

FEDERACIÓN LATINOAMERICANA DE BANCOS, FELABAN

ENSAYO SOBRE EL ROL DE AUDITORÍA INTERNA EN UN CONTEXTO  
DE GESTIÓN INTEGRAL DE RIESGOS

CATEGORÍA 2 - AUDITORES SENIOR JÓVENES PROFESIONALES

**Metodología de auditoría para la validación de  
modelos de riesgo crediticio.**

**Aplicación a países Latinoamericanos**

Presentado por

**Giovanna Milagros Rivera Medrano**

Fecha:

**13 de Marzo de 2014**

## CONTENIDO

<b>Metodología de Auditoría de Validación de Modelos de Riesgo Crediticio.</b>	
<b>Aplicación a países Latinoamericanos .....</b>	<b>1</b>
<b>1. Unidades de la organización en las que interviene el modelo .....</b>	<b>5</b>
a. Unidad de modelamiento .....	5
b. Unidad de implementación.....	15
c. Unidad de ejecución del modelo .....	15
d. Unidad usuaria para la gestión de riesgos .....	15
e. Unidad Usuaria para la aprobación de solicitudes .....	16
f. Unidad de validación interna.....	16
<b>2. Recursos necesarios para una auditoría de modelos.....</b>	<b>18</b>
a. Recurso humano.....	18
b. Recurso informático .....	19
c. Recurso metodológico.....	20
<b>3. Metodología de auditoría para la validación de modelos .....</b>	<b>23</b>
a. Estándares cualitativos .....	24
b. Estándares cuantitativos .....	31
c. Entorno de tecnología de la información .....	34
<b>Conclusión.....</b>	<b>36</b>
<b><u>Anexo No. 1.- Definiciones estadísticas.....</u></b>	<b>38</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>39</b>

## **Reseña del autor**

Licenciada en Economía por la Universidad del Pacífico con concentración en Finanzas, Macroeconomía y Economía Internacional. Sub Gerente Adjunto de Auditoría de Procesos del Banco de Crédito del Perú, con amplia experiencia en auditoría de modelos de riesgo crediticio y auditoría de inversiones, con especialización en auditoría de instrumentos derivados. Además, con experiencia en la Gerencia de División de Riesgo de Banca Minorista del mismo Banco realizando el análisis de riesgo de crédito y gestión del portafolio minorista. Asimismo, en dicha entidad, realicé labores de análisis del mercado de renta fija. Anteriormente, analicé el riesgo de mercado de una administradora de fondos de pensiones.

## **Metodología de Auditoría de Validación de Modelos de Riesgo Crediticio. Aplicación a países Latinoamericanos**

En los últimos años, el riesgo de pérdidas financieras a causa del incumplimiento del pago de los créditos ha sido el foco de atención de las instituciones bancarias, dadas las crisis financieras y las decisiones de gestión comercial y de riesgos que las ocasionaron. Dichos acontecimientos dieron pie a interrogantes sobre qué acciones preventivas tomar ante probables futuros eventos de pérdida monetaria. Así, los funcionarios de riesgos empezaron a buscar la forma de estimar dichas pérdidas, para lo cual consideraron su grado de exposición o el monto de dinero que podría perderse, la probabilidad o riesgo de incumplimiento y, dados los dos componentes anteriores, la parte de la pérdida que no será recuperada por su equipo de cobranzas. Es de esta manera que surgen los modelos de riesgo de crédito para los clientes minoristas con la finalidad de predecir, con los modelos de aprobación, la probabilidad que un sujeto de crédito incumpla en el pago del servicio de su deuda o, con los modelos de comportamiento, la probabilidad que un crédito otorgado presente incumplimiento definitivo de sus pagos o, en los modelos de recupero, la probabilidad de recuperar el dinero debido por aquellos que incumplieron en el pago de su deuda.

Los modelos mencionados son conocidos como modelos de puntuación dado que buscan ordenar las cuentas o los clientes por su probabilidad de incumplimiento y con ello asignar con una relación inversa un puntaje representativo; de tal forma que las cuentas o clientes con mayor probabilidad de

incumplimiento estimada se asocien con un menor puntaje y viceversa. De esta forma se define un grado de calidad crediticia para cada cuenta o cliente con el que se podrá gestionar el portafolio de créditos.

En mi experiencia, la mayoría de los modelos que han sido sujeto de revisión por parte del equipo de auditoría de validación de modelos al que pertenezco, son modelos contruidos con la historia de las cuentas, para los productos de la banca minorista, en la etapa de aprobación. Lo cual quiere decir que en estos modelos, por ejemplo, se ha tomado la historia de las solicitudes de las tarjetas de crédito de un periodo como enero 2007 a diciembre 2009 y se evaluó si estas entraron en incumplimiento antes de que cada una cumpliera un año de maduración. El análisis del presente estudio sobre la auditoría de validación de modelos se referirá a este tipo de modelos en particular y podrá ser usado como guía de validación también para modelos de otros productos o en la banca mayorista o en un análisis por cliente o para otra etapa del crédito como la de comportamiento o la de recupero de cobranzas.

Así, esta herramienta permite identificar el grado de calidad crediticia de los clientes que solicitan un crédito y se realiza con el fin de obtener la probabilidad de incumplimiento como un indicador de riesgo para los clientes. Dicho indicador puede utilizarse para determinar un punto máximo de riesgo o puntaje mínimo de aprobación de las cuentas, de acuerdo con el apetito de riesgo definido por el banco. De esta manera se crea un instrumento de gestión de riesgos a ser usado en la determinación de las pautas crediticias, en las campañas que se ofrecerán a los clientes menos riesgosos o en la determinación del precio del crédito.

Así, los modelos de riesgo de crédito se convierten en una herramienta muy útil para evaluar la calidad crediticia del portafolio de colocaciones de los bancos; con lo cual se hace necesario asegurar que la construcción del modelo se ha realizado utilizando las técnicas estadísticas necesarias y tomando en consideración las mejores prácticas internacionales, que su implementación se ha realizado en una plataforma con un adecuado entorno tecnológico, que su uso se realice dentro del marco para el que ha sido construido y bajo las medidas de aseguramiento de control de riesgos operativos necesarios y que su integración a la gestión de riesgos o comercial se realice de manera consistente con los objetivos de las unidades usuarias.

En el sistema bancario peruano, se cuenta con bancos que adaptan los modelos de sus respectivas casas matrices en el extranjero y bancos que cuentan con un equipo especializado para construir modelos y vienen realizando esta labor bajo un esquema en maduración que incluye la construcción, aseguramiento de calidad, seguimiento y validación interna de los modelos de riesgo crediticio.

Es por esta razón que, en la medida que crezcan las economías latinoamericanas y que sus bancos decidan implementar los modelos de riesgo crediticio en la gestión (tanto para la captación de nuevos clientes, como para el cálculo del requerimiento patrimonial por modelos internos), se hará necesario asegurar el sistema de control interno en el que se construyen, implementan y utilizan los modelos. Sin embargo, cuando se intente realizar dicha labor, tendremos que respondernos a las siguientes interrogantes: ¿Cuáles son las unidades involucradas y las labores relacionadas con el modelo? ¿Cuáles son los

recursos que se necesitan para validar el modelo? ¿Existe alguna guía para la auditoría de validación de modelos de riesgo de crédito que permita asegurar que el modelo ha sido adecuadamente construido, implementado e integrado a la gestión? Estas son las preguntas que trataremos en el presente ensayo.

Así, empezaremos identificando el alcance que tiene el modelo en la gestión del Banco, es decir, cada una de las unidades del banco en las que interviene el modelo, desde su construcción e implementación, hasta su uso en la aceptación de solicitudes e integración en la gestión. De tal forma que podamos comprender cada una de las partes del proceso antes de empezar a explicar la forma en que se validará.

Luego, indicaremos cuáles son los recursos necesarios para la auditoría de validación de modelos entre los cuales se encuentran los auditores especializados, las herramientas informáticas estadísticas y una metodología de auditoría de validación de modelos. En este punto comentaremos a nivel general las características y cualidades que deberán tener cada uno de estos recursos para una adecuada auditoría de validación de modelos.

Finalmente, plantearemos una metodología de auditoría de validación de los modelos de acuerdo con sus componentes cualitativo, cuantitativo y entorno tecnológico. La metodología que desarrollaremos estará fundamentada en la experiencia de la auditoría de modelos del Banco de Crédito del Perú, la cual ha sido contrastada con el esquema de auditoría de validación que poseen tres principales bancos de Canadá. Con dicha comparación se pudo identificar que el

Banco de Crédito del Perú realiza actividades de auditoría de modelos muy parecidas a las de los bancos canadienses, dado que tienen el mismo objetivo y similar enfoque. Adicionalmente, hemos tenido la oportunidad de tener diversos acercamientos con especialistas de la banca española, llegando a las mismas conclusiones.

## **1. Unidades de la organización en las que interviene el modelo**

### **a. Unidad de modelamiento**

Antes de comentar cuáles son las funciones de la unidad de modelamiento, vale decir que un modelo se define como una herramienta estadística construida a partir de información histórica, con la que se busca encontrar aquellas características del cliente que explican si un cliente será un buen o mal pagador. Así, existe una metodología de construcción del modelo que comprende definir el incumplimiento (variable explicada) y encontrar entre todas las variables o características disponibles en las bases de datos, aquellas que explican al incumplimiento del cliente (variables explicativas) y que cumplen con el sentido estadístico (comprobado mediante pruebas al modelo y sus variables) y el sentido lógico (de acuerdo con la experiencia en el negocio).

En este sentido, la unidad de modelamiento cumple las funciones más importantes relacionadas con el modelo, pues no solo lo construye, sino también interviene en la implementación, para dar opinión y certificar que lo que se

implemente concuerda con su objetivo, en el seguimiento periódico del modelo, por el que va a revisar que este continúe prediciendo de manera adecuada el incumplimiento y en caso de no hacerlo se toman medidas correctivas y en la integración del modelo a la gestión, etapa en la cual va a proporcionar información adicional relacionada con este, convirtiéndose de esta forma en su fuente oficial.

### Función de construcción del modelo

La unidad de modelamiento se encargará de toda la etapa de construcción del modelo en la que se tomará información histórica de los clientes y se realizará el procedimiento de búsqueda de las variables que explican el modelo. En este punto, desarrollaremos un ejemplo para explicar este proceso ,para el cual se pone a disposición el Anexo No. 1 “Definiciones estadísticas” en el que se encuentra el glosario de términos, a manera de resumen. Cabe mencionar que dichos términos serán desarrollados en el cuerpo del ensayo, a continuación.

El primer paso comprende la delimitación de la población en estudio, digamos en nuestro ejemplo que corresponde a las solicitudes del año 2008 y que todas estas suman mil. De dichas solicitudes vamos a necesitar la variable dependiente o explicada que es el incumplimiento y las variables independientes o explicativas que son las características del cliente. Así, obtenemos una tabla de datos parecida a la siguiente:

**Tabla No. 1 Ejemplo de base de datos para el modelamiento.**

No.	No. Solicitud	Variable explicada	Variables explicativas					
		Flag de Incumplimiento	Edad	Ingreso Mensual \$	Impuesto al Ingreso \$	Tipo de vivienda	Estado civil	. . .
1	354693	0	46	3,500	350	propia	casado	. . .
2	399249	0	42	3,200	320	alquilada	casado	. . .
3	394423	1	22	1,250	125	de la familia	soltero	. . .
4	403797	0	51	5,000	500	propia	divorciado	. . .
5	394067	0	37	2,600	260	propia	casado	. . .
.	.	.	.	.	.	.	.	. . .
.	.	.	.	.	.	.	.	. . .
.	.	.	.	.	.	.	.	. . .
.	.	.	.	.	.	.	.	. . .
999	400251	1	24	1,100	110	alquilada	soltero	. . .
1000	394887	0	32	3,000	300	alquilada	soltero	. . .

Nota: Elaboración propia

En el cuadro presentado anteriormente, tenemos las variables explicativas como la edad, el ingreso mensual en dólares del cliente, el tipo de vivienda en la que habita, su estado civil entre otras tantas que puede se pueden listar y que están representadas por los puntos suspensivos. Dichas variables corresponden al periodo de observación, es decir, en el que se presentó la solicitud; mientras que la variable explicada que es el flag de incumplimiento es el que se presenta un año después, en el periodo de desempeño o periodo en el que se identifica que el cliente ha incumplido o no, que de acuerdo con el Comité de Basilea, debe ser de un año. Dicho incumplimiento puede corresponder a la mora mayor a sesenta o noventa días, según lo que decida el modelador o el que determine el ente regulador como requisito para el cálculo de requerimiento patrimonial por modelos internos. En el ejemplo diremos que todos los que presentan el valor “uno” en esa variable se han atrasado en más de sesenta días un año después de que se les aprobó el crédito y todos los que presentan un valor de “cero” no se atrasaron en

dicho periodo. Así, mediante un modelo estadístico que permita solo dos valores en la variable dependiente, modelo *logit*, se buscarán a las variables que la explican.

En segundo lugar, la unidad modeladora procederá a identificar si existe diferencias muy marcadas entre sub poblaciones, es decir, buscará identificar si existe un eje de segmentación que divida a clientes que se comporten muy diferente en el variable incumplimiento, como por ejemplo, la antigüedad del cliente en el banco. Asimismo, se podría observar que aquellos que han sido nuestros clientes por cualquier otro producto por más de un año, se comportan mejor y por lo tanto presentan menor proporción de clientes incumplidos que los clientes nuevos. Tomaremos este caso para ilustrar el modelamiento. Desde aquí los procedimientos que se mencionan se tendrán que realizar para ambas subpoblaciones. En nuestra explicación, continuaremos el ejemplo para el caso de los clientes nuevos.

En tercer lugar, se realizarán las pruebas de coherencia de los datos, en las que se identificarán incongruencias en la información, de acuerdo con el sentido del negocio o con la realidad, como por ejemplo, edades menores a cero o ingresos mensuales negativos, dado que dichos valores podrían causar problemas en la etapa de modelación.

Asimismo, se identifican los valores ausentes o *missings* y los valores fuera de rango u *outliers*. Los primeros son los valores para los que no se cuenta información y los segundos son valores atípicos, marcadamente distintos a la

mayoría de la información como un ingreso mensual de ciento diez mil dólares para un cliente. Luego, realizará un tratamiento de estos datos ya sea de reemplazo o eliminación, para evitar problemas en el modelamiento.

En la cuarta etapa, la unidad modeladora realizará el análisis descriptivo que comprende el análisis estadístico de las variables; así se obtendrán los indicadores de la distribución de la variable, como la media, mediana y moda, entre otros.

En quinto lugar, se encuentran los análisis bivariante y multivariante. Mediante el primero se identificará cuál es la relación que tiene cada una de las variables explicativas con la explicada. Por ejemplo, la relación que tiene la variable edad con el incumplimiento; en general, veremos que mientras más edad tienen los clientes, menos proporción de clientes incumplidos se encuentran, llegando a una relación inversa entre ambas variables. Luego se observará la relación entre las variables de ingreso e incumplimiento, y veremos que en los clientes con mayores ingresos se presenta un menor porcentaje de incumplimiento que en los de menores ingresos. En el caso de las variables cualitativas, el análisis es similar. En el ejemplo del estado civil del cliente, veremos que los solteros presentarán un mayor porcentaje de incumplidos que los casados.

El sexto paso que se realiza corresponde al análisis multivariante, por el que se busca detectar similitudes entre las variables explicativas. En nuestro ejemplo, podemos notar que el valor del impuesto al ingreso es el diez por ciento del ingreso y con ello la multicolinealidad es perfecta entre ambas. Si las incluyéramos

en el modelo, este no podría diferenciar qué efecto corresponde a cada variable, puesto que una es una combinación lineal de la otra. Posteriormente, de todas las variables del modelo se identificarán los grupos de variables que tienen efectos similares dentro de ellos para poder construir el modelo con variables con efectos diferentes. Para esta agrupación se utilizarán los indicadores factor de inflación de varianza, Índice de Tolerancia e Índice de Condición, los cuales básicamente dan una idea de la multicolinealidad entre las variables y con dichos indicadores se definen los grupos. En el ejemplo, estos indicadores reflejarán la alta multicolinealidad entre el ingreso mensual y el impuesto por ingreso mensual.

En sétimo lugar, una vez que se han realizado los análisis bivariante y multivariante, se procede a probar regresiones de la variable explicada con subconjuntos de las variables explicativas candidatas. Estos subconjuntos se escogen considerando los análisis anteriores, es decir, grupos que no presenten multicolinealidad y cuyas variables tengan una adecuada relación individual con la explicada. Para probar que los modelos que se están probando son adecuados o no, se realiza una segunda prueba bivariante y se evalúa el indicador de poder predictivo.

La prueba bivariante, en esta etapa de modelamiento, es el Test de Wald. Con esta prueba se verificará que cada una de las variables es significativa para el modelo. Al mismo tiempo se debe observar el Coeficiente de Gini, que nos indicará el nivel predictivo del modelo<sup>1</sup>, que representa cuan bien el modelo

---

<sup>1</sup> Vale la pena acotar que en la literatura se puede encontrar que se menciona al coeficiente de Gini como indicador del poder discriminante del modelo, es decir, una medida de cuán bien el modelo separa a los buenos de los malos clientes en el ordenamiento que predice.

predice al incumplimiento, haciendo un contraste entre lo pronosticado por el modelo y lo observado en la realidad.

Luego, se ingresarán los datos de la tabla del ejemplo a la herramienta estadística y se le ordenará realizar la regresión de la variable dependiente, el incumplimiento, y las independientes, las cuales por ejemplo pueden ser la edad, el ingreso mensual, el tipo de vivienda y el estado civil. Posteriormente, se calculará la Probabilidad del Test de Wald y el indicador Gini. Como resultado se obtendrá una tabla parecida a la siguiente.

**Tabla No. 2 Ejemplo de regresión, Test de Wald y Gini.**

			Gini	0.5214
Variable	Beta estimado	Estadístico Wald	Prob de Wald	
Edad	0.1264	906.4109	<.0001	
Ingreso Mensual \$	-0.0001	14.0673	0.0002	
Tipo de vivienda	0.0827	1.3982	0.2370	
Estado civil	0.4384	11.8772	0.0006	

Nota: Elaboración propia

En este ejemplo, hemos considerado variables categóricas como el tipo de vivienda y el estado civil. Cabe señalar que al momento de indicar las variables de la regresión en el paquete estadístico, se han diferenciado a las variables categóricas de las cuantitativas y el paquete estadístico las trata como tales utilizando un esquema de variables *dummy* para las categóricas. Vale decir que no profundizaremos en este tema que no es discutible ni relevante para la auditoría de modelos.

En el ejemplo, tenemos un “Prob de Wald” para cada variable, que debe interpretarse como aceptar la variable si es menor de 0.05 y rechazar la variable si es mayor que 0.05. En el ejemplo, se rechaza la variable tipo de vivienda, la cual se deberá sacar de este modelo para probar otro conjunto de variables. En el caso que todas las variables se hubieran aceptado por el Test de Wald, pasaríamos a observar el coeficiente de Gini, el cual toma valores entre cero y uno, donde uno es el máximo y perfecto poder de predicción y cero indica que no predice en lo absoluto. Los valores que comúnmente toma el Gini están alejados de estos valores extremos del indicador y algunas de las mejores prácticas (Rauhmeier, 2006) proponen los rangos que diferencian niveles de poder predictivo alto, medio o bajo. Sin embargo, los criterios que utilice la unidad de modelamiento para definir dichos niveles deberán estar sustentados en una u otra mejor práctica.

De esta manera, se realiza el procedimiento de selección de variables mediante una iteración en la que se prueban distintos grupos de variables explicativas estimando al incumplimiento en una regresión logística, *logit*, hasta llegar a un modelo en el que se acepten todas las variables y que tenga un adecuado poder de predicción.

En octavo lugar, dado que hasta este punto ya se encontraron las variables que explican cuan probable es que un cliente incumpla en sus pagos, se procede a construir una tarjeta de puntuación por la que se definen los rangos para cada variable y el puntaje asociado a cada uno. Así, un mayor puntaje refleja una menor probabilidad de incumplimiento y viceversa, tanto a nivel de variables como a nivel del puntaje total.

En noveno lugar, puesto que la estimación corresponde a un periodo pasado y que el ciclo económico se refleja también en la probabilidad de incumplimiento, se realiza un ajuste de esta última al ciclo económico. Por ejemplo, la estimación se puede haber realizado para una etapa de bonanza, con indicadores de mora muy bajos; sin embargo, el modelo se usará para un periodo que se prevé que será de recesión y aumento de la mora del portafolio, por lo tanto, el nivel de probabilidad de incumplimiento esperado será mayor que el del periodo de observación.

Hasta aquí, hemos asumido que se ha utilizado toda la base de datos de construcción del modelo; sin embargo, en la práctica el modelamiento se realiza con el setentaicinco por ciento de la población, esta última seleccionada de manera aleatoria, y se deja el veinticinco por ciento restante para validar lo que se ha modelado. Finalmente, se procede a verificar en este veinticinco por ciento de la muestra que el modelo elegido sea adecuado realizando, nuevamente, un análisis de multicolinealidad y de poder predictivo del modelo en esta sub población de prueba.

#### Función de certificación de la implementación del modelo

El modelo deberá ser implementado considerando sus resultados, de tal forma que permita que el puntaje asignado refleje lo que el modelo intenta. Luego, se tendrá que construir las mismas variables que resultaron del modelo e implementar el sistema de suma de puntajes parciales por variable para obtener el puntaje final y se tendrá que verificar que la suma de las partes sea igual a la suma total

La implementación es realizada por un equipo independiente de la unidad modeladora, de tal forma que sea esta última la que valide su adecuada implementación mediante pruebas, estudio de casos particulares y verificación de la integridad de la información y las bases de datos.

#### Función de seguimiento del modelo

Cuando el modelo se encuentra en uso, es necesario que se identifiquen los cambios de las condiciones en las que se construyó el modelo, es decir, validar si dichos cambios podrían afectar al poder predictivo del modelo. La función que realiza de manera trimestral la unidad validadora consiste en verificar en primer lugar la capacidad predictiva del modelo por segmentos, comparando la probabilidad de incumplimiento esperada con la observada en la realidad, y luego verificar que la población se mantenga estable, es decir, evalúa los indicadores de estabilidad poblacional identificando que los cambios en las tendencias de pago de los clientes y que la relación que cada una de las variables del modelo tiene con el incumplimiento se mantenga. En caso de que se encuentre que la población haya cambiado de manera significativa, se realizará una calibración del modelo. En los casos extremos, en los que el poder de discriminación ha disminuido considerablemente, cuando el modelo es antiguo y una calibración no es suficiente para lograr un poder predictivo adecuado, se plantea construir un nuevo modelo.

#### Función de proveedor oficial de información relacionada al modelo

Esta función se realiza en los casos que las unidades usuarias del modelo necesiten indicadores diferentes a los de su resultado, es decir, en caso que se

necesite, por ejemplo la proyección del porcentaje de utilización promedio de las cuentas por rango de score o la estimación proyectada del porcentaje de pérdida promedio del portafolio.

#### **b. Unidad de implementación**

La unidad implementadora debe tener los accesos y las herramientas informáticas de manejo de bases de datos oficiales del Banco para poder realizar la implementación. Dicha unidad realiza su labor bajo la supervisión de la unidad modeladora quien se encargará de verificar que lo implementado corresponda a lo que se estimó en el modelo. Adicionalmente, en esta etapa se realizan las pruebas de la implementación, integridad de información y definición de controles en lo que será el cálculo periódico del modelo.

#### **c. Unidad de ejecución del modelo**

La unidad que ejecuta el modelo periódicamente puede ser la misma que lo implementó y se encargará de verificar que la información de las variables del modelo se encuentre disponible e integra y que el resultado del puntaje sea el correcto.

#### **d. Unidad usuaria para la gestión de riesgos**

Para la gestión de riesgos, se utiliza el modelo para definir perfiles de cliente y poder considerar el riesgo como parte de la pérdida que se tendrá por aceptar un

crédito. En la versión matemática del modelo financiero de rentabilidad o CLV, Customer Lifetime Value se considera un flujo de caja para cada perfil de cliente, generando segmentaciones entre ellos y combinaciones de características, para cada una de las cuales, se estiman los ingresos y gastos a futuro por la cuenta, para luego traerlos a valor presente con la tasa mínima de rentabilidad esperada por el Banco y determinar si la operación se acepta o se rechaza de acuerdo con su valor presente neto. Así, el modelo es utilizado para proyectar uno de los rubros de pérdida en el CLV en la forma de probabilidad de incumplimiento.

Adicionalmente, la unidad usuaria para la gestión de riesgos deberá definir un puntaje mínimo de aprobación, ya sea de acuerdo con los indicadores y análisis del modelo que pueden proponer un punto máximo de probabilidad de incumplimiento aceptado o puntaje mínimo de aprobación o de acuerdo con lo que el modelo de rentabilidad, CLV, indique como mínima rentabilidad esperada.

#### **e. Unidad Usuaria para la aprobación de solicitudes**

Una vez que se ha definido el punto de corte o puntaje mínimo de aprobación este es utilizado en la plataforma de atención al cliente, en la que se deberá tener disponible o calcular el puntaje del cliente a evaluar, para determinar si por ese criterio en la pauta crediticia, se acepta o deniega al cliente. Cabe señalar que además del puntaje como criterio de evaluación podrían existir otros que reflejen aspectos no contenidos en él.

**f. Unidad de validación interna**

La unidad de validación interna es la que realizará la validación del modelo en todas las instancias anteriores, desde la construcción hasta el uso del modelo.

Cabe señalar que la validación de la construcción del modelo podría ser realizada antes de que se empiece a utilizar el modelo; de todas formas, el modelo deberá ser validado. En el caso de la validación de la implementación la unidad realizará una verificación del cálculo actual del modelo.

Ahora que hemos presentado las unidades en las que interviene el modelo, podemos presentar un gráfico en el que se resume la dinámica de todas las unidades mencionadas.

Gráfico 1. Integración del modelo a la gestión

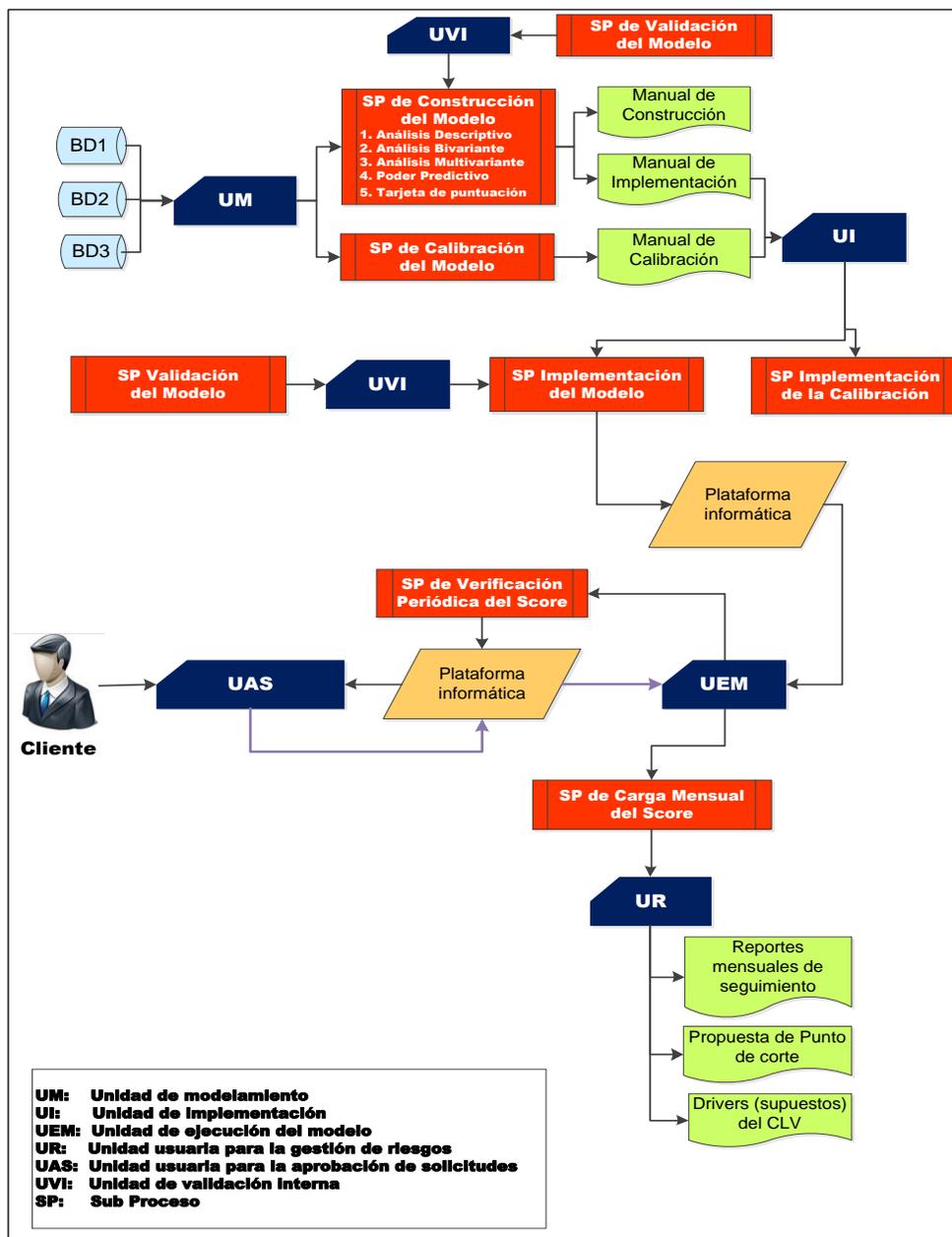


Gráfico No. 1: Integración del modelo a la gestión. Elaborado por la Gerencia de División de Auditoría Interna del Banco de Crédito del Perú

## **2. Recursos necesarios para una auditoría de modelos**

De acuerdo con mi experiencia en el equipo de auditoría de modelos del Banco de Crédito, se requieren tres tipos de recursos para la auditoría de validación de modelos: el recurso humano especializado, el recurso tecnológico estadístico y el recurso metodológico. Dentro de las auditorías en las que he participado, validar un modelo que tenga dos segmentos tanto en su construcción, implementación, utilización y validación tarda en promedio ciento cincuenta días auditor contando con un jefe de equipo experto en estadístico, dos auditores estadísticos, uno de ellos proveniente de unidades de riesgos y un auditor de tecnología de la información. Cabe señalar que las primeras auditorías de modelos demoraron mucho más días debido a que no se contaba con una metodología de auditoría de modelos.

### **a. Recurso humano**

Para la auditoría de modelos se requiere auditores con tres tipos de habilidades: unos de ellos tendrán un perfil estadístico, otros el perfil de riesgos y otros el de tecnología de la información.

El perfil estadístico es indispensable para asegurar una adecuada construcción del modelo. Aquí dichos auditores tendrán la labor de revisar que los sustentos presentados por la unidad de modelamiento y realizar el análisis crítico de la justificación del por qué usar un indicador y no otro para realizar las pruebas

estadística s. Asimismo, deberá validar que los análisis se hayan realizado de manera adecuada e identificar las deficiencias en ellos, en caso las hubiera. Así, los auditores estadísticos serán capaces de interpretar las mejores prácticas en la construcción y uso de modelos para poder responder en las auditorías sobre la base del conocimiento estadísticos a cualquier argumento que puedan otorgar los auditados.

Por otro lado, se necesita el perfil de gestión de riesgos, es decir, auditores que tengan la experiencia en el campo del uso del modelo. De esta manera, este auditor podrá evaluar si la forma en la que se utiliza el modelo es la adecuada y reconocer las implicancias de realizar las actividades relacionadas con el modelo de una u otra manera.

El tercer perfil necesario es el de tecnología de la información, debido a que los modelos se construyen con datos extraídos de los repositorios de información del banco, que el modelo es implementado en una herramienta tecnológica y que los filtros de campañas y la herramienta de rentabilidad, CLV, requieren de una herramienta de tecnología de la información. De esta forma, el auditor de tecnología de la información tendrá la misión de revisar que se cuente con un adecuado sistema de control interno de tecnología de la información.

#### **b. Recurso informático**

En este ámbito se tienen tres tipos de herramientas disponibles en el mercado. La más básica es el Excel, el cual se puede usar para que se calculen los

estimadores estadísticos con la ayuda de las funciones de maximización, inversión de matrices, promedios, etc. para poder realizar las pruebas estadísticas que se requieren para validar el modelo. En segundo lugar, tenemos los paquetes estadísticos propiamente dichos que brindan los resultados de pruebas de hipótesis con solo una instrucción. De esta última se puede decir que existen unas más potentes que otras, es decir, que cuentan con mayor capacidad de procesamiento de bases de datos. Finalmente, se encuentran las herramientas automáticas que básicamente son paquetes elaborados por consultoras que tienen la experiencia en validación de modelos y que ponen a disposición una serie de resultados de pruebas estadísticas con solo direccionar a la base de datos fuente y definir los parámetros que el validador considere para las pruebas. Para esta última también se requiere de un paquete estadístico que realice dichas pruebas estadísticas.

### **c. Recurso metodológico**

Debido a que los modelos de riesgo crediticio se tienen que evaluar en su ámbito estadístico, de implementación y de utilización, principalmente, es necesaria una guía para la realización de auditoría de modelos. En la literatura encontraremos mejores prácticas en general para la construcción de modelos, su implementación, su validación y la evaluación de riesgo del modelo; sin embargo no encontramos una guía detallada sobre los pasos a seguir para una auditoría de validación de modelos. Es por eso que este ensayo bosquejará el esquema de auditoría de modelos dentro del marco de evaluación del sistema de control

interno, COSO (Marco del Control Interno Integrado del Comité de Organizaciones Patrocinadores de la Comisión Treadway) 2013<sup>2</sup> en todos los ámbitos en los que participa, que se sugiere como una guía para realizar esta labor.

Cabe señalar que en el COSO 2013, se evalúan diecisiete principios, de los cuales los tres primeros están referidos al compromiso con la integridad y ética y la responsabilidad tanto del directorio como de la alta gerencia, los siguientes referidos a la competencia y desempeño profesional de los colaboradores de la organización, luego, la definición de objetivos de la organización, la evaluación de posibles fraudes en el proceso, la identificación de los cambios que podrían afectar el sistema de control interno, las actividades de control que contribuyen a mitigar los riesgos, conseguir los objetivos y asegurar la integridad, precisión y disponibilidad de los sistemas de información, las políticas y procedimientos diseñados en el despliegue de los controles, la calidad de la información, las comunicaciones interna y externa, el monitoreo de los componentes de control interno y las acciones correctivas a tomar ante las deficiencias encontradas.

Así, la metodología propuesta se desarrollará en cada una de las etapas del modelo. Empezaremos explicando de manera simple y breve cada aspecto del modelo para comprender el sentido de su validación, repasaremos los principios del COSO 2013 con los que se relacionan, plantearemos una prueba de los controles de acuerdo con las mejores prácticas de validación de modelos y comentaremos los errores más comunes encontrados en ese rubro.

---

<sup>2</sup> Committee of Sponsoring of the Treadway Commission, Internal Control Integrated Framework, May 2013.

Cabe señalar, que con el presente ensayo no se pretende agotar los temas de auditoría de validación de modelos, ni menos, presentarlo como una solución absoluta al tema, sino, ser un punto de partida para aquellos que emprendan por primera vez la labor de auditoría de modelos.

El desarrollo de la metodología mencionada se dividirá en tres etapas: los estándares cualitativos, los estándares cuantitativos y el entorno tecnológico.

En los estándares cualitativos se evaluará todo aquello que no comprenda un análisis estadístico, es decir, se contemplarán temas como el sistema de normas y procedimientos en los que se enmarca el proceso de construcción, implementación, integración a la gestión y validación interna, la estructura organizacional y segregación de funciones del proceso, los recursos humanos suficientes o con alto nivel de calificación, la documentación metodológica de cada etapa del proceso del modelo y la definición de incumplimiento. En este grupo, también se tratará la integración del modelo a la gestión tanto en riesgos como en campañas comerciales.

Luego, los estándares cuantitativos comprenderán la revisión de actividades de modelamiento como la generación de bases de datos, tratamiento de valores ausentes y extremos, la validación de los análisis bivariante y multivariante, la metodología utilizada para la construcción del modelo, el seguimiento y la validación interna del modelo.

Posteriormente, el entorno de tecnología de la información comprenderá la evaluación del sistema de control interno bajo el COBIT<sup>3</sup> y otros aspectos relacionados con la aplicación del modelo en la herramienta de rentabilidad, CLV, y los filtros de las campañas.

Finalmente, cabe señalar que existe una etapa de validación previa a las mencionadas, que es la de datos. Hasta aquí, hemos asumido que los datos utilizados para la construcción del modelo son completos, precisos y están disponibles. Sin embargo, se debería realizar una auditoría separada en la que pueden participar auditores no especializados en estadística o riesgos, pero sí sería conveniente que tuvieran conocimientos de manejo de bases de datos y de las fuentes de información del banco, para facilitar la validación de los datos. Esta auditoría podría tener un amplio alcance desde la validación a nivel del procedimiento del paso de información de uno a otro repositorio, hasta la revisión de los datos registrados en las solicitudes y su comparación con los registrados en el repositorio de datos, para una muestra.

En general, veremos en la etapa de construcción de las variables que se realiza un tratamiento de los valores ausentes y valores extremos que harán posible el modelamiento con dichos datos; sin embargo, con el fin de monitorear dicha información es necesaria la auditoría de validación de datos.

---

<sup>3</sup> Control Objectives for Information and related Technology

### **3. Metodología de auditoría para la validación de modelos**

La metodología que se presenta a continuación ha sido elaborada por el equipo de auditoría de modelos del cual formo parte, de acuerdo con la teoría de mosaico, es decir, utilizando como fuentes los lineamientos del Comité de Basilea, la Comisión Europea de Bancos (EBA), las prácticas recomendadas por el regulador canadiense (Office of the Superintendent of Financial Institutions ,OSFI), el estadounidense (Office of the Comptroller of the Currency, OCC), el austriaco (The Austrian Nationalbank and FMA), el español (Banco de España, BdE) y la experiencia y juicio experto de los auditores que conformamos el equipo de auditoría de modelos del Banco de Crédito del Perú.

#### **a. Estándares cualitativos**

Como comentamos anteriormente, en este campo se evaluará todo aquello que no comprenda un análisis estadístico, es decir, se contemplarán temas como el sistema de normas y procedimientos en los que se enmarca el proceso de construcción, implementación, integración a la gestión y validación interna, la estructura organizacional y segregación de funciones del proceso, los recursos humanos suficientes o con alto nivel de calificación, la documentación metodológica de cada etapa del proceso del modelo y la definición de incumplimiento. En este grupo, también se tratará la integración del modelo a la gestión.

## Metodología para la gestión del riesgo

### *Normas y procedimientos*

La metodología para la gestión del riesgo comprende la revisión de un adecuado marco de normas y procedimientos para cada parte del proceso del modelo. Así, se revisan las políticas relacionadas con el ingreso de solicitudes de créditos del producto en análisis, las políticas para la gestión de modelos, las políticas sobre la gestión del riesgo con el modelo que incluyen el punto de corte, la herramienta de rentabilidad, CLV, y las políticas para las demás etapas de la integración del modelo a la gestión.

Asimismo, se deberá verificar que exista un adecuado sistema de aprobación de la organización y funciones en el ámbito del proceso del modelo, de tal manera que se verifique también una adecuada segregación de funciones en las labores de construcción, implementación, certificación de la implementación, validación interna del modelo e integración del modelo a la gestión. Luego se verificará que dichas políticas y procedimientos se cumplan en la organización.

Esta revisión se encuentra directamente relacionada con el duodécimo principio del COSO 2013 referido al despliegue de los controles a través de adecuadas políticas y procedimientos por parte de la organización, en el que se verifica que las actividades son ejecutadas de manera oportuna y de acuerdo con lo establecido por las políticas y procedimientos. En este ámbito, de acuerdo con las mejores prácticas (Office of the Comptroller of the Currency, OCC, 2011), se debe desarrollar y mantener un gobierno, políticas y controles sobre el marco de la

administración de los modelos de riesgo con el fin de garantizar su efectividad. Sin embargo, es probable que, en Bancos que recién implementan los modelos, no se cuente con un adecuado gobierno de modelos que establezca las responsabilidades de los que realizan las actividades relacionadas con el modelo, las de la alta Gerencia y el Directorio.

#### *Unidades independientes*

Asimismo, la metodología para la gestión del riesgo comprende la revisión de la existencia de una adecuada segregación de funciones en la organización para cada una de las etapas del proceso del modelo, como por ejemplo que la unidad que construye el modelo sea diferente de la que lo valida o que las labores de implementación del modelo sean revisadas por una unidad o funcionario independiente.

Esta revisión corresponde al décimo principio del COSO 2013, puesto que se revisa que las actividades incompatibles hayan sido segregadas en la organización. De esta manera, se deberá verificar que se hayan segregado las funciones y que se refleje en la práctica, en el organigrama y en las funciones. Asimismo, este se enmarca en las mejores prácticas internacionales (Office of the Comptroller of the Currency, OCC, 2011) en las que se hace referencia a la identificación de los conflictos de intereses potenciales en los funcionarios relacionados con el proceso del modelo.

### *Recursos humanos calificados*

Como parte de la auditoría del modelo, se debe revisar también que las unidades relacionadas con el proceso, en especial las unidades de modelamiento y de validación interna, que son las que requieren del conocimiento estadístico para realizar sus labores, cuenten con los recursos humanos suficientes y con un alto nivel de calificación, verificando las evidencias de los cursos y programas de llevados por los colaboradores y los cronogramas de capacitaciones que se planean en el año.

Esta validación se encuentra relacionada con el cuarto y el quinto principio del COSO 2013 que corresponden al compromiso con la competencia profesional de la organización y la responsabilidad de los individuos para ejecutar sus actividades de control interno. Este ámbito va a depender de la gestión del personal por parte de las unidades auditadas, por lo que no se puede predecir si, en general, es común encontrar errores en esta etapa.

### *Replicabilidad del modelo*

La replicabilidad del modelo consiste en una adecuada documentación del modelo que sea lo suficientemente detallada, de manera que cualquier persona no familiarizada con el modelo pueda comprender cómo funciona, sus limitaciones y sus supuestos clave. Así, cada análisis realizado, prueba estadística efectuada, metodología elegida, resultados obtenidos, decisión tomada y juicio experto considerado debe estar debidamente documentado en manuales.

Adicionalmente, es necesaria la verificación de una adecuada documentación que permita la replicabilidad del modelo tanto en los manuales de implementación, como en los de validación interna. En esta revisión es muy probable identificar ausencia de sustentos y documentación, a pesar de que la replicabilidad es uno de los puntos más recurrentes en las mejores prácticas (Fair Isaac Co., 2011) (Bogie Ozdemir, 2009). La verificación de la replicabilidad del modelo está asociada con el décimo tercer principio del COSO 2013 por el cual se valida que la organización utilice información relevante y de calidad para la función de control interno, dada la necesidad de contar con un manual detallado para verificar una adecuada construcción e implementación del modelo.

#### *Alta Gerencia y Directorio Involucrados*

La Alta Gerencia y las Gerencias de Riesgos deben involucrarse activamente con las decisiones tomadas sobre el modelo y el entorno en el que se desenvuelven, así las aprobaciones del modelo, punto de corte, herramienta de rentabilidad CLV, entre otros, deben encontrarse adecuadamente documentados y sus sustentados y haber sido validados por aquellos que posean los conocimientos y habilidades para hacerlo. De esta manera, la verificación de que existan actas de aprobación de los modelos y la forma en que estos se integran a la gestión es parte de la revisión.

Este aspecto está principalmente relacionado con el segundo principio del COSO 2013, referido a la responsabilidad del directorio de supervisar las labores

realizadas respecto del proceso del modelo, como la toma de decisiones sobre los temas mencionados y su sistema de control interno.

### *Definición de incumplimiento*

Como parte de la construcción del modelo se tiene la definición de incumplimiento, que es la variable que el modelo tratará de predecir. De esta manera, para cada cliente tendremos un dato de la variable dependiente o explicada que es el incumplimiento y muchas variables candidatas a explicarlo o variables explicativas. De esta manera, el incumplimiento se representará por dos valores, cero y uno, cero cuando el cliente no ha incumplido y uno cuando sí ha incumplido en sus pagos, un año después de que se aprobó la solicitud, es decir, en la etapa de desempeño. En este y otros ámbitos, el ente regulador define los requisitos y características que debe cumplir el modelo para que se le permita al Banco utilizar el modelo para el cálculo del requerimiento patrimonial. En el caso peruano, la Superintendencia de Banca, Seguros y AFP de Perú, define como incumplimiento al hecho de que los clientes han llegado a atrasarse en sus pagos noventa o más días, entre otras definiciones menores (Superintendencia de Banca, Seguros y AFP, 2009).

### Integración del modelo a la gestión

#### *Cálculo periódico del modelo*

La unidad que ejecuta el modelo diaria o mensualmente para ponerlo a disposición de las unidades usuarias debe contar con adecuados controles para verificar que las variables con las que se va a calcular el puntaje, se encuentren

pobladas y sus valores sean coherentes; asimismo, deberá verificar que el puntaje total haya sido adecuadamente calculado como suma de los puntajes parciales de cada variable del modelo.

Así, la revisión de auditoría consistirá en verificar que los puntajes parciales hayan sido correctamente asignados y que la suma del score sea la suma de los puntajes parciales y su distribución no varíe demasiado, puesto que esto podría ser un indicio de fallas en el proceso. Además, se tendrá que verificar que los controles sobre estos últimos son efectivos para una muestra aleatoria de días o meses, según corresponda.

La revisión de un adecuado cálculo del score está enmarcada en el décimo principio del COSO 2013 por el que se verifica que la organización cuente con adecuados controles para mitigar los riesgos, en este caso el riesgo a mitigar es el riesgo operativo.

#### *Unidades usuarias*

Las unidades usuarias requieren, principalmente de dos tipos de controles, el primero sobre la definición del cómo se usará el modelo y el segundo referido al adecuado uso del modelo. En el ejemplo del punto de corte, tendremos que en el momento que se empiece a utilizar el modelo se deberá definir un punto de corte que haya sido aprobado por las unidades de riesgos, luego de evaluar que este se encuentre acorde con el apetito de riesgo definido por el Banco. Además, cuando se esté usando y en la medida que se vaya realizando el seguimiento del modelo, se deberá evaluar si se debe cambiar el punto de corte. Posteriormente, se

evaluará que en el portafolio no se encuentren solicitudes aprobadas por debajo del punto de corte y en caso las hubiera, que estas correspondieran a excepciones o campañas especiales.

Esta revisión también está relacionada con el décimo principio del COSO 2013, dados los controles que se deben realizar para la revisión periódica del punto de corte y su aprobación y con el décimo cuarto principio del COSO 2013 sobre la comunicación interna de la información relevante, que en este caso corresponde a comunicar a los ejecutivos de la plataforma de atención al cliente, el punto de corte y las demás pautas crediticias que reflejan los controles sobre el riesgo de crédito del portafolio.

#### **b. Estándares cuantitativos**

La verificación de auditoría de los estándares cuantitativos está relacionada, básicamente, con dos de los principios del COSO 2013, el décimo principio referido a la existencia de adecuados controles que mitiguen los riesgos operativo o de crédito y el décimo sexto principio del COSO 2013 por el que se realiza un monitoreo sobre dichos controles, por lo tanto en cada uno de los aspectos revisados de estos estándares enfatizaremos a qué riesgos mitigan sus controles.

##### Actividades Pre Modelamiento

##### *Generación de bases de datos*

Como comentamos en la parte de las funciones de la unidad de modelamiento, las bases de datos son sometidas a una evaluación de la calidad de los datos en

la que se prueba su coherencia y se realiza el tratamiento de *missings* y *outliers*. Este corresponde a un control que debe ser validado tanto en su resultado como en su cumplimiento y que mitiga el riesgo de utilizar información inadecuada debido a la presencia de valores incoherentes, ausentes o fuera de rango que podrían alterar los resultados del modelo.

#### *Análisis bivariante*

En este ámbito, tendremos la verificación de una adecuada relación entre cada una de las variables explicativas con el incumplimiento, pues este análisis garantiza que las variables finales del modelo sean significativas. Así, se deberá tener un control sobre un adecuado análisis bivariante tanto antes como después de la regresión y evaluar el Test de Wald.

#### *Análisis Multivariante*

Según las mejores prácticas internacionales (Anderson, 2007) (The Austrian Nationalbank and FMA, 2004), las variables explicativas que forman parte del modelo no deben estar correlacionadas entre sí, de lo contrario podría existir problemas de multicolinealidad. Un adecuado control sobre la multicolinealidad de las variables mitiga el riesgo de que dos o más variables explicativas del modelo sean redundantes en el modelo.

Cabe mencionar que es recomendable evaluar como prueba independiente, el Coeficiente de Correlación de Spearman debido a que puede evaluar relaciones no lineales entre las variables y no se ve afectada por valores extremos.

## Actividades de Modelamiento

### *Poder predictivo*

La revisión de un adecuado poder predictivo está relacionado con la verificación del coeficiente de Gini y otros indicadores resultado de las curvas CAP, como el ROC. Un adecuado control sobre el poder predictivo del modelo es necesario para mitigar el riesgo que la predicción del incumplimiento no se ajuste a la realidad.

### *Ajuste al ciclo económico*

El ajuste al ciclo económico se realiza a la probabilidad de incumplimiento, que es el indicador de riesgo del portafolio. Así, cuando verificamos que el control sobre este sea adecuado y efectivo, estamos mitigando el riesgo de que todas las unidades que usan este indicador, presenten análisis errados basados en él.

## Actividades Post Modelamiento

### *Seguimiento del modelo*

Las mejores prácticas (Banco de España, 2006) indican que los modelos son dinámicos y evolucionan a lo largo del tiempo y se requiere un seguimiento periódico cuantitativo de los modelos de riesgo crediticio y la definición de dichas responsabilidades. Así, un adecuado control y monitoreo sobre el seguimiento del modelo mitiga el riesgo de utilizar un modelo desactualizado o que ha perdido poder predictivo.

Esta revisión está relacionada también con el noveno principio del COSO 2013 por el que la organización identifica los cambios que pueden afectar al sistema de control interno. En este caso tenemos que la pérdida de poder predictivo del modelo o cambios en la estabilidad poblacional de las variables puede afectar el control sobre el riesgo de crédito.

#### *Validación interna*

En el campo de la validación interna, las mejores prácticas (Banco de España, 2007) recomiendan que esta sea realizada por una unidad independiente por lo menos una vez al año, a fin de comprobar el adecuado funcionamiento del modelo y emitir opinión sobre los aspectos cuantitativos, cualitativos y la calidad de los datos utilizados en la construcción del modelo. Asimismo, deberá validar que se haya implementado de manera adecuada y que funcione de manera correcta.

### **c. Entorno de tecnología de la información**

El entorno de tecnología de la información se encuentra ligado al undécimo principio del COSO 2013 referido al diseño y ejecución de actividades de control para los Sistemas de Información.

#### Controles generales de tecnología de la información

La revisión de la tecnología de información requerida para el modelo estará enmarcada en el sistema de control de COBIT, Objetivos de Control para Información y Tecnologías Relacionadas. Así, el auditor de tecnología de la información validará los accesos y las licencias para todo aquel aplicativo que se

utilice en el proceso de construcción, implementación, uso y validación del modelo. Asimismo, validará las vulnerabilidades de la seguridad que puedan afectar la integridad de la información de clientes y productos del banco, tanto como la operatividad de los servidores necesarios para el modelo.

En este ámbito se validará que se cuente con un sistema de registro de control de cambios de las herramientas utilizadas en el proceso del modelo y el adecuado y oportuno respaldo de la información que eviten su pérdida en caso de errores operativos.

#### Controles de tecnología de la información específicos del modelo

En este ámbito se deberá validar que existan adecuados controles en aspectos específicos del modelo que no son abarcados por el COBIT, como por ejemplo un adecuado traslado de información entre los diferentes repositorios por los que pasan los datos antes de ser utilizados en la construcción del modelo, que garantice la integridad de la información y un control efectivo sobre este. Asimismo, en el caso de la herramienta de rentabilidad, CLV, se deberá validar que el entorno tecnológico en el que se haya implementado mantenga los lineamientos mínimos definidos por el Banco y se mantenga un control efectivo sobre la herramienta en la que se ha implementado. Finalmente, se deberá evaluar bajo el COBIT aquellos procesos manuales de manejo de información, como tablas obtenidas y procesadas fuera de los repositorios oficiales del Banco para las funciones de construcción e implementación del modelo.

## Conclusión

Una auditoría para la validación de modelos requiere reconocer los recursos que se necesitarán, el ámbito de validación y la metodología que se seguirá. Así, de acuerdo con la experiencia compartida y las mejores prácticas señaladas se ha realizado un bosquejo de lo que implica realizar esta labor. Asimismo, es de mucha utilidad identificar los principios del COSO 2013 en el sistema de control interno en el que se desenvuelve el modelo a auditar, puesto que ofrece una guía de comprobación de un adecuado sistema en la organización.

Cabe señalar que el alcance de este ensayo ha abarcado aquellos puntos de atención identificados de acuerdo con la experiencia y juicio expertos del equipo de auditores del Banco de Crédito del Perú y las expectativas más importantes de las unidades auditadas. Sin embargo, el diseño y profundidad del análisis se enmarca en dicho ámbito, por lo cual una auditoría para la validación de modelos podría desarrollarse de otra manera. Así, el objetivo de este documento es sentar las bases para una auditoría de modelos y que sea de utilidad para las unidades de auditoría interna de los bancos Latinoamericanos que decidan desarrollar un proyecto de validación de modelos.

Más allá de este trabajo, podríamos pensar en la factibilidad de emprender validaciones en campos mucho más avanzados, como el estudio de *benchmarks*, puntos de referencia para los modelos, o el estudio de la filosofía de la probabilidad de incumplimiento, en modelos más complejos. Sin embargo, en esta etapa de los bancos Latinoamericanos en la que el esquema de auditoría de

modelos es inexistente, incipiente o creciente y dado que la metodología planteada se aproxima a lo realizado por algunos de los bancos más desarrollados en temas de riesgos y auditoría de riesgos, se podría considerar que la metodología de auditoría para la validación de modelos de riesgo crediticio planteada en el presente trabajo responde en gran parte a las necesidades actuales o futuras de los bancos latinoamericanos.

## Anexo No. 1.- Definiciones estadísticas

1. **Análisis Descriptivo:** evalúa de forma preliminar la calidad de variables estadísticas con la finalidad de analizar si es conveniente su inclusión posterior en un modelo.
2. **Análisis Bivariante:** evalúa la relación que existe entre dos variables con el propósito de determinar la correlación que existe entre ambas mediante el análisis del nivel de significancia
3. **Análisis Multivariante:** serie de técnicas utilizadas para examinar la relación entre múltiples variables al mismo tiempo. Por tanto, es una herramienta estadística que sirve para determinar la contribución relativa de diferentes variables independientes.
4. **Coefficiente GINI:** es un indicador que permite determinar el poder predictivo de los modelos mediante el contraste entre lo pronosticado por el modelo y los datos reales. Es una forma gráfica de evaluar la calidad del modelo.
5. **Correlación:** es un indicador de la fuerza y la dirección de una relación lineal y la proporcionalidad entre dos variables. Es una medida sobre el grado de relación entre dos variables, sin importar cuál es la causa y cuál es el efecto.
6. **Indicadores de Estabilidad Poblacional:** Son usados para medir tendencias en los Modelos de Scoring. A través del tiempo, cambios económicos y cambios coyunturales en las instituciones financieras (como Campañas de Marketing) pueden afectar el proceso de clasificación crediticia. El propósito del análisis de estabilidad poblacional es detectar cambios en las tendencias de pago en los distintos grupos crediticios y los factores relacionados con estos.
7. **Poder predictivo:** se refiere a la habilidad que tiene un modelo para generar adecuadas predicciones, es decir que se estime un alto nivel de aproximación a la variable dependiente.
8. **Test de Wald:** es una metodología utilizada para medir el nivel de significancia de las variables que componen un Modelo Estadístico, es decir que es utilizado para poder concluir si las variables deben ser o no incluidas en un modelo.
9. **Point in time (PIT):** evaluación del riesgo en un "punto del tiempo" particular, donde la calificación del deudor se moverá hacia arriba o hacia abajo en línea con el ciclo económico.
10. **Through The Cycle (TTC):** evaluación del riesgo a largo plazo, donde la calificación del deudor no cambia con el ciclo económico debido a que se mantiene el promedio.

## BIBLIOGRAFÍA

- Anderson, R. (2007). *The credit scoring toolkit, theory and practice for retail credit risk management and decision automation*.
- Banco de España. (2006). *Implantación y Validación de Enfoques Avanzados de Basilea II*.
- Banco de España. (2007). *Criterios sobre validación interna de modelos avanzados de gestión de riesgos*.
- Bank of Montreal. (2005). *Practical and Theoretical Challenges in Validating Basel Parameters*. Montreal.
- Basel Comitee. (2005). *Studies on the Validation of Internal Rating Systems, Paper No. 14*.
- Belsey, D. K. (1980). *Regression Diagnostics: Identifying influential data and sources of collinearity*. New York.
- Bogie Ozdemir, P. M. (2009). *Basel II implementation. A guide to developing and validating a compliant, internal risk rating system*. MacGraw-Hill.
- Deutsche Bank. (2003). Approaches to the validation of Internal Rating Systems. *Monthly Report*, 63.
- Fair Isaac Co. (2011). Cumplir y competir: Las mejores prácticas de gestión del modelo. *Insights*, 4.
- Frieda Ridders, A. T. (2008). *The influence of rating philosophy on regulatory capital and procyclicality*.
- Naeem Siddiqi. (2005). *Credit Risk Score Card, Developing and Implementing Intelligent Credit Scoring*.
- Office of the Comptroller of the Currency, OCC. (2011). *Supervisory Guidance on Model Risk Management*. Washington, EEUU.
- Office of the Superintendent of Financial Institutions, O. (2013). *Capital adequacy requirements*. Toronto.
- Rauhmeier, E. &. (2006). *The Basel II Risk Parameters, Estimation, Validation and Stress Testing*.

Superintendencia de Banca, Seguros y AFP. (2009). *Reglamento para el requerimiento de Patrimonio Efectivo por Riesgo ed Crédito*. Resolución S.B.S. N° 14354-2009, Lima.

The Austrian Nationalbank and FMA. (2004). *Guidelines on credit risk management, rating models and validation*. Vienna.

Weissmann, R. (2009). *Mitos, realidades y futuro en la gestión del riesgo*. Barcelona.