

# Relación entre incertidumbre e inversión en México, enfoque de opciones reales

**Humberto Valencia Herrera\***  
**Eduardo Enrique Gándara Martínez\*\***

Recibido 11 de septiembre 2008, Aceptado 15 de mayo 2009

## Resumen

Evaluando la significancia empírica de la incertidumbre sobre la inversión con datos panel de empresas de México para el período 1997-2007, se encuentran efectos ambiguos: el impacto en las inversiones de las empresas chicas y medianas es negativo, mientras que en las inversiones de empresas grandes es positivo. La relación entre inversiones y utilidad operativa es positiva, mientras que la relación con el tipo de cambio real no es significativa.

## Abstract

We evaluate the empirical significance of the effects of uncertainty on investment analyzing panel data for public mexican companies from the 1997-2007 period, we found ambiguous effects: the impact on small and medium size companies investments is negative, while at large companies, the effect is positive. There is a strong positive effect of earnings on investments, and the real exchange rate has not a significant impact. Keywords: investment, uncertainty, real options.

*Clasificación JEL: G31.*

*Palabras clave: inversión, incertidumbre, opciones reales.*

## 1. Introducción

En toda economía uno de los principales problemas es la asignación eficiente de los recursos para consumo e inversión. El ambiente que enfrentan los agentes para realizar estas asignaciones es de incertidumbre en variables como precios, demanda y costos y de situaciones de irreversibilidad que pueden implicar costos hundidos.<sup>1</sup>

---

\* Departamento de Contabilidad y Finanzas. Tecnológico de Monterrey, Campus Ciudad de México. e-mail: humberto.valencia@itesm.mx. Tel: 54832241

\*\* Programa Doctoral en Ciencias Financieras. Tecnológico de Monterrey, Campus Ciudad de México. email: eduardogandara@hotmail.com. Tel: 52552684

<sup>1</sup> La palabra incertidumbre proviene del prefijo latino in que indica negación y de la voz latina certitudo (o certinitis) que significa conocimiento seguro y claro. En consecuencia, incertidumbre es desconocimiento.

Lo anterior implica que se requieren mecanismos adecuados para tomar decisiones óptimas de inversión. Entre los instrumentos disponibles se encuentran, el modelo neoclásico, en el cual se supone reversibilidad y para las decisiones de inversión se consideran los criterios de ingreso marginal igual o mayor a costo marginal, que justifican medidas como el valor presente neto (VPN) o la  $q$  de Tobin, definida ésta como la razón del valor de mercado entre el valor en libros, y las nuevas teorías de valuación como son las opciones reales, en las que se incorpora la irreversibilidad, la incertidumbre y la flexibilidad operativa. Teóricamente y de acuerdo a la evidencia empírica revisada, no es posible establecer una relación incondicional positiva o negativa entre incertidumbre e inversión y, además de la incertidumbre, existen otros factores de tipo micro y macroeconómico que explican las decisiones de inversión de las empresas. Dada esta ambigüedad, y la importancia de la inversión para inducir el crecimiento económico, el propósito de esta investigación es probar empíricamente la relación entre inversión y la incertidumbre y otras variables, así como evaluar las diversas teorías de inversión a la luz de los resultados que se encuentren, mediante el análisis de la información de un conjunto de 104 empresas que cotizan en la Bolsa Mexicana de Valores, para el período 1997-2007. Las preguntas que se abordan son las siguientes: ¿cuáles son las bases teóricas que justifican la relación entre incertidumbre e inversión?, ¿cuáles han sido las metodologías de análisis de dicha relación y sus resultados?, ¿cómo se podría complementar el análisis desde una perspectiva econométrica?, ¿qué factores inciden en las decisiones de inversión de las empresas en México?, ¿cuál es la contribución de la incertidumbre para dichas decisiones?, con base en dicha evidencia, ¿cuáles son las conclusiones e implicaciones?

Este trabajo está organizado como sigue: en la sección dos, se presenta el marco teórico, en la primera parte se contrasta inversión usando técnicas de valuación tradicional y la teoría de opciones, en una segunda se discuten diferentes teorías que relacionan inversión e incertidumbre, y en la tercera, se mencionan otras teorías que explican inversión, la sección tres discute la metodología del trabajo, la sección cuatro presenta los resultados y en el apartado final las conclusiones y recomendaciones.

## 2. Marco teórico

### 2.1 Inversión y valuación.

Existen diversas técnicas para analizar la viabilidad de los proyectos de inversión, las cuales según Brennan y Trigeorgis (1999) se pueden clasificar en: (a) modelos mecánicos o estáticos, como el periodo de recuperación (PR), la tasa interna de retorno (TIR) y el valor presente neto (VPN); (b) los modelos en donde los flujos son parcialmente controlables y la toma de decisiones responde a la incertidumbre sobre las condiciones exógenas que los afectan, y (c) los modelos dinámicos o de teoría de juegos, en donde no sólo las condiciones exógenas afectan la decisión, sino también las reacciones de otros agentes económicos.

La metodología de valuación de proyectos a través de opciones reales es un ejemplo de los modelos con flujos parcialmente controlables, la cual permite considerar el valor de los flujos y de la toma de decisiones futuros, en función de la realización de eventos y de la incorporación de nueva información del mercado.

El comportamiento de un proyecto de inversión es muy similar al de las opciones financieras, ya que el inversionista tiene la opción de tomar una decisión inmediatamente o esperar a que se revele nueva información, siendo el valor de la opción el costo de oportunidad del inversionista, el cual es muy sensible a la incertidumbre sobre el valor futuro del proyecto, por lo que las condiciones cambiantes que lo afectan pueden modificar la decisión de inversión de hoy. En el cuadro 1 se muestra la similitud de parámetros entre una opción real y una financiera.

Cuadro 1. Similitud de parámetros entre las opciones financieras y reales

Parámetro	Opción real (financiera)
$S_t$	Valor presente de los flujos de efectivo esperados en t (subyacente)
$K$	Costo de inversión en T (precio de ejercicio)
$R_f$	Tasa de interés libre de riesgo
$\sigma$	Volatilidad del valor presente de flujos de efectivo del proyecto (volatilidad del subyacente)
$T - t$	Tiempo en que la oportunidad de invertir desaparece (plazo a vencimiento)

Al igual que en las opciones financieras, el valor de una opción real aumenta con el tiempo de maduración y con la volatilidad del subyacente.

## 2.2 Incertidumbre e inversión

Las teorías de inversión bajo incertidumbre se pueden clasificar en teorías que se enfocan en la empresa y resaltan su sensibilidad a la incertidumbre y, las teorías que consideran a la empresa en relación con otras empresas y enfatizan la covarianza de los rendimientos con el mercado. El efecto positivo o negativo de la incertidumbre sobre la inversión depende de si el producto marginal del capital es una función convexa o cóncava de un cambio súbito de alguna variable aleatoria. En el primer caso, un incremento en la varianza de la variable aleatoria incrementa los incentivos a invertir, mientras que en el segundo caso ocurre lo contrario.

La principal clase de modelos que predicen una relación cóncava de la incertidumbre sobre la inversión son los modelos de irreversibilidad en la inversión. Así, como en el caso del Modelo de Valuación de Activos de Capital (CAPM, por capital asset pricing model), más incertidumbre hace a la inversión menos deseable, sin embargo, con irreversibilidad, a diferencia del CAPM, la incertidumbre tiene un efecto directo en la inversión que es independiente de la correlación con el mercado, la incertidumbre incrementa el riesgo sin necesariamente incrementar las ganancias deseadas, la tasa de retorno deseado no necesariamente es mayor.

Si la inversión es irreversible, las empresas invierten después de que el ingreso marginal del capital ha alcanzado el nivel para inversión con certidumbre

y, bajo ciertos supuestos, dicho nivel se incrementa con la incertidumbre, Marcus Miller y Lei Zhang (1996) encuentran que al incrementarse la incertidumbre se incrementa el nivel mínimo de precio requerido para decidir explotar un campo de petróleo y por ende se puede incrementar el diferimiento de inversiones y John V. Leahy y Toni M. Whited (1996) encuentran una relación negativa entre incertidumbre e inversión para 600 empresas de manufacturas de Estados Unidos para el período 1981-1987, lo cual es consistente con las teorías de irreversibilidad de la inversión, pero no encuentran evidencia de efectos positivos vía el canal de convexidad del producto marginal del capital, ni de los efectos negativos de la incertidumbre con base en el CAPM. Considerando el tamaño de las empresas, Ghosal y Loungani (2000) encuentran una relación negativa entre inversión e incertidumbre y que dicha relación es sustancialmente mayor en industrias dominadas por empresas pequeñas.

### **2.3 Otros factores que explican las decisiones de inversión**

Además de la incertidumbre en ciertas variables, las decisiones de inversión de las empresas se basan en otros factores de índole micro y macroeconómico como la disponibilidad de fondos, las utilidades y la posición en el mercado, y la inflación, el tipo de cambio y el grado de desarrollo financiero, respectivamente, en particular: la inversión se encuentra relacionada con los recursos a explotar y la tasa de conveniencia, en el caso de recursos naturales (Brennan y Schwartz, 1985), las utilidades (Ueda y Yoshikawa, 1986), patentes, conocimiento técnico, experiencia administrativa, infraestructura y posición en el mercado (Pindyck, 1988), el financiamiento interno, en el caso de empresas pequeñas de alta tecnología (Himmelberg y Petersen 1994) o en el caso de imperfecciones del mercado (Stenbacka y Tomback, 2002), precios, costos, niveles de producción, flujo de efectivo, depreciación, tasa de interés, incertidumbre fiscal e irreversibilidad (Hubbard, 1994), capital físico, recursos humanos y patentes (Kogut y Kulatilaca, 2001), gasto público e infraestructura (Cuamatzin, 2006), la fuerza laboral, el rendimiento de mercado, la volatilidad y la liberación financiera (Desroches y Francis, 2007), la privada con el autofinanciamiento, en el caso de México para el período 1988 a 2004, que se afecta con la deuda primaria gubernamental (Alarco y del Hierro 2007). Con algunas variables no se le observa relación significativa: la depreciación del tipo de cambio, para empresas de la industria manufacturera de Canadá para el período 1981-1997, (Harchaoui, Tarkhani y Yuen, 2005). Respecto a la variabilidad de la inversión y otras variables: Beaudri, Caglayan y Schiantarelli (2001) encuentran evidencia de una relación negativa entre la varianza condicional de la inflación y la varianza de la tasa de inversión.

### **3. Metodología**

Este estudio se realiza con base en la metodología de los trabajos de John V. Leahy y Toni M. Whited (1996) y de Ghosal Vivek y Loungani Prakash (2000) con datos de panel de una muestra de empresas de México. También se considera la metodología de los otros estudios mencionados para controlar por algunos de los factores adicionales a la medida de incertidumbre que influyen en las decisiones de inversión, en particular: utilidades (Ueda y Yoshikawa, 1986), tamaño de la empresa (Hubbard, 1994 y Kulatilaca 2001), riesgo sistemático,

capturado por la tasa de interés en Hubbard (1994) y tipo de cambio (Harchaoui, Tarkani y Yuen, 2005).

Un aspecto importante es la medición de la incertidumbre, en este estudio se considera como medida *ex post* de incertidumbre la volatilidad de los rendimientos diarios de las empresas, medida a través de su desviación estándar. La volatilidad de los rendimientos puede capturar distintas fuentes de incertidumbre que pueden inducir a las empresas a posponer inversiones y por lo tanto a reducir sus planes actuales de inversión. La desventaja es que los rendimientos pueden ser muy ruidosos, reflejando no solo cambios en los fundamentales.

Debido a que los precios de las acciones en el mercado se basan en información hacia adelante (*forward looking*), los rendimientos reflejan expectativas acerca de una variedad de factores que afectan la rentabilidad esperada y, por lo tanto, sobre el valor que puede ser generado por las empresas a través de sus decisiones de inversión: Rendimientos favorables del mercado están asociados con mayor demanda de inversión.

### **3.1 Hipótesis y resultados esperados**

En este estudio, la hipótesis alternativa principal es si la inversión disminuye con aumentos en la volatilidad en la rentabilidad de la acción, lo cual da evidencia de irreversibilidad, (el producto marginal del capital es cóncavo) más que conforme a modelos de covarianza (medida convencional del riesgo) como el CAPM (Leahy y Whited, 1996).

Por otro lado, se verifica la hipótesis de que el impacto negativo de la incertidumbre sobre la inversión es distinto entre las empresas pequeñas y las empresas grandes. Se espera que sea mayor en las empresas pequeñas debido a que enfrentan más restricciones para el acceso al financiamiento en los mercados de capital (Ghosal y Loungani, 2000). Asimismo, se verifica el impacto de mecanismos de financiamiento interno como la utilidad de operación y del entorno macroeconómico a través del tipo de cambio real y el efecto de la covarianza de la incertidumbre de la empresa con el mercado, a través de las betas de las empresas.

## **4. Análisis empírico y resultados**

### **4.1 Muestra de empresas y definición de variables**

Se obtuvo de la base de datos Económica la información de 104 empresas que cotizan en la Bolsa Mexicana de Valores, correspondiente a las variables activo fijo, activo total, amortizaciones y depreciaciones, patrimonio neto, utilidad de operación, beta, volatilidad, cantidad de acciones, ingresos netos por exportación, precios diarios de las acciones y cotización diaria del Índice de la Bolsa Mexicana de Valores. Se obtuvo además de Banco de México e INEGI información sobre las variables tipo de cambio, inflación, Cetes y Producto Interno Bruto (PIB) de México y el PIB de Estados Unidos del Federal Reserve Bank.

Posteriormente se formó la base de datos con la cual se llevó a cabo el análisis. Incorpora la información de las variables de interés en los modelos que se proponen, de las 104 empresas para el período 1997-2007. La composición

final de la muestra arroja un panel de datos no balanceado con un total de 1,040 registros de datos. El panel de datos no balanceado se debe principalmente a que algunas empresas sólo se muestran para algunos años porque son nuevas o interrumpieron sus operaciones durante el período de análisis.

Se estimaron modelos utilizando cuatro variables dependientes distintas como medidas de inversión: (DAT/PN) definida como la razón del cambio en el activo total neto, más amortizaciones y depreciaciones, sobre el patrimonio neto como una proxy del capital de la empresa; (DAF/PN) definida como la razón del cambio en el activo fijo neto, más amortizaciones y depreciaciones, sobre el patrimonio neto; (DAF/AT) definida como la razón del cambio en el activo fijo neto, más amortizaciones y depreciaciones, sobre el activo total; (DAT/AT) definida como la razón del cambio en el activo total neto, más amortizaciones y depreciaciones, sobre el activo total.

Para probar la teoría de irreversibilidad se consideró como variable independiente y medida de incertidumbre a la volatilidad, medida como la desviación estándar de los rendimientos diarios ajustada al periodo.

Para incorporar el efecto de otras variables se incluyeron: la razón de la utilidad de operación más las amortizaciones y depreciaciones entre el patrimonio neto, como una medida del impacto de los resultados de la empresa en las decisiones de inversión. El tipo de cambio real y la tasa de interés real se incluyeron para capturar el efecto de las variables macroeconómicas en las decisiones de inversión.<sup>4</sup> Para considerar el efecto del mercado exterior sobre las empresas, con los ingresos por exportación de cada empresa como proporción de los ingresos totales se construyó una variable dummy y se identificaron empresas exportadoras y no exportadoras.

La ecuación general del modelo usado en el análisis es el siguiente:

$$DEP_{it} = \alpha_{it} + \beta_1 VOL_{it} + \beta_2 UTOP_{it} + \beta_3 TASAREAL_{it} + \beta_4 TCREAL_{it} \\ + \beta_5 DEXPORT_{it} + \beta_6 DBAJO_{it} + \beta_7 DMEDIO_{it} + \varepsilon_{it}$$

Donde,  $i$  identifica a la empresa,  $t$  indica el período de tiempo en años y  $ait$  se refiere al término constante.  $DEP_{it}$ , se refiere a la variable dependiente utilizada en cada caso: DAT/PN, DAF/PN, DAF/AT y DAT/AT, medidas en porcentaje. La variable  $VOL_{it}$ , es la desviación estándar anual de los rendimientos diarios, medida en porcentaje.  $UTOP_{it}$ , es la razón entre la utilidad de operación, más amortizaciones y depreciaciones, y el patrimonio neto, medida en porcentaje.

$TCREAL_{it}$  corresponde al tipo de cambio real, estimado como el cociente del tipo de cambio nominal por el nivel de precios en Estados Unidos entre el nivel de precios en México.  $DEXPORT_{it}$  es la dummy que identifica si la empresa es exportadora (si sus ingresos por exportación son mayores o iguales al 25% de los ingresos totales).  $DBAJO_{it}$  identifica si la empresa es de bajo riesgo

<sup>4</sup> Se consideró inicialmente como variables la variación porcentual real de Producto Interno Bruto (PIB) de México y la de Estados Unidos, la tasa real, medida a partir de los Certificados de la Tesorería de la Federación (CETES) a un plazo de 360 días y la inflación, pero dada su alta correlación con la variable de tipo de cambio real, 0.344, 0.7036, 0.3952 y 0.9556, respectivamente, se omitieron del análisis para evitar la colinealidad.

sistemático conforme al nivel de la beta, beta menor o igual a 0.6, DMEDIOit identifica si la empresa es de riesgo medio conforme al nivel de la beta, mayor a 0.6 y menor o igual a 1.6 y e it es la perturbación estocástica.

Por tamaño, la clasificación de las empresas se realizó con base en los activos totales de 2007, chica, activos menores a 8 mil millones, mediana activos mayores o iguales a 8 mil millones y menores a 20,000 millones y grande, más o igual a 20,000 millones de pesos, teniéndose 40 empresas pequeñas, 31 medianas y 33 grandes.

#### 4.2 Estimación del Panel

La matriz de correlaciones entre las variables independientes, en el cuadro 2, muestra una alta correlación entre la covarianza con el mercado (COVAR) y las variables volatilidad (VOL) y tipo de cambio real (TCREAL), por lo que se decidió usar variables dummy DBAJO y DMEDIO para considerar el riesgo sistemático y evitar la colinealidad.

Cuadro 2. Correlación entre variables independientes

Variabes	UTOP	VOL	COVAR	TCREAL
UTOP	1			
VOL	-0.0245	1		
COVAR	-0.0562	0.5262	1	
TCREAL	-0.1026	0.3873	0.5557	1

Con objeto de dar un tratamiento adecuado a la existencia de los efectos fijos individuales o de efectos aleatorios, se hizo la prueba de Hausman, cuyo resultado se reporta en los cuadros 3 a 6.<sup>5</sup>

Se corrieron regresiones para las cuatro medidas de inversión considerando como variables independientes, además de la volatilidad, a la utilidad operativa, el tipo de cambio real, la orientación exportadora de las empresas, y el nivel de riesgo sistemático de acuerdo al nivel de beta de las empresas. Las estimaciones se realizaron en forma conjunta para todas las empresas y para cada categoría de empresas chicas, medianas y grandes, definidas conforme al tamaño de sus activos. Con estas estimaciones se probó la hipótesis de una relación negativa entre inversión e incertidumbre a través de la teoría de irreversibilidad.

#### 4.3 Resultados

Los resultados, incluyendo la prueba de Hausman, se muestran en los cuadros tres a seis: en el cuadro tres se muestran los resultados de las estimaciones para el conjunto de empresas y en los siguientes tres, los de las empresas chicas, medianas y grandes, respectivamente; en cada tabla, se muestra el modelo completo y el final.

<sup>5</sup> Adicionalmente, se realizaron pruebas de autocorrelación y heteroscedasticidad y de efectos temporales. Los resultados que se presentan son los correspondientes a los modelos de panel no balanceado estimados con el método de Errores Estándar Corregidos para Panel (Panel Corrected Standard Errors ó PCSE), cuando se detectó incumplimiento de la condición de errores independientes e idénticamente distribuidos con varianza constante.

Respecto a la irreversibilidad, se observa el signo negativo de la volatilidad sobre la inversión sólo para las empresas chicas y medianas: en el modelo dos de las empresas chicas (considerando como medida de inversión DAT/PN) y en los modelos uno y tres de las empresas medianas (considerando como medidas de inversión DAF/PN y DAF/AT, respectivamente), existe un efecto negativo y significativo de la incertidumbre sobre las decisiones de inversión. Ésta relación negativa se puede explicar por las teorías relacionadas con la irreversibilidad de las inversiones, las restricciones al financiamiento de las empresas medianas y pequeñas, las preferencias al riesgo y los costos hundidos.

El signo negativo y el tamaño del impacto de la volatilidad sobre la inversión son congruentes con los resultados de Ghosal y Loungani (2000), donde se encuentran un efecto negativo mayor de la volatilidad sobre la inversión en las empresas de menor tamaño. La literatura señala que las empresas medianas y pequeñas enfrentan más restricciones al financiamiento. Si el tamaño de la empresa se considera como una proxy del acceso de estas empresas al mercado de capitales los resultados encontrados son consistentes con la teoría.

El efecto de la incertidumbre sobre la inversión se encuentra invertido para las empresas grandes, pero sólo en un caso, en el modelo cuatro (DAT/AT), se encuentra evidencia de un coeficiente positivo y significativo.

Estos resultados indican efectos en ambos sentidos, concavidad o negativos y convexidad o positivos, de la incertidumbre sobre las decisiones de inversión y que es conveniente diferenciar a las empresas conforme a su tamaño para medir el impacto de la volatilidad sobre la inversión. También permiten señalar que en entornos o ambientes con mayor volatilidad, las inversiones de las empresas chicas y medianas pueden verse afectadas o reducirse, mientras que las inversiones de las empresas grandes no se alteran o incluso podrían incrementarse. Una explicación a este fenómeno es que, posiblemente, las empresas grandes cuentan con recursos, instrumentos o mecanismos que les permiten enfrentar la mayor volatilidad, sin tener que sacrificar sus inversiones. Otra aseveración para las empresas chicas y medianas es lo conveniente de incorporar elementos que les hagan posible atenuar o reducir los efectos de la mayor volatilidad para una óptima ejecución de sus planes de inversión.

De manera consistente, sin importar el tamaño de las empresas, la utilidad operativa tiene un efecto positivo y significativo en el nivel de inversión de las empresas. Los resultados encontrados son de acuerdo a lo esperado, es decir, existe una fuerte asociación positiva entre utilidad operativa y la inversión, lo cual es consistente con el hecho que las empresas, al tener un buen desempeño o mayor disponibilidad de fondos internos en cierto período, deciden ampliar sus activos como proporción del capital, conforme a los estudios de Hubbard (1994) y Stenbacka y Tomback (2002).

Al considerar el nivel de riesgo sistemático de las empresas, diferenciándolas con variables dummy de acuerdo al tamaño de sus betas, se encuentra un impacto negativo sobre la inversión en todos los modelos para las empresas chicas, que tienen un nivel de riesgo medio; lo mismo ocurre en el modelo uno (DAF/PN) para las empresas medianas con nivel de riesgo bajo. También los resultados para estas empresas sugieren que es conveniente analizar la combinación óptima de las fuentes de recursos para la realización de sus inversiones, dado que el impacto de la utilidad operativa puede ser distinto de acuerdo al nivel de riesgo, así como las medidas para atenuar el mayor impacto negativo

de la volatilidad en la inversión.

Cuadro 3. Resultados para todas las empresas  
Modelo 1 (DAF/PN) Completo

1	const	UTOP	VOL	DBAJO	DMEDIO	DEXPORT	TCREAL
2	1.548	3.038	-0.007	-0.264	-0.566	-0.236	-0.129
3	0.352	0.000*	0.362	0.590	0.086**	0.431	0.309

Efectos aleatorios

Modelo 1 (DAF/PN) Final

1	const	UTOP	VOL	DBAJO	DMEDIO	DEXPORT	TCREAL
2	-0.726	3.023	0.002				
3	0.008*	0.000*	0.542				

Efectos aleatorios

Modelo 2 (DAT/PN) Completo

1	const	UTOP	VOL	DBAJO	DMEDIO	DEXPORT	TCREAL
2	0.263	4.743	0.007	-0.326	-0.611	0.264	-0.097
3	0.881	0.000*	0.484	0.562	0.081**	0.484	0.481

Efectos aleatorios

Modelo 2 (DAT/PN) Final

1	const	UTOP	VOL	DBAJO	DMEDIO	DEXPORT	TCREAL
2	-1.348	4.740	0.008				
3	0.049*	0.000*	0.421				

Efectos aleatorios

Modelo 3 (DAF/AT) Completo

1	const	UTOP	VOL	DBAJO	DMEDIO	DEXPORT	TCREAL
2	0.247	1.764	0.003	-0.165	-0.233	0.028	-0.046
3	0.625	0.000*	0.406	0.394	0.060**	0.834	0.245

Efectos aleatorios

Modelo 3 (DAF/AT) Final

1	const	UTOP	VOL	DBAJO	DMEDIO	DEXPORT	TCREAL
2	-0.409	1.763	0.002				
3	0.046*	0.000*	0.502				

Efectos aleatorios

Modelo 4 (DAT/AT) Completo

1	const	UTOP	VOL	DBAJO	DMEDIO	DEXPORT	TCREAL
2	0.287	2.763	0.004	-0.246	-0.361	0.047	-0.064
3	0.722	0.000*	0.412	0.430	0.071**	0.829	0.312

Efectos aleatorios

Modelo 4 (DAT/AT) Final

1	const	UTOP	VOL	DBAJO	DMEDIO	DEXPORT	TCREAL
2	-0.653	2.761	0.003				
3	0.045*	0.000*	0.470				

Efectos aleatorios

Nota: \*Coeficientes significativos al 95%, \*\*Coeficientes significativos al 90%

Cuadro 4. Resultados para las empresas chicas

Modelo 1 (DAF/PN) Completo

1	const	UTOP	VOL	DBAJO	DMEDIO	DEXPORT	TCREAL
2	1.548	3.038	-0.007	-0.264	-0.566	-0.236	-0.129
3	0.352	0.000*	0.362	0.590	0.086**	0.431	0.309

Efectos aleatorios

Modelo 1 (DAF/PN) Final

1	const	UTOP	VOL	DBAJO	DMEDIO	DEXPORT	TCREAL
2	-0.424	3.036	-0.006				
3	0.260	0.000*	0.445				

Efectos aleatorios

## Modelo 2 (DAT/PN) Completo

1	const	UTOP	VOL	DBAJO	DMEDIO	DEXPORT	TCREAL
2	0.906	4.761	-0.016	-0.400	-1.015	-0.439	-0.052
3	0.587	0.000*	.059**	0.413	0.002*	0.124	0.685

Efectos aleatorios

## Modelo 2 (DAT/PN) Final

1	const	UTOP	VOL	DBAJO	DMEDIO	DEXPORT	TCREAL
2	0.125	4.761	-0.018		-0.971		
3	0.784	0.000*	.035*		0.000*		

Efectos aleatorios

## Modelo 3 (DAF/AT) Completo

1	const	UTOP	VOL	DBAJO	DMEDIO	DEXPORT	TCREAL
2	0.937	1.770	-0.004	-0.179	-0.330	-0.096	-0.079
3	0.320	0.000*	0.396	0.519	0.076**	0.572	0.268

Efectos aleatorios

## Modelo 3 (DAF/AT) Final

1	const	UTOP	VOL	DBAJO	DMEDIO	DEXPORT	TCREAL
2	-0.259	1.769	-0.003				
3	0.223	0.000*	0.500				

Efectos aleatorios

## Modelo 4 (DAT/AT) Completo

1	const	UTOP	VOL	DBAJO	DMEDIO	DEXPORT	TCREAL
2	1.192	2.773	-0.009	-0.203	-0.498	-0.498	-0.094
3	0.427	0.000*	0.222	0.646	0.094**	0.094**	0.408

Efectos aleatorios

## Modelo 4 (DAT/AT) Final

1	const	UTOP	VOL	DBAJO	DMEDIO	DEXPORT	TCREAL
2	-0.313	2.772	-0.007				
3	0.354	0.000*	0.299				

Efectos aleatorios

Nota: \*Coeficientes significativos al 95%, \*\*Coeficientes significativos al 90%

No se encuentra evidencia de efectos significativos de factores macroeconómicos, como el tipo de cambio real, sobre las decisiones de inversión de las empresas, lo que es congruente con los resultados de estudios recientes, como el de Harchaoui, Tarkhani y Yuen (2005), para empresas de la industria manufacturera de Canadá para el periodo 1981-1997 y es consistente con la teoría, la cual no prevé una indicación clara sobre el efecto depreciaciones del tipo de cambio sobre la inversión. El efecto neto depende del tamaño de diversos impactos, por un lado, si todos los insumos son producidos domésticamente, la depreciación afecta la demanda doméstica y extranjera y se prevé un aumento en la inversión dado que mejora su beneficio marginal. Por otro lado, si el impacto en los bienes importados es alto, las empresas cuya producción es intensiva en el uso de insumos importados reducirán sus inversiones.

Cuadro 5. Resultados para las empresas medianas  
Modelo 1 (DAF/PN) Completo

1	const	UTOP	VOL	DBAJO	DMEDIO	DEXPORT	TCREAL
2		0.307	-0.007	-0.240	-0.049	-0.108	-0.025
3		0.010*	0.001*	0.023*	0.331	0.231	0.273

Efectos fijos

## Modelo 1 (DAF/PN) Final

1	const	UTOP	VOL	DBAJO	DMEDIO	DEXPORT	TCREAL
2		0.299	-0.007	-0.215			
3		0.013*	0.001*	0.017*			

Efectos fijos

## Modelo 2 (DAT/PN) Completo

1	const	UTOP	VOL	DBAJO	DMEDIO	DEXPORT	TCREAL
2	-0.329	0.950	-0.003	0.058	0.043	-0.090	0.025
3	0.489	0.000*	0.132	0.712	0.673	0.349	0.540

Efectos aleatorios

## Modelo 2 (DAT/PN) Final

1	const	UTOP	VOL	DBAJO	DMEDIO	DEXPORT	TCREAL
2	-0.058	0.951	-0.003				
3	0.524	0.000*	0.179				

Efectos aleatorios

## Modelo 3 (DAF/AT) Completo

1	const	UTOP	VOL	DBAJO	DMEDIO	DEXPORT	TCREAL
2	0.081	0.003	-0.001	-0.030	-0.330	0.005	0.000
3	0.565	0.812	.097**	0.513	0.262	0.850	0.996

Efectos aleatorios

## Modelo 3 (DAF/AT) Final

1	const	UTOP	VOL	DBAJO	DMEDIO	DEXPORT	TCREAL
2		-0.185	-0.001				
3		0.186	0.04*				

Efectos fijo

## Modelo 4 (DAT/AT) Completo

1	const	UTOP	VOL	DBAJO	DMEDIO	DEXPORT	TCREAL
2	0.166	-0.012	-0.002	-0.034	-0.030	-0.046	-0.002
3	0.363	0.431	0.044*	0.571	0.441	0.211	0.916

Efectos aleatorios

## Modelo 4 (DAT/AT) Final

1	const	UTOP	VOL	DBAJO	DMEDIO	DEXPORT	TCREAL
2	0.087	2.772	-0.001				
3	.028*	.000*	0.121				

Efectos aleatorios

Nota: \*Coeficientes significativos al 95%, \*\*Coeficientes significativos al 90%

Finalmente, no se encuentra evidencia de efectos significativos en las decisiones de inversión atribuibles a la variable que mide la orientación exportadora

de las empresas (DEXPORT), lo que es consistente con el encontrado para el tipo de cambio real, ya que en ambos casos no existe evidencia que confirme la predicción teórica en el sentido de que una mayor exposición exportadora de las empresas es congruente con una mayor sensibilidad de la inversión ante movimientos en el tipo de cambio.

Cuadro 6. Resultados para las empresas grandes  
Modelo 1 (DAF/PN) Completo

1	const	UTOP	VOL	DBAJO	DMEDIO	DEXPORT	TCREAL
2		1.368	0.007	0.015	-0.063	0.126	-0.055
3		0.000*	0.363	0.942	0.783	0.459	0.320

Efectos fijos

Modelo 1 (DAF/PN) Final

1	const	UTOP	VOL	DBAJO	DMEDIO	DEXPORT	TCREAL
2		1.343	0.003				
3		0.000*	0.546				

Efectos fijos

Modelo 2 (DAT/PN) Completo

1	const	UTOP	VOL	DBAJO	DMEDIO	DEXPORT	TCREAL
2	0.316	0.462	0.012	0.020	-0.183	0.156	-0.058
3	0.772	0.000*	0.140	0.971	0.540	0.407	0.547

Efectos aleatorios

## Modelo 2 (DAT/PN) Final

1	const	UTOP	VOL	DBAJO	DMEDIO	DEXPORT	TCREAL
2	-0.336	0.460	0.009				
3	0.230	0.000*	0.190				

Efectos aleatorios

## Modelo 3 (DAF/AT) Completo

1	const	UTOP	VOL	DBAJO	DMEDIO	DEXPORT	TCREAL
2		0.182	0.001	0.006	-0.024	-0.038	-0.010
3		0.000*	0.246	0.909	0.538	0.195	0.252

Efectos fijos

## Modelo 3 (DAF/AT) Final

1	const	UTOP	VOL	DBAJO	DMEDIO	DEXPORT	TCREAL
2		0.184	0.001				
3		0.000*	0.279				

Efectos fijos

## Modelo 4 (DAT/AT) Completo

1	const	UTOP	VOL	DBAJO	DMEDIO	DEXPORT	TCREAL
2		0.165	0.004	-0.132	-0.047	0.016	-0.012
3		0.012*	0.011*	0.159	0.460	0.760	0.418

Efectos fijos

## Modelo 4 (DAT/AT) Final

1	const	UTOP	VOL	DBAJO	DMEDIO	DEXPORT	TCREAL
2	-0.037	0.129	0.002				
3	0.508	0.000*	0.115				

Efectos aleatorios

Nota: \*Coeficientes significativos al 95%, \*\*Coeficientes significativos al 90%

## 5. Conclusiones

Conforme a la literatura reciente, la relación entre incertidumbre e inversión está determinada por las teorías de concavidad y convexidad. La primera considera una relación negativa entre el producto marginal del capital y la medida de incertidumbre, mientras que la segunda considera una relación positiva. La evidencia empírica revisada muestra resultados a favor de ambas teorías, utilizando diversas medidas de incertidumbre. En este estudio, se encuentran efectos ambiguos de la incertidumbre sobre las decisiones de inversión en México, la evidencia consiste en efectos negativos para las empresas chicas y medianas y efectos positivos para las empresas grandes. Estos resultados son congruentes con los estudios revisados e indican que es conveniente diferenciar a las empresas conforme a su tamaño para medir el impacto de la volatilidad sobre la inversión.

De manera consistente, sin importar el tamaño de las empresas, la utilidad operativa tiene un efecto positivo y significativo en el nivel de inversión de las empresas. Los resultados encontrados son de acuerdo a lo esperado, es decir, existe una fuerte asociación positiva entre utilidad operativa y la inversión.

Al considerar el riesgo sistemático de las empresas se observa un impacto negativo sobre la inversión para las empresas chicas que tienen un nivel de riesgo medio y para las empresas medianas con nivel de riesgo bajo, lo que sugiere que es conveniente analizar la combinación óptima de las fuentes de recursos de estas empresas para la realización de sus inversiones, dado que el impacto del riesgo sistemático puede ser distinto de acuerdo al nivel de riesgo.

No se encuentra evidencia significativa de efectos sobre las decisiones de inversión de las empresas provenientes de movimientos en el tipo de cambio real y en la variable que mide la orientación exportadora de las empresas, lo cual es congruente con los resultados de estudios recientes.

Respecto a la utilidad operativa, toda vez que es significativa independientemente de la relación o modelo que se estime, con independencia del tamaño de las empresas o de efectos fijos o aleatorios, es conveniente evaluar su tratamiento econométrico en análisis futuros.

Como posibles extensiones a este trabajo, se pueden considerar medidas de volatilidad ex ante, usando técnicas de vectores autorregresivos, incluir otras medidas de volatilidad, como son volatilidad de los ingresos, ventas, utilidad, etc., hacer un análisis por sectores o diferenciando en activos tangibles e intangibles o hacer análisis comparativos con otros países.

## Referencias

- Alarco Tosoni, Germán y Patricia del Hierro Carrillo (2007). Financiamiento de la inversión privada en México, 1988-2004: una metodología a partir de flujos de fondos. *Análisis Económico*. Núm. 49, vol. XXII. Primer cuatrimestre de 2007. pp. 85-110.
- Brennan, Michael J. and Eduardo S. Schwartz (1985). Evaluating Natural Resource Investments. *The Journal of Business*, Vol. 58, No. 2, pp. 135-157.
- Beaudry, Paul, Mustafa Caglayan and Fabio Schiantarelli (2001). Monetary Instability, The Predictability of Prices, and the Allocation of Investment: An Empirical Investigation Using U.K Panel Data. *The American Economic Review*, Vol. 91, No. 3, pp. 648-662.

- Brennan, Michael J. and Lenos Trigeorgis (1999). Project Flexibility, Agency and Competition. New Developments in the Theory and Application of Real Options. New York, NY. USA: Oxford University Press.
- Cuamatzin Bonilla, Fortunato (2006). Inversión pública e inversión privada. Excluyentes o complementarias. Aportes, Revista de la Facultad de Economía, BUAP. Año XI. Números 31-32. Enero-Abril y Mayo-Agosto de 2006. pp. 45-63.
- Desroches, Brigitte, Francis Michael (2007). World Real Interest Rates: A Global Savings and Investment Perspective. Bank of Canada Working Paper 2007-16.
- Dixit, Avinash K and Robert S. Pindyck (1994). Investment Under Uncertainty. Princeton: Princeton University Press.
- Ghosal, Vivek., Prakash Loungani (1999). Product Market Competition and the Impact of Price Uncertainty on Investment: Some Evidence From us Manufacturing Industries. The Journal of Industrial Economics, Vol. 44, No. 2. pp. 217-228.
- Ghosal, Vivek., Prakash Loungani (2000). The Differential Impact of Uncertainty on Investment in Small and Large Business. The Review of Economics and Statistics, Vol. 82, No. 2-8, pp. 338-343.
- Harchaoui, Tarek, Tarkhani Faouzi, Yuen Terence (2005). The Effects of the Exchange Rate on Investment: Evidence from Canadian Manufacturing Industries. Bank of Canada Working Paper 2005-22.
- Himmelberg, Charles P., Bruce C. Petersen (1994). R and D and Internal Finance: A Panel Study of Small Firms in High-Tech Industries. The Review of Economics and Statistics, Vol. 76, No. 1, pp. 78-51.
- Hubbard, Glenn R. (1994). Investment Under Uncertainty: Keeping Ones Options Open. Journal of Economic Literature, Vol. 32, No. 4, pp. 1816-1831.
- Kogut, Bruce (1991). Join Ventures and the Option to Expand and Acquire. Management Science, Vol. 37, No. 1. pp. 19-33.
- Kogut Bruce., Kulatilaka Nalin (2001). Capabilities as Real Options. Organization Science, Vol. 12, No. 6. pp. 744-758.
- Leahy, John V., Toni M. Whited (1996). The Effect of Uncertainty on Investment: Some Stylized Facts. Journal of Money, Credit and Banking, Vol. 28, No. 1. pp. 64-83.
- Miller, Marcus, Lei Zhang (1996). Oil Price Hikes and Development Triggers in Peace and War. The Economic Journal, Vol. 106, No. 435. pp. 445-457.
- Pindyck, Robert S. (1988). Irreversible Investment, Capacity Choice, and the Value of the Firm. The American Economic Review, Vol. 78, No. 5, pp. 969-985.
- Stenbaka, Rune, Mihkel Tombak (2002). Investment, Capital Structure and Complementarities between Debt and New Equity. Management Sciences, Vol. 48, No. 2. pp. 257-272.
- Ueda, Kazuo., Hiroshi Yoshikawa (1986). Financial Volatility and the q Theory of Investment. Economica, New Series, Vol. 53, No. 209. pp. 11-27.