



INSTITUTO DE ALTOS ESTUDIOS NACIONALES
LA UNIVERSIDAD DE POSGRADO DEL ESTADO

Instituto de Altos Estudios Nacionales

Escuela de Gobierno y Administración Pública

Construcción de un modelo estadístico para la gestión de la cartera de cobro del Servicio de

Rentas Internas Zonal 8

Autor: Deyton Darío Bedor Vargas

Tutor: Juan Carlos Campuzano Sotomayor

Guayaquil

Noviembre 23 del 2015

Autoría

Yo, Deyton Dario Bedor Vargas con CI 0919899054 declaro que las ideas, juicios, valoraciones, interpretaciones, consultas bibliográficas, definiciones y conceptualizaciones expuestas en el presente trabajo; así cómo, los procedimientos y herramientas utilizadas en la investigación, son de absoluta responsabilidad del autor de la Tesis.

Firma

Autorización de publicación

Autorizo al Instituto de Altos Estudios Nacionales la publicación de esta Tesis, de su bibliografía y anexos, como artículo en publicaciones para lectura seleccionada o fuente de investigación, siempre dando a conocer el nombre del autor y respetando la intelectual del mismo.

Guayaquil, noviembre del 2015

Firma

DEDICATORIA

A Dios por su infinita bondad, amor y haberme amparado con su providencia.
A la memoria de mi madre quien estuvo cuando asumí este reto
pero no estará para disfrutar el resultado.
A mi padre, mi familia y amigos por su apoyo incondicional.

Deyton Dario Bedor Vargas

Índice

Introducción	6
Planteamiento del problema.....	7
Justificación	8
Hipótesis	9
Objetivos.....	9
Objetivo general.....	9
Objetivos específicos	9
Capítulo 1 Marco teórico	11
1.1. La Administración Tributaria y la gestión de cobro	11
1.1.1. Periodos administrativos de cobro o de cobranza amigable	13
1.1.2. Periodos ejecutivos de cobro o de cobranza coactiva.....	14
1.1.3. Gestión del riesgo de cobro en las Administraciones Tributarias del mundo.....	15
1.2. Gestión de cobro del Servicio de Rentas Internas Zonal 8	16
1.2.1 Control de deuda	18
1.2.2. Gestión persuasiva	21
1.2.3. Gestión coactiva.....	22
1.3. Modelos estadísticos de riesgo crediticio	24
1.3.1. Principales características de los modelos de riesgo crediticio	25
1.3.2. Métodos utilizados en la construcción de modelos estadísticos de riesgo crediticio	26
1.3.2.1. Métodos paramétricos: Análisis discriminante	26
1.3.2.2. Métodos paramétricos: Regresión logística.....	28

1.3.2.3. Métodos no paramétricos: Árboles de decisiones.....	30
1.3.2.4. Métodos no paramétricos: Modelos de programación lineal.....	32
1.3.3. Comparación de resultados de los modelos estadísticos de riesgo crediticio.....	33
1.4. Modelo de regresión logística <i>logit</i>	33
1.4.1. Formulación matemática del modelo.....	34
1.4.2. Hipótesis y requisitos del modelo de regresión logística.....	36
1.4.3. Estimación de los parámetros del modelo de regresión logística.....	37
1.4.4. Contraste de hipótesis.....	38
1.4.4.1. Estadístico de Wald.....	38
1.4.4.2. Estadístico chi cuadrado (X^2).....	39
1.4.5. Bondad de ajuste de modelo.....	40
1.4.5.1. Índice de cocientes de verosimilitudes o pseudo R^2	40
1.4.5.2. Curva de Receiver Operating Characteristic ROC.....	41
1.4.5.3. Porcentaje de aciertos estimados del modelo.....	43
Capítulo 2 Marco metodológico.....	44
2.1. Metodología de la investigación.....	45
2.1.1. Enfoque de la investigación.....	45
2.1.2. Alcance de la investigación.....	45
2.1.3. Diseño de la investigación.....	46
2.2. Recolección de datos.....	47
2.3. Procesamiento de datos.....	47
2.4. Identificación y selección de variables del modelo estadístico.....	49
2.4.1. Variables binarias.....	50

2.4.2. Variables cuantitativas	53
2.5. Consideraciones para la estimación del modelo estadístico	54
Capítulo 3 Resultados y discusión	55
3.1. Estimación del modelo.....	56
3.2. Contraste de hipótesis	57
3.2.1. Estadístico de Wald.....	57
3.2.2. Prueba de significancia global o test chi cuadrado	57
3.3. Bondad de ajuste del modelo	58
3.3.1 Curva ROC.....	58
3.3.2. Tabla de clasificación	59
3.4. Interpretación de los parámetros obtenidos	60
3.4.1. Efectos marginales de las variables del modelo	61
3.4.1.1. Análisis de variables binarias.....	62
3.4.1.2. Variables cuantitativas	64
3.5. Clasificación de los contribuyentes y gestión de la cartera de deuda Zonal 8.....	65
Capítulo 4 Conclusiones y recomendaciones	68
4.1. Conclusiones	68
4.2. Recomendaciones	69
Bibliografía	70

Índice de tablas

Tabla 1. Clasificación de las observaciones en la curva ROC.....	41
Tabla 2. Índices de aciertos y desaciertos estimados en un modelo logit.....	43
Tabla 3 Variables del modelo estadístico propuesto.....	49
Tabla 4. Resultados de la estimación modelo estadístico propuesto	56
Tabla 5. Test de Wald para el modelo propuesto.....	57
Tabla 6. Prueba Chi cuadrado para el modelo propuesto	58
Tabla 7. Matriz de confusión del modelo propuesto.....	59
Tabla 8. Efectos marginales de las variables del modelo estimado.....	61
Tabla 9. Propuesta para la gestión de la cartera de deuda Zonal 8 del SRI	66

Índice de figuras

Figura 1. Árbol de decisión.....	30
Figura 2. Curva Receiver Operating Characteristic - ROC	42
Figura 3. Curva ROC del modelo propuesto	59

Resumen

La gestión de cobro como elemento fundamental de la función recaudatoria de Dirección Zonal 8 del Servicio de Rentas Internas, se encarga de la realización de diversas actividades para la recuperación de la cartera por cobrar, estas tienen como fin reducir el monto de la cartera y recuperar los valores que le pertenecen al Estado, en ese sentido varios autores han demostrado que el análisis de riesgo recaudatorio mediante la utilización de modelos estadísticos permiten alcanzar altos niveles de eficiencia y calidad en la gestión de cobro, toda vez que la medición de la probabilidad de pago permite reducir la incertidumbre e implementar estrategias y mecanismos para la gestión eficiente, rápida y oportuna de los créditos vencidos. Por lo expuesto, la presente investigación tiene como objetivo construir un modelo estadístico que mida el riesgo de no pago para el Departamento de Cobro de la Zonal 8 del Servicio de Rentas Internas, mediante la utilización de un modelo de regresión logística *logit* con una variable dependiente binaria que refleje si la obligación es pagada o no, siendo explicada por veinte variables independientes, tomando como base la cartera de cobro que no se encuentre prescrita y demás información que posee la Administración Tributaria. Con un 95 % de confianza y cumpliendo con las validaciones estadísticas, el modelo propuesto y estimado clasifica adecuadamente al 87,26 % de los contribuyentes de la Zona 8 del SRI proponiendo una forma alterna para la gestión de su cartera.

Palabras claves: Gestión de cobro, modelo *logit*, probabilidad de pago

Abstract

Collection management as fundamental element of the collect function of the Direction Zonal 8 of the Ecuadorian Internal Revenue Services, is responsible for carrying out many activities for recovery portfolio receivable, these are designed to reduce the amount of the portfolio and recovery resources (money) that belongs to the State, in that sense, several authors have shown that the collection risk analysis by the statistical models allows high levels of efficiency and quality in the collection management, since the measurement of payment probability reduces uncertainty and implements strategies and mechanisms for an efficient, faster and timely management of portfolios receivable. For these reasons, the aim of this research is to build a statistical model that measures no-payment risk to the Collection Department of Zonal 8 or Ecuadorian Internal Revenue Service, using a logistic regression *logit* with one dependent binary variable that reflects whether the obligation is paid or not, it will be explained by twenty independent variables, based on not-prescribed portfolio receivable and other information available in the Tax Administration of Ecuador. With 95 % confidence and according to the statistical validations, the proposed and estimated model classifies properly to 87.26 % of Zonal 8 taxpayers, and this research also proposes an alternative way to manage its portfolio.

Key Words: Collection management, Logit model, payment probability

Introducción

Con la puesta en marcha del Estatuto Orgánico por Procesos desde noviembre del 2014 que desconcentra las funciones, el Servicio de Rentas Internas (SRI) se encuentra dividido en nueve direcciones zonales, entre las cuales se encuentra la Zonal 8 que abarca la provincia del Guayas concentrando a septiembre del presente año el 29 % de los contribuyentes del país y el 30 % de la recaudación total (SRI, 2015).

Las gestiones realizadas por el SRI han permitido cumplir con las metas de recaudación, sin embargo la brecha de pago, es decir la relación entre aquel número de declaraciones recibidas de los contribuyentes que no han sido extinguidas por pago y el total de declaraciones presentadas (SRI, 2012) ha pasado del 2,60 % en el 2007 al 4,42 % en el 2014 reflejando la existencia de una cartera en firme pendiente de recaudar que necesitan especial atención (SRI, 2015), porque involucra un alto costo administrativo recuperarlas frente a los recursos limitados que dispone para ese fin (Agencia Estatal de Administración Tributaria de España, 2011).

Para Saavedra & Saavedra (2010) y Martínez & Venegas (2013), al existir una probabilidad de impago, los encargados de cobrar créditos buscan reducir al mínimo la incertidumbre a través de relaciones estadísticas que otorgan una clasificación al deudor y con ello anticiparse para cubrir el riesgo de no pago. Adicionalmente el uso de estas relaciones estadísticas permite implementar estrategias y mecanismos para la gestión eficiente, rápida y oportuna de los créditos vencidos (Ruiz, 2013).

Planteamiento del problema

A octubre del año 2015 la cartera pendiente de cobro que se encuentra en firme, es decir aquella que no se encuentra suspendida o en facilidades de pago de la Zonal 8 del SRI es de aproximadamente 700 millones de dólares, las cuales nacen de diversos tipos de documentos, tales como: Actas de determinación, liquidaciones de pago, títulos de crédito, comprobantes electrónicos para pago (CEPS) y Resoluciones Administrativas, que se encuentran distribuidas en aproximadamente 108 mil obligaciones sobre un total 30 mil contribuyentes.

De la revisión efectuada, el 4,42 % de los contribuyentes inscritos en la Zonal 8 del SRI tienen algún tipo de deuda en firma, el 91 % de las obligaciones pendientes de pago corresponden a CEPS generados y no cancelados, concentrándose el 84 % de las obligaciones en declaraciones de Retenciones en la Fuente, Anticipos de Impuesto a la Renta e Impuesto al Valor Agregado (IVA).

Las gestiones de la Administración Tributaria Zonal 8 encaminadas a recuperar los 700 millones han sido por un lado gestiones persuasivas tales como: emisión y notificación de oficios persuasivos, campañas SMS, notificaciones vía email, por otro lado se realizan acciones coactivas mediante la emisión del auto de pago, embargos y secuestros de bienes, en lo que va del año 2015 han sido gestionados aproximadamente cinco mil contribuyentes bajo las modalidades antes mencionadas, sin embargo la recaudación de estas gestiones no alcanzan el 10 % de la recaudación esperada.

Una de las principales causas por las que no se alcanzan los objetivos de la recaudación en las gestiones realizadas, se atribuye a la inadecuada forma de seleccionar a los contribuyentes, puesto que no se analizan a éstos y se emprenden actividades coactivas cuando el perfil del

contribuyente solo amerita una actividad persuasiva o se emprenden actividades persuasivas cuando corresponde una actividad coactiva, generando con todo esto un costo adicional para la Administración Tributaria Zonal en llamadas telefónicas, movilizaciones, papelería, etc.

Las experiencias de las administraciones tributarias del mundo en las gestiones de cobro, coinciden en la aplicación de actividades persuasivas y coactivas para la gestión eficiente y motivan a la realización de análisis de riesgo recaudatorio, segmentación de cartera, etc. en la cual las estadísticas son el principal elemento, de hecho el sector privado de la economía gestiona sus carteras pendientes de cobro a través de modelos estadísticos que permiten tener conocimiento de sus clientes y con ello las actividades tendientes a recuperar sus carteras de cobro.

En función a los antecedentes planteados es importante determinar: ¿Cuáles son los lineamientos necesarios en la construcción de un modelo estadístico que permita la gestión eficiente de la cartera de cobro del Servicio de Rentas Internas Zonal 8?

Justificación

La necesidad de una gestión eficiente en el cobro de la deuda tributaria de la Zonal 8 del Servicio de Rentas Internas, que permita por un lado obtener los recursos que necesita el Estado para alcanzar sus fines; y, por otro lado refleje el principio de economicidad en su gestión, hacen que desde el punto de vista técnico el presente tema de investigación sea relevante para la Administración Tributaria, donde los beneficiarios serán: el Estado ecuatoriano y la sociedad en general, ya que los recursos obtenidos permitirán financiar obras y servicios que aseguran la igualdad, equidad y redistribución de la riqueza en el país.

Del análisis y revisión efectuado, se evidenció que los modelos estadísticos pueden ser aplicados en la gestión de riesgo por el no pago en diversos sectores como el bancario, comercial, etc. sin embargo en la gestión de cobro de la Dirección Zonal 8 del SRI no se ha realizado, motivo por el cual se considera la presente investigación como original y novedosa.

La investigación es viable, porque se dispone de fuentes de información confiable como es la base de datos del SRI, existe abundante literatura sobre modelos estadísticos para determinar el riesgo de no pago, el tiempo para el desarrollo es suficiente y se cuenta con los recursos humanos y económicos para llevarlo a cabo por un bajo costo.

Hipótesis

La gestión eficiente de la cartera de cobro del Servicio de Rentas Internas Zonal 8, depende de una correcta detección y medición de los riesgos con un nivel de significancia del 95%.

Objetivos

Objetivo general

Construir un modelo estadístico que mida el riesgo de no pago para el Departamento de Cobro de la Zonal 8 del Servicio de Rentas Internas.

Objetivos específicos

1. Identificar las principales características de los modelos estadísticos que miden el riesgo de no pago.
2. Definir las principales variables a utilizar en el diseño de un modelo que permita la gestión eficiente de la cartera de cobro conforme las disposiciones legales, administrativas y operativas de la Zonal 8 del Servicio de Rentas Internas.

3. Determinar los lineamientos necesarios en la construcción de un modelo estadístico que permita la gestión eficiente de la cartera de cobro del Servicio de Rentas Internas Zonal 8.

Capítulo 1 Marco teórico

1.1. La Administración Tributaria y la gestión de cobro

Los sistemas tributarios en el mundo, de una u otra forma han incluido en sus legislaciones los cuatro principios generales de los impuestos establecidos por Adam Smith en su libro *Investigación sobre la naturaleza y causas de la riqueza de las naciones* publicado en 1776, dos de los cuales mencionan que los contribuyentes deben pagar impuestos en su país para que éste pueda sostenerse económicamente y que lo recaudado sea mayor al costo de su recaudación (Braun, 2005). Es evidente que los principios antes mencionados no han quedado en desuso, ya que en 1974 Fritz Neumark los considera en su clasificación denominada Principios de la Imposición y en nuestro país se encuentran plasmados en el Art. 300 de la Constitución de la República del Ecuador.

Los principios antes mencionados y la existencia de las necesidades del Estado de recaudar impuestos para financiar sus actividades (Musgrave & Musgrave, 1992), hacen que las Administraciones Tributarias tengan atribuciones legales para dirigir, controlar y organizar las relaciones impositivas entre el que exige el pago y el obligado a pagarla (CIAT, 2005).

El Centro Interamericano de Administraciones Tributarias CIAT (2009) establece que el fin último de las Administraciones Tributarias es la recaudación de impuestos a través de dos vías: la determinación y el cobro ya sea voluntario o forzoso de las deudas tributarias, es decir recuperar los rubros que legalmente le corresponden

De acuerdo con CIAT (2009), la deuda tributaria se constituye en el valor monetario que el sujeto pasivo no ha extinguido mediante pago al sujeto activo, una vez que ha pasado su

fecha de vencimiento de conformidad con la normativa tributaria y que le faculta al Estado a través de las Administraciones Tributarias a ejercer la cobranza coactiva de esos montos.

Los motivos por los cuales existe retraso en el pago de impuestos son muchos, pero estos se pueden categorizar en dos: por un lado los que no pueden pagar y por otro los que sí pueden pero no quieren (Bette y Eijdsen, 2011). Es evidente que por aquellas declaraciones presentadas y no pagadas dentro de los términos legales establecidos y encontrándose en firme, se debe iniciar la acción coactiva para de esta manera cerrar la fase de la gestión tributaria (Banco Interamericano de Desarrollo Centro Regional de Asistencia Técnica para Centroamérica y el Centro Interamericano de Administraciones Tributarias, 2012).

Ejercer la acción de cobro ante situaciones de incertidumbre y crisis obliga a que la gestión recaudatoria se renueve y por tanto se utilicen nuevas técnicas que permitan a la Administración Tributaria una gestión eficiente y certera en la recuperación del crédito público, tales como: Análisis de riesgo recaudatorio, segmentación de contribuyentes, gestión profesionalizada de acuerdos de pago, etc. (Agencia Estatal de Administración Tributaria de España, 2011).

Para el CIAT (2011) el manejo de los temas de cobro en las Administraciones Tributarias, es un factor clave en la búsqueda de la eficiencia administrativa ya que involucra tres finalidades tales como: disuasiva, presupuestaria y represiva. La finalidad disuasiva porque busca en los sujetos pasivos una mejora en su cumplimiento tributario toda vez que asiste a quienes por carácter involuntario cayeron en retraso de pago; la finalidad presupuestaria radica en la maximización de la recuperación de la deuda tributaria al menor costo posible en su

administración y por último la finalidad represiva caracteriza a las acciones que emprenden las Administraciones Tributarias cuando por la vía disuasiva no se logró recaudar los adeudos.

Gómez & Corrales (2009) establecen que las gestiones para el cobro de la deuda tributaria por parte de los administradores se pueden ejecutar en periodos administrativos y ejecutivos; el periodo administrativo o de cobranza amigable implica una actividad persuasiva, mientras que el periodo ejecutivo o de cobranza coactiva emplea medios legales para cobrar forzosamente la deuda.

1.1.1. Periodos administrativos de cobro o de cobranza amigable

En esta instancia se busca obtener el pago de las obligaciones por vía persuasiva, de acercamiento y facilitación a aquel deudor que conociendo de la deuda quiere y hace el intento de pagarla, para el CIAT (2011b) las actividades que se puede realizar son:

- a) Campañas informativas que permitan conocer los detalles de la deuda, el tiempo y la forma en que pueda pagarse.
- b) Otorgamiento de acuerdos de pagos programados luego de una verificación de requisitos y condiciones determinados legalmente.
- c) Regularizaciones provenientes de reliquidaciones y pagos parciales efectuados con anterioridad que dejan en manifiesto el valor final que deba pagar el deudor del impuesto.

El objetivo principal de las Administraciones Tributarias en este periodo es alentar a los sujetos obligados a pagar voluntariamente, utilizando sus recursos limitados disponibles ya que se convierte en la vía más económica y eficaz que puede resultar, logrando evitar la acumulación

de las deudas por parte del contribuyente que refleja una voluntad de pago (Matthijs & Kommer, 2011).

1.1.2. Periodos ejecutivos de cobro o de cobranza coactiva

Se define como la etapa en la cual la Administración Tributaria busca recuperar las deudas ejerciendo los mecanismos previstos en las leyes, toda vez que no existió pago voluntario o predisposición mediante acuerdos de pagos para hacerlo.

Los mecanismos previstos por la Ley en esta etapa, se denominan medidas cautelares que buscan garantizar el pago, teniendo carácter de provisional con la premisa que en el caso de no ser satisfecha la obligación se ejecutarán. Para la Agencia Estatal de Administración Tributaria de España (2011) las medidas cautelares pueden ser:

- a) Retención del pago de devoluciones de impuestos hasta por el monto de la deuda.
- b) Retención de fondos propios y de terceros que le pertenezcan al deudor como pago por la venta de bienes y servicios.
- c) Prohibición transferir y embargar bienes, derechos y dineros que posea el deudor por un monto equivalente a la deuda con el Estado.
- d) Otras medidas que las leyes establezcan.

Es importante destacar que durante el periodo de cobro forzoso, las Administraciones Tributarias invierten gran parte de sus recursos ya que por mandato legal deben existir comunicaciones formales, documentación de respaldo y un personal que debe realizar seguimiento continuo a cada caso en particular (CIAT, 2009), si bien es cierto esa inversión es agregada a la deuda original, el tiempo empleado se convierte en una pérdida para la Administración Tributaria toda vez que su cuantía de personal es limitada.

1.1.3. Gestión del riesgo de cobro en las Administraciones Tributarias del mundo

El CIAT a través de las experiencias de los países que lo integran ha recopilado un grupo de sugerencias a sus países miembros, orientados a la gestión de cobro frente a situaciones de crisis, incertidumbre y existencia de fraudes cada vez más complejos, buscando así una gestión eficiente y directa en la recuperación del crédito público; así las técnicas sugeridas son:

- a) Una segmentación de contribuyentes que libere el talento humano y éste pueda destinarse a realizar actividades de mayor complejidad, dentro de esta segmentación recomienda realizar procesos de automatización realizados por computadores o asistidos por computadores que organice a grupos de deudores para ser gestionados.
- b) Establecimiento de modernas figuras de responsabilidad a través de reformas legales que permitan el levantamiento del velo societario y poder ejercer acciones de cobro hasta la última persona involucrada, he aquí también la importancia de intercambio de información que debe considerar una amplia gama de actividades y diferentes fuentes de información.
- c) Análisis de riesgo de cobro a través de un *scorecard methodology* que clasifique a los contribuyentes buenos, menos buenos y malos, asignándole una puntuación a cada deudor denominada probabilidad de pago mediante la realización de modelos econométricos que se actualicen de manera anual y que incluyan muchas variables como la naturaleza y tipo de impuesto, movimientos y transacciones económicas, financieras y tributarias, etc. para de esta manera dar un trato diferenciado a los deudores basado en su perfil de riesgo identificado.

- d) Gestionar carteras de no pago de manera rápida ya que mientras más rápido se adopten medidas por el no pago, la posibilidad de recuperar la deuda tributaria aumenta.
- e) Adoptar medidas cautelares en los casos de no pago voluntario que consideren la relación entre el comportamiento y posición del contribuyente deudor, para que de esta manera exista proporcionalidad en las medidas impuestas respecto a la deuda tributaria, sin dejar a un lado el principio de igualdad ante la Ley.

Las técnicas antes mencionadas permiten la minimización de los riesgos asociados a la recuperación de la deuda tributaria y maximización de las gestiones de cobro (CIAT, 2011).

1.2. Gestión de cobro del Servicio de Rentas Internas Zonal 8

La provincia del Guayas se constituye en la Zonal 8 del Servicio de Rentas con la implementación del Estatuto Orgánico de Gestión Organizacional por Procesos (EOP) en noviembre de 2014, dependencia que se encarga de la gestión descentralizada las actividades de la Administración Tributaria Nacional sobre los procesos que se lleva a cabo (CEF, 2015).

Uno de los procesos que se realiza en la Zonal 8, es la gestión de cobro efectiva que tiene como objetivo la realización actividades que permitan la recuperación de la cartera por cobrar con altos niveles de eficiencia y calidad, a través de gestiones persuasivas o coactivas enmarcadas en la normativa tributaria vigentes como: Código Tributario, Ley de Régimen Tributario Interno y su Reglamento, Ley de Fomento Ambiental y Optimización de los Ingresos Públicos, Código de Procedimiento Civil, etc.

Las actividades de recuperación de la cartera buscan que la deuda tributaria sea extinguida en su totalidad por el contribuyente o sus responsables de conformidad con las disposiciones del art. 37 del Código Tributario ecuatoriano, esto es:

1. Por solución o pago, que implica pagar la deuda ya sea en efectivo, cheques, débitos bancarios, giros, notas de crédito, certificados de abonos tributarios, entre otros que determine la Ley. Para esta forma de extinción la normativa tributaria ecuatoriana incluye el uso de facilidades o acuerdos de pagos de la obligación tributaria en cuotas hasta por un periodo de cuatro años.
2. Por compensación de las deudas, cuando el sujeto pasivo deudor tenga créditos líquidos por tributos pagados de manera indebida o en exceso y que la Administración Tributaria o el Tribunal haya reconocido el derecho a recibirlo, este caso la deuda puede quedar saldada total o parcialmente.
3. Por confusión, situación en la cual el acreedor de una obligación tributaria se convierte en deudor de éstas, toda vez que se realizan transferencias de bienes que dan origen al tributo.
4. Por remisión, cuando la Ley así lo determine considerando la cuantía y los requisitos que se establezcan para extinguir la deuda.

Las actividades tendientes a buscar la extinción de la deuda tributaria por medio de las formas antes mencionadas deben ser realizadas en un plazo no mayor a cinco años contados desde la fecha en que fueron exigibles o en la que el acto se convierta en firme, ya que de no hacerlo operaría la prescripción de la acción de cobro imposibilitando que de la Administración

Tributaria recupere la cartera de conformidad con lo establecido en el art. 55 del Código Tributario.

El departamento de cobro de la zonal 8 está conformado por 32 funcionarios distribuidos en tres etapas diferentes, que tienen como objetivo mejorar los procesos de recaudación zonal, optimizar los recursos con los que dispone, brindar los productos y servicios establecidos en el EOP y garantizar los principios establecidos en la Constitución de la República del Ecuador, éstas etapas en orden de ejecución de actividades son: control de deuda, persuasiva y coactivas

1.2.1 Control de deuda

Etapas en la que se recibe, verifica y valida información física y sistemática de las obligaciones que conforman la cartera de cobro, precautelando los intereses de la Administración, el origen de los documentos puede ser de tres tipos:

1. Determinados por el sujeto pasivo, esto es las declaraciones autodeterminadas y realizadas por el contribuyente cargadas a través del internet y que no han sido canceladas, tales como: comprobantes electrónicos para pago (ceps) o débitos rechazados.
2. Determinados por el sujeto activo, tales como actas de determinación y liquidaciones de pagos, emitidas por los departamentos de auditoría tributaria y gestión tributaria respectivamente y que han sido notificados a los contribuyentes.
3. Relacionados a la Facultad Resolutiva y Sancionadora de la Administración Tributaria, éstas pueden ser:

- a. Resoluciones administrativas que pueden confirmar, modificar o extinguir los actos determinados por el sujeto activo, el departamento generador es el área de Reclamos de la Dirección Zonal 8.
- b. Resoluciones de devolución de impuestos comunicadas para efectos de compensarlas con deudas que mantengan los contribuyentes antes de su devolución, son documentos generados por el área de Devolución de Impuestos de la Dirección Zonal 8.
- c. Resoluciones de recurso de revisión emitidas por la Dirección Nacional Jurídica que tiene efectos sobre actos administrativos generados en la Dirección Zonal 8.
- d. Resoluciones sancionatorias por contravenciones y faltas reglamentarias emitidas durante los procesos de control de las áreas de gestión tributaria, reclamos administrativos, devoluciones de impuestos y auditoría tributaria.

De acuerdo con lo dispuesto en el art. 160 de Código Tributario, los documentos mencionados en los numerales uno y dos llevan la orden de cobro implícita, por lo que para su cobro no necesitan emisión de otro documento luego que se conviertan en actos en firme, es decir que no se haya presentado reclamo alguno dentro de los veinte días luego de su notificación. Bajo la premisa del artículo antes mencionado, los documentos relacionados al numeral tres a excepción del literal b) no llevan consigo una orden de cobro, por tanto requieren de la emisión del título de crédito respectivo para ejercer el cobro ejecutivo de la deuda generada.

Todos los documentos antes mencionados se registran en el sistema interno del Servicio de Retas Internas llamado Sistema de Gestión de Cobro SGC con estado nuevo (se exceptúan a

los determinados por el sujeto pasivo) y luego de ser comunicados formalmente al contribuyente pasan a estado notificado. En el caso que los contribuyentes reclamen administrativamente o impugnen judicialmente las obligaciones pasarán a estado suspendido hasta que existe respuesta al acto, posterior a ello la obligación puede tener uno de los siguientes estados: 1) confirmado cuando el recursos interpuesto sea a favor de la Administración Tributaria, 2) modificado cuando se haya aceptado parcialmente lo planteado por el contribuyente y 3) extinto en el caso que el resultado sea en contra de la Administración Tributaria.

El monitoreo, seguimiento y registro de las actividades antes mencionadas con sus respectivos estados, se constituyen en la razón de ser del área de control de deuda del SRI Zonal 8, adicionalmente a ello de conformidad con lo estipulado por el EOP esta área también ofrece los siguientes productos y servicios:

- a) Resolución de facilidades de pago de conformidad con lo estipulado en los artículos 46, 152 al 156 del Código Tributario, que incluye revisión de trámite, emisión de la resolución aceptación o rechazo de la solicitud, revisión y aplicación de pagos por cada una de las cuotas concedidas y cierre de la deuda cuando sea pagada en la totalidad.
- b) Compensación de obligaciones cuando el contribuyente deudor tengo créditos a favor, que incluye revisión de deudas, ajustes sistemáticos, emisión de resolución de compensación.
- c) Emisión de títulos de créditos, cuando la deuda haya sido modificada o el documento no sea una orden formal de cobro, esta actividad incluye revisión de deudas y

documentos probatorios, ajustes sistemáticos, emisión y notificación del título de crédito.

- d) Cierre de deuda, siempre que el contribuyente cancele la totalidad, involucra actividades de revisión y aplicación de pagos efectuados por los contribuyentes.

En todo caso, la función de la etapa de control de duda es dejar lista la deuda para que pueda ser cobrada ya sea por la vía persuasiva o coactiva.

1.2.2. Gestión persuasiva

Se constituye en la etapa en la cual el proceso de cobro se vuelve personalizado, a través de un grupo de acciones encaminadas a asistir al contribuyente para que realice el pago de la deuda tributaria generada, utilizando las siguientes acciones:

- a) Atención en ventanilla de los contribuyentes que requieren asistencia para el pago de los valores adeudados, esta acción incluye cobros con tarjetas de crédito.
- b) Gestiones telefónicas de dos tipos:
 - i. Llamadas automáticas de contribuyentes que mantienen deudas en firme, en este caso solo se informa de la duda a través de grabaciones automáticas.
 - ii. Llamadas persuasivas gestionadas por teleoperadores o agentes de cobro, en la cual existe interacción entre el deudor y el funcionario buscando de esta manera un compromiso de pago por parte del contribuyente.
- c) Comunicaciones por correos electrónicos con carácter masivo en el que se informa al contribuyente el estado actual de las deudas conminándole al pago en un tiempo prudencial.

- d) Emisión de oficios persuasivos o requerimientos escritos de pago comunicados en el domicilio del contribuyente.

Luego de las actividades antes mencionadas a través de las cuales se persuade al contribuyente para que pague los adeudos al Estado y que no han sido realizados, las obligaciones se encuentran listas para pasar al último flujo en que se realizará el cobro forzoso de éstas.

1.2.3. Gestión coactiva

Es la última etapa de la gestión de cobro y se caracteriza por el cobro forzoso de la deuda, esta empieza con la emisión y notificación formal del auto de pago de conformidad con lo establecido en el art. 161 del Código Tributario, toda vez que el contribuyente no ha satisfecho la deuda dentro del periodo voluntario que es de ocho días una vez notificado el título de crédito o de veinte días luego de notificadas las actas de determinación o liquidaciones de pago.

La emisión del auto de pago es realizada por el Recaudador Especial quien otorga un plazo de tres días para pagar o dimitir bienes por un valor equivalente al impuesto, multas, intereses y costas procesales que originan la deuda y de acuerdo con el art. 164 del Código Tributario, se dictan medidas precautelatorias que pretenden salvaguardar los intereses del Estado tales como:

- a) Retención de créditos y fondos que mantenga el deudor en: cuentas corrientes, cuentas de ahorros, inversiones, créditos por consumos con tarjetas de crédito y cualquier otro título.
- b) El secuestro de bienes muebles, que consiste en retirar los bienes para que no sean usado por el contribuyente deudor.

- c) Prohibición de enajenar bienes muebles o inmuebles para que estos no puedan ser vendidos o transferidos.
- d) Arraigo o prohibición de ausentarse del país del deudor hasta que la deuda sea pagada.

Con posterioridad a la emisión del auto de pago y bajo el supuesto de no pago, se realizan providencias de continuaciones en la que se puede ordenar:

- a) El embargo de créditos y fondos que mantenga el deudor en: cuentas corrientes, cuentas de ahorros, inversiones, créditos por consumos con tarjetas de crédito y cualquier otro título, dichos rubros son transferidos a las cuentas de la Administración Tributaria y considerados como abono a la deuda.
- b) Embargo de bienes muebles o inmuebles que originalmente tenían una prohibición de enajenar, en este caso los bienes pasan a manos de la Administración Tributario.
- c) Remate de los bienes muebles embargados a través de una subasta pública en la cual son adjudicados al mejor postor y el pago que éste realice es considerado como abono a la deuda.
- d) Remate de los bienes inmuebles embargados mediante el sistema de sobre cerrado, adjudicando el inmueble al mejor postor y el pago que éste realice es considerado como abono a la deuda.

Una vez que la deuda ha sido pagada en su totalidad se debe proceder con el levantamiento de las medidas precautelares impuestas y el archivo del procedimiento coactivo cerrando con ello el ciclo de la deuda y recuperado los rubros que le corresponden al Estado.

1.3. Modelos estadísticos de riesgo crediticio

La existencia de valores no pagados a su vencimiento que generan costos financieros y administrativas en su recuperación han llevado a la creación de relaciones estadísticas llamadas *credit scoring* (Puertas & Martí, 2013).

Los modelos analíticos de *credit scoring* son definidos por Coloma, Weber, Guajardo, & Miranda (2006) como el conjunto de técnicas y métodos de carácter cuantitativo que se utilizan para calcular la probabilidad de que una persona a la cual se le haya conferido un crédito falle y que consecuentemente la institución no recupere el crédito entregado.

El cálculo de la probabilidad es el principal componente de estos modelos, en donde a través de un grupo de observaciones que pertenecen a una determinada parte de la población, se busca un regla para clasificar las observaciones en dos grupos, por un lado aquellos quienes podrán hacer frente a sus obligaciones con alta probabilidad de pago y por otro lado aquellos que por el contrario, tengan una baja probabilidad de cumplir con sus obligaciones (Puertas & Martí, 2013).

Para Schreiner (2002), el *credit scoring* también debe usar la información sobre los desempeños y consideraciones de préstamos pasados que se encuentran almacenados en bases electrónicas que permitirán pronosticar el desempeño en el futuro, en función a las experiencias acumuladas por otros personas de condicione similares.

Por lo antes expuesto un *credit scoring*, busca identificar y cuantificar si una persona que presenta características U_i donde $i = 1, 2, \dots, n$, caerá en incumplimiento de pago en un futuro cercano, donde las características (U_i) deben ser relevantes y suficientes. Matemáticamente el

credit scoring busca aquel vector de U_i que ayude a predecir la probabilidad de ocurrencia de un evento binario λ , expresado en la ecuación 1.

$$\rho(\lambda = \text{incumplimiento} \mid U_i) = f(U_i) \quad (1)$$

Donde $\rho(\lambda = \text{incumplimiento} \mid U_i)$ es la probabilidad que la institución dada las características U_i no pueda cobrar sus créditos y $f(U_i)$ es la función matemática que aproxima esa probabilidad.

1.3.1. Principales características de los modelos de riesgo crediticio

De acuerdo con Bravo, Maldonado, & Weber (2010), Thomas(2006) y Schreiner (2002) los *credit scoring* se caracterizan porque:

1. Cuantifican el riesgo como una probabilidad.
2. Incorporan múltiples variables que pueden afectar el riesgo de impago, relacionando de esta manera al riesgo, al prestatario, prestamista y el préstamo.
3. Disminuyen la subjetividad, toda vez que se caracterizan por mostrar resultados técnicos reduciendo la discriminación errónea de los clientes.
4. Permiten acelerar y automatizar los procesos de gestión, reduciendo significativamente la necesidad de intervención humana y los costos asociados a estos procesos, ayudando a manejar las cuentas de forma eficaz y eficiente.
5. Ayudan a formular estrategias para ofrecer mayor cobertura, reaccionando de manera rápida a cambios del mercado que otorguen una ventaja competitiva en las gestiones realizadas.
6. Su aplicabilidad puede realizar en diversos sectores de la economía, como el financiero, bancario, comercial, aseguradores, etc.

1.3.2. Métodos utilizados en la construcción de modelos estadísticos de riesgo crediticio

Como se ha identificado en líneas anteriores, con los modelos *credit scoring*, se busca estimar y predecir el riesgo de no pago, éstas estimaciones pueden ser realizadas a través de una variedad de técnicas estadísticas que permitan alcanzar ese objetivo (Puertas & Martí, 2013), sin embargo de acuerdo con las investigaciones Ramírez (2007), Khashman (2010) y He & Xiong (2012) las técnicas más influyentes que han mostrado excelentes resultados en las diferentes aplicaciones son:

- Métodos paramétricos: Análisis discriminante y regresión logística.
- Métodos no paramétricos: Árbol de decisiones y modelos de programación lineal.

Puertas & Martí (2013) mencionan que los métodos paramétricos requieren un conocimiento a priori sobre la distribución de los datos, por tanto los parámetros estimados se ajustan adecuadamente y los resultados son muy confiables si y solo si siguen esa distribución, mientras que los métodos no paramétricos llamados métodos de distribución libre presentan pocas restricciones, no requiriendo información previa.

1.3.2.1. Métodos paramétricos: Análisis discriminante

El análisis discriminante establecido por Fisher en 1936, es una de las técnicas multivariadas más discutidas y aplicadas, ya que «permite estudiar de forma simultánea el comportamiento de un conjunto de variables independientes, con objeto de clasificar un colectivo en una serie de grupos previamente determinados y excluyentes» (Puertas & Martí, 2013, p. 306). Es importante destacar que cuando se estudia las diferencias entre dos grupos se denomina análisis simple, mientras que si analiza más grupos toma el nombre de análisis de discriminante múltiple (Quintana, 2012).

Ramírez (2007), en su investigación establece que la ecuación de análisis discriminante es lineal y Quintana (2012) menciona que la expresión es la siguiente:

$$f_{km} = \mu_0 + \mu_1\chi_{1km} + \mu_2\chi_{2km} + \dots + \mu_p\chi_p \quad (2)$$

Donde:

χ_{ikm} es el valor de la variable discriminante χ_i para el caso m en el grupo k ,

μ_i es el coeficiente o ponderación de la variable χ_i , y

f_{km} es el valor o puntuación en la función discriminante para el caso m en el grupo k .

Sanchís, Gil, & Heras (2003) establecen que para asegurar la calidad discriminadora de modelo, se deben considerar las siguientes hipótesis:

1. Las muestras son extraídas de forma aleatoria.
2. Las variables tienen distribución normal multivariante.
3. Las variables independientes tienen matrices de varianzas y covarianza iguales para cada grupo.
4. No redundancia entre las variables utilizadas para discriminar grupos.

Al respecto Puertas & Martí (2013) mencionan que «las hipótesis normalidad y de igualdad de la matriz de varianzas y covarianzas difícilmente se verifican en muestras de carácter financiero» (p. 307), no impidiendo obtener estimaciones fuertes, aunque al no cumplirse los supuestos debería ser no óptimas.

Quintana (2012) en su escrito establecía que en los análisis de riesgo de pago se busca diferenciar a dos grupos: los solventes y los morosos, entonces se vuelve útil el análisis discriminante simple considerando que la variable dependientes en estos casos es dicotómica a partir de grupos definidos de manera a priori (puede pagar o no puede pagar), mostrando así que

en la aplicación del análisis discriminante una variable independiente se convierte en indicadora y no solo es numérica como la regresión lineal (Ruiz, 2013).

La principal ventaja del análisis discriminante en la elaboración de un *credit scoring* es la diferenciación de cada grupo con sus características y las interacciones que existen entre ellos, es decir clasificar buenos y malos pagadores, mientras que la imposibilidad de medir la probabilidad de no pago se vuelve su principal desventaja (Rayo, Lara, & Camino, 2010).

El uso de esta técnica sirvió de base para el establecimiento del modelo Z-Core por Altman en 1968, el cual predecía la insolvencia de las empresas a través de una muestra de 66 empresas, con 22 razones financieras agrupadas en 5 categorías, clasificando a las empresas en dos grupos: bancarota y no bancarota (Saavedra & Saavedra, 2010).

1.3.2.2. Métodos paramétricos: Regresión logística

La regresión logística es un modelo multivariante que permite calcular o predecir un resultado binario, es decir estimar la probabilidad de un evento dicotómico (sí o no) en función a un grupo de variables predictoras o factores que pueden incidir sobre ese resultado, denominadas factores de riesgo (López, 2013). Este modelo también es conocido como modelo *logit* o clasificador de máxima entropía (Hamerle & Roesch, 2004).

La primera aplicación de este método para el cálculo de un *credit scoring* fue en 1980 por Wiginton quien realizó estudios comparados con el análisis discriminante, demostrando que el *logit* ofrece una mejor clasificación (Rayo et al., 2010).

Para Puertas & Martí (2013), el modelo logístico mediante la aplicación del Teorema de Bayes se representa de la siguiente forma:

$$F(Z_i) = \frac{1}{1 + e^{-z_i}} = \frac{1}{1 + e^{-(\delta_0 + \delta_i X_i + \dots + \delta_n X_n)}} \quad (3)$$

Donde: $F(Z_i)$ es la función de matemática que aproxima la probabilidad de ocurrencia del evento binario, δ_0 representa los desplazamientos laterales de la función logística, δ_i es el vector que pondera a las variables independientes y X_i es la matriz de variables independientes o predictoras del modelo. Como el modelo anterior no es lineal en las variables independientes se establece la inversa de la función logística (*logit*) la cual muestra el cambio en el *logit* por cada cambio unitario en la variables predictoras quedando de la siguiente manera (Quintana, 2012):

$$\text{logit } F(Z_i) = \ln \left[\frac{1}{1 + e^{-z_i}} \right] = -\delta_0 + \delta_i X_i + \dots + \delta_n X_n \quad (4)$$

Los parámetros δ_i se deben estimar utilizando la técnica de máxima verosimilitud en lugar de utilizar mínimos cuadrados (López, 2013) haciendo esto que su cálculo sea más complejo, sin embargo el uso de software estadísticos reduce esta limitante.

Las ventajas en utilizar un modelo *logit* de acuerdo con las investigaciones de Trigo (2009), Lyn (2006), Puertas & Martí (2013) y (Rayo et al., 2010) son:

1. No requiere hipótesis de partida de homogeneidad en las matrices de varianzas y covarianzas, etc.
2. No supone normalidad en la distribución de los datos y con esto el uso de variables cualitativas para el análisis financiero es útil.

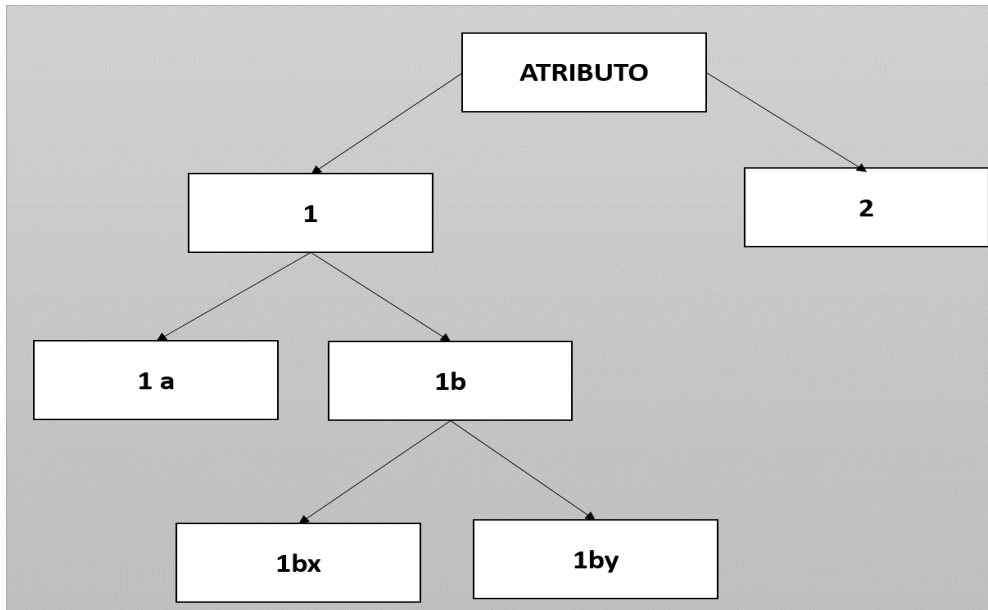
3. No requiere linealidad en las variables, considerando que en el riesgo crediticio la relación lineal no existe.
4. Permite medir la probabilidad de incumplimiento y a su vez calcular las pérdidas estimadas.
5. En estudios comparados con el análisis discriminante, el modelo *logit* muestra mejores resultados ya que clasifica mejor los grupos.

1.3.2.3. Métodos no paramétricos: Árboles de decisiones

Un árbol de decisiones construye una estructura que divide a un conjunto de registros en grupos más pequeños de datos, por medio de reglas de decisión definidas secuencialmente, permitiendo a cualquier individuo comprender y entender el funcionamiento del modelo, además de identificar lo que se encuentra prediciendo (Cardona, 2004).

Este método tiene la figura de un árbol con nodos que representan una condición respecto a un atributo, y las ramas son el resultado de la evaluación de este tributo, así la población de análisis se divide en varias submuestras hasta cuando sea imposible obtener una nueva división, como se observa en la figura 1 para el atributo existen 4 subgrupos identificados bajo reglas a priori, éstos grupos son: 1a, 1bx, 1by y 2.

Figura 1. Árbol de decisión



Fuente: Cardona (2004)

Elaborado: El autor

Cuando se desean construir este tipo de modelos, hay que considerar técnicas para el pre-procesamiento y particionamiento de los datos con el fin que estos sean puros y consistentes, de acuerdo con Ramírez (2007) las técnicas a aplicar son:

1. Índice de Gini.
2. Índice de Ganancia de información.
3. Prueba de Chi-Cuadrado.

Rayo et al. (2010) establecía que la principal ventaja de este método, es que no se encuentra sujeta a supuestos estadísticos relacionados con las formas funcionales o de distribución de datos ya que para su desarrollo se realizan algoritmos de tal forma que los grupos de la variable respuesta muestran diferentes perfiles de riesgo, mientras que para Puertas &

Martí (2013) la principal desventaja es la complejidad en la construcción del árbol cuando el número de atributos que se deseen analizar incrementa.

1.3.2.4. Métodos no paramétricos: Modelos de programación lineal

Se constituye en el modelo a utilizar cuando no se conoce la relación funcional que existe entre las variables a utilizar, es un método más matemático que estadístico permitiendo realizar plantillas o sistemas de asignación de *rating* aplicando criterios de optimización (Rayo et al., 2010).

Ruiz (2013) menciona que en la primera etapa del uso de esta técnica se debe identificar las potenciales decisiones que se pueden tomar y con ello las variables a utilizar, partiendo de lo antes mencionado un modelo de programación lineal debe contener:

1. Decisiones a tomar (variables).
2. La función objetivo.
3. Limitaciones o también llamadas ecuación de restricciones.

Matemáticamente se expresa así:

$$\text{La función a optimizar es: } z = f(X_1, X_2, \dots, X_n) \quad (5)$$

$$\text{Sujeto a restricciones: } \partial_1 \rightarrow f(X_1, X_2, \dots, X_n) \leq \beta_1 \quad (6)$$

$$\partial_2 \rightarrow f(X_1, X_2, \dots, X_n) \leq \beta_2 \quad (7)$$

$$\partial_m \rightarrow f(X_1, X_2, \dots, X_n) \leq \beta_m \quad (8)$$

Donde: z es la función objetivo, es decir lo que se desea optimizar, X_i ($i = 1, 2, \dots, n$) son las variables definidas para el objetivo y ∂_i ($i = 1, 2, \dots, m$) son las ecuaciones de las restricciones β_i ($i = 1, 2, \dots, m$) que limitan a la función objetivo.

Los primeros modelos de programación lineal aplicados en la estimación de *credit scoring* fueron realizados en 1981 por Hand que reflejaron buenos resultados para estudios en bancos, ya que para Gutiérrez (2007) este tipo de modelos se adaptan a las necesidades de la institución crediticia involucrando muchas variables, buscando así optimizar un criterio objetivo como es el porcentaje de solicitudes correctamente clasificadas.

1.3.3. Comparación de resultados de los modelos estadísticos de riesgo crediticio

De la revisión efectuada y considerando lo establecido por Gutiérrez (2007) los modelos de árboles de decisiones superan los resultados de las regresiones logísticas en la detección de incumplimiento de pago y éstas últimas otorgan mejores estimaciones que el análisis discriminante, sin embargo lo complejo que puede ser construir un árbol de decisiones con muchas variables hacen que la mejor opción para estimar el incumplimiento de pago sea la regresión logística.

Ramírez (2007) establece que la aplicación de las diferentes técnicas empleadas en los *credit scoring*, ha hecho que se elaboren diversos modelos con diferentes nombres y algunas variantes, asegurando que la calidad de los datos con los que se trabaje, la adecuada selección de variables, el correcto procesamiento de datos y cómo el modelo se ajusta a la información disponible otorgan el éxito de los modelos de riesgo crediticio.

1.4. Modelo de regresión logística *logit*

Luego de la revisión bibliográfica, el modelo que nos permitirá construir un modelo estadístico que mida el riesgo de no pago para el Departamento de Cobro de la Zonal 8 del Servicio de Rentas Internas, es la regresión logística binaria ya que la variable dependiente es dicotómica con dos valores 1 o 0, es decir (1) si la deuda es pagada o (0) cuando la deuda no es pagada.

1.4.1. Formulación matemática del modelo

Partiendo que los contribuyentes de la Zona 8 del Servicio de Rentas Internas poseen alguna deuda, pueden pertenecer a dos grupos M y N, el modelo de regresión logística binaria tendrá los siguientes elementos:

Una variables dependiente o de respuesta Y_i ($i= 1, 2, \dots, n$) que tiene el carácter de ser dicotómica tomando el valor de (1) cuando el contribuyente pertenezca al grupo M es decir paga la deuda y tomará el valor (0) cuando el contribuyente pertenezca al grupo N es decir no paga la deuda.

Algunas variables numéricas denominadas: independientes, explicativas o regresoras X_1, X_2, \dots, X_k que ayuden a explicar a la variable independiente, éstas pueden ser discretas o continuas. Por último se necesitan datos de un conjunto de n observaciones que ayuden a explicar cada comportamiento $(Y_i, X_{1i}, \dots, X_{ki}), \dots, (Y_n, X_{1n}, \dots, X_{kn})$.

Toda vez que se busca medir la probabilidad que un contribuyente pague sus deudas, estadísticamente se considera que para la variable dicotómica Y_i , es de decir la probabilidad de que el contribuyente pague la deuda, el modelo de regresión sería:

$$\Pr(M) = \Pr (Y_i = 1) = \delta_0 + \delta_1 X_{1i} + \dots + \delta_k X_{ki}$$

(9)

Aunque la ecuación 9 muestra la relación que se pretende demostrar en esta investigación, el segundo término de la ecuación $\delta_0 + \delta_1 X_{1i} + \dots + \delta_k X_{kn}$ refleja un inconveniente ya que, como ha sido demostrado en otras investigaciones, difícilmente tomará un valor entre 0 y 1 que esté dentro de una función de probabilidad, en este sentido se recurre a una función logística del siguiente tipo:

$$F(X_i) = \frac{1}{1 + e^{-X_i}} \quad (10)$$

Estadísticamente la ecuación 10 tiene la ventaja de tomar valores entre 0 y 1 por tanto es la función adecuada para estimar la probabilidad de que el contribuyente pague o no la deuda, reemplazando 9 en 10 tenemos el modelo de regresión logística siguiente:

$$\Pr(M) = \Pr(Y_i = 1) = \frac{1}{1 + e^{-(\delta_0 + \delta_1 X_{1i} + \dots + \delta_k X_{kn})}} \quad (11)$$

De acuerdo con Ángel, Kizys, & Manzanedo (2015) el modelo establecido en la ecuación 11, no permite interpretar los efectos marginales que tienen las variables independientes sobre la variable dependiente, es decir no se pueden interpretar los parámetros δ_k toda vez que el modelo de la ecuación 11 no es lineal, por tanto se suelen utilizar los siguientes dos conceptos para su interpretación:

1. Los *odds*, razones o cocientes de probabilidad, razón de disparidades o riesgo relativo, que consiste en comparar la probabilidad de que el contribuyente pague la deuda frente a que la deuda no sea pagada por el contribuyente. De este modo tenemos:

$$\frac{\Pr(M)}{\Pr(N)} = \frac{\Pr(Y_i=1)}{\Pr(Y_i=0)} = \frac{\Pr(Y_i=1)}{1 - \Pr(Y_i=1)} = \frac{\frac{1}{1 + e^{-(\delta_0 + \delta_1 X_{1i} + \dots + \delta_k X_{kn})}}}{\frac{1}{1 + e^{-(\delta_0 + \delta_1 X_{1i} + \dots + \delta_k X_{kn})}}} \quad (12)$$

Simplificando:

$$\frac{\Pr(Y_i=1)}{1 - \Pr(Y_i=1)} = e^{(\delta_0 + \delta_1 X_{1i} + \dots + \delta_k X_{kn})} \quad (13)$$

Aplicando logaritmos neperianos tenemos:

$$\Pr(Y_i = 1) = \ln \left[\frac{\Pr(Y_i=1)}{1-\Pr(Y_i=1)} \right] = \delta_0 + \delta_1 X_{1i} + \dots + \delta_k X_{kn} \quad (14)$$

La expresión $\ln \left[\frac{\Pr(Y_i=1)}{1-\Pr(Y_i=1)} \right]$ se denomina *logit* y el término de la derecha $\delta_0 + \delta_1 X_{1i} + \dots + \delta_k X_{kn}$ es la expresión de una línea recta que permite la interpretación de los parámetros δ_k . En este caso δ_1 se puede interpretar como la variación que puede experimentar el término *logit* a causa de una variación unitaria en la variable X_{1i} bajo el supuesto que las demás variables independientes o explicativas se mantengan constantes.

2. Los *odds-ratio* utilizados para explicar el impacto del incremento unitario en una de las variables independientes o explicativas del modelo y es el resultado de dividir el *odds* con incremento de la unidad a una de las variables independientes con el *odds* original o sin incremento de la siguiente manera:

$$\frac{\Pr(Y_i=1)}{1-\Pr(Y_i=1)} = e^{[\delta_0 + \delta_1 (X_{1i}+1) + \dots + \delta_k X_{kn}]} \quad (15)$$

Sea la ecuación 13 el *odds* original y la ecuación 15 el *odds* con incremento unitario en una de las variables independientes, entonces el cociente será:

$$odds - ratio = \frac{e^{[\delta_0 + \delta_1 (X_{1i}+1) + \dots + \delta_k X_{kn}]}}{e^{(\delta_0 + \delta_1 X_{1i} + \dots + \delta_k X_{kn})}} = e^{\delta_1} \quad (16)$$

Por tanto, el *logit* es decir la probabilidad se multiplicará por e^{δ_1} cada vez que se incrementa una unidad de la variables independiente X_{1i} manteniéndose las demás variables independientes constantes.

1.4.2. Hipótesis y requisitos del modelo de regresión logística

Las hipótesis de partida del modelo de regresión logística de acuerdo con Nieto (2015), Roman, Maldonado, & Weber (2009) y Gujarati & Porter (2010) son:

1. El modelo está correctamente especificado, implica que el modelo incluye las variables independientes o explicativas importantes.
2. Cada Y_i tiene una distribución Bernoulli, es decir toma el valor de 1 como probabilidad de éxito y valor 0 como probabilidad de fracaso.
3. Cada una de las observaciones Y_i son independientes.
4. La probabilidad que $Y_i = 1$ depende de las variables X_1, X_2, \dots, X_k .
5. Ausencia de multicolinealidad, es decir que entre variables independientes o explicativas X_i no se encuentran relacionadas entre sí.

1.4.3. Estimación de los parámetros del modelo de regresión logística

De acuerdo con Gujarati & Porter (2010) la estimación de del modelo de regresión logística se realiza por el método de máxima verosimilitud, ya que pretende estimar los parámetros δ_k del modelo que con mayor probabilidad generen valores para la variable dependiente Y_i (paga o no la deuda generada), la función de versomilitud señalada por Medina (2008) correspondiente al modelo *logit* es igual a:

$$L = \prod_{i=1}^n \left[\frac{1}{1 + e^{-(\delta_0 + \delta_1 X_{1i} + \dots + \delta_k X_{kn})}} \right] \prod_{i=1}^n \left[\frac{e^{-(\delta_0 + \delta_1 X_{1i} + \dots + \delta_k X_{kn})}}{1 + e^{-(\delta_0 + \delta_1 X_{1i} + \dots + \delta_k X_{kn})}} \right] \quad (17)$$

Donde el primer término es la probabilidad que el contribuyente pague la deuda y el segundo la probabilidad que no lo haga, luego de aplicar logaritmos a la función de máxima versimilitud tenemos:

$$\ln L = \sum_{i=1}^i \ln \left[\frac{1}{1 + e^{-(\delta_0 + \delta_1 X_{1i} + \dots + \delta_k X_{kn})}} \right] + \sum_{i=1}^i \ln \left[\frac{e^{-(\delta_0 + \delta_1 X_{1i} + \dots + \delta_k X_{kn})}}{1 + e^{-(\delta_0 + \delta_1 X_{1i} + \dots + \delta_k X_{kn})}} \right]$$

(18)

Desarrollando logaritmos tenemos:

$$\ln L = -2 \sum_{i=1}^i \ln[1 + e^{-(\delta_0 + \delta_1 X_{1i} + \dots + \delta_k X_{kn})}] - \sum_{i=1}^i \delta_0 + \delta_1 X_{1i} + \dots + \delta_k X_{kn}$$

(19)

Medina (2008) establece que el procedimiento para la estimación por máxima verosimilitud consiste en calcular las derivadas de primer orden respecto a sus parámetros e igualar a cero $\frac{d \ln(L)}{d \delta_0}$, $\frac{d \ln(L)}{d \delta_1}$, ..., $\frac{d \ln(L)}{d \delta_k}$ consecuentemente se quedarán un sistema de k ecuaciones no lineales, las cuales son resueltas por un método iterativo que permitan maximizar los parámetros que en esta investigación será con la utilización del software econométrico stata.

1.4.4. Contraste de hipótesis

Esta etapa se busca que el modelo definido y obtenido luego de los cálculos, sea estadísticamente significativo en sus parámetros de forma individual y de forma conjunta, éstas pruebas son:

1.4.4.1. Estadístico de Wald

A través del estadístico de Wald se valida que cada uno de los parámetros sea estadísticamente significativo, por tanto la variable que le acompaña al parámetro si ayuda a explicar a la variable dependiente del modelo (Fernández & Pérez, 2005). Esta prueba se basa en la siguiente hipótesis:

Hipótesis nula $H_0: \delta_i = 0$

Hipótesis alternativa $H_1: \delta_i \neq 0$

Esta prueba se la compara con una distribución chi cuadrado (X^2) y sigue la siguiente regla de aplicación:

- Se rechaza la hipótesis nula, por tanto la variables que le acompaña a parámetro si es estadísticamente significativa, cuando el valor de probabilidad con el 95 % de confianza es menor que 0,05.
- No se rechaza la hipótesis nula, por tanto la variables que le acompaña a parámetro no es estadísticamente significativa, cuando el valor de probabilidad con el 95 % de confianza es mayor que 0,05.

En todo caso, rechazar la hipótesis nula implica que la variable que acompaña al parámetro debe ser parte del modelo estimado, mientras que el no rechazarla implica que la variable que le acompaña al parámetro debe ser extraída del modelo.

1.4.4.2. Estadístico chi cuadrado (X^2)

Es una prueba similar estadístico de Wald, con la variación que analiza la significancia del modelo en su conjunto, es decir valida que todos los parámetros del modelo sean estadísticamente significativos, para Fernández & Pérez (2005) se la denomina prueba el ómnibus y se basa en la siguiente hipótesis:

Hipótesis nula $H_0: \delta_1, \delta_2, \delta_3, \dots, \delta_k = 0$

Hipótesis alternativa $H_1: \text{Al menos un parámetro } \delta_i \neq 0$

La regla de aplicación para la hipótesis antes mencionada es:

- Se rechaza la hipótesis nula, por tanto el modelo en su conjunto es estadísticamente significativo, cuando el valor de probabilidad con el 95 % de confianza es menor que 0,05.
- No se rechaza la hipótesis nula, por tanto el modelo en su conjunto no es estadísticamente significativo, cuando el valor de probabilidad con el 95 % de confianza es mayor que 0,05.

En esta prueba, para que el modelo cumpla su función de predicción, se busca que la hipótesis nula sea rechazada.

1.4.5. Bondad de ajuste de modelo

Este tipo de pruebas permiten conocer que tanto el modelo de regresión se ajusta a las observaciones reales, éstas pueden ser:

1.4.5.1. Índice de cocientes de verosimilitudes o pseudo R^2

De acuerdo con Gujarati & Porter (2010) y Medina (2008), el uso del estadístico Pseudo – R^2 mide que proporción la variable independientes es explicada por las variables independientes del modelo, este estadístico también es conocido como R^2 de McFadden y se define así:

$$ICV = Pseudo - R^2 = 1 - \frac{\ln L_1}{\ln L_0} \quad (20)$$

Donde: $\ln L_1$ es el valor de la función de verosimilitud del modelo que se estima e incluye todas las variables independientes o explicativas (ecuación 14) y $\ln L_0$ es el valor del modelo restringido que contiene unicamente la estimación de la constante (δ_0).

El estadístico calculado tendrá un valor entre 0 y 1, de lo antes mencionado mientras el valor se acerque a uno habrá mayor capacidad explicativa del modelo y por lo contrario, en el caso de acercarse a cero la capacidad explicativa será mínima.

En la investigación de Ganguly, Koebel, & Cantrell (2010), se estableció una regla empírica para evaluar el estadístico antes mencionado de la siguiente forma

- Un modelo con ajuste inadecuado tiene un Pseudo – R^2 menor a 0,2.
- Un modelo con ajuste normal tiene un Pseudo – R^2 entre 0,2 y 0,4.
- Un modelo con ajuste adecuado tiene un Pseudo – R^2 mayor a 0,4.

1.4.5.2. Curva de Receiver Operating Characteristic ROC

La curva ROC es un gráfico que muestra la probabilidad de detectar una señal verdadera denominada sensibilidad y una señal falsa denominada 1 - especificidad, en este sentido, en el eje de las ordenadas aparece la sensibilidad y en el eje de las abscisas el valor de 1 – especificidad (Pérez, 2015).

Se denomina sensibilidad a la probabilidad de obtener resultados positivos, es decir que tanto en la estimación como en la variable observada el contribuyente pague la deuda, es también conocida como verdaderos positivos, mientras que la especificidad es la probabilidad de obtener resultados negativos, es decir que tanto en la estimación como en la variable observada el contribuyente no paga la deuda, también conocida como verdaderos negativos.

Entonces, 1 – especificidad se denomina falsos positivos y 1 – sensibilidad se denomina falsos negativos conforme la tabla 1 siguiente:

Tabla 1. Clasificación de las observaciones en la curva ROC

		Valores Observados	
		$Y_i = 1$	$Y_i = 0$
Valores Predecidos	$\hat{Y}_i = 1$ Positivo	Verdaderos positivos (VP) I	Falsos positivos (FP) II

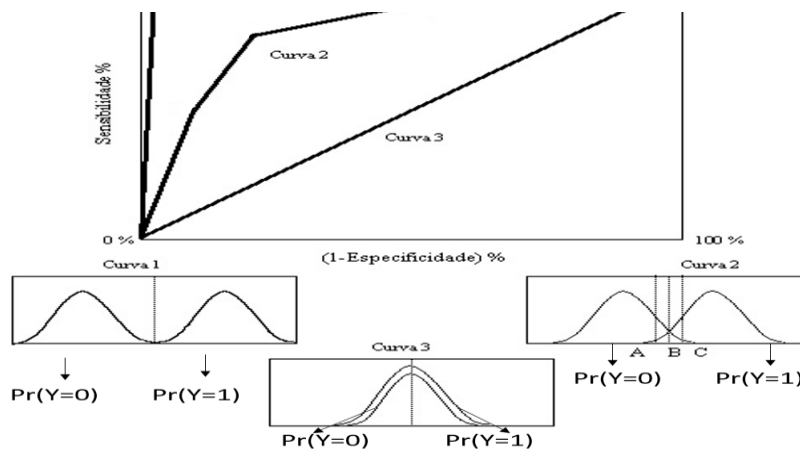
$\hat{Y}_i = 0$ Negativo	Falsos negativos (FN) III	Verdaderos negativos (VN) IV
-----------------------------	---------------------------------	------------------------------------

Fuente: Pérez (2015)
Elaborado: El autor

De acuerdo a lo mostrado anteriormente, la sensibilidad se obtiene con los contribuyentes que pagan la deuda $Y_i = 1$ que es cuadrante I de la tabla 1, y la especificidad con los contribuyentes que no pagan la deuda $Y_i = 0$ en el cuadrante IV de la tabla antes mencionada.

La curva ROC se constituye en un gráfico bidimensional que muestra la proporción de verdaderos positivos (sensibilidad) frente a la proporción de falsos positivos (1-especificidad) (Pérez, 2015), conforme la figura 2 establecida por Da Costa (2015).

Figura 2. Curva Receiver Operating Characteristic - ROC



Fuente: Da Costa (2015)
Elaborado: El autor

Como puede observarse en la figura 2, el área dentro de la curva va de 0,5 a 1,00 y posee una recta de 45°, la curva ROC mientras más se acerca a la esquina superior izquierda implica que el modelo separa de mejor manera a los contribuyentes que pagan la deuda de los que no pagan (esto es separar los verdaderos negativos de los verdaderos positivos) y mientras mas se acercan

a la línea de equidad (45°), implica que el modelo no puede separar a los contribuyentes que pagan la deuda de los que no pagan (Hand, 2009).

Por lo anteriormente expuesto, lo ideal en el análisis de la curva ROC es que su área A sea cercana a uno, en este sentido Nieto (2015) establece la siguiente regla de análisis:

- No hay discriminación cuando: $A = 0,5$.
- Existe pobre discriminación cuando: $0,5 < A < 0,7$.
- Es una discriminación aceptable cuando: $0,7 \leq A < 0,8$.
- Es una excelente discriminación cuando: $0,8 \leq A < 0,9$.
- Es una excepcional discriminación cuando: $A \geq 0,9$.

1.4.5.3. Porcentaje de aciertos estimados del modelo

Partiendo de la clasificación que consta en la tabla 1 denominada matriz de confusión o tabla de clasificación que contiene los valores reales de Y_i y su estimado a través de la regresión logística, se pueden calcular índices que midan la bondad del modelo.

Medina (2008) sugiere la elaboración de un grupo de índices, cuyo resultado puede ser de 0 a 1 y dependerá del índice que se calcula para buscar que éste sea cercano a 1 o en su defecto sea cercano a 0, uno de estos índices es el la tasa de acierto, que se mide como una razón entre los verdaderos positivos y verdaderos negativos sobre el total de observaciones, interpretándose como la porción de las observaciones que fueron clasificadas adecuadamente, donde un valor cercano a uno implica que la predicción del modelo es considerada sobresaliente, este tipo de índices se encuentran explicados en la tabla 2 siguiente:

Tabla 2. Índices de aciertos y desaciertos estimados en un modelo logit

Índice	Definición	Expresión
Tasa de aciertos	Cociente entre las predicciones correctas y el total de predicciones.	$\frac{VP+VN}{VP+VN+FP+FN}$
Tasa de errores	Cociente entre las predicciones incorrectas y el total de predicciones.	$\frac{FP+FN}{VP+VN+FP+FN}$
Especificidad	Proporción entre la frecuencia de valores 0 correctos y el total de valores 0 observados.	$\frac{VN}{FP + VN}$
Sensibilidad	Razón entre los valores 1 correctos y el total de valores 1 observados.	$\frac{VP}{VP + FN}$
Tasa de falsos ceros	Proporción entre la frecuencia de valores 0 incorrectos y el total de valores 0 observados.	$\frac{FP}{FP + VN}$
Tasa de Falsos unos	Razón entre los valores 1 incorrectos y el total de valores 1 observados.	$\frac{FN}{VP + FN}$

Fuente: Medina (2008)

Elaborado: El autor

Capítulo 2 Marco metodológico

2.1. Metodología de la investigación

Para lograr el objetivo principal de la presente investigación que es construir un modelo estadístico que mida el riesgo de no pago para el Departamento de Cobro de la Zonal 8 del Servicio de Rentas Internas que permita una correcta detección del riesgo, se presentan los siguientes procedimientos metodológicos.

2.1.1. Enfoque de la investigación

De acuerdo a lo establecido por Hernández, Fernández, & Baptista (2006) y Bernal (2010) la presente investigación tiene un enfoque cuantitativo ya que se fundamenta en la medición de un fenómeno bajo la construcción de un adecuado marco conceptual, utiliza estadísticas para realizar el análisis de causa efecto, su proceso es secuencial, deductivo y probatorio al analizar la realidad de manera objetiva donde las principales bondades que provee es la generalización de los resultados con precisión permitiendo así la predicción del fenómeno investigado.

Es importante destacar que el enfoque cuantitativo recolecta datos para probar la hipótesis a través de la medición numérica y análisis estadístico, permitiendo establecer patrones de comportamiento (Hernández et al., 2006). Como el objetivo principal de esta investigación es construir un modelo estadístico que mida el riesgo de no pago para el Departamento de Cobro de la Zonal 8 del Servicio de Rentas Internas, el enfoque cuantitativo permite probar la hipótesis que la gestión eficiente de la cartera de cobro del Servicio de Rentas Internas Zonal 8, depende de una correcta detección y medición de los riesgos con un nivel de significancia del 95 %.

2.1.2. Alcance de la investigación

El desarrollo de la presente investigación tiene un alcance correlacional, ya que busca establecer mediante la construcción de un modelo de regresión logística *logit* la relación existente entre un grupo de variables que permitan explicar el riesgo de no pago de la deuda generada por los contribuyentes de la Zonal 8 del Servicio de Rentas Internas.

Para Bernal (2010), en este tipo de investigaciones se examinan las relaciones entre variables o sus resultados, pero en ningún momento explican que una variable sea la causa de otra. Hernández et al., (2006) agrega que la cuantificación de la relaciones entre las variables permiten predecir el valor aproximado que puede tener un grupo de individuos partiendo de las variables relacionadas, toda vez que se sustentan en hipótesis estadísticas sometidas a pruebas.

2.1.3. Diseño de la investigación

El diseño de la presente investigación es no experimental con corte transversal, porque considera la información disponible de la cartera activa y pendiente de pago de los contribuyentes de la Zonal 8 del Servicio de Rentas Internas a fecha 22 de octubre del 2015.

Por un lado la investigación se considera no experimental ya que se observa el fenómeno tal cual es su contexto natural, sin manipular las variables independientes sólo observándolas para después analizarlas.

Por otro lado, la investigación es con corte transversal, toda vez que recolecta información de varios contribuyentes en un momento específico, para describir variables, analizar su incidencia e interrelacionarlas (Hernández et al., 2006).

Al construir un modelo estadístico que mida el riesgo de no pago para el Departamento de Cobro de la Zonal 8 del Servicio de Rentas Internas, el diseño no experimental con corte transversal permite alcanzar los objetivos propuestos en la presente investigación.

2.2. Recolección de datos

Los datos utilizados en la presente investigación son de fuente secundaria que fueron solicitados al Servicio de Rentas Internas Zonal 8 mediante trámite, los cuales fueron obtenidos de los siguientes sistemas:

1. Sistema de Gestión de cobro, en el cual consta el detalle de las obligaciones pagadas y pendientes de pago que tiene la administración tributaria desde su creación, así como las obligaciones heredadas de la Dirección General de Rentas.
2. Sistema de Registro Único de Contribuyentes (RUC), aplicativo que contiene la información que consta en los documentos físicos de RUC entregado a cada contribuyente.
3. Sistema General de Declaraciones, en el cual consta la información transaccional de los contribuyentes reportada a través de las declaraciones presentadas en los diversos formularios que exige el SRI.
4. Sistema de Facturación, en el que constan las autorizaciones que un contribuyente ha recibido del SRI para la emisión de comprobantes de venta.
5. Sistema de Matriculación Vehicular, del cual se reportan las transacciones sobre vehículos de transporte terrestre.

2.3. Procesamiento de datos

Los datos de la cartera que se encuentra pendiente cobro por la Zonal 8 del Servicio de Rentas Internas con fecha de corte 22 de octubre del 2015 fueron obtenidos de la siguiente manera:

1. Se seleccionaron únicamente las obligaciones pagadas y pendientes de pagar que no poseen acción coactiva, de acuerdo con el sistema de cobro los estados seleccionados son:
 - a. Confirmado: Estado en el que se encuentra una obligación luego que un Reclamo Administrativo o una Sentencia Judicial ratifica el valor de la deuda
 - b. Notificado: Estado en el que se encuentran las obligaciones que han sido notificadas al contribuyente y se encuentran listas para cobrar.
 - c. Facilidades de pago: Obligaciones que de conformidad con la normativa tributaria vigente se encuentran en facilidades de pago y la Resolución de otorgamiento ha sido notificada.
 - d. Trámite de Facilidades: Obligaciones que de conformidad con la normativa tributaria vigente pueden acogerse a facilidades de pago, en donde el trámite ha sido ingresado y la Resolución de otorgamiento está pendiente de ser emitida y notificada.
2. Se seleccionaron las obligaciones con fecha de notificación mayor al 22 de octubre del 2010, es decir que no haya pasado más de 5 años y que éstas no se encuentren prescritas de conformidad con lo establecido en el art. 55 del Código Tributario.

Como resultado del proceso anterior se obtuvieron 268.306 registros equivalente a 24.992 contribuyentes, en la cual cada registro tiene una variable dependiente y dieciséis variables independientes o explicativas.

2.4. Identificación y selección de variables del modelo estadístico

Para la realización del modelo estadístico que mida el riesgo de no pago para el Departamento de Cobro de la Zonal 8 del Servicio de Rentas Internas, se emplearon las variables que se muestran en la tabla 3.

Tabla 3 Variables del modelo estadístico propuesto

#	Nombre de la Variable	Etiqueta de la Variable	Tipo de Variable
1	Estado de la deuda	EST_DEUDA	Binaria
2	Tipo de documento	DOCU	Binaria
3	Tipo de impuesto	IMPTO_DIR	Binaria
4	Contribuyente Especial	CONT_ESP	Binaria
5	Obligado a llevar contabilidad	LLEVA_CONT	Binaria
6	Obligación impugnada o reclamada	OBL_IM_REC	Binaria
7	Actividad de Comercio Exterior	COM_EXT	Binaria
8	Posee vehículo	VEHICULO	Binaria
9	Declarante	DECLARANTE	Binaria
10	Autorización comprobantes de venta	AUT_VIG	Binaria
11	Actividad económica	ACT_COMER	Binaria
12	Deuda	DEUDA	Cuantitativa
13	Ingreso	INGRESO	Cuantitativa
14	Tiempo del contribuyente	TIEMP_CONT	Cuantitativa
15	Tiempo de la deuda	TIEMP_DEUDA	Cuantitativa
16	Tasa de morosidad	TAS_MOR	Cuantitativa
17	Tasa de recuperación	TAS_REC	Cuantitativa

Fuente: Base de datos del SRI (2015).

Elaborado: El autor

Como puede observarse, las variables del modelo propuesto son de dos tipos:

1. Variables binarias, es decir aquellas variables que solo puede tomar dos únicos valores, tales como 1 o 0, se utiliza el número 1 cuando la variables es si y 0 cuando la variable es no.

2. Variables cuantitativas, variables en la cuales se refleja el valor numérico de la observación, en este caso se utilizó logaritmos naturales (ln) para evitar que el valor de la varianza sea elevado.

2.4.1. Variables binarias

1. Estado de la deuda (EST_DEUDA), tiene como objetivo identificar si la obligación se encuentra pagada o no, es decir toma el valor de 1 cuando la deuda esté pagada y 0 cuando no lo está, de acuerdo con los datos del sistema de cobro, el no pago de la deuda agrupa los estados: notificado, confirmado, facilidades y trámite de facilidades de pago.
2. Variable tipo de documento (DOCU) refleja el documento al que corresponde la deuda generada que puede ser de dos tipos, los generados por el contribuyente y los generados por la Administración Tributaria en sus diferentes facultades, bajo esta clasificación las variables a utilizar son:
 - a. Documentos emitidos por el contribuyente (DOCU_CONT), tomará el valor de 1 cuando la deuda tenga como origen comprobantes electrónicos para pagos (ceps) que no hayan sido cancelado o cuyo debito haya sido rechazado, y tomará el valor 0 cuando no corresponda a este tipo de documento.
 - b. Documentos emitidos por el SRI dentro de su Facultad Determinadora (DOCU_DETSRI), la cual tendrá el valor 1, cuando el documento emitido sea: Acta de determinación, Liquidación de pago, multas o de anticipos y 0 cuando sea otro tipo de documento.

- c. Documentos emitidos por el SRI dentro de su Facultad Resolutiva (DOCU_RESSRI), la cual tendrá el valor 1, cuando el documento de la deuda sea una Resolución Administrativa o un Recurso de Revisión y tendrá valor 0 cuando sea otro tipo de documento.
 - d. Documentos emitidos por el SRI dentro de su Facultad Sancionadora (DOCU_SANSRI), la cual tendrá el valor 1 cuando el documento de la deuda sea una Resolución Sancionatoria y 0 cuando sea otro tipo de documento.
 - e. Documentos emitidos por el SRI dentro de su Facultad Recaudadora (DOCU_RECSRI), la cual tendrá el valor 1 cuando el documento de la deuda sea un Título de Crédito y 0 cuando sea otro tipo de documento.
3. Variable tipo de impuesto (IMPTO_DIR), ésta variable tomará los siguientes valores:
- a. Tomará el valor 1 cuando corresponda a impuestos directos tales como: impuesto a la renta, impuesto a la contaminación vehicular, impuesto a los vehículos motorizados, impuesto a la salida de divisas, impuestos a los activos en el exterior, RISE, regalías, patentes mineras y tierras rurales.
 - b. Tomará valor de 0, cuando corresponda a Impuestos indirectos tales como: Impuesto a la valor agregado IVA, impuesto a los consumos especiales ICE e impuesto redimible a las botellas plásticas no retornables.
4. Variable Contribuyente Especial (CONT_ESP) que clasificará a los contribuyentes según su clase, esto es, marcando con 1 cuando el contribuyente que posee la deuda es nombrado mediante Resolución por el SRI como contribuyente Especial y con valor 0 cuando no lo es.

5. Variable obligado a llevar contabilidad (LLEVA_CONT), toda vez que la forma de declarar impuestos y los formularios en que se realizan las declaraciones tienen dos características para diferenciar al tipo de contribuyente, por un lado están los que se encuentran obligados a llevar contabilidad y por otros lo que no lo están, entonces este modelo asignará valor 1 cuando el contribuyente que tiene la deuda lleva contabilidad, es decir todas las sociedades definidas en el art. 98 de la Ley de Régimen Tributario Interno y la personas naturales obligadas de conformidad con el art. 37 del Reglamento para la Aplicación de la Ley de Régimen Tributario Interno y asignará con valor 0 cuando la persona natural no se encuentre obligada de conformidad con el art. 38 del cuerpo legal antes mencionado.
6. Variable obligación impugnada o reclamada (OBL_IM_REC), refleja si la deuda pendiente de pago tiene como antecedente un Reclamo Administrativo o una Sentencia Judicial, marcando con 1 cuando la obligación si ha sido tratada en las instancias antes mencionadas o con valor 0 cuando la deuda nunca ha pasado estas instancias.
7. Actividad de Comercio Exterior (COM_EXT), marca con 1 cuando el contribuyente a quien pertenece la obligación tiene actividades de exportación y/o importación y 0 cuando no realiza estas actividades.
8. Posee vehículo (VEHICULO), es 1 cuando el contribuyente a quien pertenece la obligación consta como propietario de vehículo y 0 cuando no posee vehículo registrado.

9. Declarante (DECLARANTE), registra con 1 cuando el contribuyente ha presentado declaraciones dentro de los seis meses anteriores y con 0 cuando no ha presentado declaraciones dentro del plazo antes mencionado.
10. Autorización comprobantes de venta (AUT_VIG), registra con 1 cuando el contribuyente a quien pertenece la obligación tiene una autorización vigente del SRI para emitir comprobantes de venta con plazo de vigencia de tres o doce meses y 0 cuando no tiene autorización para emitir comprobantes.
11. Variable actividad económica (ACT_COMER), marca con el valor 1 cuando el contribuyente registra en su RUC actividades principales o secundarios de comercio y con valor 0 cuando no realice estas actividades. Para la identificación de esta variable se consideró las actividades registradas en el RUC de conformidad con Clasificador Internacional Industrial Único (CIU) VERSIÓN 4.0 – séptimo nivel, adicionalmente se evidenció en los datos que la mayor parte de los contribuyentes poseen registrada la actividad de comercio sea como actividad principal o secundaria, siendo los que registran actividades diferentes al comercio un proporción mínima.

2.4.2. Variables cuantitativas

1. Deuda (DEUDA), que representa el monto total de impuesto, interés y multa de la obligación que se encuentra pendiente de pago o pagada dentro de la fecha antes mencionada.
2. Ingreso (INGRESO), variable que muestra el valor del ingreso obtenido por el contribuyente en el periodo anterior y reportado al SRI.

3. Tiempo del contribuyente (TIEMP_CONT), variable que muestra el número de los días que tiene el contribuyente realizando actividades económicas, es decir se constituye en la diferencia entre la fecha de inicio de actividades y la fecha de corte de los datos (22 de octubre de 2015).
4. Tiempo de la deuda (TIEMP_DEUDA), variable que muestra el número de días que tiene la deuda generada, es el resultado de restar la fecha de pago con la fecha de notificación para las obligaciones pagadas y la fecha de notificación con la fecha de corte para las obligaciones que se encuentran pendientes de pago.

Las variables antes mencionadas, toda vez que muestran un valor que puede ser elevado y para efectos que no alteren la varianza del modelo de regresión logístico *logit*, son transformadas a logaritmos naturales antes de desarrollar el modelo.
5. Tasa de morosidad (TAS_MOR), variable que mide la razón entre obligaciones pendientes de pagos y el total de obligaciones pendientes y pagadas que tiene cada contribuyente.
6. Tasa de recuperación (TAS_REC), se constituye la variable que mide razón o cociente entre obligaciones pagadas y el total de obligaciones pendientes y pagadas que tiene cada contribuyente.

2.5. Consideraciones para la estimación del modelo estadístico

El modelo de regresión logística que permita la gestión eficiente de la cartera de cobro del Servicio de Rentas Internas Zonal 8, será estimado con el software estadístico STATA versión 12.0, así como todas las pruebas que validen su aplicación y garanticen el carácter predictivo de este.

El modelo *logit* propuesto, no incluirá constatae siendo matemáticamente de la siguiente manera:

$$\begin{aligned}
 \text{EST_DEUDA} = & \delta_1 \text{ DOCU_CONT} + \delta_2 \text{ DOCU_DETSRI} + \delta_3 \text{ DOCU_RESSRI} + \\
 & \delta_4 \text{ DOCU_SANSRI} + \delta_5 \text{ DOCU_RECSRI} + \delta_6 \text{ IMPTO_DIR} + \delta_7 \text{ CONT_ESP} + \\
 & \delta_8 \text{ LLEVA_CONT} + \delta_9 \text{ OBL_IM_REC} + \delta_{10} \text{ COM_EXT} + \delta_{11} \text{ VEHICULO} + \\
 & \delta_{12} \text{ DECLARANTE} + \delta_{13} \text{ AUT_VIG} + \delta_{14} \text{ ACT_COMER} + \delta_{15} \text{ DEUDA} + \\
 & \delta_{16} \text{ INGRESO} + \delta_{17} \text{ TIEMP_CONT} + \delta_{18} \text{ TIEMP_DEUDA} + \delta_{19} \text{ TAS_MOR} + \\
 & \delta_{20} \text{ TAS_REC}
 \end{aligned}
 \tag{21}$$

Capítulo 3 Resultados y discusión

3.1. Estimación del modelo

Una vez definido el modelo de la ecuación 21 se realizó la regresión logística *logit* sin término de la constante con el 95 % de confianza, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 4. Resultados de la estimación modelo estadístico propuesto

Variables	Coefficiente	Error estándar	z	P > z
DOCU_CONT	3,444874	0,082356	41,83	0,000
DOC_DETSRI	3,081522	0,149913	20,56	0,000
DOC_RESSRI	3,261301	0,269003	12,12	0,000
DOC_SANSRI	2,138629	0,090188	23,71	0,000
DOC_RECSRI	2,846034	0,103343	27,54	0,000
IMPTO_DIR	-0,128848	0,014819	-8,69	0,000
CONT_ESP	0,290576	0,054177	5,36	0,000
LLEVA_CONT	-0,095193	0,024421	-3,90	0,000
OBL_IM_REC	-0,377799	0,150281	-2,51	0,012
COM_EXT	0,112984	0,020052	5,63	0,000
VEHICULO	0,058802	0,023415	2,51	0,012
DECLARANTE	-0,100662	0,023386	-4,30	0,000
AUT_VIG	-0,110874	0,015485	-7,16	0,000
ACT_COMER	0,032757	0,013218	2,48	0,000
DEUDA	-0,103096	0,003059	-33,70	0,013
INGRESO	0,013458	0,001416	9,51	0,000
TIEMP_CONT	0,107866	0,009339	11,55	0,000
TIEMP_DEUDA	-0,214497	0,004763	-45,03	0,000
TAS_MOR	-6,283812	0,040161	-156,47	0,000
TAS_REC	0,141601	0,029836	4,75	0,000

Fuente: Base de datos del SRI (2015).

Elaborado: El autor

Los resultados de la tabla anterior fueron estimados por el método de máxima verosimilitud en la cual se necesitó cinco iteraciones para obtener los mejores parámetros.

3.2. Contraste de hipótesis

3.2.1. Estadístico de Wald

Partiendo de la hipótesis nula que el parámetro estimado es igual a cero, con una probabilidad del 95 % se rechazó la hipótesis nula toda vez que los parámetros estimados tiene un valor p menor al 0,05 denotando así que cada variable seleccionada es estadísticamente significativa para el modelo desarrollado tal como consta en la tabla 5 siguiente:

Tabla 5. Test de Wald para el modelo propuesto

Variables	Coefficiente	chi2 (1)	Prob > chi2
DOCU_CONT	3,444874	1749,66	0,000
DOC_DETSRI	3,081522	422,52	0,000
DOC_RESSRI	3,261301	146,98	0,000
DOC_SANSRI	2,138629	562,31	0,000
DOC_RECSRI	2,846034	758,43	0,000
IMPTO_DIR	- 0,128848	75,60	0,000
CONT_ESP	0,290576	28,77	0,000
LLEVA_CONT	-0,095193	15,19	0,001
OBL_IM_REC	-0,377799	6,32	0,012
COM_EXT	0,112984	31,75	0,000
VEHICULO	0,058802	6,31	0,012
DECLARANTE	-0,100662	18,53	0,000
AUT_VIG	-0,110874	51,26	0,000
ACT_COMER	0,032757	6,14	0,013
DEUDA	-0,103096	1136,02	0,010
INGRESO	0,013458	90,37	0,000
TIEMP_CONT	0,107866	133,42	0,000
TIEMP_DEUDA	-0,214497	2027,78	0,000
TAS_MOR	-6,283812	24481,50	0,000
TAS_REC	0,141601	22,52	0,000

Fuente: Base de datos del SRI (2015).

Elaborado: El autor

3.2.2. Prueba de significancia global o test chi cuadrado

El test chi cuadrado obtenido para el modelo en su conjunto, permite rechazar la hipótesis nula de que todos los parámetros del modelo son iguales a cero, por tanto el modelo en su conjunto es

estadísticamente significativo al 95 % de confianza, toda vez que el valor $\text{Prob} > \chi^2$ es 0,00 siendo menor al 0,05, tal como consta en la tabla 6 siguiente.

Tabla 6. Prueba Chi cuadrado para el modelo propuesto

Variable Dependiente	chi2 (1)	Prob > chi2
EST_DEUDA	93824,24	0,000

Fuente: Base de datos del SRI (2015).

Elaborado: El autor

3.3. Bondad de ajuste del modelo

La bondad de ajuste del modelo obtenido es evaluado con:

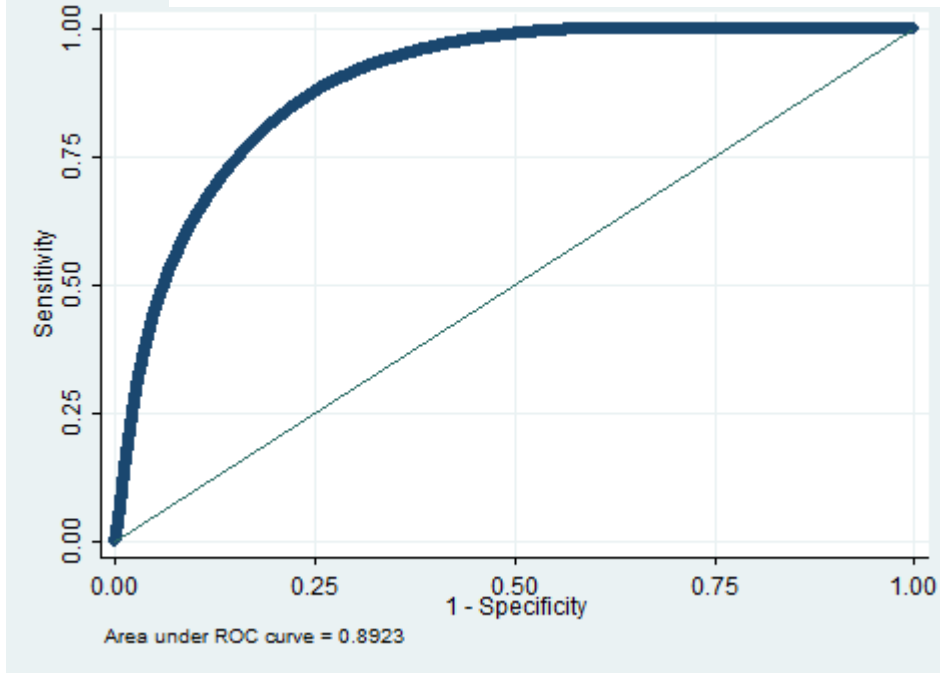
- Test de significancia chi cuadrado,
- Curva ROC.
- Tablas de clasificación.

Es necesario destacar que no se realizará análisis del Pseudo R^2 de Mc Fadden, toda vez que el modelo propuesto no incluye constante.

3.3.1 Curva ROC

El área bajo la curva ROC del modelo propuesto es de 0,8923 lo que denota un excelente modelo, toda vez que permite separar de mejor manera a los contribuyentes que pagan la deuda de los que no pagan, esto es separar los verdaderos positivos de los verdaderos negativos, tal como se muestra en la figura 3 siguiente.

Figura 3. Curva ROC del modelo propuesto



Fuente: Base de datos del SRI (2015).
Elaborado: El autor

3.3.2. Tabla de clasificación

Como el objetivo de la presente investigación es identificar a los contribuyentes que teniendo deuda la pagan y a quienes no la pagan, una vez estimado el modelo se procedió a construir la matriz de confusión que consta en la tabla 7 partiendo del supuesto que si el valor estimado de la probabilidad de pago es mayor o igual 0,5 se clasifican como positivos, mientras que de ser menor a 0,5 se clasifican como negativos, obteniendo el siguiente resultado.

Tabla 7. Matriz de confusión del modelo propuesto

		Valores Observados		Total
		$Y_i = 1$	$Y_i = 0$	
es Estim	$\hat{Y}_i = 1$ Positivo	193.315	26.133	219.448
	$\hat{Y}_i = 0$ Negativo	10.133	189.315	199.448
		203.448	215.448	418.896

$\hat{Y}_i = 0$			
Negativo	8.039	40.819	48.858
Total	201.354	66.952	268.306
Sensibilidad			96,01%
Especificidad			60,97%
Clasificados correctamente			87,26%

Fuente: Base de datos del SRI (2015).

Elaborado: El autor

La tabla 7 muestra la forma en que se encuentran distribuidas las 268.306 obligaciones que formaron parte en la estimación del modelo, en resumen el modelo estimado y propuesto clasifica adecuadamente al 87,26 % de la cartera de la Zonal 8 del Servicio de Rentas Internas, esto es a 234,134 obligaciones de las 268.306 que sirvieron de base para la estimación del presente modelo.

Por un lado, el modelo desarrollado clasifica adecuadamente al 96,01 % de las obligaciones que tienen alta probabilidad de ser pagada, es decir clasifica a 193.315 obligaciones de un total de 201.354, este porcentaje se lo conoce como la sensibilidad del modelo

Por otra parte, respecto a la especificidad del modelo, éste clasifica al 60,97 % de las obligaciones que tiene la probabilidad de no ser pagadas, clasificando a 40.819 obligaciones de un total de 66.952 obligaciones cuya probabilidad de pago es baja.

3.4. Interpretación de los parámetros obtenidos

Los valores de los parámetros obtenidos en la estimación no se pueden interpretar directamente ya que han sido estimados en una función no lineal, sin embargo el efecto en la variable dependiente se puede conocer a través del signo del coeficiente, en este sentido los coeficientes con signo negativo reflejan que la variable que los acompaña reduce la probabilidad de pagar la

deuda, mientras que los coeficientes con signo positivo aumenta la probabilidad que la deuda sea pagada.

Las variables como impuesto directo, llevar contabilidad, obligación reclamada o impugnada, si es declarante, tiene autorización vigente, deuda, tiempo de la deuda y la tasa de morosidad tienen signo negativo, eso significa que su presencia reduce la probabilidad de pagar la deuda

Mientras que las variables documento emitido por el contribuyente o por la administración tributaria, contribuyente especial, comercio exterior, vehículo, actividades comerciales, ingreso, tiempo del contribuyente y tasa de recuperación, tienen signo positivo, por tanto aumentan la probabilidad que la deuda sea pagada por el contribuyente.

3.4.1. Efectos marginales de las variables del modelo

Para conocer el efecto en la variable dependiente, considerando cada una de las variables independientes se calculó el efecto marginal en la tabla 8, este efecto marginal permite conocer el cambio que experimenta la variable dependiente en probabilidades, dada una variación unitaria en las variables independientes.

Tabla 8. Efectos marginales de las variables del modelo estimado

Variab les	dy/dx	Efecto % en la probabilidad de pago
DOCU_CONT	0.6948	69,48 %
DOC_DETSRI	0.1802	18,02 %
DOC_RESSRI	0.1814	18,14 %
DOC_SANSRI	0.1682	16,82 %
DOC_RECSRI	0.1817	18,17 %
IMPTO_DIR	-0.0198	-1,98 %
CONT_ESP	0.0409	4,09 %

LLEVA_CONT	-0.0147	-1,47 %
OBL_IM_REC	-0.0649	-6,49 %
COM_EXT	0.0169	1,69 %
VEHICULO	0.0089	0,89 %
DECLARANTE	-0.0156	-1,56 %
AUT_VIG	-0.0169	-1,69 %
ACT_COMER	0.0050	0,50 %
DEUDA	-0.0156	-1,56 %
INGRESO	0.0021	0,21 %
TIEMP_CONT	0.0166	1,66 %
TIEMP_DEUDA	-0.0330	-3,30 %
TAS_MOR	-0.9669	-96,69 %
TAS_REC	0.0218	2,18 %

Fuente: Base de datos del SRI (2015).

Elaborado: El autor

3.4.1.1. Análisis de variables binarias

Para la variable documento emitido por el contribuyente, se estima que cuando la deuda se origina en un documento generado por el mismo sujeto pasivo (contribuyente) la probabilidad que la deuda sea pagada se incrementa en un 69,48 % que cuando tiene otro origen el documento.

Cuando la deuda tiene origen en un documento emitido por el SRI dentro de su facultad Determinadora, la probabilidad que la deuda sea pagada incrementa en un 18,02 %, si proviene de la Facultad Resolutiva del SRI la probabilidad de pago se incrementa en un 18,04%, en el caso de la Facultad Sancionadora la probabilidad de pago se incrementa en 16,82 % y si proviene de la Facultad Recaudadora se incrementa la probabilidad de pago en 18,17 %. De lo antes mencionado se puede identificar que el contribuyente tiende a pagar las deudas generadas por él más que las deudas generadas por la Administración Tributaria en sus diferentes Facultades conferidas por el Código Tributario.

Cuando un contribuyente de la Zona 8 del Servicio de Rentas Internas tiene una deuda que corresponde a un impuesto directo como lo es el impuesto a la renta, la probabilidad que la obligación sea pagada se reduce en 1,98 %.

Respecto a la clase de contribuyente, la probabilidad que la deuda sea pagada por un contribuyente especial se incrementa en un 4,09% respecto a cuando la obligación es cancelada por los otros contribuyentes.

Cuando un contribuyente está obligado a llevar contabilidad en comparación a quienes no están obligados a llevarla y posee una deuda, la probabilidad de pagar la deuda se reduce en 1,47 %.

Las obligaciones que se encuentran reclamadas o impugnadas reducen la probabilidad que la deuda sea pagada en 6,49 %,

En el caso que un contribuyente tenga una deuda con el SRI Zonal 8 y realice actividades de comercio exterior, tiene una probabilidad de 1,69 % de pagar la deuda respecto a un contribuyente que no realice esta actividad. Lo anterior se confirma, toda vez que los procesos para realizar actividades de comercio exterior exigen que el contribuyente no tenga deuda con el Estado. Un contribuyente que tenga vehículo respecto al que no lo posee, tiene una probabilidad de pagar la deuda de 0,89 % esto denota que posee los recursos para poder cubrir su obligación.

En el caso que un contribuyente haya presentado declaraciones dentro de los últimos seis meses, su probabilidad de pagar la deuda decae en 1,56 % frente a quien no la presenta, la razón de esto es porque una vez presentada la declaración ésta no puede ser pagada oportunamente, en cambio quien no la presenta no tendrá ese riesgo.

Analizando la variable tiene autorización vigente de un contribuyente, la probabilidad de pagar la deuda decae en 1,69 %, de acuerdo a los movimientos observados en el departamento de cobro de la Zona 8 del SRI esto se debe a dos motivos, por un lado implica mayor transaccionalidad y los montos a pagar son elevados haciendo que el contribuyente caiga en retraso de pago, por otro lado cuando el contribuyente tiene autorización vigente implica que puede facturar sin ningún inconveniente haciendo caso omiso a la deuda que tenga.

Analizando los contribuyentes que tiene actividades comerciales es decir de compra y venta de algún tipo de bienes, respecto a los que tienen otro tipo de actividades como los servicios, se puede evidenciar que la probabilidad de pago aumenta en 0,50 %, es decir es más probable que un contribuyente con actividades comerciales pague la deuda a que un contribuyente con actividades de servicios lo haga.

3.4.1.2. Variables cuantitativas

Por cada incremento de la deuda del contribuyente, la probabilidad que ésta sea pagada se reduce en 1,56 %, es decir mientras más alta sea deuda, la probabilidad de pagarla se va reduciendo, mientras que a medida que aumenta el ingreso del contribuyente la probabilidad de que la deuda sea pagada se incrementa en 0,21%.

Por un lado la probabilidad de pagar la deuda se incrementará en un 1,66 % a medida que el contribuyente tenga más tiempo de registro en su RUC, debido a que realiza actividades de forma permanente, por otro lado mientras más tiempo tenga la deuda la probabilidad de que ésta sea pagada decae en 3,30 %.

Cuando la razón de obligaciones pendientes sobre el total de obligaciones (tasa de morosidad) del contribuyente se incrementa, la probabilidad de pagar la obligación se reduce en 96,69 %, mientras que si incrementa la tasa de recuperación, es decir incrementa la relación obligaciones pagadas sobre obligaciones totales, la probabilidad que la deuda sea pagada se incrementa en 2,18 %.

3.5. Clasificación de los contribuyentes y gestión de la cartera de deuda Zonal 8

Una vez que el modelo desarrollado cumple con las validaciones estadísticas y permite determinar la probabilidad que la obligación sea pagada en un rango de 0 a 1, se propone la clasificación de los contribuyentes en seis grupos diferentes a efectos de categorizarlos y realizar las gestiones de cobro considerando esta clasificación.

Para ello, es necesario enlistar las acciones que actualmente desarrolla del Departamento de Cobro de la Zonal 8 del Servicio de Rentas Internas, que tienen como fin recuperar la cartera de deuda tributaria, éstas son:

1. Notificaciones persuasivas del saldo de la deuda, informadas al contribuyente por mensaje de texto del número
2. Envío de correos electrónicos en los que se informa al contribuyente que mantienen una deuda con la Administración Tributaria.
3. Llamadas automáticas a través del IVR (*Interactive Voice Response*) del Servicio de Rentas Internas, en las cuales un grabador automático informa de la existencia de deuda en firme.

4. Llamadas de agentes de cobro en la cual la información de la deuda se vuelve personalizada al contribuyente y permite una interacción entre el deudor y la Administración Tributaria.
5. Visitas a los contribuyentes en sus domicilios, en la cual se informa y notifica un oficio persuasivo que lo conmina a realizar el pago de la deuda.
6. Emisión y notificación del auto de pago en la que se ordenan medidas precautelares tendientes a garantizar el pago de la deuda.

Luego de identificar las gestiones que realiza el Departamento de Cobro de la Zonal 8 del Servicio de Rentas Internas y aplicando los resultados del modelo obtenido en la presente investigación, se propone que la forma de gestionar a los contribuyentes que tienen deudas en firme, sea de la siguiente manera:

Tabla 9. Propuesta para la gestión de la cartera de deuda Zonal 8 del SRI

Categoría	Probabilidad de pago de la obligación	Gestión a realizar
1	0,9999 - 0,8000	Envío de correos electrónicos
2	0,7999 - 0,6000	Llamadas automáticas a través de IVR
3	0,5999 - 0,5000	Notificaciones mediante mensaje de texto
4	0,4999 - 0,4000	Llamadas de los agentes de cobro
5	0,3999 - 0,3000	Visitas y notificaciones de Oficios persuasivos
6	0,2999 - 0,0000	Emisión y notificación del auto de pago

Fuente: Base de datos del SRI (2015).

Elaborado: El autor

De acuerdo con la tabla 9, se propone como método alternativo que las gestiones realizadas por el Departamento de Cobro de la Zonal 8 del Servicio de Rentas Internas estén acorde con la probabilidad de pago calculada en el modelo estadístico propuesto en la presente investigación.

Para efectos de análisis supongamos que una persona natural no obligada a llevar contabilidad con actividades de comercio al por menor, no es contribuyente especial, no realiza actividades de comercio exterior, inició sus actividades el 19 de mayo del año 2012 y presentó su declaración mensual del IVA correspondiente al mes de mayo el 14 de junio del 2015 día de su fecha máxima de presentación por un valor de \$ 11.500,23 mediante débito bancario que fue rechazado y convirtiéndose como deuda en firme desde el día 15 del mes y año antes mencionado.

El contribuyente antes mencionado posee un vehículo y sus ingresos del año anterior fueron de \$ 32.000,00, de la revisión efectuada se conoce que en los últimos meses ha presentado sus declaraciones y posee una autorización para emitir comprobantes de venta que se encuentran vigentes, adicionalmente a ello revisando su historial consta que ha tenido 5 deudas que ya han sido pagadas.

Con los datos anteriores y aplicando el modelo estadístico definido en la presente investigación, se pudo obtener una probabilidad de pago equivalente a 0,7855 que contrastado con la tabla 9 se encuentra en la categoría dos y en el caso que el Departamento de Cobro de la Zonal 8 del Servicio de Rentas Internas desee realizar alguna gestión para cobrar la deuda, se recomienda la utilización de llamadas automáticas a través de IVR, para gestionar esta obligación pendiente.

Capítulo 4. Conclusiones y recomendaciones

4.1. Conclusiones

Del presente trabajo de investigación que tenía como objetivo construir un modelo estadístico que mida el riesgo de no pago para el Departamento de Cobro de la Zonal 8 del Servicio de Rentas Internas se puede concluir:

- La hipótesis planteada en la presente investigación no se rechaza, toda vez que con un 95 % de confianza se construyó un modelo estadístico que permite clasificar correctamente al 87, 26 % de los contribuyentes que tienen deudas en la Zonal 8 del Servicio de Rentas Interna, logrando así una adecuada detección del riesgo.
- El modelo estadístico desarrollado cumple con las validaciones estadísticas y econométricas, permitiendo ser un instrumento útil para la predicción y análisis del riesgo de no pago del Departamento de Cobro de la Zonal 8 del SRI.
- La utilización de un modelo estadístico en las actividades del Departamento de Cobro de la Zonal 8 de SRI, permite una gestión eficiente de su cartera, ya que muestra la probabilidad de pago de un contribuyente y en función a ello se identifican las gestiones a realizar para ese contribuyente.
- De la investigación se pudo observar que existen diversos métodos para la construcción de modelos estadísticos que permitan medir el riesgo de no pago, sin embargo el uso de la regresión logística *logit*, se convierte en el método más adecuado para alcanzar los objetivos.

4.2. Recomendaciones

Una vez alcanzados los objetivos de la presente investigación se plantean las siguientes recomendaciones:

- La utilización del modelo estadístico desarrollado en la presente investigación como una herramienta alterna para gestión de cobro de la Zonal 8 del SRI, toda vez que como se demostró permite clasificar en un porcentaje elevado a los contribuyentes que poseen algún tipo de duda.
- La actualización del modelo estadístico con la metodología propuesta en la presente investigación debe ser realizada de manera semestral, para que de esta forma se constituya en un instrumento de predicción y análisis que cuenta con información oportuna de los contribuyentes que poseen deudas con la Administración Tributaria.
- Las actividades que realiza el Departamento de Cobro de la Zonal 8 del SRI deben considerar las características propias de cada contribuyente que posee una deuda y no la generalidad, por tanto sus gestiones deben enmarcarse en el riesgo asociado al no pago de cada contribuyente.

Bibliografía

- Agencia Estatal de Administración Tributaria de España. (2011). Mecanismos eficaces de recuperación de los adeudos: Medidas cautelares, facilidades o acuerdos de pago y remate de bienes. *La cobranza administrativa como mecanismo efectivo de incremento del recaudo*, (1), 1–20.
- Ángel, J., Kizys, R., & Manzanedo, L. (2015). Regresión logística binaria. *Universitat Oberta de Catalunya*, 1–17.
- Banco Interamericano de Desarrollo Centro Regional de Asistencia Técnica para Centroamérica, P. y R. D., & Centro Interamericano de Administraciones Tributarias. (2012). *Estado de la Administración Tributaria en América Latina: 2006-2010*. (CIAT, BID, & CAPTAC-DR, Eds.).
- Bernal, C. (2010). *Metodología de la investigación: Administración, economía, humanidades y ciencias sociales*. *Zhurnal Eksperimental'noi i Teoreticheskoi Fiziki* (Tercera ed). Colombia: Prentice Hall Pearson Educación. Recuperado de <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:No+Title#0>
- Bette, M., & Eijsden, A. van. (2011). Las Facultades de Cobro de las AATT: La Cobranza Administrativa vs la Cobranza Judicial. *La Cobranza Administrativa Como Mecanismo Efectivo de Incremento Del Recaudo. Conferencia Técnica Del CIAT Lisboa*, 30.
- Braun, C. R. (2005). *La riqueza de las naciones : (libros I-II-III y selección de los libros IV y V); traducción y estudio preliminar* (1 ed./ 3 r). Madrid. <http://doi.org/M.14551-2005>
- Bravo, C., Maldonado, S., & Weber, R. (2010). Experiencias prácticas en la medición de riesgo crediticio de microempresarios utilizando modelos de credit scoring. *Revista Ingeniería de Sistemas*, 24, 68–88.
- Cardona, P. (2004). Aplicación de árboles de decisión en modelos de riesgo crediticio. *Revista Colombiana de Estadística*, 27, 139–151. Recuperado de <http://www.bdigital.unal.edu.co/30059/>
- Centro de Estudios Fiscales CEF. (2015).
- Centro Interamericano de Administraciones Tributarias CIAT. (2005). La Administración Tributaria: La relación entre las funciones / procesos, la estructura y las políticas de acción como elementos de gestión. In *Conferencia Técnica Cartagena de Indias* (p. 29).
- Centro Interamericano de Administraciones Tributarias CIAT. (2009). *Curso Especializado de*

Administración Tributaria. Madrid.

- Centro Interamericano de Administraciones Tributarias CIAT. (2011a). La competencia para el cobro administrativo coactivo y amigable: Estructuras administrativas, alcances, ventajas y desventajas, 1–12.
- Centro Interamericano de Administraciones Tributarias CIAT. (2011b). Las facilidades o acuerdos de pago: Oportunidad, condiciones y aplicación. *La Cobranza Administrativa Como Mecanismo Efectivo de Incremento Del Recaudo*, 1–31.
- Coloma, P., Weber, R., Guajardo, J., & Miranda, J. (2006). Modelos analíticos para el manejo del riesgo de crédito. *Trend Management*, 8, 44 – 51.
- Da Costa, A. (2015). Curvas ROC. Recuperado de http://stat2.med.up.pt/cursop/print_script.php3?capitulo=tdiagnosticos&numero=4&titulo=Avaliacao de testes de dianostico
- Fernández Castaño, H., & Pérez Ramírez, F. (2005). El modelo logístico : Una herramienta estadística para evaluar el riesgo de crédito. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 4(6), 55–75. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=75040605>
- Ganguly, I., Koebel, T., & Cantrell, R. (2010). A categorical modeling approach to analyzing new product adoption and usage in the context of the building-materials industry. *Technological Forecasting and Social Change*, 77(4), 662–677. <http://doi.org/10.1016/j.techfore.2009.10.011>
- Gómez, A., & Corrales, M. (2009). *El cobro ejecutivo de tributos en sede administrativa*. Universidad para la Cooperación Internacional.
- Gujarati, D., & Porter, D. (2010). *Econometria*. McGraw-Hill (Quinta edi). McGrawHill.
- Gutiérrez, M. (2007). Credit scoring models: what, how, when and for what purposes. *Munich Personal RePEc Archive*, (16377). Recuperado de <http://mpra.ub.uni-muenchen.de/16377/>
- Hamerle, A., & Roesch, D. (2004). Parameterizing Credit Risk Models. *SSRN Electronic Journal*. <http://doi.org/10.2139/ssrn.500304>
- Hand, D. (2009). Measuring classifier performance: a coherent alternative to the area under the ROC curve. *Machine Learning*, 77(1), 103–123. <http://doi.org/10.1007/s10994-009-5119-5>
- HE, Z., & XIONG, W. (2012). Rollover Risk and Credit Risk. *The Journal of Finance*, 67(2), 391–430. <http://doi.org/10.1111/j.1540-6261.2012.01721.x>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2006). *Metodología de la investigación*. (McGraw-Hill Interamericana, Ed.) (Cuarta edi).

- Khashman, A. (2010). Neural networks for credit risk evaluation: Investigation of different neural models and learning schemes. *Expert Systems with Applications*, 37(9), 6233–6239. <http://doi.org/10.1016/j.eswa.2010.02.101>
- López, C. (2013). Modelo predictivo de riesgo de morosidad par créditos bancarios usando datos simulados. *Epistemus* 14, 7, 22–30.
- Lyn, T. (2006). Credit Scoring: The State of the Art. *Foresight: The International Journal of Applied Forecasting*, (3), 33–37. Recuperado de <http://forecasters.org/foresight/document-store/>
- Martínez Sánchez, J. F., & Venegas Martínez, F. (2013). Riesgo operacional en el proceso de pago del Procampo Un enfoque bayesiano. *Contaduría Y Administración*, 58(2), 221–259. [http://doi.org/10.1016/S0186-1042\(13\)71216-6](http://doi.org/10.1016/S0186-1042(13)71216-6)
- Matthijs Alink, & Kommer, V. van. (2011). *Manual de Administración Tributaria*. (IBFD (El International Bureau of Fiscal Documentation) & CIAT (Centro Interamericano de Administraciones Tributarias), Eds.)*IBFD*. Amsterdm. Recuperado de <http://www.ibfd.org/sites/ibfd.org/files/content/pdf/CIAT.pdf>
- Medina, E. (2008). Modelos de elección discreta. *Revista Universidad EAFIT*, 44(152), 66–79. <http://doi.org/10.4067/S0717-92002003000300001>
- Musgrave, R. A., & Musgrave, P. B. (1992). *Hacienda Pública. Teórica y aplicada* (5ª Edición). McGraw-Hill Interamericana.
- Nieto, A. (2015). Estimación de la probabilidad de egreso de estudiantes de licenciatura usando regresión logística. *Benemérita Universidad Autónoma de Puebla*.
- Pérez, S. (2015). *Estimación de la curva ROC acumulativa / dinámica*. Universidad de Oviedo.
- Puertas, R., & Martí, M. L. (2013). Análisis del credit scoring. *Revista de Administración de Empresas*, 53(3), 303–315. <http://doi.org/10.1590/S0034-75902013000300007>
- Quintana, J. (2012). Aplicación del análisis discriminante y regresión logística en el estudio de la morosidad en las entidades financieras. Comparación de resultados. *New York Times, Jan*(March), 12–14. Recuperado de <http://search.proquest.com/docview/818448211?accountid=10344>
- Ramírez, A. (2007). Técnicas de minería de datos aplicadas a la construcción de modelos de score crediticio : Estado del arte. *Universidad Nacional de Colombia*, 1–10.
- Rayo, S., Lara, J., & Camino, D. (2010). A Credit Scoring Model for Institutions of Microfinance under the Basel II Normative. (*English*), 15(28), 89–124.

- Roman, C., Maldonado, S., & Weber, R. (2009). Model Follow-Up in Logistic Regression Models. *Ingeniería Industrial*, 2, 31–44.
- Ruiz, H. (2013). Diseño de un modelo matemático para optimizar la gestión de un sistema de cobranza en una empresa comercial, 89.
- Saavedra, M., & Saavedra, M. (2010). Modelos para medir el riesgo de crédito de la banca, 23, 295–319.
- Sanchís, A., Gil, J. A., & Heras, A. (2003). El análisis discriminante en la previsión de la insolvencia en las empresas de seguros de no vida. *Spanish Journal of Finance and Accounting / Revista Española de Financiación Y Contabilidad*, 32(116), 183–233. <http://doi.org/10.1080/02102412.2003.10779487>
- Schreiner, M. (2002). Ventajas y desventajas del scoring estadístico para las microfinanzas. *Microfinance Risk Management*, 1–40.
- Servicio de Rentas Internas. (2012). *Plan estratégico 2012-2015*.
- Servicio de Rentas Internas SRI. (2015). Página web oficial.
- Trigo, E. (2009). *Análisis y medición del riesgo de crédito en carteras de activos financieros ilíquidos emitidos por empresas*. Málaga.