promedio ponderado de los comienzos pasados:

$$I_t^E = \sum_{\tau=0}^{\infty} w_{\tau} I_{t-\tau}^N = w(L)I_t^N \quad (1.7)$$

Donde  $w(L)$  representa el operador de rezago en la especificación (1.7). La teoría neoclásica asume además que en cada periodo los proyectos nuevos son iniciados hasta que el atraso de los proyectos no concluidos se iguala a la diferencia entre el capital deseado  $K_t^*$  y el capital actual  $K_t$ :

$$I_t^N = K_t^* - [K_t + (1 - w_0)I_{t-1}^N + \dots] \quad (1.8)$$

Lo cual implica llegar a la especificación siguiente:

$$I_t^E = w(L)[K_t^* - K_{t-1}^*] \quad (1.9)$$

De ésta forma la inversión total  $I_t$  dentro de la economía estará determinada por la suma de la inversión realizada con fines de expansión  $I_t^E$  y la inversión para reemplazo  $I_t^R$ , i.e., :

$$I_t = I_t^E + I_t^R \quad (1.10)$$

Considerando además que la inversión por reemplazo es proporcional al stock de capital de la empresa, ésta puede ser representada por la siguiente ecuación:

$$I_t^R = \delta K_t \quad (1.11)$$

y con la combinación de la ecuación (1.9) y (1.11) se llega a la siguiente representación:

$$I_t^E = w(L)[K_t^* - K_{t-1}^*] + \delta K_t \quad (1.12)$$

generando con ello una representación más general que representa el funcionamiento de la inversión para la economía en su conjunto.

## 1.4 Modelo Kaleckiano de la Inversión

En la tradición teórica por desarrollar modelos con respecto a la inversión, el Modelo de Kalecki es uno de los más atractivos por las consideraciones que realiza sobre los determinantes de ésta variable dentro de una economía. El análisis de la inversión por parte de Kalecki (1985) se sustenta en factores como la magnitud de la empresa y los activos con los que cuenta cada empresario para incorporarse en la actividad productiva. Las decisiones de invertir para Kalecki están supeditadas a la *acumulación de capital* de las empresas, sin perder de vista que una adecuada acumulación de capital está sustentada en el destino de las ganancias netas y la forma en como este elemento es utilizado.

Una de las principales limitantes en el planteamiento kaleckiano es que no establece claramente los factores que determinan la *tasa* de decisiones de inversión, es decir, la cantidad de decisiones de inversión por *unidad de tiempo*. Al igual que otras teorías de la inversión, Kalecki también contempla un cierto rezago entre el momento en que se realiza la inversión y el momento en que se percibe el efecto de tal acción.<sup>8</sup>

---

<sup>8</sup> "El rezago en las inversiones se debe en gran parte al periodo que dura la construcción, pero refleja también factores tales como las reacciones demoradas de los empresarios". en Kalecki Michal, (1985). "Teoría de la dinámica económica", FCE, México, pp. 97

La formulación de la función de inversión en el modelo Kaleckiano considera a  $D$  como la cantidad de decisiones de inversión en capital y  $F$  como la inversión en capital fijo por lo cual se tiene la siguiente identidad<sup>9</sup>:

$$F_{i+\tau} = D_t \quad (1.13)$$

Se toma como supuesto inicial que al principio de un periodo los empresarios realizan sus decisiones de inversión hasta un punto en el cual tales inversiones dejan de ser redituables, ésta circunstancia se podría presentar por lo que él llama el “riesgo creciente de las inversiones”, por la estrechez del mercado para colocar los productos que son producidos por la empresa o por las limitaciones propias de los mercados de capitales.

*“se tomarán nuevas decisiones de invertir solo si, en un periodo considerado, ocurren cambios en la situación económica que ensanchen los límites que aquellos factores han impuesto a los planes de inversión”<sup>10</sup>*

El modelo kaleckiano plantea dos elementos importantes que en condiciones óptimas permiten realizar la inversión y así determinan dichas decisiones. En primer lugar, se encuentra la acumulación bruta de capital por parte de las empresas mediante una parte de las ganancias corrientes, y en segundo lugar, las variaciones de las ganancias y del acervo de capital fijo con que

---

<sup>9</sup> La nomenclatura utilizada es la misma seguida por Kalecki en su formulación de los determinantes de la inversión, ver Kalecki Michal, op. cit. Cáp. 9

<sup>10</sup> ibidem. p. 97

cuentan las empresas, los cuales, de manera conjunta, determinan las variaciones en la tasa de ganancia. Por lo tanto, la inversión está determinada por la acumulación interna de capital, es decir, lo que Kalecki llama el ahorro interno de las empresas. Es así como el ahorro interno<sup>11</sup> amplía los límites de las posibilidades de producción que las condiciones de mercado establecen a las decisiones de inversión.

Llamando  $P$  a las ganancias brutas totales después de pagar los impuestos y de deflactar los precios de los bienes de inversión, *ceteris paribus*, las decisiones de invertir  $D$ , se pueden establecer como una función creciente de  $\frac{\Delta P}{\Delta t}$ , es decir, es función creciente de la tasa de variación de las ganancias totales.

De la misma forma como actúa un incremento de las ganancias de la empresa, que hacen más atractiva la realización de las inversiones, la acumulación de activos fijos tiende a limitar los planes de inversión. Por lo tanto si se denomina a  $K$  como el acervo de capital en términos reales, la tasa de decisiones de inversión depende inversamente de  $\frac{\Delta K}{\Delta t}$ , que representa la tasa de variación de los acervos de capital. Considerando los factores mencionados anteriormente, Kalecki formula una función lineal de la inversión que tiene la siguiente forma:

$$D = aS + b \frac{\Delta P}{\Delta t} - c \frac{\Delta K}{\Delta t} + d \quad (1.14)$$

---

<sup>11</sup> El concepto de ahorro neto planteado por Kalecki está definido como la suma de la depreciación que sufre el acervo de capital y por las ganancias o utilidades no distribuidas al final de un periodo productivo.

en donde  $d$  es considerada como una constante que puede cambiar en el largo plazo. Así, atendiendo a la igualdad (1.14) formulada por Kalecki, se plantea la siguiente ecuación:

$$F_{t-\tau} = aS + b \frac{\Delta P}{\Delta t} - c \frac{\Delta K}{\Delta t} + d \quad (1.15)$$

la cual mediante ciertas manipulaciones algebraicas se transforma en una función más general:

$$F_{t-\tau} = \frac{a}{1+c} S + b \frac{\Delta P}{\Delta t} - c \frac{\Delta K}{\Delta t} + d' \quad (1.16)$$

Las decisiones de invertir se determinan entonces por dos elementos esenciales; en primer lugar, por la cantidad de ahorro interno ( $S$ ) de las empresas, la cual está asociada con el nivel de la actividad económica de las empresas y en segundo lugar, por la tasa de variación de las ganancias  $\frac{\Delta P}{\Delta t}$  que está relacionada con la tasa de variación de tal nivel. Por esta razón el “principio de aceleración” para Kalecki es un razonamiento incompleto dado que éste solo considera el nivel de actividad como el determinante del incremento en las decisiones de inversión y no toma en cuenta la tasa de variación de ese nivel. No obstante ése principio parece aceptarlo en cuanto a su formulación de las decisiones de inversión en las existencias, ya que según Kalecki puede suponerse que *“la tasa de variación de las existencias está mas o menos proporcionada a la tasa de variación de la*

*producción o del volumen de ventas*<sup>12</sup>. Se puede entonces relacionar la inversión en existencia J con la tasa de variación de la producción de una empresa en particular. Por lo tanto, la expresión algebraica de la inversión en existencias se define de la siguiente forma:

$$J_{t-\theta} = e \frac{\Delta O_t}{\Delta t} \quad (1.17)$$

Las funciones tanto para la inversión en capital fijo como en existencias permiten llegar a la expresión de la inversión total generada por Kalecki:

$$I_{t+\theta} = \frac{a}{1+c} S_t + b \frac{\Delta P_t}{\Delta t} + e \frac{\Delta O_t}{\Delta t} + d' \quad (1.18)$$

En la cual el término S depende del nivel de la actividad económica en el momento t, mientras que  $\frac{\Delta P_t}{\Delta t}$  y  $\frac{\Delta O_t}{\Delta t}$  dependen de la tasa de variación que muestre ese nivel. Por lo tanto, la conclusión más importante a la que llega Kalecki es que la inversión total en una economía no depende solamente del *nivel de la actividad económica*, como lo postula el principio de la aceleración, sino que también depende de la *tasa de variación* de dicha actividad.

La tasa de interés que forma parte medular en otros planteamientos teóricos, juega un papel secundario en el modelo Kaleckiano ya que no se

---

<sup>12</sup> Ibidem. p. 106

considera directamente como un determinante importante de la inversión. Esto se debe a que según Kalecki la tasa de interés en el largo plazo no presenta fluctuaciones cíclicas como lo hacen los demás elementos que considera determinantes en la construcción de la función de inversión.

*“La omisión de la tasa de interés no invalida la teoría expuesta anteriormente, ya que el alza de los rendimientos de los valores que se trata, actúan en el mismo sentido que el descenso de las utilidades. Así pues este factor puede tenerse en cuenta de un modo aproximado en el análisis del ciclo económico empleando en la ecuación (1.14) un coeficiente  $b$  un poco mayor”.*<sup>13</sup>

Es común establecer en principio que una mayor tasa de ganancia implicaría un nivel más alto de inversión en acervos de capital, sin embargo Kalecki echa abajo ese principio al postular que la cantidad de decisiones de inversión se realiza *por unidad de tiempo*, por lo tanto,...

*“si se sostiene durante algún tiempo un nivel determinado de tasa de ganancia, la empresa haría todas las decisiones de invertir que corresponden a esa tasa de ganancia, de suerte que de allí en adelante, salvo que surgieran nuevos datos, no se tomarán mas decisiones”.*<sup>14</sup>

Sin embargo, la consideración de situaciones como la planteada anteriormente antepone supuestos bastante rígidos, por lo cual la función de inversión planteada por Kalecki debe contemplar algunas modificaciones y atender a métodos que probablemente exijan una mayor generalidad que la que plantea la ecuación (1.15).

---

<sup>13</sup> Ibidem. p. 100

<sup>14</sup> Ibidem. p. 104



## 1.5 Modelo de Expectativas Racionales

Una de las cuestiones mas importantes dentro de la literatura de las expectativas racionales ha sido la incorporación precisamente del principio de las expectativas que tienen los agentes económicos y de los eventos futuros que podrían afectar sus decisiones, considerando cómo estos dos conceptos pueden ser adaptados en las especificaciones teóricas y poder aportar una aproximación mas fehaciente del comportamiento de las variables económicas.

El punto central en la consideración de una empresa en cuanto a realizar o no una inversión es si esta inversión le traerá beneficios mayores a los costos en los que incurrirá por realizarla. Parece claro que la empresa realizará la inversión si el valor actual de la sucesión de beneficios esperados es mayor que los costos de adquisición de algún tipo de bien de inversión.

La empresa debe atender dos elementos importantes, en primer lugar debe estimar la duración de los bienes que adquiere, como por ejemplo de máquinas. Se considera que éstas pueden durar de manera casi indefinida, pero a medida que pasa el tiempo y que se encuentran en constante uso tienden a tener un deterioro importante, por lo cual son menos fiables y más caro el mantenimiento de las mismas. Una manera de recoger este desgaste es suponer que las máquinas se desgastan a una tasa anual  $\delta$ , por lo cual algebraicamente el

deterioro se representa de la siguiente forma  $(1 - \delta)$ , para este año,  $(1 - \delta)^2$  en el siguiente año y así sucesivamente para años posteriores.

En segundo lugar la empresa calcula el valor actual de los beneficios y suponiendo que una máquina se tarda en instalarse y estar en funcionamiento se considera que comienza a ser productiva en el año  $t+1$ . Así, considerando a  $\Pi$  como el beneficio en términos reales, la empresa generará su primer beneficio esperado en el año  $\Pi_{t+1}^e$  por lo cual el valor actual del beneficio esperado en el año  $t+1$  viene dado por la siguiente expresión:

$$\frac{1}{(1+r_t)(1+r_{t+1}^e)}(1+\delta)\Pi_{t+2}^e \quad (1.19)$$

Para los años siguientes el razonamiento es el mismo y uniendo todos los términos se puede obtener el valor actual de los beneficios que se espera obtener con la compra de la máquina en el año  $t$ .

$$V(\Pi_t^e) = \frac{1}{(1+r_t^e)}\Pi_{t+1}^e + \frac{1}{(1+r_t)(1+r_{t+1}^e)}(1+\delta)\Pi_{t+2}^e + \dots \quad (1.20)$$

La decisión de invertir por parte de la empresa depende entonces de la relación entre el valor actual de los beneficios esperados y el precio de la máquina. Suponiendo que en términos reales el precio de una máquina es igual a 1, la única preocupación de la empresa es observar si el precio de la máquina es mayor o menor a 1.

El análisis en el caso de la economía agregada sugiere una función como la siguiente:

$$V(\Pi_t^e) = \frac{\Pi_t}{r_t + \delta} \quad (1.21)$$

De tal forma que los bienes de capital también comprenderán máquinas, fábricas, edificios, etc. Así la inversión en la economía agregada depende positivamente del valor actual esperado de los beneficios futuros, por lo cual en tanto mayores son los beneficios actuales o esperados, más alto es el nivel de inversión.

## 1.6 Modelo Q de Tobin

El modelo  $q$  creado en 1969 por James Tobin se puede considerar como una generalización del modelo cash flow, en el cual la principal característica es que el stock de capital óptimo debe ser una función de las ganancias esperadas. El modelo  $q$  de Tobin provee una más rigurosa estructura analítica en la cual se establece un modelo de inversión que supone que dicha variable depende de la proporción del valor de mercado de los activos de una empresa a su valor de reemplazo, dicho valor es conocido como " $q$ ".

Dadas las expectativas de rentabilidad de los proyectos de inversión, los empresarios calculan el valor de los activos, el cual se convierte en el precio de demanda de los mismos y representa a su vez el valor de mercado de la firma. Por otro lado, el costo de producción de los nuevos bienes de capital es el precio de oferta y comúnmente es medido por el costo de reemplazo de los activos de las empresas. En una situación de equilibrio, tanto el precio de oferta como el de demanda deben ser iguales, ya que si la proporción del valor de mercado de la firma a su costo de reemplazo de activos fuera igual a uno, no existirían incentivos para llevar a cabo inversiones en nuevos proyectos productivos. Así, el valor " $q$ " resume toda la información acerca de las futuras decisiones de inversión de la empresa, por lo tanto lo que describe este valor " $q$ " es, e.g., cómo un peso adicional de capital afecta el valor presente de las ganancias de la empresa.

Por tanto la interpretación económica de la proporción “q” es muy clara, representa el valor de mercado de una unidad de capital.

Las consideraciones hechas anteriormente permiten ver que el planteamiento del más simple modelo q de Tobin implica que, en todo momento para un valor marginal de q más grande (pequeño) que la unidad, existen incentivos para invertir (desinvertir) en maquinaria y equipo.

La forma estándar de éste modelo describe el comportamiento de la inversión de una empresa dentro de un mercado competitivo, al mismo tiempo dicha empresa se enfrenta con la restricción de tener retornos a escala y costos de ajuste de su stock de capital. Una formulación comúnmente utilizada de este modelo en la literatura económica es la siguiente:

$$\frac{I_t}{K_t} = a + \frac{1}{b} Q_t + \varepsilon_t \quad (1.23)$$

Donde

$I_t$  = Inversión Agregada

$K_t$  = Stock de capital neto

$Q_t = (q_t - 1)$

$q_t$  = q marginal

$\varepsilon_t$  = shock al costo de ajuste marginal

a y b = parámetros estructurales de la función de costos de ajuste

La  $q$  marginal a la cual se ha referido anteriormente puede ser representada por la siguiente ecuación:

$$q = \frac{V_t}{p_t^I (1 - \delta) K_{t-1}} \quad (1.24)$$

Donde el numerador representa el valor presente esperado de las ganancias futuras de la empresa y el denominador representa el costo de ajuste del capital, por lo cual  $p_t^I$  representa el precio de los bienes de inversión y el valor  $\delta$  representa la tasa de depreciación a la que se enfrenta la empresa.

En la práctica existen algunos problemas al aplicar empíricamente el modelo. Al recordar que el denominador de la  $q$  marginal es el valor del reemplazo de los activos de las firmas, típicamente medido como la suma de los valores de reemplazamiento de su planta, equipo, capital, trabajo e inventarios, utilizar un denominador de ésta forma omite algunos otros elementos que podrían provocar que la estimación arrojará un valor  $q$  más grande que el valor original de la empresa<sup>15</sup>.

---

<sup>15</sup> Bernt R. Ernest, op. cit. p. 259

## 1.7 Modelo Cash Flow

Existen algunos planteamientos teóricos que postulan que la disponibilidad de fondos es un elemento central en la determinación de la inversión y tiene un impacto significativo en el comportamiento de dicha variable. Dichos planteamientos sostienen que el flujo de efectivo es central en la generación de los fondos y en general es más importante que la disponibilidad de deuda externa y cualquier otra forma con la que cuente la empresa para hacerse de recursos. Así el modelo cash flow sitúa al gasto de inversión como una proporción variable del flujo de efectivo interno.

El modelo sugiere que el nivel de stock de capital óptimo  $k^*$  debe depender no del nivel de producción como lo postulan otros planteamientos como el modelo de acelerador, sino que se determina por el nivel de ganancias o ganancias esperadas de las empresas.

Yehuda Grunfeld<sup>16</sup> planteó en 1960 un modelo cash flow asumiendo que el stock de capital óptimo es una función lineal de las ganancias esperadas, utilizando el valor de mercado de cada empresa como un indicador de las ganancias esperadas. El modelo es el siguiente:

$$k_i^* = \alpha + \beta V_i \quad (1.25)$$

---

<sup>16</sup> En Berndt R. Ernest, op. cit. p. 239

Donde

$\alpha$  = intercepto

$\beta$  = parámetros de  $V_t$

$V_t$  = Valor de mercado de la empresa

Dado que la inversión agregada es la suma de la inversión neta y de la inversión de reemplazamiento, se puede plantear la siguiente ecuación:

$$I_t = \lambda_t (k_t^* - k_{t-1}) + \delta k_{t-1} = \lambda_t k_t^* + (\delta - \lambda_t) k_{t-1} \quad (1.26)$$

y sustituyendo la ecuación (1.25) en la ecuación (1.26) se llega a la siguiente especificación:

$$I_t = \lambda \alpha + \lambda \beta V_t + (\delta - \lambda) k_{t-1} \quad (1.27)$$

La ecuación a la que llega Grunfeld plantea que la inversión es afectada de forma más importante por el valor de mercado de las empresas. Por ésta razón es muy común que en este modelo se utilice el flujo de efectivo como una medida de la disponibilidad de fondos. Así, el flujo de efectivo se define como las utilidades o ganancias después de impuestos mas la depreciación, menos los dividendos pagados a los accionistas de la empresa. Sin embargo el flujo de efectivo no es la única fuente de fondos con los que cuenta una empresa, después de agotado este recurso los inversores cuentan con el financiamiento a través de deuda.



## 1.8 El Modelo del Acelerador

El modelo del Acelerador fue uno de los primeros esfuerzos teóricos desarrollados con el objetivo de determinar la conducta de la inversión a nivel agregado. Dicho modelo fue desarrollado por J.M. Clark<sup>17</sup> (1917) y sirvió como la principal herramienta de análisis de los gastos en inversión y su intrínseca volatilidad.

Una característica en el modelo de acelerador es que este se fundamenta en la consideración de una proporción capital/producción fijo. Esto implica que dentro del modelo los precios, los salarios, los impuestos y la tasa de interés no tienen un impacto directo, lo cual no implica que no tengan una incidencia en la determinación de la inversión ya que podrían crear efectos indirectos sobre ésta.

Si se denota a  $Y$  como la producción real durante el periodo  $t$  y a  $\mu$  como la proporción capital/producción que ya se ha establecido como fija, se puede llegar a la siguiente formulación simplificada del modelo del acelerador:

$$k_t^* = \mu * Y_t \quad (1.28)$$

Un punto importante en el modelo del acelerador es que el stock de capital siempre se ajusta a un nivel óptimo para cada periodo de tiempo  $t$ , lo que implica

---

<sup>17</sup> Clark J. Maurice (1917). "Business Acceleration and the Law of Demand; A Technical Factor in Economic Cycles". Journal of Political Economy, March, pp. 217-235.

que en todo momento  $k_t^* = k_t$ . En tales condiciones la inversión neta dentro de una economía podría ser representada mediante la siguiente ecuación:

$$I_{nt} = k_t - k_{t-1} = \mu(Y_t - Y_{t-1}) \quad (1.29)$$

La simplicidad del modelo del acelerador acarrea algunas deficiencias en la estimación de la inversión principalmente en el terreno empírico ya que mantiene supuestos muy restrictivos siendo el principal de ellos es el ajuste inmediato que se debe presentar entre el stock de capital deseado y el existente. De acuerdo con Bernt<sup>18</sup> ésta dificultad se presenta en las estimaciones mínimo cuadráticas ya que en la ecuación de inversión neta el valor de  $\mu$  es mucho menor que el valor observado promedio de la proporción capital/producción.

### 1.8.1 Modelo de Acelerador Flexible

Las notables carencias del modelo del acelerador en el terreno empírico provocó el desarrollo de versiones más generalizadas del mismo. Una de esas versiones llamada modelo de *acelerador flexible* fue desarrollada por Leender M. Koyck<sup>19</sup> en 1954. En ésta nueva especificación el ajuste del stock de capital a su nivel óptimo no se realiza de forma inmediata, por el contrario se asume que este

---

<sup>18</sup> Bernt R. Ernest, op. cit. p. 243

<sup>19</sup> Koyck, Leendert M. (1954). "Distributed Lags and Investment Analysis", Amsterdam North-Holland, en Bernt R. Ernest, op. cit. p. 234

ajuste es una proporción constante  $\lambda$  de la diferencia entre el stock deseado y el existente, i.e., entre  $k^*$  y  $k$ . La formulación de la proposición anterior es:

$$I_{nt} = \lambda(k^* - k_{t-1}) \quad (1.30)$$

Donde

$\lambda_t = \lambda$  para toda  $t$ , y sustituyendo la ecuación (1.28) en (1.29) se tiene la siguiente ecuación:

$$I_{nt} = k_t - k_{t-1} = \lambda\mu Y_t - \lambda k_{t-1} \quad (1.31)$$

Alternativamente se tiene:

$$k_t = \mu\lambda Y_t + (1 - \lambda)k_{t-1} \quad (1.32)$$

Un aspecto interesante con respecto a la formulación (1.32) es que ésta se puede generalizar para cualquier periodo de tiempo y entonces de forma recursiva sustituir cada resultado de nueva cuanta en dicha ecuación. El procedimiento referido anteriormente no produce otra cosa más que una formulación de rezagos distribuidos con la siguiente forma:

$$k_t = \mu[\lambda Y_t + \lambda(1-\lambda)Y_{t-1} + \lambda(1-\lambda)^2 Y_{t-2} + \dots] \quad (1.33)$$

o alternativamente:

$$k_t - k_{t-1} = \mu[\lambda(Y_t - Y_{t-1}) + \lambda(1-\lambda)(Y_{t-1} - Y_{t-2}) + \lambda(1-\lambda)^2(Y_{t-2} - Y_{t-3}) + \dots] \quad (1.34)$$

Ahora en la formulación (1.34) los niveles de inversión dependen de los cambios en la producción tanto corriente como la rezagada, por lo tanto un cambio en la producción en el periodo  $t$  afecta a la inversión no solo en ese periodo sino que tendrá repercusiones en un número infinito de periodos futuros.

El modelo de acelerador como una función de inversión agregada presenta algunos cambios. La ecuación (1.31), que representa la inversión en términos netos, sirve de base para obtener una función de inversión agregada tan solo introduciendo el llamado término de reemplazo del capital  $\delta K_{t-1}$  en ambos lados de la ecuación obteniendo así la siguiente formulación:

$$I_t = k_t - (1-\delta)k_{t-1} = \lambda\mu Y_t + (\delta - \lambda)k_{t-1} \quad (1.35)$$

Así, la ecuación (1.35) muestra una característica muy atractiva por la simplicidad en cuanto a su estimación dado que la inversión solo depende de la producción actual y del stock de capital rezagado.

## 1.9 Modelo de Vectores Autorregresivos

El amplio abanico de modelos teóricos referentes a la inversión incorpora supuestos que están fundamentados en la teoría económica y que le dan coherencia lógica y sentido económico a las ecuaciones de inversión, sin embargo, este tipo de formulaciones no son únicas en la construcción de funciones que determinen el comportamiento de ésta variable, tanto a nivel de la firma como en el ámbito macroeconómico

Una característica importante de los modelos de Vectores Autorregresivos es precisamente la ausencia de una base teórica en la determinación del comportamiento de la inversión. Es por ésta razón que los modelos de vectores Autorregresivos no incorporan categorías como la producción, el flujo de efectivo de las empresas, el valor de mercado de los activos de una firma, los precios etc., como elementos que determinen la demanda de inversión.

En su forma más simplificada, un modelo de vectores autorregresivo determina la inversión simplemente por gastos previos de ella misma. *“Tal modelo con  $m$  rezagos en la inversión podría ser interpretado como el resultado de una especificación en la cual  $I_t = a + u_t$ , donde  $u_t$  sigue un proceso autorregresivo de grado  $m$ ”<sup>20</sup>.*

---

<sup>20</sup> Bernt R. Ernest, op. cit. p. 263

La ausencia de la teoría económica en la lógica de los vectores Autorregresivos como modelos de inversión representa un ejemplo claro de los “modelos sin teoría” que son bien conocidos en el terreno de la econometría, “*sin embargo, no obstante la elegancia superficial de algunos de los modelos de inversión sustentados en la teoría, su implementación empírica requiere hacer un gran número de supuestos estadísticos arbitrarios*”<sup>21</sup>.

Los defensores de los modelos sin teoría y especialmente los que se fundamentan en los vectores Autorregresivos consideran que la ecuación de inversión puede plantearse con la siguiente forma:

$$I_t = a + \sum bI_{t-j} + u_t \quad (1.36)$$

Donde se supone que la variable exógena es de varianza estacionaria. Una consideración adicional en los modelos generados con base en la teoría económica es el problema de la dirección en que se presenta la causalidad de las variables.

*“Por ejemplo, en el modelo de acelerador y en el modelo neoclásico, la producción afecta a la inversión, pero la causalidad puede correr en otra dirección de la inversión a la producción. De forma similar, la tasa de interés y el valor de mercado pueden ser influenciadas por a inversión y tal vez sea endógena mas que exógena”*<sup>22</sup>

---

<sup>21</sup> Ibidem.

<sup>22</sup> Ibidem. pp. 264

## 2 Análisis de Modelos Aplicados a la Economía Mexicana

El estudio de conceptos tales como la inversión ha sido tema de un sin número de debates teóricos para establecer sus determinantes y su influencia en la actividad económica. A diferencia de otras variables como el consumo, las importaciones, las exportaciones etc., la inversión no es definida claramente por la teoría económica y por lo tanto se postula como una atractiva posibilidad en el campo de estudio, no solo de la economía como un todo, sino además como un espacio de análisis para la economía regional.

Como se ha visto, la literatura económica ha desarrollado a lo largo de la historia diferentes métodos para realizar predicciones sobre las principales variables de la actividad económica. Para el análisis de la economía en general, sin excluir el caso de la economía a nivel regional la metodología de análisis puede ser dividida en dos grupos, por un lado el grupo con los modelos basados en la teoría económica y por el otro aquellos modelos basados en series temporales<sup>23</sup>. La utilización de modelos de alguno de estos grupos está relacionado, claro está, con las necesidades del investigador y con las propias características del objeto de estudio, además de la propia decisión del investigador en cuanto a qué método aplicar para desarrollar su análisis.

---

<sup>23</sup> La clasificación de las técnicas de modelación ha sido abordada por diferentes autores entre los que se puede destacar un esquema de clasificación de metodologías de análisis realizado por Aznar, en Aznar (1997) "Se puede predecir en economía". Cuadernos económico Escuela y Despensa, Universidad de Zaragoza, España.

Los modelos basados en la teoría económica toman como elemento central la existencia de relaciones lógicas entre variables según dicha teoría, con lo cual se procede a realizar los pronósticos sobre las variables. Los métodos sustentados de ésta forma pueden ser una buena base para desarrollar un marco de análisis de variables a nivel económico, sobre todo en el caso de la economía regional, sin embargo, una desventaja trascendental en dichos modelos es que las relaciones lógicas bajo las cuales se estructuran pueden ser muy restrictivas para el tipo de modelado que se requiere, por lo tanto este carácter restrictivo puede provocar que el modelo basado en la teoría económica refleje solo una parte de las relaciones económicas de interés dejando de lado algunas que son básicas para el análisis del comportamiento principalmente a nivel regional<sup>24</sup>.

Un tipo importante de modelación es el que se basa en los modelos de corte macroeconómico, dichos modelos tienen su base en la especificación realizada por la teoría económica, iniciando por establecer relaciones básicas y posteriormente estableciendo postulados más complejos como el keynesiano, monetarista, neoclásico, etc.

El estudio de la economía regional basado en el tipo de modelos macroeconómicos conlleva a una limitante básica para su desarrollo, ésta tiene que ver con la disponibilidad de datos para realizar los modelos. Una posibilidad para superar ésta desventaja es trabajar con modelos alternativos que nos

---

<sup>24</sup> Reyes Mónica (2000) . **“El problema de la predicción en las economías regionales. Una aplicación para el caso de Cataluña”** Departamento de Econometría, Estadística y Economía Española, Universidad de Barcelona, Barcelona, España.



permitan establecer aproximaciones a la teoría económica<sup>25</sup>. Estos modelos alternativos están representados principalmente por los Modelos de Indicadores. Estos modelos no consideran para su estimación a la teoría económica aunque las variables que utilizan están fuertemente influenciadas con su evolución.

Cada uno de los modelos descritos están fuertemente ligados al desarrollo de marcos teóricos de análisis que como ya se mencionó establecen algunas restricciones fuertes para el análisis económico regional.

El modelado basado en las series temporales es otra metodología de predicción econométrica ampliamente desarrollada. Cabe resaltar dentro de estos modelos los llamados ARIMA, VAR, VAR Bayesianos y los Modelos ARCH solo por mencionar algunos.

La limitante en cuanto a las restricciones de la teoría económica representa el principal problema en los modelos del primer grupo, al mismo tiempo se presenta un problema crucial al momento de realizar pronósticos principalmente de tipo *ex-ante* ya que en general no se dispondrá de valores de las variables exógenas al momento del pronóstico, es por ello que en tales circunstancias se hace necesario también predecir dichos valores.

---

<sup>25</sup> Ibidem, pp. 4

*“El requerimiento de la predicción de las variables exógenas implica una pérdida en la eficacia de las predicciones de las endógenas, ya que los errores cometidos al predecir las exógenas se trasladan a éstas”.*<sup>26</sup>

Las ventajas y desventajas de las diferentes metodologías dejan al econometrista con la tarea de elegir el modelo que más se adecue a las necesidades propias de la investigación y a las limitantes que se puedan presentar. Para el caso de Tamaulipas una limitante importante es la falta de una base de datos adecuada para la estimación de una función de inversión acorde a las características del aparato productivo del Estado.

La tarea en ésta investigación es establecer una función con la que se describa el comportamiento de la inversión en el Estado de Tamaulipas, es por ello que la aplicación de otro tipo de metodologías, que en efecto son más innovadores y que probablemente arrojen resultados más interesantes, requieren de generar las condiciones necesarias para su estimación, tal como lo es la disponibilidad de una adecuada contabilidad de las principales variables. Estas consideraciones restringen las herramientas en este trabajo y obligan a realizar una modelación supeditada a la información disponible.

Sustentado en esa gama de posibilidades el análisis de la inversión es un punto de partida muy interesante y de una importancia notable en la determinación de la actividad económica, así, atendiendo al enfoque keynesiano, el análisis de

---

<sup>26</sup> íd.

la inversión nos permite vislumbrar uno de los elementos con más variabilidad al interior de una economía.

*“la inversión tiene dos efectos de primera importancia sobre el comportamiento presente y futuro de cualquier economía: primero, es un componente relevante de la demanda, con sus consecuentes efectos de arrastre sobre el nivel de actividad; segundo, determina la formación del acervo de capital con que contará el país y con eso, las posibilidades de crecimiento futuras y sus características”<sup>27</sup>.*

Los modelos de inversión que se han desarrollado para México son muy escasos, además de que muchos de ellos han sido reestructurados para tomar en cuenta condiciones especiales de países en desarrollo como es nuestro caso. El inconveniente principal de estos modelos es que son construidos con supuestos que solo se cumplen en economías desarrolladas, ejemplo de ello es el supuesto de que en la economía se trabaja con una condición de pleno empleo. La imposibilidad de contar con antecedentes teóricos en la construcción de modelos de inversión se acentúa de forma importante al considerar un estudio del corte del presente trabajo en donde la principal dimensión de estudio se reduce a la dimensión regional de la economía.

Para el caso mexicano, los pocos modelos de inversión que se han construido han tenido que introducir los factores institucionales y aspectos económicos especiales como los mencionados con anterioridad. Sin embargo, la

---

<sup>27</sup> Calderón Francisco. (1987). ***“La inversión Privada en México 1970-1987”***, CIDE Economía Mexicana Vol. 1 Núm. 2 México.

aplicación de modelos que se construyen con supuestos que parecen totalmente ajenos a la realidad mexicana no representa el único inconveniente para el desarrollo de trabajos empíricos. La deficiencia en el sistema de contabilidad nacional genera el segundo problema importante en la construcción de modelos econométricos, por un lado imposibilitando la creación de bases de datos adecuadas y en segundo lugar obligando al investigador a crear nuevas categorías contables que sirvan como variables Proxy en la estimación de los modelos econométricos.

Hay que considerar que la mayor parte de los modelos construidos para el caso mexicano siguen tradicionalmente la misma línea; son modelos macroeconómicos que no atienden la dimensión regional en su análisis. El único modelo en este capítulo que está construido bajo la lógica de la economía regional es el modelo MORETA, ya que el resto son modelos construidos considerando la economía mexicana a nivel macroeconómico, por lo cual la única utilidad de estos modelos es el análisis de la función de inversión que sirve para contrastar las diferencias y los resultados que se obtienen con cada una de ellas al aplicarla a la economía mexicana.

## 2.1 Modelo Tun Wai - Chorng Huey

Uno de los modelos mas importantes contruidos para la inversión fue desarrollado por Tun Wai y Chorng- Huey<sup>28</sup> El modelo planteado por dichos autores se construye de la siguiente forma:

$$FG = \alpha + \beta IG + u \quad (2.1)$$

$$FP = F - FG \quad (2.2)$$

$$IP = \tau + \sigma IG + \sigma FP + Uk + v \quad (2.3)$$

Donde:

FG = el cambio neto en las demandas del sistema bancario del gobierno más el flujo neto del capital externo al gobierno.

FP = a FG, para el sector privado.

K = el acervo de capital

IG = Inversión Pública

u, v = son términos de error.

La estimación realizada de este modelo para el caso de México arrojó los siguientes resultados:

$$IP = - 31.8 - .25 IG + .0148 F + .1028 K \quad (2.4)$$

---

<sup>28</sup> Calderón Francisco (1987), op. cit. pp. 142

Con base en este modelo las principales conclusiones de los autores con respecto al caso mexicano es que ocurrió un efecto desplazamiento de la inversión pública hacia la privada dado que el resultado del parámetro IG fue de .25 y presenta un signo negativo.

## **2.2 Modelo de Acelerador flexible**

El modelo econométrico para la inversión privada construido por Francisco Calderón<sup>29</sup> representa uno de los pocos esfuerzos empíricos por estudiar la inversión de forma individual, aislando su estudio de la creación de un modelo macroeconómico, observando así sus determinantes individuales.

El modelo que construye está sustentado en los trabajos de Blejer y Khan (1984) y de V. Sundararaja y Sublash Thakur (1980)<sup>30</sup>. La especificación teórica de la inversión se fundamenta bajo el principio del acelerador flexible, principio que es muy utilizado en los trabajos empíricos. En el modelo se reconoce los problemas inherentes a la modelación bajo estructuras analíticas que fueron creadas para explicar la realidad de otra economía, como lo son los elementos institucionales de la economía mexicana que determinan en gran medida el comportamiento de la inversión privada; las circunstancias temporales bajo las cuales fue construido el modelo obligan a considerar la importante mano del

---

<sup>29</sup> Calderón Francisco (1987), op. cit.

<sup>30</sup> En Calderón Francisco (1987), op. cit.

Estado en la conducción de la economía y por supuesto en la determinación de la inversión. La falta de un mercado de capital competitivo implica dentro del modelo el reconocimiento de que la tasa de interés pierde importancia en la determinación de la inversión privada, pero mantenía su preponderancia en la disponibilidad del crédito del sector privado. Las condiciones bajo las cuales se ha desarrollado la economía en la última década exigen que estos patrones de comportamiento sean cambiados y que se incorporen otro tipo de supuestos más acordes con la realidad de la economía mexicana en el contexto actual.

La ecuación a estimar se obtiene de la forma reducida, en la cual se suponen cuatro hipótesis y una identidad. De acuerdo al principio del acelerador flexible, en el largo plazo el acervo de capital del sector privado deseado es una proporción constante del producto esperado.

$$KP^* = \alpha Y^e \quad (2.5)$$

Por lo tanto, se supone que solo una proporción  $\beta_t$  de la inversión deseada  $(KP^* - KP^*_{-1})$  se realiza, debido a los costos de ajuste, el tiempo de maduración de las inversiones o factores institucionales que retrasan la realización de las inversiones.

$$KP^* - KP^*_{-1} = \beta_t (KP^* - KP^*_{-1}) \quad (2.6)$$

La proporción de ajuste entre la inversión planeada y la realizada no es constante, depende de factores institucionales de la economía mexicana. En este caso es claro que  $\beta_t$  debe adoptar valores menores que uno y mayores que cero para asegurar que este parámetro no observe un comportamiento explosivo, de ésta forma tenemos:

$$\beta_t = b_0 + b_1 * \left( \frac{CSP_t}{[(KP^* - KP^*_{-1})]} \right) + B_2 * \left( \frac{IG_t}{[(KP^* - KP^*_{-1})]} \right) \quad (2.7)$$

Una característica muy importante en este modelo es que la variable ingreso no puede verse de forma directa, por lo tanto se plantea una ecuación que incorpora expectativas de tipo adaptativo para permitir dicha estimación.

$$Y^e - Y^e_{-1} = \tau(Y^e - Y^e_{-1}) \quad (2.8)$$

La identidad (2.8) está relacionada con la falta de información sobre la inversión neta a la cual se enfrentaba Calderón, en consecuencia el modelo tuvo que ser estimado con datos sobre la inversión bruta, para lo cual formuló la siguiente identidad:

$$IP = KP - KP_{-1} + \varepsilon KP_{-1} \quad (2.9)$$



Por medio de las ecuaciones (2.8) y (2.9) se llega a la siguiente ecuación reducida que es la que se estima para la función de inversión:

$$\begin{aligned}
 (1 - [1 - \tau]L)IP &= a * b_0 * \tau * (1 - [1 - \varepsilon])Y + \\
 b_1(1 - [1 - \tau]L) * (1 - [1 - \varepsilon])CSP & \\
 + b_2 * (1 - [1 - \tau]L) * (1 - [1 - \varepsilon])IG & \\
 + (1 - b_0) * (1 - [1 - \tau]L)IP_{-1} &
 \end{aligned}
 \tag{2.10}$$

La ecuación (2.10) tiene la característica de no linealidad en los parámetros, con siete de ellos por estimar:  $\varepsilon$ , que es la tasa de depreciación,  $0 < \varepsilon < 1$ ;  $\tau$ , es el coeficiente de ajuste en el mecanismo de expectativas adaptables,  $0 < \tau < 1$ ;  $\beta$ , es el coeficiente de ajuste de la inversión privada deseada y realizada,  $0 < \beta < 1$ ;  $a$ , que representa la relación que existe entre el acervo de capital del sector privado deseado en el periodo  $t$  y el ingreso esperado en el mismo periodo,  $a > 0$ ;  $b_0$ , es el término constante en el comportamiento de  $\beta$ , y el modelo espera que  $0 < b_0 < 1$ ;  $b_1$ , coeficiente de la disponibilidad de crédito al sector privado sobre  $\beta$  se espera que  $b_1 > 0$ ;  $b_2$ , coeficiente de la inversión sobre  $\beta$ . El signo indicará la relación entre la inversión pública y la privada dando un aporte empírico sobre el desplazamiento ( $b_2 < 0$ ) o la complementariedad ( $b_2 > 0$ ).

Las conclusiones más importantes a las que llega dicho modelo son por un lado, el reconocimiento de una caída de la inversión privada a lo largo del periodo de estudio (1976-1987). La consecuencia inmediata no fue el decrecimiento de la capacidad productiva sino que solo se mantuvo la capacidad existente hasta

1982, sin embargo los resultados destacan la fuerte destrucción de acervo de capital que registro la rama de la construcción. En lo que respecta a las ramas manufactureras y de comercio, Calderón reporta que se logró mantener la misma dotación de recursos, por lo cual el modelo da cuenta de que la planta productiva del país para 1987 es la misma con la que contaba nuestra economía en 1982. Además de ello el modelo permite ver que la reducción en actividad fue la causa primordial para que la inversión privada tuviera una disminución del 4.4% anual.

En lo que respecta al crédito, su comportamiento se mantuvo irregular, al mismo tiempo que impactó de forma secundaria a la inversión privada. Un efecto adicional dentro del análisis se encuentra en la fuerte reducción que tuvo la inversión pública del 11% anual y que impidió el crecimiento de la infraestructura en la economía, desalentando al mismo tiempo la inversión que realiza el sector privado. Como claramente se refleja en el modelo, la inversión fue manejada como una variable de política económica, impactando a toda la economía, principalmente en el desarrollo de la actividad al interior del país.

## 2.3 Modelos Macroeconómicos

Los modelos Macroeconómicos para la economía han sido muy diversos, sin embargo la mayoría de ellos plantean en cuanto a la inversión, una función que se determina principalmente por el nivel de la actividad económica en el país, es decir un claro enfoque keynesiano.

Aceituno y Mattar<sup>31</sup> formularon una buena síntesis de los principales modelos macroeconómicos construidos para la economía mexicana y establecen las principales características de cada uno de ellos en cuanto a la especificación y la estimación de los mismos. Los modelos seleccionados en su síntesis son los siguientes: WARTON (Ruffat, 1978), HACIENDA (SHCP, 1979), PROGRAMA (SPP, 1980), MIN (SEPAFIN, 1982), EXPECTAT (TELMEX, 1982), GALILEO (Economía Aplicada 1984) y MODEM (CIDE, 1984)

Según el análisis realizado por estos autores, las especificaciones de la función de inversión privada en todos los modelos muestran una característica muy particular. En cada uno de ellos se presenta el ***principio del acelerador*** el cual establece la existencia de un efecto por parte de los cambios en la economía y el desarrollo de la actividad productiva sobre las decisiones de inversión. Así, las

---

<sup>31</sup> Aceituno, S. y J. Máttar (1984), "***Modelos macroeconómicos en México: un análisis comparativo***", Economía Mexicana, Serie Temática 2, CIDE, México.

diferencias más importantes en los modelos se presentan en la incidencia de las demás variables consideradas en su estimación.

La especificación de los modelos es la siguiente:

❖ MODEM

$$\ln IP = -4.7 + 1.2 \ln(0.5GN + 0.5GN_{-1}) + \ln(0.5U + 0.5U_{-1}) + 0.13 \ln IG - 0.25LN(1+i) \quad (2.11)$$

$$\ln CR = -2.7 - 1.01\lambda + \ln YP_{-1} \quad (2.12)$$

❖ EXPECTAT

$$IP = \beta_0 + \beta_1 \Delta Y + \beta_2 i^e \quad (2.13)$$

❖ GALILEO

$$IP = f(YP_{-1}, POB, ABAF, CRED, i) \quad (2.14)$$

$$CR = f(Y_{-1}, U, GN, CRED, i) \quad (2.15)$$

❖ HACIENDA

$$IP = 3164 + 0.14(Y - \hat{Y}) + 403 \frac{WIND}{PI} + 0.13 \Delta IG_{-1} \quad (2.16)$$

❖ MIM

$$IP_i = \beta_0 + \beta_1 \beta_2 \Delta Y_i + \beta_3 \Delta Y_{i-1} + \dots + \beta_7 \Delta Y_{i-5} \quad (2.17)$$

❖ PROGRAMA

$$IP = 2378 + 0.23 \Delta Y_{-1} + 0.21 \Delta Y_{-2} + 0.67 IG_{-1} + 0.20 CRED \quad (2.18)$$

❖ WARTON

$$IP = -1.03 + 0.27Y - 0.25Y_{-1} + 0.75IP_{-1} \quad (2.19)$$

A excepción de los modelos MODEM (Ecuaciones 2.11 y 2.12), GALILEO (ecuaciones 2.14 y 2.15) y MIM (ecuación 2.17), los restantes modelos plantean una función de inversión agregada (gasto en formación de capital fijo). Las excepciones radican en el hecho de que tanto el modelo MODEM como el modelo GALILEO hacen una clasificación de la inversión privada en aquella que se destina a la construcción residencial y en segundo término aquella orientada a la formación de activos fijos. Por su parte en Modelo MIM hace la estimación de la función de forma sectorial, considerando 45 ramas de la economía mexicana.

Tan solo en el modelo MODEM y GALILEO las especificaciones toman en cuenta el efecto del ingreso disponible de las empresas privadas, además del grado de utilización de la capacidad productiva. La disponibilidad de recursos se plantea en los modelos como una limitante para las decisiones de inversión, mientras que la restricción que se impone en lo que respecta al crédito está representada por medio de su precio, a través de la tasa de interés. Los modelos que incorporan el grado de utilización de la capacidad productiva en sus especificaciones consideran de forma indirecta la existencia de un patrón cíclico en el comportamiento de la inversión privada dentro de la actividad económica.

La inversión pública también es considerada por los modelos, HACIENDA (ecuación 2.16), PROGRAMA (ecuación 2.18) y MODEM, en los cuales ésta variable se presenta rezagada un periodo, con el propósito de observar el efecto ya sea de complementariedad o de sustitución por parte de ésta con la inversión privada.

Por su parte el efecto de la tasa de interés como elemento central en la determinación de los niveles de inversión, solo está considerada en MODEM, EXPECTAT (ecuación 2.13) y GALILEO. Una explicación que plantean Aceituno y Mattar<sup>32</sup> con respecto a este curioso hecho es que tal vez la no consideración de la tasa de interés como variable explicativa en los demás modelos se deba a que en el periodo de estudio de estos, la tasa de interés real era menor a la observada en años posteriores y por lo tanto no representaba restricciones importantes para las decisiones de inversión, a la par de que buena parte de las inversiones provenían de los propios recursos de las empresas.

El papel de la inversión rezagada ante la determinación de la inversión presente solo es tomada en consideración por los modelos MODEM y WARTON, demostrándose en ambos casos la estrecha y dinámica relación entre ellas.

---

<sup>32</sup> Aceituno , S. y J. Máttar (1984), op. cit.

### 2.3.1 Modelo Amieva-Huerta

Es un modelo Macroeconómico que consta de 23 ecuaciones simultáneas estimadas a través del método de Mínimos Cuadrados Ordinarios en dos etapas combinado con el método iterativo de Máxima Verosimilitud. El modelo es de largo plazo (anual) y se estima para el modelo 1950-1980. El modelo plantea la función de inversión de la siguiente forma:

$$I = B_1 \frac{Cr_t}{P} B_2 GE_{t-2} B_3 \quad (2.20)$$

Donde

$$\frac{Cr_t}{P} = \text{Disponibilidad de Crédito}$$

GE = Efecto riqueza de la economía

La ecuación (2.20) se fundamenta en el hecho de que ante un aumento en la disponibilidad de crédito por parte de los bancos comerciales, los fondos pueden ser utilizados por las empresas para incrementar el número de inversiones. Además incorpora el gasto público como variable explicativa, estableciendo que el efecto de un aumento en este año tendrá un efecto sobre la inversión pasados dos años. Los resultados para el periodo 1960-1980 es la siguiente:

$$\ln I = 1.75 + .279 \ln \frac{Cr}{P} + .54 \ln GE_{t-2} + .274 u_{t-1} \quad (2.21)$$

El modelo concluye que el efecto riqueza de la política es muy importante aún cuando el efecto se observa después de dos periodos para que este tenga una mayor repercusión. Dado que la estimación fue realizada en logaritmos, la obtención de las elasticidades se realiza de forma directa, para el caso del efecto riqueza antes mencionado la elasticidad es de .54% e implica una complementariedad entre la inversión por parte del gobierno y la inversión privada. Por otro lado la disponibilidad del crédito también muestra una elasticidad significativa de .27% dejando ver la importancia de ésta variable en la economía mexicana.

### 2.3.2 Modelo EUDOXIO

El Modelo Eudoxio<sup>33</sup> es un modelo construido por Eduardo Loria, Miguel Ángel Mendoza y César Castro de la Facultad de Economía de la UNAM en 1996. Es un modelo econométrico completo debido a que modela la mayoría de los sectores económicos; el sector real, comercio exterior, finanzas públicas, sector financiero y los precios. Es un modelo de corte keynesiano ya que la demanda efectiva determina a la oferta.

---

<sup>33</sup> Castro, C., E. Loria y M. A. Mendoza (2000). "Eudoxio, modelo macroeconómico de la economía mexicana", UNAM, FE, México.



En el modelo la inversión forma parte de la demanda agregada y la especificación que se utiliza para su estimación es la siguiente:

$$IFP = F(GDP, PRC, FPRIVR) \quad (2.22)$$

Donde

IFP = Formación Bruta de Capital Fijo

GDP = Producto Interno Bruto

PRC = Tipo de Cambio Real

FPRIVR = Financiamiento al Sector Privado

La estimación de la ecuación de inversión se lleva a cabo a través del método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) y los resultados a los que llega el Modelo son los siguientes:

$$LIFP_t = 3.99 + 0.0002 GDP_t - 0.32 PRC_t + 0.0002 [FPRIVR_t - FPRIVR_{t-1}] + 0.29 LIFP_{t-1}$$

(2.23)

La ecuación (2.23), está fundamentada en principios keynesianos clásicos, ya que considera que el producto interno bruto es el principal factor en la determinación de la inversión además de que permite establecer algunas expectativas sobre la demanda.

Los resultados a los que llega el Eudoxio tienen los signos esperados por los autores, positivos para el caso del producto interno bruto y el financiamiento al sector privado y negativo para el tipo de cambio real. La estimación se realiza en logaritmos para observar las elasticidades de cada uno de los regresores. La elasticidad que muestra el producto interno bruto es de 1.706, la del financiamiento al sector privado de 0.186 y la del tipo de cambio real es de -0.46, lo cual deja ver la importancia que tiene la demanda del mercado en las decisiones de inversión.

Las hipótesis del Eudoxio se cumplen completamente y con respecto a los resultados obtenidos los autores concluyen:

*“la evidencia empírica demuestra que los empresarios son “muy keynesianos” en la determinación de la inversión, ya que consideran en sus decisiones de gasto la expectativa del nivel de ventas y de la variación de la demanda”<sup>34</sup>.*

---

<sup>34</sup> Castro, C., E. Loria y M. A. Mendoza (2000), op. cit.

### 2.3.3 Modelo CONASAMI

El Modelo CONASAMI<sup>35</sup> es un macromodelo creado por el Sistema de Información Regional de México (SIREM) con el objetivo de estudiar el papel que tiene la determinación del salario mínimo en la economía mexicana. Dado que es un modelo macroeconómico completo, permite cuantificar los efectos del salario mínimo en cada uno de los sectores de la economía mexicana.

La función de inversión del CONASAMI plantea una función sustentada en el principio del acelerador flexible, en donde la variación en el stock de capital se modela como una función de la diferencia entre el stock de capital deseado y el existente.

$$\Delta K_t = K_t - K_{t-1} = \lambda(K_t^* - K_{t-1}) \quad (2.24)$$

Al incorporar el principio del acelerador como el de la ecuación (2.24), se plantea una especificación que se utiliza muy frecuentemente en los trabajos empíricos.<sup>36</sup>

$$I_t = \beta_0 + \beta_1 I_{t-1} + \beta_2 X_t + \beta_3 K_{t-1} + u_t \quad (2.25)$$

---

<sup>35</sup> SIREM, (2002) "**CONASAMI: Modelo Macroeconómico**" Comisión Nacional de salarios Mínimos, México.

<sup>36</sup> Klein, L., A. Welfe y W. Welfe (1999), "**Principles of macroeconomic modeling**", North Holland. en SIREM, (2002). op. cit.

En la formulación de la función de inversión se toma en cuenta el costo del uso del capital (CUK) que queda definido como la cantidad de dinero que se pide prestada para comprar el bien de inversión (PI), más los intereses reales (r) y restando la depreciación (d):

$$CUK_t = PI_t(r_t + d) \quad (2.26)$$

Así, las ganancias esperadas se obtienen comparando el costo de uso del capital *versus* el producto nominal (PX). Además en su especificación se incorpora la posibilidad de realizar una sustitución entre los factores de producción, capital y trabajo, por medio de la comparación del costo de uso del capital y los salarios nominales (PW).

Las restricciones planteadas anteriormente llevan a la siguiente formulación de la función de inversión del Modelo CONASAMI:

$$I_t = \beta_0 + \beta_1 I_{t-1} + \beta_2 X_t + \beta_3 K_{t-1} + \beta_4 \left( \frac{CUK_t}{PK_t} \right) + \beta_5 \left( \frac{WP_t}{CUK_t} \right) + u_t \quad (2.27)$$

La inversión dentro del modelo CONASAMI queda determinada a través de la capacidad productiva de la economía, el costo del uso del capital que se representa por la tasa de interés en el largo plazo, la disponibilidad de fondos, las ventas y los inventarios.

Las variables que se utilizan para capturar los efectos anteriores son por un lado, el PIB que se toma como un indicador de las expectativas de venta y la capacidad de producción y por otro lado el financiamiento que representa un indicador de la disponibilidad de fondos con los que se cuenta para realizar los proyectos de inversión. Como se hace usualmente, el tipo de cambio se relaciona de forma negativamente con la inversión al encarecer el componente importado de los costos, incrementar los pasivos en moneda extranjera de las empresas y por ende reduce de forma indirecta la demanda agregada.

$$IPR = f ( rt , TCR , PIB ) \quad (2.28)$$

Donde

$r_t$  = tasa de interés real con rendimientos trimestralizados

TCR = Tipo de Cambio Real

PIB = Producto Interno Bruto

El modelo CONASAMI utiliza para la estimación de las relaciones de largo plazo la metodología de cointegración, por lo cual establece la siguiente relación:

$$IPR_t = \beta_3 + \beta_4 rt + \beta_5 TCR_t + \beta_6 PIB_t + u_{2t} \quad (2.29)$$

con el vector de cointegración:

$$u_{2t} = IPR_t - \beta_3 - \beta_4 rt_t - \beta_5 TCR_t - \beta_6 PIB_t \quad (2.30)$$

La representación de la ecuación de corrección de error es:

$$\Delta IPR_t = \alpha_4 \Delta rt_t + \alpha_5 \Delta TCR_t + \alpha_6 \Delta PIB_t + \gamma_2 mceipr_{2,t-1} + v_{2t} \quad (2.31)$$

El Modelo CONASAMI concluye que existe una relación de largo plazo entre la inversión, el PIB, el tipo de cambio real y la tasa de interés real. La estacionalidad presente en la inversión se modeló a través de la incorporación de variables estacionales que resultaron significativas en el primero y tercer trimestre.

La estimación de la función de inversión del Modelo CONASAMI se realiza en logaritmos para captar las elasticidades de cada una de las variables. El PIB muestra la elasticidad más significativa al obtenerse un valor de 1.22%, mientras que para el caso del tipo de cambio real la elasticidad es menor y negativa, siendo un resultado que se esperaría dada la incidencia que tiene en la inversión, presentando un valor de -0.5%.

#### 2.3.4 Modelo MORETA

El MORETA (Modelo Regional para el Estado de Tabasco) es un modelo desarrollado por la empresa Sistema de Información Regional de México (SIREM) para la secretaría de Finanzas del gobierno del Estado de Tabasco. El objetivo del modelo es realizar análisis y pronóstico de los principales sectores de la economía del Estado de Tabasco. Una de las características más importantes en la construcción del MORETA es que las bases de datos utilizadas para realizar sus estimaciones son obtenidas del sistema de cuentas nacionales y por entidades federativas del INEGI y de los indicadores del sector externo publicados por el Banco de México, lo cual constituye una ventaja significativa, ya que permite la actualización de los datos conforme dichas instituciones publiquen sus indicadores.

El MORETA está constituido por siete bloques económicos; bloque de demanda, sectorial, el mercado laboral, financiero, externo, el sector de precios y el gobierno, y con un periodo de estudio de 1980 a 2001. Está conformado por 112 variables, 70 de las cuales son endógenas y 42 son exógenas, con periodicidad anual para todos los casos.

El modelo se sustenta en un análisis de carácter regional y toma como principal fundamento teórico la corriente keynesiana. Gracias a este punto de vista teórico, el bloque *más importante* en el MORETA es el bloque 1, en el cual se

define el PIB de la entidad de acuerdo a los componentes de la *demanda*, por tal motivo, el desempeño productivo referido principalmente al crecimiento económico de la economía de Tabasco se determina por medio de tres componentes. Los principales elementos son por un lado los componentes de la demanda a través del consumo privado, en segundo lugar la demanda de los fondos prestables medida por la ***inversión privada*** y por último las exportaciones.

La metodología utilizada para la estimación del sistema de ecuaciones es la teoría de Cointegración, en donde la condición más importante a cumplir es que las variables muestren una relación económica de largo plazo, con lo cual permiten que se realicen pronósticos y evaluaciones de políticas económicas.

En el MORETA las ecuaciones de comportamiento por lo general son estimadas en logaritmos para observar directamente las elasticidades de cada una de las variables consideradas. Así, en el MORETA se plantea la siguiente ecuación de comportamiento para la inversión:

$$IP = c_0 + c_1 PIB - c_2 REXF - C_3 R1MEX + u_2 \quad (2.32)$$

Donde:

IP = Inversión Privada

PIB = Producto Interno Bruto de la entidad

REXF = Tipo de Cambio Peso / Dólar

R1MEX = Cetes a 28 días



La función de inversión (2.32) se construye como una función del crecimiento del PIB y del tipo de cambio real, medido por el producto del tipo de cambio nominal y la relación de precios entre México y EUA. Por otro lado, una vez resuelto el sistema de ecuaciones en el MORETA se llega a la conclusión de que la inversión del gobierno depende de los cambios del PIB y de las recaudaciones tributarias.

A través de la metodología de Cointegración se concluye que la función de inversión muestra una relación de largo plazo, misma que se demuestra probando que los errores son integrados de orden cero  $I(0)$ , es decir, estacionarios. Así se demuestra la existencia de vectores de Cointegración que dan cuenta de la relación de largo plazo de la inversión con respecto a cada una de las variables consideradas en la función. Un resultado muy importante es la elasticidad que presenta el PIB al obtener un valor de 5.34% con lo cual se verifica la dependencia de la inversión al comportamiento del PIB. En cuanto al tipo de cambio y a la tasa de interés real, los resultados muestran una relación negativa con valores de  $-0.28$  y  $-0.29$  respectivamente. Por lo tanto se verifica claramente la sensibilidad de la inversión ante el crecimiento que experimente el PIB.

### **3 Metodología Econométrica**

La metodología que se utiliza como mecanismo de análisis de la inversión en el Estado de Tamaulipas se sustenta en los modelos de panel y en los modelos de convergencia. Los primeros gozan cada vez más de popularidad dado que permiten analizar las variables tanto desde la perspectiva de los modelos de corte transversal como desde la de los modelos de series de tiempo, lo cual representa una ventaja importante. En cuanto a los modelos de convergencia éstos permitirán vislumbrar la posible convergencia en el largo plazo de las variables que se incorporen en el análisis.

#### **3.1 Modelos de Panel**

En una gran parte de los trabajos econométricos los desarrollos teóricos se sustentan ya sea en las series de tiempo o en el corte transversal, sin embargo considerar estos dos planteamientos por separado implica dejar de lado alguna dimensión en el análisis de las variables económicas. Por un lado las series de tiempo solo consideran el comportamiento de las variables en un periodo de tiempo y por el otro el corte transversal solo analiza el comportamiento de la variable en un punto determinado, sin importar su evolución en el tiempo.

Los modelos de Panel son una alternativa en la modelación econométrica que permite superar las desventajas de trabajar con series de tiempo o con corte transversal de manera independiente. El análisis de datos de Panel o longitudinales ofrece un abanico muy amplio de oportunidades en la estimación econométrica, ya que en ellos la misma unidad transversal se estudia a lo largo del tiempo<sup>37</sup>, incorporando en el análisis tanto la dimensión espacial como temporal. La ventaja más importante de los modelos de panel frente a las series de tiempo y el corte transversal radica en que permite una mayor flexibilidad para modelar las diferencias en el comportamiento entre los individuos.

Existen algunas razones por las que los modelos de panel son una herramienta poderosa para modelar el comportamiento de algunas variables económicas, entre las más importantes destacan las siguientes:

- Los datos de panel toman en cuenta de manera explícita la heterogeneidad entre las unidades individuales.
- Al combinar las series de tiempo con el corte transversal, los datos de panel proporcionan una mayor cantidad de información para llevar a cabo la estimación.
- Pueden detectar y medir los efectos que no son perceptibles en las series de tiempo y en el corte transversal.
- Permite menos colinealidad entre las variables, más grados de libertad y mayor eficiencia en la estimación.

---

<sup>37</sup> Gujarati N. Damodar, (2003), "*Basic Econometrics*", McGraw Hill, Inc 4 Edition, USA pp. 613

La especificación general de un modelo de panel puede escribirse de la siguiente manera:

$$Y_{it} = \alpha_{it} + \beta X_{it} + u_{it} \quad (3.1)$$

con  $i = 1, 2, \dots, N$ ;  $t = 1, 2, \dots, T$

Donde

$i$  = individuo

$t$  = tiempo

$\alpha$  = Vector de Interceptos

$\beta$  = Vector de K parámetros

$X_{it}$  =  $i$ -ésima observación al momento  $t$  para las  $K$  variables explicativas.

Existen dos enfoques principales en la literatura econométrica que permiten abordar el estudio de los modelos de panel. El enfoque de efectos fijos y el enfoque de efectos aleatorios, cada uno de los cuales considera la heterogeneidad de las unidades individuales desde una perspectiva diferente.

### 3.1.1 Modelo de Efectos Fijos

El modelo de efectos fijos tiene la particularidad de considerar que el intercepto es fijo para todas las unidades individuales. Implica además el reconocimiento de que las variables omitidas pueden generar cambios en los interceptos tanto en las unidades de corte transversal como en las series de tiempo, por tanto supone que las diferencias entre las unidades pueden captarse mediante diferencias en el término constante, por tanto, cada  $\alpha_i$  se considera como un parámetro desconocido que tiene que ser estimado y por lo tanto los cambios derivados de la omisión de variables se tratan de aproximar mediante la incorporación de variables dummy.

La especificación para el modelo de Efectos Fijos es la siguiente:

$$Y_i = i\alpha_i + X_i\beta + \varepsilon_i \quad (3.2)$$

De forma matricial la construcción del modelo es la siguiente:

$$\begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ Y_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} i & 0 & \cdot & \cdot & \cdot & 0 \\ 0 & i & \cdot & \cdot & \cdot & 0 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ 0 & 0 & \cdot & \cdot & \cdot & i \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \alpha_1 \\ \alpha_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \alpha_n \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ X_n \end{bmatrix} \beta + \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \varepsilon_n \end{bmatrix} \quad (3.3)$$

$$Y = D\alpha + X\beta + u \quad (3.4)$$

El modelo presentado anteriormente es también llamado modelo de panel con variables ficticias. Ésta representación expresa la conocida regresión clásica, por lo que no se requieren de nuevos métodos para poder llevar a cabo la estimación. Como lo menciona Greene<sup>38</sup>, si  $n$  es suficientemente pequeño, el modelo puede estimarse por mínimos cuadrados ordinarios con  $K$  regresores en  $X$  y  $n$  columnas en  $D$ , como una regresión múltiple con  $n + K$  parámetros.

### 3.1.1.1 Contraste de Efectos Fijos

Un contraste muy adecuado para probar si los términos son constantes, es decir las  $\alpha$ 's, son iguales o no, es una prueba  $F$  que se formula de la siguiente manera:

$$F_{(n-1, nT-n-k)} = \frac{(R_u^2 - R_p^2)/(n-1)}{(1 - R_u^2)/(nT - n - K)} \quad (3.5)$$

donde  $u$  representa el modelo no restringido y  $p$  indica el modelo restringido, considerando el mismo término constante para todas las unidades individuales.

---

<sup>38</sup> Greene H. William (1999), "Análisis Económico", Printice Hall, España. pp. 534

### 3.1.2 Modelo de Efectos Aleatorios

Uno de los elementos más importantes en los modelos de Efectos Fijos (MEF) es la consideración de la heterogeneidad de cada unidad individual como fija, representada por el vector de constantes. Ésta representación a través de variables dummy refleja una falta de conocimiento de la estructura real del modelo planteado, ya que como se mencionó anteriormente lo que se pretende con la incorporación de este tipo de variables es aproximar el comportamiento de variables omitidas que posiblemente tengan alguna incidencia importante en el comportamiento de las unidades individuales. Por lo tanto se podría suponer que una mejor forma de expresar la carencia de información acerca de la estructura del modelo sería manifestar la incidencia de todas aquellas variables omitidas a través del término de error.

Una formulación alternativa al modelo de Efectos Fijos es el modelo de Efectos Aleatorios, que se construye precisamente bajo la lógica planteada anteriormente, supone que la heterogeneidad inobservable es aleatoria y por lo tanto está contenida en el término de error o perturbación.

El modelo de Efectos Aleatorios es representado mediante la siguiente formulación:

$$Y_{it} = \beta_{1i} + \beta_2 X_{2it} + \beta_3 X_{3it} + u_{it} \quad (3.6)$$

En la formulación del modelo de efectos fijos se asumía el intercepto como un término fijo, sin embargo ahora se tomará a  $\beta_{1i}$  como una variable aleatoria con un valor medio de  $\beta_1$ . Con ello el valor de la intersección para cada unidad individual se puede expresar de la siguiente forma:

$$\beta_{1i} = \beta_1 + \varepsilon_i \quad (3.7)$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, N$$

donde  $\varepsilon_i$  es un término aleatorio con un valor medio igual a cero y una varianza de  $\sigma^2_\varepsilon$ .

Si se sustituye la nueva intersección para cada unidad individual en la especificación básica planteada para el modelo de efectos aleatorios encontramos una nueva especificación para el modelo de panel.

$$\begin{aligned} Y_{it} &= \beta_1 + \beta_2 X_{2it} + \beta_3 X_{3it} + \varepsilon_i + u_{it} \\ &= \beta_1 + \beta_2 X_{2it} + \beta_3 X_{3it} + w_{it} \end{aligned} \quad (3.8)$$

Donde:

$$w_{it} = \varepsilon_i + u_{it} \quad (3.9)$$

El nuevo término de error  $w_{it}$  consiste en dos componentes,  $\varepsilon_i$  que refiere al error de un componente individual específico y el término  $u_{it}$  corresponde al



componente de error del corte transversal. Existen además algunas suposiciones básicas para el modelo de panel de efectos aleatorios; uno de ellos es que los componentes de error no están correlacionados individualmente y no están autocorrelacionados en las unidades de series de tiempo ni en el corte transversal.

A diferencia del modelo de efectos fijos donde cada unidad individual tiene su propio valor de intercepto, el cual es fijo, en el modelo de efectos aleatorios el intercepto  $\beta_1$  representa el valor medio de todas las intersecciones y el componente de error  $\varepsilon_i$  representa la desviación de cada unidad individual a partir del valor medio planteado anteriormente. Dado que  $\varepsilon_i$  no se puede observar directamente se pueden desprender algunas suposiciones importantes:

$$E(w_{it}) = 0 \quad (3.10)$$

$$\text{VAR}(w_{it}) = \sigma_\varepsilon^2 + \sigma_u^2 \quad (3.11)$$

En la expresión (3.11) se puede deducir que el término de error compuesto  $w_{it}$  es homocedástico, sin embargo el mismo término para dos puntos distintos en el tiempo está correlacionado, por lo que el coeficiente de correlación se expresa de la siguiente forma:

$$\text{Corr}(w_{it}, w_{is}) = \frac{\sigma_\varepsilon^2}{\sigma_\varepsilon^2 + \sigma_u^2} \quad (3.12)$$

Las consideraciones hechas anteriores acarrear algunos problemas al momento de realizar la estimación del modelo. Si no se considera la estructura de correlación y se calcula (3.8) a través del método de Mínimos Cuadrados Ordinarios se obtendrán estimadores ineficientes. Por lo tanto el método más apropiado para estimar el modelo de efectos aleatorios es el de Mínimos Cuadrados Generalizados (MCG).

### 3.1.2.1 Contraste de Efectos Aleatorios

El modelo de efectos aleatorios puede ser probado mediante un contraste del multiplicador de Lagrange basado en los residuos del método de Mínimos Cuadrados Ordinarios. Dicho contraste fue diseñado por Breusch y Pagan<sup>39</sup> (1980) y plantea lo siguiente:

$$H_0 : \sigma_u^2 = 0$$

$$H_1 : \sigma_u^2 \neq 0$$

y el contraste estadístico es el siguiente:

---

<sup>39</sup> Breusch, T., Pagan, A. (1980): "The Lagrange multiplier and its applications to model specification in econometrics" Review of Economics Studies. 47, 239-253.

$$LM = \frac{nT}{2(T-1)} \left[ \frac{\sum_{i=1}^n \left[ \sum_{t=1}^T e_{it} \right]^2}{\sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T e_{it}^2} - 1 \right]^2 = \frac{nT}{2(T-1)} \left[ \frac{\sum_{i=1}^n (\bar{T}e_i)^2}{\sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T e_{it}^2} - 1 \right] \quad (3.13)$$

Bajo la hipótesis nula la prueba LM se distribuye como una Chi-cuadrada con un grado de libertad.

### 3.2 Modelos de Efectos Fijos o Aleatorios

Un problema fuerte se presenta cuando se tiene que elegir el tipo de modelo de panel a utilizar en la modelación econométrica, existen sin embargo ciertos factores institucionales, o características de los datos, los cuales permiten elegir entre uno u otro aunque esto no siempre sea de gran ayuda.

En términos de estimación el modelo de efectos fijos, al introducir una variable ficticia por cada unidad individual, tiene un costo muy alto en lo que respecta a la pérdida de grados de libertad. Por otro lado cuando se presenta un modelo de panel amplio parece más atractivo optar por utilizar el modelo de efectos aleatorios, aunque por supuesto esto solo es de manera intuitiva; es aquí donde el modelo de efectos fijos parece tener algunas ventajas, dado que no parece existir ninguna razón de peso para tratar los efectos individuales como no

correlacionados con los demás regresores, como lo supondría el modelo de efectos aleatorios.

Parece que la elección tendría que sustentarse en la suposición que se hace con respecto a si el intercepto es un término que se debe estimar, en cuyo caso el método a emplearse sería el de efectos fijos o si por otro lado suponemos los interceptos como variables aleatorias, en cuyo caso tendremos que verificar si éstas se correlacionan o no con los regresores. Si los interceptos están correlacionados el método que se elige es el de efectos fijos, pero si por el contrario, se supone que no muestran correlación con ningún regresor, el método mas apropiado será entonces el de efectos aleatorios.

### 3.2.1 Prueba de Hausman

En términos formales existe un contraste que permite elegir entre el modelo de efectos fijos y el de efectos aleatorios, dicho contraste fue diseñado por Hausman<sup>40</sup> (1978) y se basa en la idea de que bajo la hipótesis de no correlación, tanto MCO en el modelo de efectos fijos, como MCG en el modelo de efectos aleatorios son consistentes, pero MCO es ineficiente, mientras que bajo la

---

<sup>40</sup> Hausman, J.A. (1978), "*Specification test in econometrics*". *Econometrica*. 46: 1251-1271.

alternativa, MCO es consistente pero MCG no. La prueba de Hausman es la siguiente:

$$H = \frac{(b - \hat{\beta})^2}{\text{Var}[b] - \text{Var}[\hat{\beta}]} \quad (3.14)$$

donde la ecuación (3.14) se distribuye como una chi-cuadrada con un grado de libertad.

### 3.3 Modelos de Convergencia

El enfoque de la convergencia económica ha sido uno de los principales debates en el desarrollo de la literatura económica en las últimas décadas. Dentro de la literatura de la convergencia económica destacan los primeros desarrollos teóricos el planteado por Baumol(1986)<sup>41</sup>, posteriormente en la década de los 80's surgió un fuerte debate con respecto a qué tipo de modelos de crecimiento económico representaban de mejor manera lo que ocurría en la realidad, por un lado se presentaban los modelos de crecimiento endógeno que argumentaban que la existencia del supuesto de rendimientos decrecientes del capital implicaba una tendencia a la convergencia de las economías. Por el otro lado se encontraban los modelos neoclásicos de crecimiento endógeno que defendían la presencia de economías con rendimientos constantes del capital que establecían que las economías no se encaminaban a un proceso de convergencia económica.

A partir de la década de los 90's el concepto de convergencia económica toma fuerza con nuevos enfoques teóricos (Barro y Sala i Martín) sustentados en el modelo neoclásico unisectorial de Solow (1956) y se refuerzan con desarrollos posteriores como los planteados por Cass (1965), Koopmans(1965),

---

<sup>41</sup> El estudio utiliza una muestra de 16 países desarrollados que tuvieron un crecimiento económico acelerado entre 1970 y 1983 y la conclusión más importante a la que llega es que los países lograron converger en el periodo analizado, sin embargo al aumentar la muestra a 72 países los resultados cambian sustancialmente ya que el principio de convergencia solo podía aplicarse a países con características económicas similares.

Diamond(1965) y el modelo de Ramsey (1928), complementándose con el modelo neoclásico<sup>42</sup>.

La hipótesis de convergencia puede ser abordada mediante dos conceptos que son muy utilizados en la literatura económica, la convergencia- $\sigma$  y la convergencia- $\beta$ <sup>43</sup>.

La convergencia Sigma  $\sigma$  estima la dispersión del ingreso real per cápita entre un grupo de economías por lo cual si ésta se reduce se dice que las economías (o regiones) convergen en el tiempo. La convergencia de este tipo utiliza la desviación estándar del logaritmo del ingreso por habitante, lo que se denota como<sup>44</sup>:

$$\sigma_t = \sqrt{\frac{1}{T} \sum_{i=1}^n (\log y_{i,T} - \log y_T)^2} \quad (3.15)$$

Donde:

i = País o región

t = tiempo

$Y_{i,T}$  = Ingreso per cápita

---

<sup>42</sup> Tomando en cuenta que la característica principal de este trabajo es el de enmarcarse en un ámbito regional y se toma en cuenta que el sustento básico para la existencia de un proceso de convergencia económica es la presencia de rendimientos decrecientes, se puede considerar también que dichos rendimientos como lo menciona Normand Asuad, implica la reducción de las disparidades interregionales a lo largo del tiempo, conclusión que no se altera si se adopta un enfoque multisectorial. en Asuad S. Normand y Quintana R. Luis, (Noviembre 2006) **“Convergencia espacial en el Crecimiento de económico de las Entidades Federativas de México, 1940-2004”**, en Prensa.

<sup>43</sup> Los conceptos de convergencia sigma y convergencia beta fueron utilizados por primera vez por Sala i Martín (1990)

<sup>44</sup> Asuad E. Normand y Quintana R. Luis, Op. Cit.

$Y_T$  = Ingreso per cápita del año base

$T$  = Número de observaciones

La convergencia Beta ( $\beta$ ) determina la velocidad de crecimiento entre las economías en un periodo de tiempo determinado, se dice entonces que existe Convergencia Beta ( $\beta$ ) entre un conjunto de economías si se puede establecer una relación inversa entre la tasa de crecimiento del ingreso y su nivel inicial. Así la hipótesis principal de la Convergencia Beta sugiere que la tasa de crecimiento es una función negativa del nivel de renta en el periodo  $t-1$ .

La convergencia Beta es susceptible de medición mediante una especificación que expresa la relación inversa entre la tasa de crecimiento del ingreso per cápita y el nivel inicial de dicho ingreso medido por su productividad.<sup>45</sup>

$$\left(\frac{1}{T}\right) \log\left(\frac{Y_{i,t}}{y_{i,t-1}}\right) = \alpha - \left(\frac{1 - e^{-\beta T}}{T}\right) \log(y_{i,t-1}) + u_{i-T} \quad (3.16)$$

Donde:

$Y_{it}$  = PIB real per capital en la región "i" en el tiempo t

$Y_{i,t-T}$  = PIB real per cápita en la región "i" en el periodo correspondiente.

$u_{i,t}$  = término de error

---

<sup>45</sup> La forma funcional es la que utiliza Normand E. Asuad y Luis Quintana en la determinación de la convergencia regional sustentándose en los trabajos de Barro y Sala i Martín (1990, 1991, 1992).



T = Amplitud del intervalo o número de años del periodo

$\beta$  = Grado de convergencia en los niveles de producto entre regiones

En la ecuación anterior un valor de  $\beta$  negativo y significativo al momento de estimar el modelo da cuenta de una tendencia hacia la convergencia de las economías o regiones que se estén analizando, considerando además que la existencia de la convergencia beta es una condición necesaria, más no suficiente, para que se dé la convergencia sigma.

De forma alterna se puede expresar una forma funcional de la tasa de crecimiento de la economía de la siguiente manera:

$$\log(y_{i,t}) - \log(y_{i,t-1}) = \alpha - \beta \log(y_{i,t-1}) + u_{i,t} \quad (3.17)$$

Donde:

$\log(y_{i,t})$  = Logaritmo del PIB per cápita de una economía en el momento t.

$\log(y_{i,t-1})$  = Logaritmo del PIB per cápita de una economía en el periodo t-1.

$\alpha$  = constante

$\beta$  = parámetro positivo tal que  $0 < \beta < 1$

$u_{i,t}$  = término de perturbación

La hipótesis de la convergencia Beta asume que no existe más diferencia entre las economías más que las que se dan en los stocks iniciales de capital por lo que esto implica que las unidades económicas no llegarán a converger si se presentan cambios en lo que respecta a la tecnología, ahorro, depreciación de capital y población. Con las economías funcionando con rendimientos decrecientes, las que cuenten con mayores dotaciones de capital crecerán a tasas más reducidas que las que cuentan con menor dotación de este factor productivo, lo cual se conoce también como Convergencia Absoluta. Sin embargo los teóricos neoclásicos plantean alternativamente la existencia de la Convergencia Condicional en la cual las economías o regiones más pobres tenderán a una situación de convergencia condicional si su tasa de crecimiento es mayor que la que se presenta en las economías dotadas con una mayor cantidad de capital, de tal manera que éstas tenderán a su propio nivel de equilibrio en el largo plazo.

#### **4 Estimación Econométrica de los Modelos de Inversión**

En este apartado se realiza la estimación de los modelos que determinan el funcionamiento de la inversión en el Estado de Tamaulipas, sin embargo, antes de llevar a cabo la estimación econométrica, es necesario comenzar por realizar una descripción de su economía, lo cual permitirá definir las condiciones bajo las cuales se lleva a cabo el proceso de inversión en el Estado, así como las implicaciones que tiene en las decisiones de inversión el tipo de estructura económica de Tamaulipas.

El funcionamiento de la economía de Tamaulipas se caracteriza por tener una dinámica muy parecida al comportamiento a nivel nacional debido a que experimenta un comportamiento procíclico (Ver Gráfica 1 del Anexo). El ritmo de crecimiento de la economía tamaulipeca ha mostrado altibajos a lo largo de las tres últimas décadas, solo por poner un ejemplo a finales de la década de los 70's ésta llegó a experimentar ritmos de crecimiento incluso superiores a 9% anual, crecimiento que tuvo sustento en el auge petrolero y en la importante estructura de esa industria presente en el Estado.

El periodo de crecimiento acelerado se obstaculizó en los primeros años de la década de los 80's con la crisis de la deuda, seguida de periodos de recuperación oscilante que culminarían con una caída de la actividad económica en 1995 del orden del 6.2%, caída que para el caso de Tamaulipas representó un

5.6%. Es relevante que a partir de 2001 se comienza a revertir el comportamiento de los ritmos de crecimiento de Tamaulipas con respecto al nivel nacional. Es a partir de éste año cuando se comienza a abrir una brecha y la economía tamaulipeca despunta por encima de la nacional, hecho que sugeriría que el proceso de apertura comercial vivido en el país a partir de 1994 a raíz de la firma del TLC, han permitido que Tamaulipas experimente mayores tasas de crecimiento y tener ventajas de su situación geográfica por la cercanía con el mercado norteamericano. Basta mencionar que la tasa de crecimiento para la entidad fue de 7.9% en 2004, cifra muy superior a la mostrada a nivel nacional que fue de 4.2%.

No obstante la situación geográfica de Tamaulipas y su cercanía con el mercado más grande del mundo, la entidad no han logrado afianzar su economía y al contrario de algunos Estados como Nuevo León que han mejorado su participación en la producción nacional, la economía de Tamaulipas ha visto disminuida su importancia en ese sentido. Entre 1980 y 1990 la economía tamaulipeca descendió del lugar siete al nueve, pasando de 3.07% al 2.84% en su participación en el PIB nacional. Para el año 2004 no se logró revertir esta tendencia y el Estado ocupó el lugar once entre las 32 entidades del país con una tasa de participación de 3.30%.

Un punto a destacar es que aún con la caída en su posicionamiento a nivel nacional, el Estado ha logrado aumentar su participación en el PIB, lo cual implica que otras economías han logrado tener ritmos de crecimiento superiores. Este

hecho lo que estaría reflejando es que las **inversiones** se han orientado hacia otras entidades fronterizas, las cuales probablemente han aprovechado de una mejor manera las oportunidades que les brinda su situación geográfica, al tener contacto directo con el mercado de EUA.

En estos términos la economía de Tamaulipas ha perdido su peso con respecto al resto de las economías estatales y en particular con respecto a aquellas que se encuentran en la frontera norte del país. Ha pasado de ser la sexta economía estatal en 1970 y la segunda entre los estados fronterizos, a ser la décimo primera entre las entidades más importantes del país en 2004 y la quinta entre los Estados fronterizos.

La estructura económica de Tamaulipas muestra en forma general a la industria manufacturera como el sector más importante. El sector manufacturero genera el 35% del valor agregado de la entidad y recibe el 41% de la inversión total del Estado, por lo tanto dicho sector es al que se canaliza la mayor parte del esfuerzo de inversión. El segundo lugar en importancia es el sector minero que genera el 23% del valor agregado y en tercera posición el comercio al por menor que contribuye con el 11% de dicho concepto, contando además con el 47% de las unidades económicas en la entidad.

Cuadro 4.1

Participación sectorial de la actividad económica de Tamaulipas, 2003 (%)			
Nombre	UNIDADES ECONÓMICAS	VALOR AGREGADO CENSAL BRUTO (Miles de pesos)	INVERSIÓN TOTAL (Miles de pesos)
MINERÍA	0.04	23.47	0.38
INDUSTRIAS MANUFACTURERAS	7.90	35.24	41.33
COMERCIO AL POR MENOR	46.97	11.37	5.89

Fuente: Elaboración propia con base en datos del INEGI, Censo Económico, 2004

En lo que respecta a la industria manufacturera, en el Estado de Tamaulipas están presentes 141 de las 183 ramas de esta industria, 30 de las cuales generan el 84% de su Valor Agregado. Las ramas más importantes se encuentran concentradas principalmente en cuatro sectores: automotriz, químico-petroquímico, eléctrico-electrónico y textil.

Si se considera el perfil empresarial de Tamaulipas la mayor parte de los establecimientos o unidades económicas se distribuyen de la siguiente manera:

- 47% comercio al por menor.
- 16.6% otros servicios excepto actividades del gobierno.
- 9.2% servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas.
- 7.9% industrias manufactureras.

Dentro de la industria Manufacturera las empresas se distribuyen en los siguientes municipios:

- Matamoros (13.7%)
- Reynosa (14.8%),
- Nuevo Laredo (11%),
- Tampico (14.5%) y
- Victoria (13.4)

Una vez que se han denotado las principales características de la economía de Tamaulipas, el siguiente paso en éste capítulo es la elaboración del modelo econométrico que será la base para analizar a la inversión en el sector industrial del Estado.

El modelo que se plantea esta sustentado bajo el planteamiento keynesiano que considera que el elemento más importante para determinar el desempeño de la economía se encuentra por el lado de la demanda, por tal razón se plantea que la inversión en Tamaulipas está determinada por su capacidad productiva, el costo del uso del capital que se puede representar por la tasa de interés y el tipo de cambio que se relaciona negativamente con la inversión al encarecer el componente importado de los costos.

El modelo de panel de la Inversión se calcula a partir de los Censos Económicos que son publicados por el INEGI para los años 1988, 1993, 1998 y 2003.

Las variables consideradas dentro del modelo son Valor Agregado Censal Bruto (VACB), la Formación Bruta de Capital Fijo (FBKF), la tasa de interés real (Rate\_real) y el Tipo de Cambio Real (Tcam\_real). Todas las variables fueron deflactadas mediante el Índice Nacional de Precios al Consumidor y el Deflactor Implícito del PIB ambos en base '93, con el propósito de eliminar el efecto de los precios. Cada una de las variables se registró para los 43 municipios del Estado de Tamaulipas.



#### 4.1 Estimación del Modelo de Panel de la Inversión

El modelo que se pretende establecer como forma funcional de la inversión en el Estado de Tamaulipas se inspira en los postulados Keynesianos. Así, la ecuación que se presume modela mejor el comportamiento de la Inversión en el Estado se construye como una función creciente de la capacidad su productiva, representada por el PIB a nivel municipal, el tipo de cambio real, medido a través del producto del tipo de cambio nominal y la relación de precios entre México y E.U.A y la tasa de interés medida en términos reales que se introduce como una medida del costo del financiamiento.

Los signos esperados para la función de inversión son los siguientes: positivo para el caso del PIB estatal como medida de la capacidad productiva, y negativo en el caso tanto de la tasa de interés como del tipo de cambio, dado que en el primer caso dicho componente encarece el crédito para los proyectos productivos y el segundo el componente importado de los costos lo cual impacta de manera indirecta en la demanda agregada.

La forma funcional de este modelo de panel de la Inversión en Tamaulipas puede representarse de la siguiente forma:

$$FBKF_{it} = c_{it} + VACB_{it} + TCAM\_real_{it} + Rate\_real + u_{it} \quad (4.1)$$

Donde:

FBKF = La Formación Bruta de Capital Fijo del Municipio i en el periodo t.

VACB = El Valor Agregado Censal Bruto del Municipio i en el periodo t.

TCAM\_real = El Tipo de Cambio Real

Rate\_real = La tasa de interés real.

$u_{i,t}$  = término de error

Los resultados de la estimación del modelo son los siguientes:

Cuadro 4.2 Modelo de Efectos Fijos

Dependent Variable: FBKF				
Method: Panel Least Squares				
Sample: 1988 2003				
Cross-sections included: 44				
Total panel (balanced) observations: 176				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
VACB	0.113839	0.010242	11.11465	0.0000
TINT	-4.368658	270.4071	-0.016156	0.9871
TCAM	4086.916	12391.99	0.329803	0.7421
C	-22445.29	44000.52	-0.510114	0.6108
Effects Specification				
Cross-section fixed (dummy variables)				
R-squared	0.886560	Mean dependent var	25957.89	
Adjusted R-squared	0.846109	S.D. dependent var	103618.1	
S.E. of regression	40648.28	Akaike info criterion	24.28672	
Sum squared resid	2.13E+11	Schwarz criterion	25.13338	
Log likelihood	-2090.231	F-statistic	21.91669	
Durbin-Watson stat	2.011542	Prob(F-statistic)	0.000000	

El modelo de efectos aleatorios es el siguiente:

Cuadro 4.3 Modelo de Efectos Aleatorios

Dependent Variable: FBKF				
Method: Panel EGLS (Cross-section random effects)				
Sample: 1988 2003				
Cross-sections included: 44				
Total panel (balanced) observations: 176				
Swamy and Arora estimator of component variances				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
VACB	0.089181	0.003740	23.84549	0.0000
TINT	62.30900	269.1750	0.231481	0.8172
TCAM	4852.773	12388.45	0.391718	0.6958
C	-17518.27	44043.32	-0.397751	0.6913
Effects Specification				
Cross-section random S.D. / Rho			18042.29	0.1646
Idiosyncratic random S.D. / Rho			40648.28	0.8354
Weighted Statistics				
R-squared	0.762467	Mean dependent var	19412.36	
Adjusted R-squared	0.758324	S.D. dependent var	84040.81	
S.E. of regression	41314.90	Sum squared resid	2.94E+11	
F-statistic	184.0370	Durbin-Watson stat	1.432230	
Prob(F-statistic)	0.000000			
Unweighted Statistics				
R-squared	0.814021	Mean dependent var	25957.89	
Sum squared resid	3.49E+11	Durbin-Watson stat	1.203324	

Los resultados muestran valores que no son estadísticamente significativos para el caso del tipo de cambio real y para la tasa de interés. El modelo se estimó a través de la metodología de panel con efectos fijos y aleatorios, sin embargo en ninguno de los casos se salva ésta inconsistencia con la significancia de los parámetros.

En cuanto a la tasa de interés la estimación del modelo muestra que si bien se obtuvo el signo negativo esperado, ésta no es significativa a ningún nivel, lo cual se podría explicar por el hecho de que Tamaulipas no cuenta con un mercado financiero acorde a las necesidades de su aparato productivo. Probablemente la falta de un sistema bancario eficiente, que incremente los créditos para realizar las inversiones productivas, ha provocado que los empresarios prefieran obtener recursos a través de otra vías, tal es el caso de los créditos de proveedores o de la aportación de particulares.

Los inconvenientes que presentó la incorporación del tipo de cambio y la tasa de interés en la especificación del modelo de panel hizo necesaria la formulación de una especificación alternativa. Ahora se plantea mantener la misma forma funcional con la salvedad de que se tendrá a la Formación Bruta de Capital fijo en función únicamente del Valor Agregado Censal Bruto que fue la única variable que resultó estadísticamente significativa en los modelos planteados anteriormente. El modelo a estimar es el siguiente:

$$FBKF_{it} = c_{it} + VACB_{it} + u_{it} \quad (4.2)$$

Donde:

FBKF = La Formación Bruta de Capital Fijo del Municipio i en el periodo t.

VACB = El Valor Agregado Censal Bruto del Municipio i en el periodo t.

$u_{i,t}$  = término de error

La estimación del modelo de efectos fijos se muestra en el cuadro 4.4:

Cuadro 4.4 Modelo de Efectos Fijos

Dependent Variable: FBKF				
Method: Panel Least Squares				
Sample: 1988 2003				
Cross-sections included: 44				
Total panel (balanced) observations: 176				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-7076.813	4232.545	-1.672000	0.0969
VACB	0.112988	0.010052	11.24021	0.0000
Effects Specification				
Cross-section fixed (dummy variables)				
R-squared	0.886165	Mean dependent var		25957.89
Adjusted R-squared	0.847930	S.D. dependent var		103618.1
S.E. of regression	40407.01	Akaike info criterion		24.26747
Sum squared resid	2.14E+11	Schwarz criterion		25.07811
Log likelihood	-2090.537	F-statistic		23.17701
Durbin-Watson stat	2.023587	Prob(F-statistic)		0.000000

El resultado de la estimación del modelo muestra que la inversión depende positivamente del nivel de producción del Estado, representado por el VACB que muestra un valor positivo de 0.11 y resulta estadísticamente significativo, lo que quiere decir que por cada punto porcentual que se incremente la Producción la Formación Bruta de Capital lo hace en 11 %.

La estimación del modelo de efectos aleatorios para ésta especificación se muestra en el cuadro 4.5:

Cuadro 4.5 Modelo de Efectos Aleatorios

Dependent Variable: FBKF				
Method: Panel EGLS (Cross-section random effects)				
Sample: 1988 2003				
Cross-sections included: 42				
Total panel (balanced) observations: 168				
Swamy and Arora estimator of component variances				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	6896.213	13503.15	0.510711	0.6102
VACB	0.194153	0.028305	6.859218	0.0000
Effects Specification				
Cross-section random S.D. / Rho			34452.37	0.0496
Idiosyncratic random S.D. / Rho			150759.7	0.9504
Weighted Statistics				
R-squared	0.221476	Mean dependent var	33311.19	
Adjusted R-squared	0.216786	S.D. dependent var	170034.9	
S.E. of regression	150479.8	Sum squared resid	3.76E+12	
F-statistic	47.22405	Durbin-Watson stat	1.049477	
Prob(F-statistic)	0.000000			
Unweighted Statistics				
R-squared	0.239071	Mean dependent var	36625.58	
Sum squared resid	3.95E+12	Durbin-Watson stat	0.998927	

Se realizaron pruebas de Hausman para determinar qué modelo era el más apropiado, efectos fijos o aleatorios y dado que al realizar dichas pruebas se rechaza la hipótesis nula de que los efectos fijos son redundantes, se puede concluir que es correcto utilizar el método de efectos fijos en la estimación del modelo (Ver cuadro 1 y 2 del Anexo).

No obstante la importancia que tiene la tasa de interés y del tipo de cambio al impactar directamente en las inversiones que se realizan en el Estado, en el

modelo no resultaron ser significativas, por lo que solo se estimó el modelo considerando al Valor agregado Censal Bruto como el único determinante de la inversión en el Estado, lo cual sigue considerando que la inversión se determina por la capacidad productiva.

El siguiente paso en la estimación de la inversión es buscar un indicador que permita reforzar la especificación del modelo de panel, dada la simplicidad de la última formulación que considera como su único determinante al VACB, por lo cual se realiza ahora la construcción del índice de primacía. Dicho índice se considera como un indicador de la concentración de la producción al interior del Estado, es por ello que bajo esa lógica se supone que al no ser determinada por la tasa de interés ni el tipo de cambio, la inversión en Tamaulipas es determinada por un factor de concentración de la producción a nivel municipal, en otras palabras, se estaría pensando que la inversión se orienta hacia aquellos municipios que presentan una mayor concentración de la producción, ya sea porque esa concentración es un reflejo de las mejores condiciones productivas de los municipios o por el contrario porque esa concentración indica que las únicas posibilidades para realizar las inversiones se ubican en los municipios concentradores de la producción.

El índice de primacía se calcula dividiendo el VACB de cada municipio entre el VACB del Estado. El municipio con el valor mas grande se toma como base para la construcción del índice, en este caso ese valor será considerado como 1 y

se dividirán todos los demás valores entre este último para obtener finalmente el índice de primacía de la producción en el Estado.

$$\frac{VACB_M}{VACB_E} = \text{participación de cada municipio en la Producción Total} \quad (4.3)$$

$$VACB_B = 1$$

Donde:

$VACB_M$  = Valor Agregado Censal Bruto de cada municipio

$VACB_E$  = Valor Agregado Central Bruto del Estado

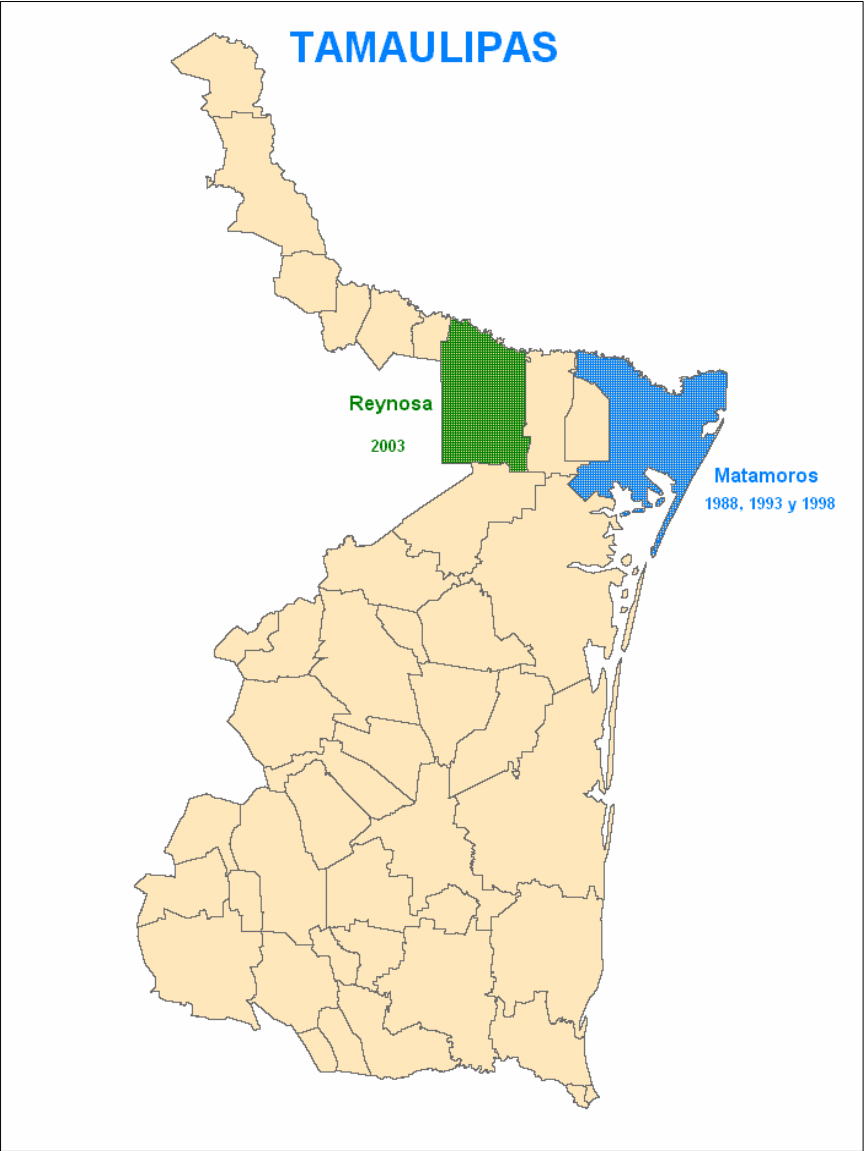
$VACB_B$  = Municipio con el grado de participación más alto y que se toma como base para el cálculo del índice.

El índice de primacía se calcula para cada uno de los cuatro censos industriales que se consideran como base para la estimación de los modelos de panel, para los primeros tres censos 1989,1993 y 1998, el municipio que registra el mayor grado de concentración de la producción en el Estado de Tamaulipas es Matamoros, sin embargo ya para el último censo en 2003 su lugar fue tomado por Reynosa. No es extraño que los dos Municipios que mostraron el valor más alto en el índice a lo largo del periodo de estudio sean municipios fronterizos por su estrecha relación con el mercado norteamericano. El mapa 1 muestra la ubicación geográfica tanto de Reynosa como de Matamoros y es así como se podría suponer que la supremacía no solo se muestra por la densidad de capital de



dichos municipios a lo largo del periodo de estudio, sino que también el aspecto geográfico marca una clara ventaja, dada la cercanía con el mercado estadounidense que representa un impulso significativo en la actividad productiva del Estado.

Mapa 1. Municipios con mayor concentración de la Producción de acuerdo al Índice de Primacía.



Fuente: Elaboración Propia con base en la estimación del índice de Primacía

En la tabla 4.1 se muestran los resultados de cálculo del índice de primacía para los cinco municipios que mostraron la mayor concentración de la producción en cada periodo.

Tabla 4.1. Índice de Primacía (Solo para los 5 municipios más importantes)

ÍNDICE DE PRIMACÍA							
1988		1993		1998		2003	
<b>Matamoros</b>	<b>1</b>	<b>Matamoros</b>	<b>1</b>	<b>Matamoros</b>	<b>1</b>	<b>Reynosa</b>	<b>1</b>
Antiguo Morelos	0.792	Reynosa	0.611	Reynosa	0.712	Matamoros	0.988
Ciudad Madero	0.625	Altamira	0.591	Altamira	0.405	Altamira	0.380
Altamira	0.558	Ciudad Madero	0.529	Nuevo Laredo	0.275	Nuevo Laredo	0.287
Reynosa	0.533	Nuevo Laredo	0.409	Tampico	0.052	Ciudad Madero	0.257

Fuente: Elaboración Propia con base en la estimación del índice de Primacía

Como se puede observar el municipio de Matamoros es el que logró permanecer como el municipio que albergaba la mayor concentración hasta 1998, no obstante, dicho municipio no perdió importancia entre aquellos que cuentan con la mayor concentración de la producción en el Estado de Tamaulipas puesto que para 2003 solo descendió una posición, ubicándose como el segundo municipio más importante en este rubro. Por otro lado, municipios como Ciudad Madero perdieron participación en la concentración de la producción cayendo del tercero al quinto lugar en el índice entre 1988 y 2003.

Los problemas que enfrentó la estimación del modelo de inversión al incorporar al tipo de cambio y a la tasa de interés que no tuvieron mayor relevancia en la determinación del proceso de inversión en el Estado, hizo necesario establecer otra especificación del modelo de inversión incorporando el

índice de primacía y considerando además al valor agregado censal bruto dentro de dicha especificación.

La especificación del modelo que incorpora al índice de primacía es el siguiente:

$$FBKF_{it} = c_{it} + VACB_{it} + i\_primacía + u_{it} \quad (4.4)$$

Donde:

FBKF = La Formación Bruta de Capital Fijo del Municipio i en el periodo t.

VACB = El Valor Agregado Censal Bruto del Municipio i en el periodo t.

i\_primacía = índice de Primacía

$u_{i,t}$  = término de error

El modelo fue estimado también mediante la metodología de panel y al igual que en el primer caso se estima para efectos fijos y aleatorios. Los resultados de la estimación del modelo se presentan en el cuadro 4.6:

Cuadro 4.6 Modelo de Efectos Fijos

Dependent Variable: FBKF				
Method: Panel Least Squares				
Sample: 1988 2003				
Cross-sections included: 42				
Total panel (balanced) observations: 168				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	39288.25	17321.49	2.268179	0.0250
VACB	0.353470	0.071049	4.975007	0.0000
I_PRIMACIA	-695054.9	163083.7	-4.261953	0.0000
Effects Specification				
Cross-section fixed (dummy variables)				
R-squared	0.522523	Mean dependent var	36625.58	
Adjusted R-squared	0.356946	S.D. dependent var	176287.4	
S.E. of regression	141366.0	Akaike info criterion	26.77622	
Sum squared resid	2.48E+12	Schwarz criterion	27.59440	
Log likelihood	-2205.202	F-statistic	3.155776	
Durbin-Watson stat	1.613191	Prob(F-statistic)	0.000000	

La estimación del modelo bajo la metodología de efectos aleatorios se muestra en el cuadro 4.7:

Cuadro 4.7 Modelo de Efectos Aleatorios

Dependent Variable: FBKF				
Method: Panel EGLS (Cross-section random effects)				
Sample: 1988 2003				
Cross-sections included: 42				
Total panel (balanced) observations: 168				
Swamy and Arora estimator of component variances				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	12983.93	13393.23	0.969439	0.3337
VACB	0.363594	0.060685	5.991548	0.0000
I_PRIMACIA	-392073.3	125548.1	-3.122893	0.0021
Effects Specification				
Cross-section random S.D. / Rho			40307.22	0.0752
Idiosyncratic random S.D. / Rho			141366.0	0.9248
Weighted Statistics				
R-squared	0.254952	Mean dependent var		31816.00
Adjusted R-squared	0.245921	S.D. dependent var		167338.5
S.E. of regression	145312.9	Sum squared resid		3.48E+12
F-statistic	28.23114	Durbin-Watson stat		1.137553
Prob(F-statistic)	0.000000			
Unweighted Statistics				
R-squared	0.271104	Mean dependent var		36625.58
Sum squared resid	3.78E+12	Durbin-Watson stat		1.047706

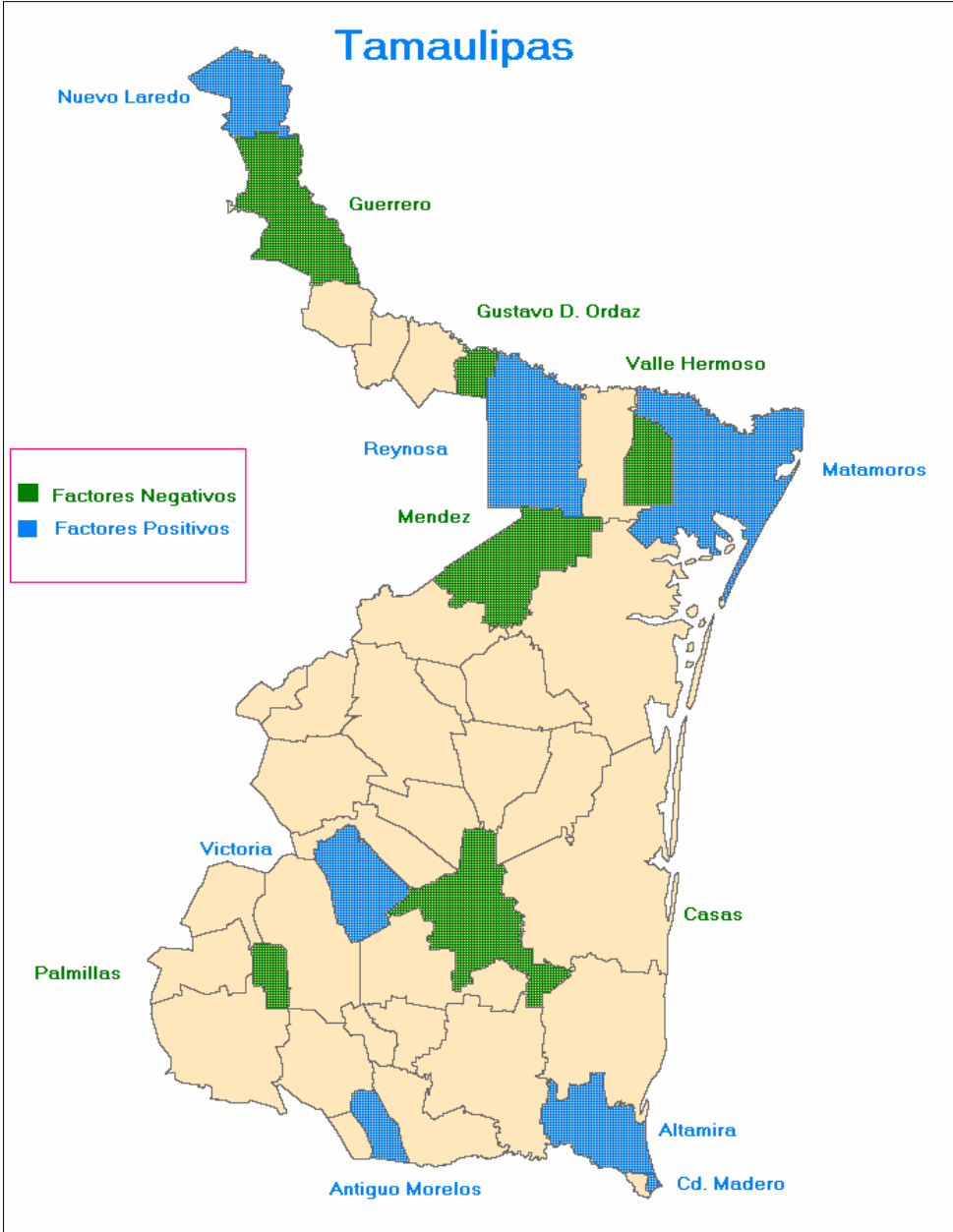
El resultado obtenido de la estimación del modelo que incorpora el índice de primacía no arrojó valores de los parámetros que se puedan interpretar, sin embargo la utilidad de la estimación estriba en el signo que presenta el índice de Primacía. El resultado de la estimación da cuenta de un proceso de **desconcentración** de la producción debido al signo negativo que presentó el índice. El proceso que se estaría gestando es una reubicación de las inversiones, hecho que implica que los municipios con menor concentración de la producción

atraen a una mayor cantidad de capitales. Las oportunidades de inversión ahora se presentan en aquellos municipios que tienen una concentración de capital menor, lo que no implica necesariamente que las condiciones económicas del resto de los municipios se hayan homogenizado, por el contrario, ahora solo se manifiestan mejorías en un grupo pequeño de municipios.

El modelo que contiene el índice de primacía como variable explicativa también nos permite identificar factores locales en cada uno de los municipios que tienen que ver con el efecto diferenciado de la inversión y que favorecen o impiden que la inversión en el Estado se manifieste y por lo tanto que se potencie la inversión. (Ver tabla 1 del Anexo).

Los factores inobservables se presentan en el mapa 2 y parece que su ubicación no sigue ningún tipo de comportamiento ya que se distribuyen a lo largo de todo el territorio del Estado de Tamaulipas.

Mapa 2. Factores Locales que impactan la Inversión



Fuente: Elaboración Propia con base en la estimación del Modelo de panel de la Inversión

## 4.2 Estimación del Modelo de Convergencia de Inversión

La construcción de los modelos de panel con los que se ha analizado a la inversión en Tamaulipas arrojan resultados importantes, sin embargo un paso adelante en la estimación empírica sería averiguar cual ha sido el comportamiento del “*esfuerzo de inversión*” y de la “*productividad*” en ésta entidad, identificando si a través del periodo de estudio se ha experimentado una homogenización en las características y en el desarrollo de la economía tamaulipeca, o si por el contrario el propio desarrollo de las economías municipales ha acentuado la divergencia entre aquellos municipios que cuentan con una mayor dotación de factores productivos y aquellos que carecen de los mismos.

Los resultados de los modelos de panel de la inversión en la industria de Tamaulipas han mostrado a lo largo del periodo de estudio una tendencia a la **desconcentración**, si ahora se puede estimar un modelo de convergencia para el esfuerzo de inversión y para la productividad, los resultados permitirían reforzar o rechazar dicho proceso. La lógica de esta hipótesis es la siguiente: si se esta experimentando un proceso de desconcentración de la inversión también se esperaría que el esfuerzo de inversión y la productividad en los municipios tendieran a igualarse, es decir, serían convergentes en el largo plazo, por lo cual las condiciones económicas al interior del Estado se homogenizarían.



Se plantean dos modelos para probar si existe un proceso de convergencia tanto para el esfuerzo de inversión  $\left(\frac{FBKF}{PO}\right)$ , como para la productividad  $\left(\frac{VACB}{PO}\right)$

de la siguiente forma:

$$a) \quad \log\left(\frac{FBKF}{PO}\right)_t - \log\left(\frac{FBKF}{PO}\right)_{t-1} = \alpha - \beta \log\left(\frac{FBKF}{PO}\right)_{t-1} + u_t \quad (4.5)$$

Donde:

$$\left(\frac{FBKF}{PO}\right)_t = \text{Esfuerzo de Inversión}$$

$$\log\left(\frac{FBKF}{PO}\right)_t = \text{Logaritmo del Esfuerzo de Inversión}$$

$$\log\left(\frac{FBKF}{PO}\right)_{t-1} = \text{Logaritmo del Esfuerzo de inversión en el periodo t-1}$$

$$\alpha = \text{constante}$$

$$\beta = \text{parámetro positivo, representa la velocidad de convergencia}$$

$$b) \quad \log\left(\frac{VACB}{PO}\right)_t - \log\left(\frac{VACB}{PO}\right)_{t-1} = \alpha - \beta \log\left(\frac{VACB}{PO}\right)_{t-1} + u_t \quad (4.6)$$

Donde:

$$\left(\frac{VACB}{PO}\right)_t = \text{Productividad en el periodo } t$$

$$\log\left(\frac{VACB}{PO}\right)_t = \text{Logaritmo de la Productividad}$$

$$\log\left(\frac{VACB}{PO}\right)_{t-1} = \text{Logaritmo de la Productividad en el periodo } t-1$$

$\alpha$  = constante

$\beta$  = parámetro positivo, representa la velocidad de convergencia

La estimación del modelo de convergencia para el caso del Esfuerzo de Inversión es la siguiente:

Cuadro 4.8 Modelo de Convergencia "Esfuerzo de Inversión".

Dependent Variable: DIF_LOGS_FBKF				
Method: Least Squares				
Sample: 1 23				
Included observations: 23				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	1.240370	0.374777	3.309623	0.0033
LOG_FBKF_GAP	-0.622653	0.274118	-2.271479	0.0338
R-squared	0.197236	Mean dependent var		1.451404
Adjusted R-squared	0.159009	S.D. dependent var		1.898755
S.E. of regresión	1.741264	Akaike info criterion		4.030041
Sum squared resid	63.67203	Schwarz criterion		4.128780
Log likelihood	-44.34547	F-statistic		5.159615
Durbin-Watson stat	2.989546	Prob(F-statistic)		0.033755

El modelo para de convergencia del “*esfuerzo de Inversión*” muestra un coeficiente beta negativo de -0.622, el cual resultó estadísticamente significativo, por lo cual podemos concluir que los municipios del Estado de Tamaulipas efectivamente muestran un proceso de convergencia en el esfuerzo de inversión.

El modelo de convergencia para la productividad también mostró un proceso convergente al obtener un coeficiente beta significativo de -0.27 a un nivel de significancia estadística del 10% por lo cual se ha demostrado que el Estado de Tamaulipas muestra una convergencia estatal tanto por del esfuerzo de inversión como en productividad. El resultado de la estimación del modelo para la “*productividad*” se muestra en el cuadro 4.9:

Cuadro 4.9 Modelo de Convergencia “Productividad”.

Dependent Variable: DIF_LOGS_VACB				
Method: Least Squares				
Sample: 1 23				
Included observations: 23				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	2.741501	0.342127	8.013103	0.0000
LOG_VACB_GAP	-0.273339	0.150330	-1.818261	0.0833
R-squared	0.136018	Mean dependent var		2.161483
Adjusted R-squared	0.094876	S.D. dependent var		0.623381
S.E. of regresión	0.593072	Akaike info criterion		1.875939
Sum squared resid	7.386416	Schwarz criterion		1.974677
Log likelihood	-19.57329	F-statistic		3.306075
Durbin-Watson stat	2.154591	Prob(F-statistic)		0.083318

El resultado de las estimaciones de los modelos de convergencia refuerzan los resultados obtenidos en el modelo de panel que incorporó el índice de primacía. El proceso de **desconcentración** en la producción de los municipios es ahora apoyado por un proceso de convergencia tanto en el esfuerzo de inversión como en la productividad, no obstante que en el caso de ésta última la velocidad de convergencia es menor.

Hasta el momento el resultado de los modelos de panel y de convergencia se han complementado mutuamente, por un lado se muestra un claro proceso de desconcentración de la inversión y por el otro dicho resultado se complementa al demostrar la existencia de convergencia tanto en el esfuerzo de inversión como en la productividad. Estos resultados no nos permiten afirmar que las condiciones económicas de los municipios tamaulipecos se hayan homogenizado, por el contrario, un hecho peculiar en este periodo es que sólo algunas economías municipales se han acercado entre ellas. El hecho de que la estimación solo se haya realizado para el caso de los modelos de convergencia con 23 municipios de los 43 que conforman el Estado es un hecho contundente en esa dirección<sup>46</sup>.

El efecto de la convergencia en las economías de algunos municipios del Estado lo que está reflejando es una conformación de bloques de municipios que han tendido a homogenizar sus condiciones económicas a lo largo del periodo de

---

<sup>46</sup> Al conformar la base de datos para estimar los modelos de convergencia solo fue posible considerar 23 de los 43 municipios de Tamaulipas, para los municipios restantes las variables consideradas mostraban valores de cero e incluso algunos valores negativos y dado que la estimación de los modelos se estaban utilizando logaritmos, no fue posible considerar dichos valores.

estudio, es decir, en este periodo un posible efecto es que se hayan formado lo que en la literatura de la convergencia se conoce como “*clubs de convergencia*”.

El efecto de esta formación de clubs denota una cierta similitud en las características económicas de los municipios, sin embargo no quiere decir que éstas funcionen de la misma manera, por el contrario, existe una tendencia a que dichas economías municipales se encaminen a su propio estado estacionario.

## CONCLUSIONES

La estimación de los modelos para la inversión que se presentaron en el capítulo 4 arrojó resultados interesantes en cuanto al comportamiento de ésta variable en el Estado de Tamaulipas. Sustentado en modelos de corte keynesiano, como es el caso de los modelos de panel y neoclásicos para el caso de los modelos de convergencia, se logró obtener algunas conclusiones importantes en cuanto al comportamiento y tendencia de la inversión industrial en Tamaulipas.

El objetivo general de esta tesis fue establecer cuales eran los determinantes del proceso de inversión en el Estado y es precisamente en esa dirección en la que se encaminó cada una de las estimaciones de los modelos econométricos planteados.

El trabajo de tesis presentó complicaciones inherentes a una investigación de tipo regional. Ya al principio de este trabajo se esbozaban algunos inconvenientes que acarrea el análisis de la economía desde éste punto de vista y al momento de formular los modelos econométricos se tuvo que lidiar con este factor, sin embargo se probaron una amplia variedad de especificaciones y en última instancia se optó por utilizar otro tipo de herramientas que pudieran complementar los resultados, como lo fue la construcción del índice de primacía.

En primer lugar se realizó la estimación de modelos de panel, considerando que esta variable estaba determinada principalmente por la capacidad productiva del Estado. Cada una de las especificaciones planteadas para los modelos de panel de la inversión fueron estimados tanto por el método de efectos fijos como aleatorios. Se determinó que la especificación en efectos fijos era la mejor, debido a que al aplicar la prueba de Hausman para elegir entre efectos fijos y aleatorios, se pudo rechazar la hipótesis nula de que los efectos fijos son redundantes y así se tuvo la certeza de que es correcto usar efectos fijos en la estimación del modelo.

El modelo estimado nos permitió observar que en Tamaulipas el proceso de inversión no depende de variables como el tipo de cambio y la tasa de interés, debido a que ambas resultaron ser no significativas. En lo que respecta a la tasa de interés aún cuando en el modelo dicha variable obtuvo el signo negativo esperado, ésta no resultó ser significativa a ningún nivel de significancia, lo cual se podría explicar por el hecho de que el Estado de Tamaulipas no cuenta con un mercado financiero desarrollado acorde a las necesidades de financiamiento del aparato productivo y a que los empresarios han recurrido a otro tipo de financiamiento para llevar a cabo los proyectos productivos, tal es el caso de crédito de proveedores y aportaciones de capital privado.

Al igual que en el caso de la tasa de interés, el tipo de cambio corrió la misma suerte al no ser significativo en la estimación del modelo, sin embargo, en este caso el resultado no muestra el signo negativo que se esperaba, por lo que

no parece haber evidencia de que la inversión tenga una fuerte dependencia de un componente importado en el proceso productivo que tendería a encarecer los insumos e incrementar los costos.

Adicionalmente a la primera estimación, en la que dos de las variables no resultaron ser significativas, se estimaron dos modelos más. En el primer caso se planteó que la inversión en Tamaulipas solo dependía del Valor Agregado Censal Bruto que representa la producción estatal. El resultado mostró que la inversión depende positivamente del nivel de producción representado por el VACB que muestra un valor de .11 y resulta estadísticamente significativo.

La estimación a través de efectos fijos permitió ver adicionalmente que existen en el Estado de Tamaulipas factores locales de los municipios que si tienen que ver con el efecto diferenciado de la inversión. Dichos factores se mantienen en el tiempo y actúan a favor de la inversión en el Estado, como pueden ser factores educativos, de seguridad, culturales, etc.

En el afán de encontrar algún otro indicador que pudiera dar cuenta de las condiciones que determinan el proceso de inversión, se realizó la estimación del *“Índice de Primacía”*. La estimación de éste índice nos permitió determinar el nivel de concentración de la producción en cada uno de los municipios y observar las tendencias de dicha concentración a lo largo del periodo de estudio que, dada la base de datos que se pudo elaborar con los censos económicos que publica el INEGI, corrió de 1989 a 2003.



Al encontrar variables no significativas dentro de las estimaciones de los modelos de panel de la inversión como fue el caso de la tasa de interés y del tipo de cambio, se siguió una estrategia diferente, es decir, se pensó que la inversión en el Estado podría estar determinada por factores de concentración de la producción por lo cual se procedió a incorporar al índice de primacía en la especificación econométrica. El resultado de la estimación del modelo permitió corroborar la importancia de la concentración en la determinación del proceso de inversión en el Estado de Tamaulipas. La interpretación del resultado del índice de primacía se puede realizar a través de su signo, por un lado, dado que es un indicador de la concentración de la producción, el efecto en la economía de Tamaulipas es un proceso de **desconcentración** de las inversiones. Así, un segundo elemento a destacar es que este nuevo proceso estaría reubicando a la inversión en los municipios con una menor concentración de la producción y con potenciales de crecimiento.

En la tesis también se plantearon dos modelos de convergencia que permitieron observar el comportamiento del “*esfuerzo de inversión*” y de la “*productividad*”. La existencia de convergencia entre estos dos indicadores reforzó la idea de la desconcentración de la inversión, es decir, ahora en el Estado la inversión no solo se orienta a otros municipios sino que éstos presentan procesos convergentes tanto en su esfuerzo de inversión como en la productividad, lo cual los acerca en sus características productivas.

El modelo de convergencia del “*esfuerzo de Inversión*” mostró un coeficiente beta negativo de -0.622 que resultó estadísticamente significativo al 5% y que da cuenta de un proceso de convergencia de la inversión, en tanto que el modelo de convergencia para la productividad también mostró un proceso convergente al obtener un coeficiente beta significativo de -0.27, sin embargo este es mucho mas lento que para el caso del *esfuerzo de inversión*.

El proceso de desconcentración de la inversión no abarca el total de los municipios del Estado, por lo cual se puede afirmar que mas que un proceso de homogenización de las condiciones económicas al interior de éste, lo único que se ha logrado en este periodo es formar pequeños bloques<sup>47</sup> de municipios que a lo largo del tiempo y con una cierta similitud en sus características económicas han logrado homogenizar sus condiciones productivas y converger tanto en “*esfuerzo de inversión*” como en “*productividad*”, aunque en el caso del primero a una velocidad mayor.

En el Estado de Tamaulipas no se esta presentando un proceso de convergencia en el ritmo de crecimiento de los municipios y más claramente en sus tasas de crecimiento, por lo cual se puede decir que en el largo plazo sus municipios tienden a estado estacionario distintos y convergen únicamente en “*productividad*” y “*esfuerzo de inversión*”. El marco de una economía estatal totalmente heterogénea en sus características productivas genera que las

---

<sup>47</sup> Esta afirmación no necesariamente implica que los municipios tengan proximidad geográfica, por el contrario lo único que se establece es una similitud entre las economías de los municipios lo cual conlleva a la formación de pequeños grupos.

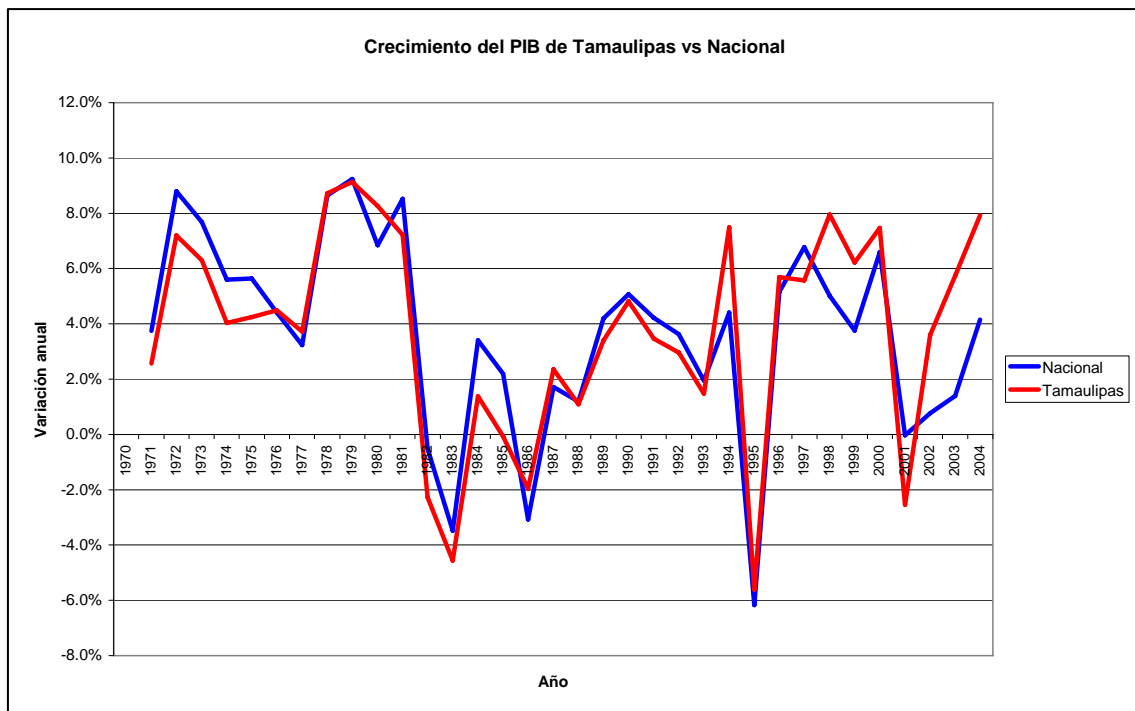
condiciones para la inversión en el Estado no contemplen la totalidad de los municipios y que por el contrario se forme lo que en la literatura del crecimiento económico y de la convergencia se conoce como ***clubs de convergencia***<sup>48</sup>.

---

<sup>48</sup> Para mayor referencia sobre los ***clubs de convergencia*** véase por ejemplo, Garcimartín Alférez y Martín Mayoral Fernando, (2006), "**Clubs de Convergencia en España. El caso de Castilla y León**". Departamento de Economía Aplicada, Universidad de Salamanca en [http://www.jcyl.es/jcyl/cee/dgeae/congresos\\_ecoreg/CERCL/921.PDF](http://www.jcyl.es/jcyl/cee/dgeae/congresos_ecoreg/CERCL/921.PDF)

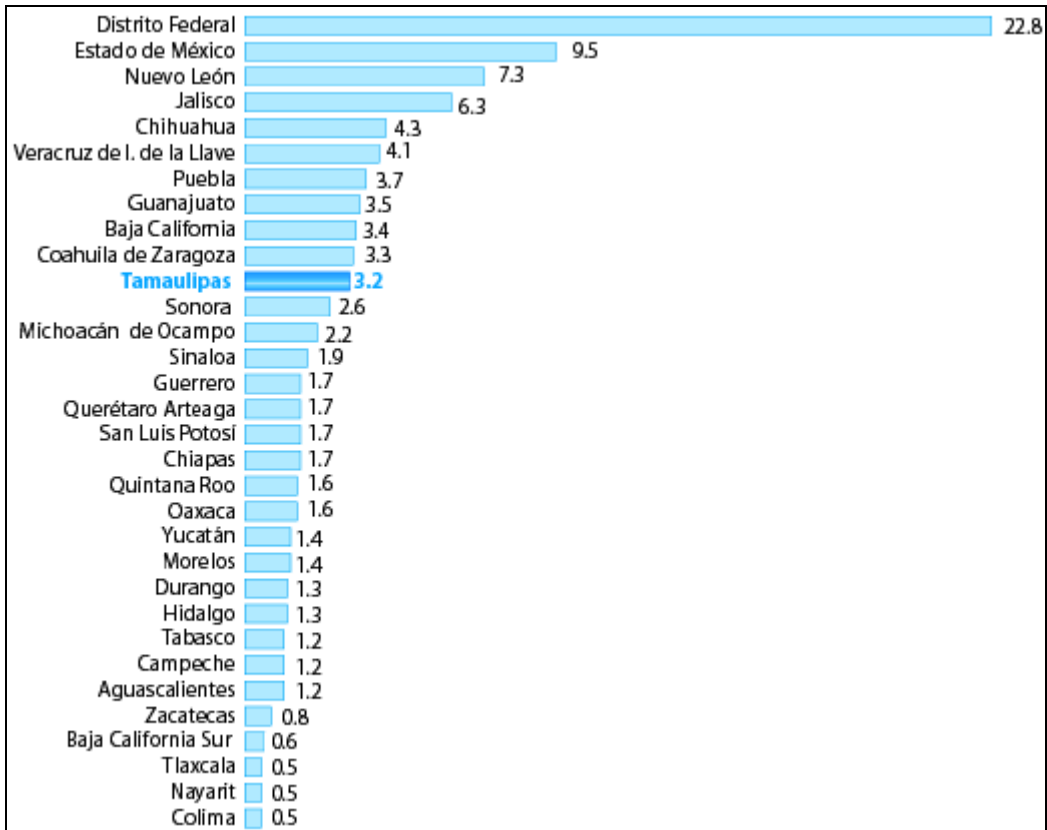
# Anexo

Gráfica 1. Tasa de crecimiento del PIB de Tamaulipas y el Nacional (%)



Fuente: Con base en información del INEGI, PIB de los estados y SIREM

Gráfica 2. Participación Estatal en el Producto Interno Bruto (año 2004)



FUENTE: INEGI. Sistema de Cuentas Nacionales de México. Producto Interno Bruto por entidad Federativa 1999-2004. México. Edición 2006.

**Cuadro 1. Prueba de Hausman para Efectos Fijos**

Redundant Fixed Effects Tests				
Equation: MOD_2				
Test cross-section fixed effects				
Effects Test		Statistic	d.f.	Prob.
Cross-section F		1.590038	(41,124)	0.0272
Cross-section Chi-square		70.976395	41	0.0025
Cross-section fixed effects test equation:				
Dependent Variable: FBKF				
Method: Panel Least Squares				
Sample: 1988 2003				
Cross-sections included: 42				
Total panel (balanced) observations: 168				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	12038.74	12485.20	0.964241	0.3363
VACB	0.350374	0.063730	5.497804	0.0000
I_PRIMACIA	-355728.1	131285.2	-2.709582	0.0074
R-squared	0.271495	Mean dependent var		36625.58
Adjusted R-squared	0.262665	S.D. dependent var		176287.4
S.E. of regression	151374.9	Akaike info criterion		26.71060
Sum squared resid	3.78E+12	Schwarz criterion		26.76639
Log likelihood	-2240.691	F-statistic		30.74561
Durbin-Watson stat	1.044150	Prob(F-statistic)		0.000000

**Cuadro 2. Prueba de Hausman para Efectos Aleatorios.**

Correlated Random Effects - Hausman Test				
Equation: MOD_2				
Test cross-section random effects				
Test Summary		Chi-Sq. Statistic	Chi-Sq. d.f.	Prob.
Cross-section random		11.342219	2	0.0034
Cross-section random effects test comparisons:				
Variable	Fixed	Random	Var(Diff.)	Prob.
VACB	0.353470	0.363594	0.001365	0.7841
I_PRIMACIA	-695054.902010	-392073.286358	10833962535.7 16726	0.0036
Cross-section random effects test equation:				
Dependent Variable: FBKF				
Method: Panel Least Squares				
Sample: 1988 2003				
Cross-sections included: 42				
Total panel (balanced) observations: 168				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	39288.25	17321.49	2.268179	0.0250
VACB	0.353470	0.071049	4.975007	0.0000
I_PRIMACIA	-695054.9	163083.7	-4.261953	0.0000
Effects Specification				
Cross-section fixed (dummy variables)				
R-squared	0.522523	Mean dependent var		36625.58
Adjusted R-squared	0.356946	S.D. dependent var		176287.4
S.E. of regression	141366.0	Akaike info criterion		26.77622
Sum squared resid	2.48E+12	Schwarz criterion		27.59440
Log likelihood	-2205.202	F-statistic		3.155776
Durbin-Watson stat	1.613191	Prob(F-statistic)		0.000000



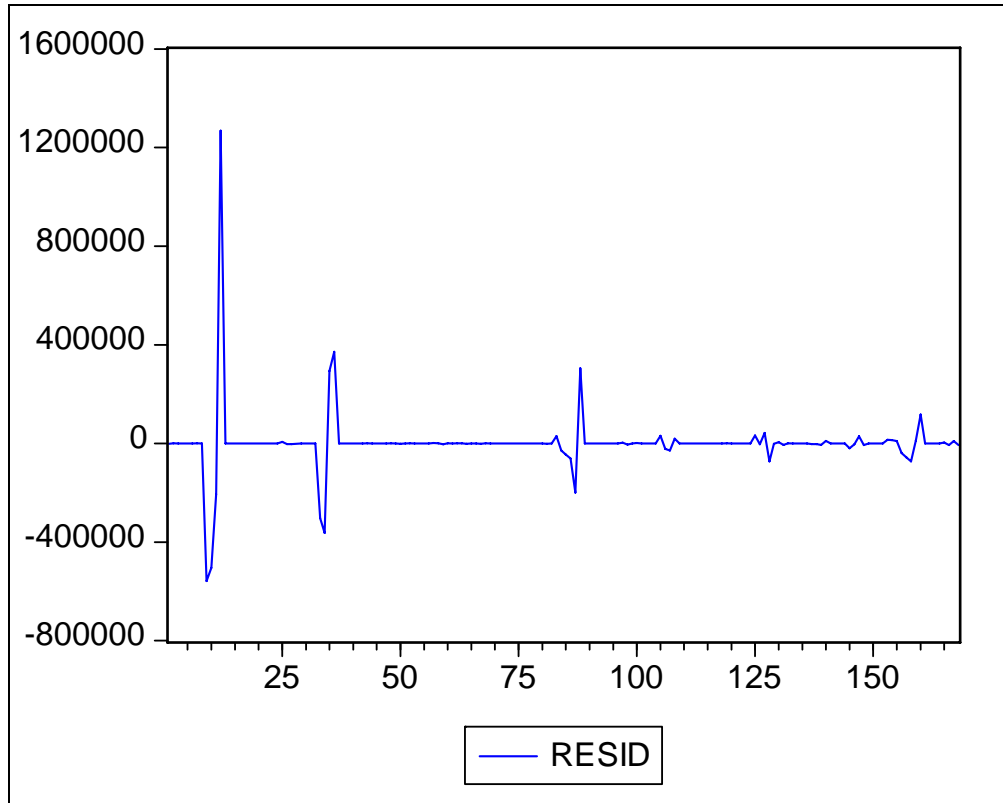
**Cuadro 3. Prueba de Heterocedasticidad para Efectos Fijos.**

Dependent Variable: FBKF				
Method: Panel Least Squares				
Sample: 1988 2003				
Cross-sections included: 42				
Total panel (balanced) observations: 168				
White cross-section standard errors & covariance (d.f. corrected)				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	863.5313	15054.05	0.057362	0.9543
VACB	0.233551	0.102417	2.280398	0.0243
Effects Specification				
Cross-section fixed (dummy variables)				
R-squared	0.452579	Mean dependent var		36625.58
Adjusted R-squared	0.268646	S.D. dependent var		176287.4
S.E. of regression	150759.7	Akaike info criterion		26.90102
Sum squared resid	2.84E+12	Schwarz criterion		27.70060
Log likelihood	-2216.685	F-statistic		2.460562
Durbin-Watson stat	1.409637	Prob(F-statistic)		0.000065

**Cuadro 4. Prueba de Heterocedasticidad para Efectos Aleatorios.**

Dependent Variable: FBKF				
Method: Panel EGLS (Cross-section random effects)				
Sample: 1988 2003				
Cross-sections included: 42				
Total panel (balanced) observations: 168				
Swamy and Arora estimator of component variances				
White cross-section standard errors & covariance (d.f. corrected)				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	6896.213	8196.782	0.841332	0.4014
VACB	0.194153	0.071207	2.726605	0.0071
Effects Specification				
Cross-section random S.D. / Rho			34452.37	0.0496
Idiosyncratic random S.D. / Rho			150759.7	0.9504
Weighted Statistics				
R-squared	0.221476	Mean dependent var	33311.19	
Adjusted R-squared	0.216786	S.D. dependent var	170034.9	
S.E. of regression	150479.8	Sum squared resid	3.76E+12	
F-statistic	47.22405	Durbin-Watson stat	1.049477	
Prob(F-statistic)	0.000000			
Unweighted Statistics				
R-squared	0.239071	Mean dependent var	36625.58	
Sum squared resid	3.95E+12	Durbin-Watson stat	0.998927	

**Gráfica 3. Residuales del modelo de panel.**



Fuente: Relizada en el programa econométrico E-views 5.0

**Tabla 1. Cross Section Fixed Effects del Estado de Tamaulipas<sup>49</sup>**

Municipio	Valor CSFE	Municipio	Valor CSFE
Altamira	584086	Gómez Farías	-39044.97
Ciudad Madero	317692.3	Llera	-39054.18
Matamoros	170333.8	Soto la Marina	-39133.03
Reynosa	104126.4	Ocampo	-39200
Antiguo Morelos	98403.86	Jiménez	-39231.26
Victoria	41833.48	Tula	-39242.03
Nuevo Laredo	927.7489	Mier	-39249.73
Tampico	-7456.957	Miquihuana	-39258.39
El Mante	-31412.23	Burgos	-39260.23
Río Bravo	-33973.37	Mainero	-39281.18
San Fernando	-35006.47	Nuevo Morelos	-39283.44
Xicoténcatl	-37236.83	San Carlos	-39285.25
Miguel Alemán	-37505.08	Villagrán	-39286.4
Abasolo	-37826.81	Cruillas	-39287.14
Camargo	-38189.1	Bustamante	-39288.95
Güémez	-38282.24	Casas	-39289.58
Aldama	-38294	Méndez	-39292.06
González	-38791.63	Palmillas	-39314.9
Padilla	-38794.77	Guerrero	-39331.08
Jaumave	-38799.77	Gustavo D. Ordaz	-39409.97
Hidalgo	-39040.83	Valle Hermoso	-41769.79

Fuente: Elaboración propia con base en la estimación realizada en el programa E-Views 5.0

<sup>49</sup> Estos valores corresponden a factores tanto positivos como negativos que no cambian en el tiempo y que impactan el comportamiento de la inversión en el estado.

**Tabla 2. Índice de Primacía**

Municipio	Índice de Primacía			
	1989	1993	1999	2003
Abasolo	0.00048387	0.0049051	0.0049051	0.00028064
Aldama	0.00072714	0.00577267	0.00577267	0.00185229
Altamira	0.55800658	0.59185175	0.59185175	0.38002624
Antiguo Morelos	0.00011627	0.00071974	0.00071974	0.00025662
Burgos	0.00012279	4.1203E-05	4.1203E-05	0.00017801
Bustamante	2.5285E-05	1.7696E-05	1.7696E-05	1.5741E-05
Camargo	0.00445402	0.01491384	0.01491384	0.00773745
Casas	0	4.2656E-05	4.2656E-05	0
Ciudad Madero	0.6245652	0.52930502	0.52930502	0.25721346
Cruillas	0	2.8591E-05	2.8591E-05	5.3069E-06
Gómez Farías	5.8999E-05	0.00018046	0.00018046	0.001352
González	0.00430652	0.00204887	0.00204887	0.001352
Güemez	0.00313306	0.01039437	0.01039437	0.00042311
Guerrero	3.7162E-05	0.00032032	0.00032032	0.00063413
Gustavo Díaz Ordaz	0.00239232	0.0076807	0.0076807	0.00419973
Hidalgo	0.00194677	0.00152227	0.00152227	0.00313251
Jaumave	0.00030534	0.00012044	0.00012044	0.00051153
Jiménez	0.00021665	0.00016719	0.00016719	0.0023488
Llera	0.00161423	0.00033147	0.00033147	0.000238
Mainero	0.00012336	1.763E-05	1.763E-05	8.9048E-06
Mante, El	0.04508174	0.0659899	0.0659899	0.02281794
Matamoros	1	1	1	0.98862355
Méndez	2.0879E-05	5.1504E-06	5.1504E-06	2.6085E-06
Mier	0.00013351	0.00117839	0.00117839	0.00060472
Miguel Alemán	0.0023793	0.02695502	0.02695502	0.00151139
Miquihuana	2.1071E-05	8.9274E-05	8.9274E-05	5.6667E-05
Nuevo Laredo	0.24547132	0.40918533	0.40918533	0.28739881
Nuevo Morelos	4.31E-05	5.9626E-05	5.9626E-05	3.346E-05
Ocampo	0.00036376	0.00014943	0.00014943	0.00019465
Padilla	0.00157592	0.00113573	0.00113573	0.00021165
Palmillas	1.0535E-05	1.2084E-05	1.2084E-05	1.3762E-05
Reynosa	0.53282178	0.61127107	0.61127107	1
Río Bravo	0.06042447	0.0403967	0.0403967	0.03608751
San Fernando	0.0022816	0.00287656	0.00287656	0.01001006
Soto la Marina	0.00054152	0.00086065	0.00086065	0.0003964
Tampico	0.14530679	0.15765845	0.15765845	0.07534728
Tula	0.00078997	0.00063257	0.00063257	0.00032777
Valle Hermoso	0.00818358	0.02902469	0.02902469	0.06602082
Victoria	0.0185915	0.08144837	0.08144837	0.1170646
Villagrán	3.9843E-05	2.8459E-05	2.8459E-05	3.6968E-05
Xicoténcatl	0.03056939	0.06431233	0.06431233	0.02681861

Fuente: Elaboración propia con base en información de los censos Económicos del INEGI

## Bibliografía

- Aceituno , S. y J. Máttar (1984), **“Modelos macroeconómicos en México: un análisis comparativo”**. Economía Mexicana, Serie Temática 2, México, CIDE
- Ackley Gardner (1982), **“Macroeconomía; Teoría y Política”**, Ed. UTEHA, México.
- Aspe A. Pedro y Jarque Carlos, (1985), **“Expectativas Racionales; Un modelo trimestral para la Economía Mexicana”**. El Trimestre Económico, Vol. LII(3), N°. 207 julio-septiembre, México.
- Asuad S. Normand, (2001), **“Economía Regional y Urbana”**. Benemérita Universidad de Puebla, México.
- Asuad S. Normand y Quintana R. Luis, (2006), **“Convergencia Espacial en el Crecimiento económico de las Entidades Federativas de México, 1940-2004”**, en Prensa. México.
- Aznar, (1997), **“Se puede predecir en economía”**. Cuadernos económico Escuela y Despensa, Universidad de Zaragoza. España.
- Berndt Ernest, (1991) **“The Practice of Econometrics: Classic and Contemporary”**, Addison-Wesley P. USA.
- Calderón Francisco. (1987). **“La inversión Privada en México 1970-1987”**, CIDE Economía Mexicana Vol. 1 Núm. 2 México.
- Carrascal U., et. al. (2001) **“Análisis Econométrico con E-views”**, Alfaomega Editores, México.
- Castro, C., E. Loria y M. A. Mendoza (2000). **“Eudoxio, modelo macroeconómico de la economía mexicana”**, UNAM, Facultad de Economía, México.
- Clavijo Fernando (1995), **“La inversión Bruta Privada en México”**, CEPAL, Manuscrito Inédito, México.
- Clavijo Fernando, (2000), **“Reformas económicas en México 1982-1999”**, CEPAL, El Trimestre Económico Lecturas N°. 92, México.

- Dornbush Rudiger, et. al. (1998), **“Macroeconomía”**, 7ª. Ed. Mc. Graw Hill, España.
- Esquivel Gerardo y Messancher Miguel, (2004) **“México: Desarrollo regional e integración económica”**. en El Economista mexicano, Nueva Época, Número 7 Julio-Septiembre. México.
- Figueroa E. Jorge (2004). **“Modelos para el análisis del desarrollo económico en los ámbitos regionales”**. en El Economista mexicano, Nueva Época, Número 7 Julio-Septiembre. México.
- Froyen R. (1996), **“Macroeconomía: teorías y políticas”**, 4a. Edición Mc. Graw Hill, España.
- Garcimartín Alférez y Martín Mayoral Fernando, (2006) **“Clubs de Convergencia en España. El caso de Castilla y León”**. Departamento de Economía Aplicada, Universidad de Salamanca en [http://www.jcyl.es/jcyl/cee/dgeae/congresos\\_ecoreg/CERCL/921.PDF](http://www.jcyl.es/jcyl/cee/dgeae/congresos_ecoreg/CERCL/921.PDF)
- Garrido Nicolás, et. al. (2002), **“Convergencia Económica en las Provincias argentinas (1970-1995)”**. Estudios de Economía Aplicada, Agosto. Vo. 20, Núm. 002, Asociación de Economía Aplicada, Madrid, España. Pp. 403-421.
- Gelos, G. y Werner, A.M.,(1998), **“La Inversión Fija en el Sector Manufacturero Mexicano 1985-94: El rol de los factores financieros y el impacto de la liberalización financiera”**, Documento de investigación N°. 9805, Banco de México.
- Gordon J. Mirón, (1994), **“Finance, Investment and Macroeconomics. The neoclassical and Post Keynesian Solution”**. Edward Elgar, USA.
- Greene William H. (1999). **“Análisis Económico”**, 3a. Edición, Printice Hall, España.
- Gujarati N. Damodar, (2003), **“Basic Econometrics”**, 4ª. Edición. Mc. Graw Hill, New York.
- Hausman, J.A. (1978), **“Specification test in econometrics”**. Econometrica. 46: 1251-1271.
- Isaac E. Jorge y Quintana R. Luis (2003), **“Siglo XXI: México para armar: cinco dimensiones de la economía Mexicana”**. Plaza y Valdez Editores, México
- INEGI, **“Censos Económicos”**, 1989, 1993 1999 y 2003.

- Jorgenson Dale W. (1963). **“Capital Theory and Investment Behavior”**, American Economic Review, May. pp.247-259.
- Keynes, M. Jhon, (2003), **“ Teoría General de la ocupación, el interés y el dinero”** Ed. Siglo XXI, México.
- Kalecki Michal, (1985). **“Teoría de la dinámica económica”**, FCE, México.
- Levy N. (1993), **“Determinantes de la Inversión privada en México:1960-1985: ideas generales”**. Investigación Económica, Vol. LIII, N°.204, México.
- Mora Corral, Antonio J. (2002), **“Sobre Convergencia Económica. Aspectos Teóricos y Análisis empírico para las Regiones Europeas y Españolas”**. Tesis de Doctorado, Departamento de Econometría, Estadística y Economía Española, Universidad de Barcelona, España.
- Pérez L. E. Alejandro, (2004) **“Un Modelo de Pronostico de la Formación Bruta de Capital Privado en México”**. Documento de Investigación N°. 2004-04, Banco de México.
- Quintana R. Luis, (2003), **“La Dimensión Industrial”**, en Isaac E. Jorge y Quintana R. Luis, (2003), **“Siglo XXI; México para Armar; Cinco Dimensiones de la Economía Mexicana”**, Plaza y Valdez Editores, México.
- Reyes Mónica (2000) . **“El problema de la predicción en las economías regionales. Una aplicación para el caso de Cataluña”**. Departamento de Econometría, Estadística y Economía Española, Universidad de Barcelona, Barcelona.
- Romer David, (1996), **“Advanced Macroeconomics”**. McGraw Hill, USA.
- Sala-I-Martin Xavier, (1994), **“Apuntes de Crecimiento Económico”**, Antoni Bosch Editors, Barcelona.
- Sánchez Oscar, (2001), **“La inversión de las Empresas Manufactureras y el impacto en las Tasas se Interés”**, Documento de Investigación N°. 2001-08, Banco de México.
- SIREM, (2002), **“CONASAMI : Modelo Macroeconómico”**, Comisión Nacional de salarios Mínimos, México.