

**MODELO ECONOMÉTRICO PARA MEDIR
EL RIESGO DE INCUMPLIMIENTO DE LAS
OBLIGACIONES DE LOS CLIENTES DE
INVERAUTOS**

ASESOR : ING. GLORIA INES MACIAS VILLALBA

DE : EDGAR JOAQUIN PENA BALLESTEROS

FACULTAD : INGENIERIA FINANCIERA

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BUCARAMANGA

MAYO 27 DE 2.005

Objetivo General

Medir el riesgo de incumplimiento de crédito de Inverautos, por medio de un modelo econométrico que pueda pronosticar la probabilidad que tienen los clientes de pagar o no sus obligaciones, con el fin de seleccionar los mejores créditos para poderlos otorgar a los cliente y disminuir la alta morosidad de su cartera para beneficio del establecimiento comercial.

Objetivos Específicos

- Analizar el mercado del vehículo usado vendido a crédito en Santander a través de una Matriz Dofa para poder observar que variables pueden afectar el cobro de los créditos .
- Identificar que tipo de variables pueden estar afectando el cumplimiento de las obligaciones de los clientes de Inverautos por medio de la información que es exigida en las solicitudes de crédito.

- Determinar que modelo estadístico puede ser el más apropiado que se adapte de una mejor manera a la información que tiene la empresa acerca de sus clientes.
- Discriminar o agregar variables significativas cuantitativas o cualitativas de acuerdo a las necesidades del modelo econométrico que se va desarrollar.
- Desarrollar el modelo econométrico que sirva como herramienta matemática para mejorar la calidad de los créditos concedidos a las personas que buscan el servicio que ofrece Inverautos.

Realización de la matriz Dofa

Para realizarla se tuvo en cuenta:

- Se investigo el comportamiento del sector automotor de los vehículos usados en Colombia.
- Se realizo una encuesta a 5 empresas del sector comercial de los vehículos usados en Bucaramanga.

Encuesta a las empresas

La encuesta que se realizó en Ranautos, Camarautos, Milautos, Motoworld, Jincheng e Inverautos es para conocer cómo se otorgan los créditos a los clientes en el mercado de los vehículos usados en algunos establecimientos comerciales de Bucaramanga y en la manera en que financian estas empresas, para saber que oportunidades se están aprovechando en este mercado y cuales debilidades se tienen con respecto a los requisitos que se exigen en la solicitudes de créditos e identificar que variables son importantes y como pueden estas afectar el cumplimiento de pago de aquellas personas que desean adquirir un automóvil.

Matriz DOFA

Debilidades	Oportunidades
<ul style="list-style-type: none">• Falta de cohesión empresarial• Falta de colaboración de la seguridad pública.• Falta de políticas de cobro.	<ul style="list-style-type: none">• Ahorro• Capacidad de pago• Tasas de Interés.• Surtido.
Fortalezas	Amenazas
<ul style="list-style-type: none">• Otorgamiento de créditos con inicial.• Precios de competencia.• Tradición en los negocios de usados• Ubicación Geográfica.	<ul style="list-style-type: none">• Política.• Social.• Tratados de libre comercio.• Impuestos y aranceles.• No se tiene un buen marketing.

Formato de solicitud de crédito

Teniendo en cuenta la solicitud de crédito de Inverautos se tomaron las siguientes variables que pueden influir en el incumplimiento de pago y son las siguientes: los ingresos del cliente, el estado civil, las personas a cargo, la situación laboral (empleado o independiente), sexo (hombre o mujer), ingresos del cónyuge, si el codeudor es familiar, si la persona tiene casa propia.

Estas variables junto al valor de la inicial, el valor de las cuotas y el plazo de la financiación estipulados en el documento de compraventa y en el pagare, se tomaron como posibles variables que afectan el incumplimiento de pago de los clientes, con base a esta información se realizó el segundo objetivo de la investigación.

Con la información disponible, Inverautos desarrollo un modelo logit que mida el riesgo de incumplimiento antes de otorgar el crédito.

Modelo Logit

Los modelos logit poseen una característica única, la cual es que su variable dependiente es del tipo que produce una respuesta de 0 o 1, es decir es dicótoma por naturaleza y se pueden utilizar cuando las variables explicativas contienen características específicas de los individuos y también cuando los datos nos informan sobre atributos de las diferentes alternativas.

En estos modelos donde la variable dependiente es cualitativa, el objetivo es encontrar la probabilidad de que un acontecimiento suceda, en este caso la probabilidad de riesgo a la hora de otorgar un crédito.

Definición de las variables

Variable dependiente dicótoma:

Al realizarse un modelo logit ,la variable dependiente es dicótoma y por esto se toma el valor de cero (0) si cumplió con el pago de las cuotas a menos de 30 días de mora. Y de uno(1) si la persona pago con una morosidad mayor a 30 días que para la empresa no es un buen cliente debido a que esta atrasado en dos o mas cuotas y es difícil para cobrarle .

Variables independientes cuantitativas :

- Valor de la inicial
- Valor de la cuota
- El plazo de la financiación
- Ingresos del Cliente
- Ingresos del cónyuge

Variables independientes cualitativas :

- Edad
- Personas a cargo

Variables independientes dicótomas :

- Variable Situación laboral:
Empleado (1), Independiente (0).
- Variable fiador familiar :
Fiador familiar (1), no (0)
- Variable sexo
Si el cliente es hombre (1), si es mujer (0)

- **Variable estado civil**

si el cliente es soltero (1), es casado (0)

- **Variable casa propia**

si el cliente tiene casa propia o no paga arriendo (1) en caso contrario toma el valor de (0)

Prueba de significancia

Se eliminaron varias de las variables que se consideraban influyentes a la hora de mirar el riesgo existente a la hora de permitir un préstamo, por esto se realizó la prueba de significancia para los coeficientes de cada una de las variables independientes, para así detectar las variables no significativas y así dejar un modelo eficiente. Y se eliminaron las variables de:

- Cuota inicial
- Fiador familiar
- Estado civil
- Ingresos del cónyuge

Multicolinealidad

El problema de multicolinealidad consiste en la existencia de una relación lineal entre las variables independientes. En nuestro caso sería que por ejemplo la variable cuotas tenga alguna relación lineal con la variable edad o con la variable ingresos. Cuando existe la multicolinealidad los errores estándar de los coeficientes se alteran y ello implicaría una menor precisión para su estimación en el cual su probabilidad no sería pequeña.

Para poder mirar si las variables explicativas de este modelo poseen multicolinealidad se observó la matriz de correlación de las variables independientes, donde si el coeficiente de correlación parcial entre las variables es mayor a un 0,8 entonces se asume una fuerte relación lineal entre las variables y con ello el problema existe.

En este caso no existió multicolinealidad en el modelo debido a que ninguna correlación fue mayor de 0.80.

Heterocedasticidad

En cuanto a la heteroscedasticidad, esta surge cuando las varianzas en las perturbaciones condicionales a los valores seleccionados de las variables explicativas no son constantes (no se cumple con el supuesto de homoscedasticidad).

Este problema es importante ya que al no tenerlo en cuenta se puede incurrir en errores en los coeficientes de las variables, donde su varianza deja de ser mínima y ya no son eficientes los coeficientes.

Para el modelo que se desarrolló no hubo heterocedasticidad.

Autocorrelación

la autocorrelación radica en el hecho de que existe correlación entre observaciones de tiempo, donde se viola uno de los supuestos del modelo clásico de regresión lineal, el cual deduce que no debe haber relación entre las perturbaciones (errores) de una observación con relación a otra. Tampoco se encontró este problema de autocorrelación en el modelo.

Razón de verosimilitud

Se realizó el análisis e interpretación del modelo, donde se continúa con la prueba de hipótesis pero esta vez de manera general para los coeficientes de las variables independientes.

Este estadístico prueba la siguiente hipótesis:

$H_0: B_2, B_3, B_4, B_5, B_6, B_7, B_8, B_9 = 0$

$H_1: \text{al menos algún coeficiente } B_t \neq 0 \text{ (t puede ser 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9)}$

El estadístico de la razón de verosimilitud de este modelo es 36,08 que se tomó del *eviews* el cual es mayor que el crítico de **15,50** (el cual se obtuvo por medio de la tabla χ^2 con 8 grados de libertad y una confianza del 95%), de allí que deducimos que se rechaza H_0 , donde por ello los coeficientes de las variables independientes si son significativos a una confianza del 95% .

$$36.08 > 15.50.$$

El nivel de confianza de la prueba de máxima verosimilitud demuestra que todas las variables significativas explican a la variable dicótoma o incumplimiento de pago en un 95%.

La cuenta R2 de Mc Fadden:

$$\text{Cuenta R2} = \frac{\text{numero de predicciones correctas}}{\text{Numero total de observaciones}}$$

Para este modelo sería:

$$\text{Cuenta R2} = \frac{154}{220} = 0,70$$

Este valor de 0,70 da una idea de los órdenes de magnitud del modelo, es decir que tanto las variables independientes cambian en un 70% a y. Es preciso decir que cuando se habla de modelos donde la variable dependiente es dicótoma, estas medidas de bondad de ajuste pierden importancia.

Explicación del modelo

Modelo A

$$\text{RIESGO} = -0,982141 + 0,0000105 (\text{cuota}) + 0,055798 (\text{plazo}) - 0,000000620 (\text{ingresos}) - 0,519458 (\text{situación laboral}) - 0,708402 (\text{sexo}) - 0,033891 (\text{edad}) - 0,428940 (\text{casa propia}) + 0,583541 (\text{personas a cargo})$$

Variable cuota:

Se puede observar que cada coeficiente de pendiente mide el cambio en el logit estimado correspondiente a una unidad de cambio en el valor de la variable independiente (manteniendo constantes las otras variables independientes). Es decir, si miramos el coeficiente de 0,0000105 que acompaña a la variable (*cuota*), este significa que, manteniendo todos los demás factores constantes, si se aumenta en un peso el valor de la cuota, entonces en promedio, el logit estimado del riesgo aumenta en 0,0000105 unidades, es decir existe una relación positiva.

Comparando esta explicación con el análisis estadístico de cada variable previo, antes de desarrollar el modelo, en el caso de la variable (*cuota*) se demostró que esta variable al aumentar, también incrementa el incumplimiento de pago de los clientes es decir el logit estimado de riesgo.

Variable Plazo:

El coeficiente de **0,055798** de la variable (**plazo**) manteniendo las demás variables constantes, indica que al aumentar en un mes el plazo del crédito, en promedio, el logit estimado del riesgo aumenta en **0,055798** unidades, es decir existe una relación positiva que al ser comparada con el análisis estadístico que se le realizó a esta variable, coinciden que en efecto, al aumentar el plazo de la financiación aumenta el logit estimado o riesgo de incumplir con sus pagos. Esto coincide con el comportamiento del coeficiente de la variable plazo. **Variable**

Ingresos:

Por otro lado el coeficiente de **-0,000000620** de la variable (**ingresos**) manteniendo las demás variables constantes, indica que al aumentar en un peso el ingreso, en promedio, el logit estimado del riesgo disminuye en **0,000000620** unidades, es decir existe una relación negativa.

Variable Situación laboral :

El coeficiente de $-0,519458$ de la variable (**situación laboral**) manteniendo las demás variables constantes, indica que cuando se trata de un empleado, en promedio, el logit estimado del riesgo disminuye en $0,519458$ unidades, es decir existe una relación negativa.

Variable sexo:

El coeficiente de $-0,708402$ de la variable (**sexo**) manteniendo las demás variables constantes, indica que cuando se trata de una hombre, en promedio, el logit estimado del riesgo disminuye en $0,708402$ unidades, es decir existe una relación negativa.

Variable edad:

El coeficiente de $-0,033891$ de la variable (**edad**) manteniendo las demás variables constantes, indica que cuando se aumenta en un año esta variable, en promedio, el logit estimado del riesgo disminuye en $0,033891$ unidades, es decir existe una relación negativa.

Variable casa propia :

El coeficiente de **-0,428940** de la variable (**casa propia**) manteniendo las demás variables constantes, indica que cuando se tiene casa propia, en promedio, el logit estimado del riesgo disminuye en **0,428940** unidades, es decir existe una relación negativa.

Variable Personas a cargo:

El coeficiente de **0,583541** de la variable (**personas a cargo**) manteniendo las demás variables constantes, indica que cuando se aumenta en una unidad el numero de personas a cargo, en promedio, el logit estimado del riesgo aumenta en **0,583541** unidades, es decir existe una relación positiva.

Antilogaritmo del coeficiente

Ahora una interpretación más significativa se da en términos de probabilidades, donde al calcular el antilogaritmo de los diversos coeficientes de pendiente de cada una de las variables, se resta 1 de este valor y se multiplica el resultado por 100; se tendrá el cambio porcentual en las probabilidades cuando se incrementa en una unidad la variable explicativa.

Variable cuota:

En consecuencia si se toma el antilogaritmo del coeficiente de la variable cuota (**0,0000105**) se obtendrá 1,0000105, al restársele 1 y multiplicarse por 100 queda 0,00105%. Lo anterior significa que cuando se aumenta en un peso el valor de la cuota, el riesgo aumenta en 0,00105% por ciento.

Variable plazo :

Al sacar el antilogaritmo al coeficiente de la variable plazo (**0,055798**) se obtendrá 1,0573, al restársele 1 y multiplicarse por 100 queda 5,73%. Es decir, cuando se aumenta en un mes el plazo, el riesgo aumenta en 5,73% por ciento.

Variable Ingresos :

Si se mira el antilogaritmo al coeficiente de la variable ingresos ($-0,000000620$) se obtendrá $0,9999$, al restársele 1 y multiplicarse por 100 queda $-0,01$. Es decir, cuando se aumenta en un peso el ingreso, el riesgo disminuye en $0,01\%$ por ciento.

Variable Situación laboral :

Si se mira el antilogaritmo al coeficiente de la variable situación laboral ($-0,519458$) se obtendrá $0,5948$, al restársele 1 y multiplicarse por 100 queda $-40,52\%$. Es decir, cuando se trata de un empleado, el riesgo disminuye en un $40,52\%$.

Variable sexo :

Si se mira el antilogaritmo al coeficiente de la variable sexo ($-0,708402$) se obtendrá $2,0307$, al restársele 1 y multiplicarse por 100 queda $103,07\%$. Es decir, cuando se trata de un hombre, el riesgo aumenta en $103,07\%$ por ciento; el doble que si fuera un hombre.

Variable Edad:

Si se mira el antilogaritmo al coeficiente de la variable edad ($-0,033891$) se obtendrá $0,9666$, al restársele 1 y multiplicarse por 100 queda $-3,34$. Es decir, cuando se aumenta en un año la edad, el riesgo disminuye en $3,34\%$.

Variable casa propia :

Si se mira el antilogaritmo al coeficiente de la variable casa propia ($-0,428940$) se obtendrá $0,6511$, al restársele 1 y multiplicarse por 100 queda $-34,89$. Es decir, cuando se tiene casa propia, el riesgo disminuye en $34,89\%$.

Variable personas a cargo :

Si se mira el antilogaritmo al coeficiente de la variable personas a cargo ($0,583541$) se obtendrá $1,7923$, al restársele 1 y multiplicarse por 100 queda $79,23\%$. Es decir, esto indica que cuando se aumenta en una persona más, el riesgo aumenta en $79,23\%$. Casi el doble ($1,79$)

Es Importante recalcar que si se desea estimar la probabilidad del riesgo de crédito a un cliente adicional o cliente x , es necesario tener en cuenta los siguientes pasos:

- se reemplaza los valores de las variables independientes del cliente i en cuestión en el modelo A.
- se estima el valor logit para este cliente i (resultado del modelo A)
- para poder hallar la probabilidad, se utiliza la siguiente formula:

Formula de la probabilidad

$$P_i = \frac{1}{1 + e^{-(b_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + \dots + b_k X_k)}}$$

Donde $b_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + \dots + b_k X_k$ es el resultado del logit del punto 2.

Conclusiones

En esta investigación se estudio el comportamiento del mercado de los vehículos usados en Colombia en el año 2.004, para saber como se otorgan los créditos y se observo que posibles variables afectan este sector económico y a los establecimientos comerciales que ofrecen sus productos financiados.

Por otra parte, se hizo una encuesta en algunas empresas consignatarias de vehículo usados, para saber como es que otorgan los crédito y se encontraron ciertas variables que podrían incidir en el incumplimiento de pago de los clientes y se compararon con Inverautos sacando conclusiones de que factores o variables realmente afectarían la morosidad o el no pago de los clientes.

Antes de desarrollar el modelo, se realizo un estudio basándose en la matriz Dofa, obteniendo resultados sobre los factores que realmente afectan el cumplimiento de pago de los clientes, se pudo desarrollar esta matriz con información que se encontró en paginas Web de Internet y con visitas personalizadas a las empresas encuestadas.

El levantamiento de la base de datos se obtuvo de 220 clientes , cuya información se encontraba en carpetas archivadas en este establecimiento comercial, y otras que tenían los socios de este negocio. Esta información junto a el valor de las letras, la inicial de la financiación y el plazo, se tomaron de otras carpetas en los cuales se habían hecho los contrato de compraventa y de la información estipuladas en los pagares.

Con la información histórica ya organizada de los clientes ,se hizo un estudio previo del modelo logit con la clase de variables que se escogieron de acuerdo a la información que se proceso.

El estudio estadístico que se realizo de la variable dicótoma de incumplimiento de pago, mostró que de los 220 clientes cumplieron con el pago el 63%, con menos de 30 días de mora y el restante 37% con mas de 30 días de morosidad. Comparándolo con el equivalente del coeficiente de determinación (R cuadrado) de un modelo lineal, se observo que el 70 % de las predicciones fueron correctas con respecto a el total de las observaciones.

Faltaron otras variables que mejorarían el modelo, entre las cuales están : los egresos, el estrato social, el comportamiento de los solicitantes del crédito con otras entidades bancarias que Inverautos no las tiene en cuenta para analizar los créditos que otorga, pero que, en el futuro se le exigirá esta información a el cliente para poder otorgar los créditos.

MIL GRACIAS POR SU ATENCIÓN

PREGUNTAS