

## *Un modelo para la determinación del riesgo crediticio municipal en México*

FAUSTO HERNÁNDEZ TRILLO  
BRUNO VARGAS\*

### INTRODUCCIÓN

Las calificadoras de crédito han enfrentado cuestionamientos serios a raíz de la crisis asiática y más recientemente de la crisis financiera internacional que sacudió al mundo (Reinhart, 2002a y 2002b, para la primera; Pagano y Volpi, 2009 y Ponce, 2009; Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, OCDE, 2010 para la segunda); incluso ha llegado a niveles mediáticos como el artículo publicado el 5 de enero en el *Wall Street Journal*, el número de 24 de febrero de 2009 de la revista *The Economist* y de 4 de junio de 2010 del *Financial Times*, entre muchos otros. A nivel nacional, la historia reciente de Coahuila que se sobre-endeudó y las agencias que miden el riesgo le redujeron su calificación sólo después del escándalo, también ha traído un nuevo debate sobre la actuación de las principales calificadoras, pero ahora a nivel subnacional.

---

Manuscrito recibido en diciembre de 2011; aceptado en febrero de 2012.

\* Centro de Investigación y Docencia Económicas (CIDE), <fausto.hernandez@cide.edu> y <bruno.vargas@gmail.com>, respectivamente. Los autores agradecen los valiosos comentarios de Jorge Chávez Presa y Alejandro Villagómez, así como de dos dictaminadores anónimos de la revista *Investigación Económica*. Las opiniones aquí vertidas son responsabilidad de los propios autores y no representan necesariamente las de las instituciones donde laboran.

Más aún, debido a que se han utilizado tanto para reducir la información asimétrica en los mercados (Bathia, 2002; Cantor, 2001) como en términos de regulación y en consecuencia en el ámbito de la política pública (Cavallo, Powell y Rigobón, 2008), es importante evaluar su desempeño. De hecho, si éste es malo, la regulación –basada en calificaciones– podría ser irrelevante y por ende no resolvería los problemas de información.

Por esto, la literatura reciente ha considerado importante examinar el desenvolvimiento de las agencias dedicadas a determinar el nivel de riesgo crediticio. Para ello es menester reconocer que el grado asignado al sujeto crediticio indica sólo la probabilidad de que se declare un impago o, incluso, atrasos en los pagos, pero insistimos, nada más (véase Bhatia, 2002). Es decir, se ha mostrado que estas agencias se especializan solamente en recolectar y procesar la información financiera relevante para determinar la probabilidad de que no se reconozca la deuda por parte de una entidad. A la vez, estas últimas escrutan y monitorean la conveniencia de calificarse de manera que puedan diversificar sus riesgos.

En este escenario las calificadoras resuelven los problemas de información en los mercados de capital, ya que las entidades poseen más información acerca del valor verdadero de la empresa (o gobiernos) que los inversionistas externos. A su vez las agencias de calificación ganan de compartir esta información (véase Millon y Thakor, 1985). Así, las empresas (o gobiernos) se benefician de obtener una buena nota porque en principio reducirían su costo de servicio de la deuda por la vía de menores tasas de interés.

Alternativamente, las calificaciones también se pueden utilizar para propósitos de regulación y de definición de política porque pueden simplificar la supervisión prudencial (Cantor y Packer, 1995). Por esto algunas autoridades regulatorias del mundo las han adoptado para dar seguimiento prudencial a sus regulados. Este es precisamente el caso de México para el caso de gobiernos subnacionales (GSNS) a partir de 1999 (véase Hernández y Smith, 2009).

Sin embargo, a poco más de diez años de distancia se ha planteado la pregunta de si es útil y efectivo contar con una regulación basada en calificadoras en un país donde el gobierno federal rescata financieramente a sus gobiernos locales en problemas de manera frecuente, como lo documentan

Hernández, Díaz y Gamboa (2002). Más aún, Hernández y Smith (2009) mediante un modelo *à la Heckman* pero simultáneo con tres calificadoras (un sistema de seis ecuaciones) y aplicado a GSNS mexicanos, muestran que en presencia de posibilidad de rescate financiero, la mejor calificación relativa la obtiene “el más grande para quebrar”. Esto sugiere que el municipio o estado grande tiene altas probabilidades de ser rescatado por parte de un nivel superior de gobierno, por lo que la calificación para éstos alcanza las más de las veces el grado de inversión.

Por ello, y a raíz de las fallas de otorgar calificaciones altas a Coahuila y otros estados y municipios, la Comisión Nacional Bancaria y de Valores (CNBV) a partir de octubre de 2011 ha descansado en menor medida en las calificaciones y ha anunciado que desarrollará su propio sistema de “medición de riesgo”. Para ello ha realizado modificaciones regulatorias sobre la creación de reservas preventivas para la cartera de estados y municipios (CNBV, 2011) .

En vista de ello, aquí proponemos una metodología para construir un índice similar a una calificación de riesgo municipal para más tarde contrastarla con las calificaciones otorgadas por las agencias calificadoras. Esto se logrará por medio de la identificación de un conjunto de variables económicas y financieras que expliquen la capacidad y voluntad de pago de las obligaciones financieras contraídas por los municipios con sus acreedores. Nuestra metodología extiende la de Mendoza (2010), quien utiliza un modelo de análisis de componentes principales (ACP) para encontrar las variables relevantes para la medición del riesgo crediticio. El presente artículo recupera el ACP y lo incorpora en un *credit scoring* para así construir una calificación crediticia. De esta forma, proveemos un marco general de análisis para determinar la capacidad de pago de un municipio. Con nuestra alternativa es posible, a la vez, evaluar tanto el papel de los reguladores como de las calificadoras mismas en la medición de riesgo. Esta es la aportación de este trabajo.

El trabajo se divide de la siguiente manera. La sección 2 revisa brevemente la literatura, mientras que la sección 3 presenta el marco metodológico. La sección 4 discute los resultados y los compara.

## REVISIÓN DE LITERATURA

Las calificaciones a bonos tienen más de 100 años de existir. La deuda emitida por empresas, países soberanos y gobiernos locales (GSNS) se somete normalmente al escrutinio de dichas agencias sobre todo en países industrializados (Cantor y Packer, 1995, 1996). Pero esta historia es distinta para los países en desarrollo y, particularmente, de la región de América Latina, pues dichas agencias apenas empiezan a considerarlos sólo después de la crisis de deuda de los años ochenta. Por ello, la literatura que estudia estos fenómenos abunda para el primer conjunto de países, y es muy escasa para el segundo grupo.

La estimación de calificaciones de riesgo es iniciada por Hoorigan (1966), quien se enfoca en el riesgo privado. Más tarde, Bathia (2002), Cantor y Packer (1996) y Afonso (2002) sintetizaron la estimación y pronóstico de deuda nacional reconociendo un grupo de variables relevantes para cualquier calificación soberana. Para el caso de deuda municipal y estatal, los pioneros son Carleton y Lerner (1969), quienes estudian los determinantes de una calificación sobre estas entidades gubernamentales con una regresión sencilla pero con problemas de endogeneidad (la metodología para corregir estos problemas no había surgido). Posteriormente, Moon y Stotsky (1993), Cheung (1996), Palumbo, Schick y Zaporowski (2006) refinan las metodologías y resuelven dichos problemas.

Para el caso mexicano sólo existen tres trabajos. Hernández y Smith (2009), Ibarra, García y Sotres (2009) y Mendoza (2010) han arrojado información sobre las principales variables a incluir en una calificación crediticia sub soberana. La diferencia entre ellos es metodológica.

Mendoza (2010) por medio de análisis multivariado desarrolla seis índices que miden la presión en las finanzas públicas *estatales* en México (no hay un estudio a nivel municipal para México). Los índices captan más de 80% de la variabilidad estadística observada en las finanzas públicas estatales y muestran la posición relativa de cada entidad federativa con el resto de los estados. Por medio de componentes principales y análisis de factores se determinan seis variables que consolidan toda la información disponible. Con esta infor-

mación se realiza un *scoring* de cada entidad federativa, lo que eventualmente puede funcionar para desarrollar una calificación crediticia.

La relevancia del trabajo que aquí se presenta es que, a diferencia de sus predecesores, éste no intenta obtener los determinantes de la calificación provista por una agencia. Esto es, no se intenta verificar si una variable en específico resulta significativa para la medición del riesgo evaluado por las calificadoras como lo hacen Hernández y Smith (2009) o Ibarra, García y Sotres (2009). En cambio, se utilizan componentes principales para, en función de razones financieras y económicas que explican la fortaleza de las finanzas públicas, determinar su propia calificación. Lejos de hacer una regresión por lo métodos tradicionales, este método estadístico obtiene sus propios ponderadores y con ello su propio *score* (como en Mendoza, 2010 para los estados) lo que más tarde ayuda a construir un *score card* sin la tradicional discrecionalidad en la inclusión de variables.

## **METODOLOGÍA**

Aquí seguimos a Mendoza (2010) pero proponemos algunos indicadores que establecen el riesgo crediticio municipal. Con estos indicadores por medio de un análisis de componentes principales (ACP) y análisis de factores (AF) se construye un índice. El índice se desarrolla a través de la ponderación de cada indicador propuesto y el análisis de componentes principales evita así la contabilización múltiple que se pueda generar con datos correlacionados (multicolinealidad).

El ACP reduce la dimensión de información multivariada original a unos cuantos componentes con el fin de determinar asociaciones entre variables, revela grupos específicos con características similares, identifica observaciones aberrantes y revela tendencias (Everitt y Dunn, 2001).

Asimismo, esta metodología identifica la variación existente entre un conjunto de variables  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$  relacionadas entre sí con un nuevo conjunto de variables no correlacionadas  $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_n\}$ . El conjunto  $Y$  es conocido como componentes principales y representa una combinación lineal de las variables  $X$ . De forma tal que:

$$\text{Max}_{a_i} \{y_i = a_i'x_i\}$$

s.a.

$$a_j'a_j = 1$$

$$a_i'a_j = 0, \text{ para todo } i < j$$

De esta forma el primer componente principal  $y_1$  captura la mayor variación en las variables originales. El segundo componente principal  $y_2$  corresponde a la combinación lineal de las variables originales que captura la mayor variación restante sin estar correlacionado con el primer componente. Y así sucesivamente hasta que el total de la varianza es capturada por los componentes principales.

Para encontrar los coeficientes del componente  $i$ , se escogen los elementos del vector  $a_i$  para maximizar la varianza de  $y_i$ . Se utiliza el método de Multiplicadores de Lagrange para maximizar la función:

$$\text{Var}(y_i) = \text{Var}(a_i'x) = a_i'Sa_i$$

Esto conduce a que el vector  $a_1$  es el eigenvector de  $S$  que corresponde al eigenvalor más grande. Los demás componentes se obtienen de la misma forma, considerando las restricciones, y así obtenemos que el vector  $a_j$  sea el eigenvector de  $S$  asociado al  $j$ -ésimo eigenvalor más grande. Debido a que los eigenvalores de  $S$  son  $(\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_p)$ , dado que  $a_i'a_i = 1$  la varianza del  $i$ -ésimo componente principal está dado por  $\lambda_i$ . La varianza total de los  $p$  componentes principales será igual a la varianza total de las variables originales, tal que:

$$\sum_{i=1}^p \lambda_i = \text{traza}(S)$$

Así podemos obtener la proporción  $P_j$  que corresponde al  $j$ -ésimo componente principal:

$$P_j = \frac{\lambda_j}{\text{traza}(S)}$$

En la práctica se acostumbra usar la matriz de correlación  $R$  para obtener cada componente. Pero la ventaja de usar la matriz de covarianza es que la estructura de los datos ya sea en niveles, razones o alguna unidad determinará la varianza de los datos. Si existen grandes diferencias entre la varianza de las variables originales, aquéllas con el mayor nivel dominarán los componentes, en cambio al utilizar la matriz de correlación la importancia de las variables se “igualan” (Everitt y Dunn, 2001).

Para determinar el número de componentes a utilizar, dado que se trabajará con la matriz de correlaciones, se sigue la prueba de Joliffe, que sugiere que se excluyan los componentes cuyos eigenvalores sean menores al promedio. Dado que en la traza  $(R) = p$  el promedio es 1, los componentes con valor menor a 1 se excluyen.

### **Indicadores financieros, económicos y políticos para determinar la capacidad de pago**

Los indicadores aquí establecidos provienen de las estadísticas anuales proporcionadas por el Sistema Municipal de Bases de Datos (SIMBAD) del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Debe destacarse que debido a la heterogeneidad que existe entre los municipios y a razones de escala, sólo los más poblados acceden a los mercados de deuda,<sup>1</sup> por lo que este estudio se enfocará en los municipios metropolitanos y urbanos medios de la clasificación de Indesol (mayores a 100 mil habitantes). No obstante, incluiremos también los municipios mayores a 90 000 habitantes debido a que algunos como Matamoros y San Pedro Cholula que son consi-

---

<sup>1</sup> La regulación obliga a los municipios a calificarse con dos agencias. El costo de cada una es muy elevado en comparación con los ingresos propios y participaciones, por lo que los municipios pequeños fueron excluidos del mercado de deuda. Esto fue un error de la regulación (véase Hernández y Smith, 2009).

derados como municipios urbanos pequeños en dicha categorización (véase el cuadro 1) ya han sido calificados y cuentan con tasas de crecimiento cercanas al dos por ciento lo que los llevaría a tener cerca de 100 000 habitantes para 2012 de acuerdo con el Consejo Nacional de Población (CONAPO).

En suma, se consideran los 159 municipios más poblados para el periodo que abarca del 2001 a 2008, los datos anteriores a 2001 se excluyen debido a que previo a este año los municipios no accedían a calificaciones de riesgo y la confiabilidad de los datos se reduce conforme más antigua es la observación. También se excluyen las observaciones posteriores porque los datos son todavía preliminares y no se cuenta con todas las observaciones de los municipios lo que reduciría mucho la muestra.

**CUADRO 1**  
***Catálogo de municipios***

<i>Tipo</i>	<i>Criterio (habitantes)</i>	<i>Número de municipios</i>
Metropolitano	Más de 500 000	26
Urbano Medio	Entre 100 000 y 500 000	127
Urbano pequeño	Entre 15 000 y 100 000	867
Semi-rural	Entre 2 500 y 15 000	1 025
Rural	Hasta 2 500	382

Fuente: Instituto Nacional de Desarrollo Social (Indesol). *Catálogo de municipios*.

Dicho esto, los indicadores necesariamente deben determinar si existen recursos suficientes para cumplir con el servicio de la deuda. De igual forma es importante considerar la sostenibilidad de los mismos, es decir, que los municipios sean financieramente saludables en el largo plazo. Además, éstos deben ser sensibles a variaciones en el tiempo, para evitar que algún municipio obtenga condiciones favorables en algún préstamo simplemente por trasladar sus pasivos al futuro. De la misma manera también se deben considerar perspectivas de crecimiento de un municipio, ya que si éste se encuentra desarrollando algún sector económico es posible que por el mo-

mento el municipio no se encuentre reflejando su crecimiento potencial. Esto necesariamente conduce a concluir que estos indicadores son simplemente una herramienta de análisis, más no un factor de decisión. Por ello se requiere que cada caso sea analizado individualmente.

A continuación se justifica cada uno de ellos. Debe destacarse que la mayor parte de ellos se ha utilizado ampliamente en la literatura tanto nacional como internacional (Mendoza, 2010 y Ibarra, García y Sotres, 2009 para la nacional y Moon and Stosky, 1993 para la internacional).

Primeramente, la autonomía fiscal es relevante para la determinación de riesgo de crédito. El municipio metropolitano y urbano medio cuenta con el predial como su fuente de ingreso principal, aunque también puede hacer uso de los derechos, productos y aprovechamientos que cubren un menor porcentaje de sus ingresos. Por lo tanto, los ingresos propios están muy relacionados con la capacidad tributaria municipal. Por ello, se define el indicador de generación de ingresos ( $GI$ ) como el cociente de ingresos propios ( $IP$ ) a ingresos totales ( $IT$ ).

$$GI = \frac{IP}{IT}$$

De igual forma, los recursos de los municipios no etiquetados pueden también utilizarse para cubrir el servicio de la deuda. Por esto, un indicador de la liquidez ( $IL$ ) de un municipio para cubrir el gasto de la deuda sería la suma de ingresos propios más participaciones ( $part$ ). Con ello es posible observar la disponibilidad del municipio para usar recursos de *libre* elección.

$$IL = \frac{IP + part}{IT}$$

Con respecto al gasto, la literatura ha utilizado la distribución del mismo. Así, una burocracia de menor tamaño que cumple las mismas funciones que una burocracia de mayor volumen es preferible simplemente porque desempeña su trabajo más eficientemente y libera más recursos que se pueden disponer de ellos libremente. El indicador de eficiencia administrativa ( $IEA$ ) es, pues,

el cociente entre el gasto corriente ( $GC$ ) y el gasto total ( $GT$ ). Alternativamente se pueden incluir sólo los servicios personales (*serv pers*).

$$IEA = \frac{GC}{GT}$$

$$CB = \frac{\textit{serv pers}}{GT}$$

Entre los gastos corrientes a nivel municipal se encuentran los servicios de seguridad pública, recolección de basura y servicios generales de mantenimiento vial, por ello no necesariamente un gasto corriente bajo significa que un municipio está administrando bien sus recursos. Para ello se debería agregar un indicador sobre la calidad de los servicios y funciones que desempeña el municipio que en cierta medida pondere el nivel de “eficiencia administrativa”. En comparación con un indicador más directo del tamaño de la burocracia como es el costo burocrático ( $CB$ ) se prefiere el indicador de eficiencia administrativa porque el  $CB$  omite otro tipo de gastos que sean relevantes para medir si este municipio está excediendo en su costo operativo comparado con otros municipios.

El residual del gasto irreductible arroja los ingresos disponibles de un municipio para hacer frente a los servicios de deuda. Por esto, el ingreso disponible ( $ID$ ) se define como la diferencia entre el índice de liquidez ( $IL$ ) y el gasto en servicios personales ( $SP$ ). A esto habría que agregar un indicador que pueda medir la flexibilidad en los ingresos disponibles, es decir, identificar qué tan probable es que por medio de algún plan de austeridad municipal éste pudiera cumplir sus mismas funciones y así liberar más ingresos para cubrir los servicios de deuda ante cualquier contingencia.

$$ID = \frac{IP + \textit{part} - SP}{IT}$$

Otra señal relevante es el grado de autonomía en los ingresos municipales, por lo que tanto la dependencia de participaciones federales como de aportaciones (*aport*) resulta relevante para el análisis:

$$DEPPART = \frac{part}{IT}$$

$$DEPAPORT = \frac{aport}{IT}$$

$$FAISM PC = \frac{FAISM}{población total}$$

Para obtener un coeficiente de la inversión en capital sería necesario una definición homogénea del capital municipal, pero debido a la heterogeneidad de los datos y la poca transparencia, lo mejor que se puede utilizar es el gasto en obra pública. Este indicador se debe tomar con reserva debido a que el concepto de gasto en capital varía entre los municipios y, por ello, no es tan confiable. Teóricamente entre mayor sea la inversión, más importante será la infraestructura y con ello tanto la inversión privada como el crecimiento económico. Así, el cociente de inversión (*CI*) se define como la división entre el gasto en obra pública (*GOP*) y el gasto total (*GT*):

$$CI = \frac{GOP}{GT}$$

Tal vez una definición más puntual del coeficiente de inversión sería incluir el gasto en acciones sociales. El problema de incluir este índice sería que en muchas ocasiones los programas de acción social son programas asistencialistas que no aumentan realmente el bienestar ni el capital humano de la población.

$$CIS = \frac{GOP + acciones sociales}{población total}$$

Finalmente, otro indicador de la eficiencia del gasto y la autonomía municipal es la capacidad para enfrentar el gasto operativo. Se propone como indicador de la autonomía en gasto operativo (*AGO*) al cociente entre los ingresos propios y el gasto corriente

$$AGO = \frac{IP}{GC}$$

La deuda como una herramienta de política fiscal puede ser una herramienta útil para la administración municipal pero, usada de manera inadecuada, también una fuente de inestabilidad financiera. Un uso razonable y ordenado de los recursos municipales puede llevar a la formación de capital municipal mientras que un uso irresponsable puede conducir a que se comience a utilizar recursos de deuda para cubrir gasto corriente o simplemente niveles de endeudamiento que no pueda cubrir. El nivel de apalancamiento (*NA*) se define como el cociente entre la deuda total y el ingreso total.

$$NA = \frac{DT}{IT}$$

La flexibilidad financiera permite identificar la proporción disponible de recursos una vez que se han cubierto los gastos corrientes y gasto de deuda.

$$FF = 1 - \frac{\text{deuda} + GC}{IP + \text{part}}$$

$$I\text{debt} = \frac{DT}{IP + \text{part} - \text{serv pers}}$$

El indicador de importancia de la deuda, refleja como su nombre lo dice, el peso de la deuda sobre los recursos disponibles para ser usados en pago de deuda. Este da una idea del costo de la deuda, es decir qué tan bien se está manejando la cartera de deuda. Como ya se mencionó previamente, de acuerdo a la Constitución toda deuda contratada debe destinarse a inversión productiva u obra pública. Un nivel de correlación sobre endeudamiento neto y obra pública –*pDOP*– sería también un indicador sobre la responsabilidad fiscal:

$$\rho_{DOP} = \frac{Cov(deuda, GOP)}{\sigma_{deuda} \sigma_{obra\ pública}}$$

El resumen de esto se presenta en el cuadro 2.

## CUADRO 2

### *Resumen de indicadores*

<i>GI</i>	Generación de ingresos
<i>IL</i>	Indicador de liquidez
<i>IEA</i>	Indicador de eficiencia administrativa
<i>ID</i>	Ingresos disponibles
<i>CI</i>	Coefficiente de inversión
<i>NA</i>	Nivel de apalancamiento
<i>AE</i>	Actividad económica
<i>BP</i>	Balance primario
<i>COEF_VAR</i>	Coefficiente de variación de <i>IL</i>
<i>POB</i>	Tamaño de población en el municipio
<i>IPAPC</i>	Ingreso promedio anual per cápita
<i>AGO</i>	Autonomía en gasto operativo
$\rho_{DOP}$	Correlación entre deuda y obra pública
<i>FF</i>	Flexibilidad financiera

## Estadística descriptiva

Primero, se muestra en el cuadro 3 la estadística descriptiva de las variables para orientar al lector sobre las características y dimensión de las observaciones. En el cuadro 4 se puede observar la matriz de correlaciones. Ésta resulta especialmente relevante, ya que a partir de esta matriz se construyen los componentes. En adición, sirve para justificar el uso del análisis de componentes principales, ya que a pesar de la creación de los índices que reducen la correlación entre variables todavía es posible identificar cierta correlación entre las variables. La correlación entre *IPAPC* e *IDH* cercana a 0.85 puede sugerir que con uno de los dos es suficiente. En general, las correlaciones tienen los signos esperados.

**CUADRO 3**  
**Estadística descriptiva de las variables**

Variable	Observaciones	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
GI	1 280	0.256	0.122	0.020	0.720
IL	1 280	0.607	0.140	0.075	0.989
IEA	1 280	0.512	0.141	0.019	0.862
ID	1 280	0.264	0.142	-0.274	0.780
CI	1 280	0.248	0.144	0.000	0.734
NA	1 280	0.046	0.058	0.000	0.411
AE	1 280	1 601.668	5 672.446	-404.993	71 004.040
BP	1 280	70 700 000	140 000 000	0	2 400 000 000
COEV_VAR_IL	1 280	0.130	0.074	0.022	0.576
POB	1 280	310 981.600	300 097.700	90 657.000	1 646 319.000
IPAPC	1 280	54 179.930	20 462.010	16 647.380	166 787.100
IDH	1 280	0.796	0.044	0.606	0.890
AGO	1 280	0.536	0.800	0.052	27.631
FF	1 280	0.047	0.321	-3.492	0.937

**CUADRO 4**  
**Matriz de correlaciones**

	GI	IL	IEA	ID	CI	NA	AE	BP	COEV_ VAR_IL	POB	IPAPC	IDH	AGO	FF
GI	1													
IL	0.7019	1												
IEA	0.3829	0.4654	1											
ID	0.4697	0.6934	-0.239	1										
CI	-0.3636	-0.4282	-0.6521	0.051	1									
NA	0.0575	-0.0548	0.0702	-0.1256	-0.2869	1								
AE	-0.0063	0.1234	0.0166	0.1076	-0.1121	-0.0295	1							
BP	0.1908	0.0656	-0.0335	0.0893	-0.2379	0.4399	0.0129	1						
COEV_VAR_IL	-0.2054	-0.2962	-0.1261	-0.2265	0.0521	0.0946	-0.0099	0.0471	1					
POB	0.3275	0.2229	0.1123	0.1525	-0.2178	0.131	-0.0138	0.5728	-0.0452	1				
IPAPC	0.6712	0.5557	0.2998	0.3714	-0.3405	0.1126	0.104	0.2539	-0.182	0.3576	1			
IDH	0.6487	0.6479	0.4229	0.3816	-0.4758	0.1532	0.0831	0.261	-0.246	0.4071	0.8431	1		
AGO	0.3011	0.181	-0.1647	0.304	-0.033	-0.0013	-0.0024	0.0623	-0.069	0.1585	0.1904	0.1621	1	
FF	0.2231	0.4678	-0.3937	0.7681	0.2492	-0.4328	0.0878	-0.0582	-0.2384	0.022	0.1642	0.1374	0.2298	1

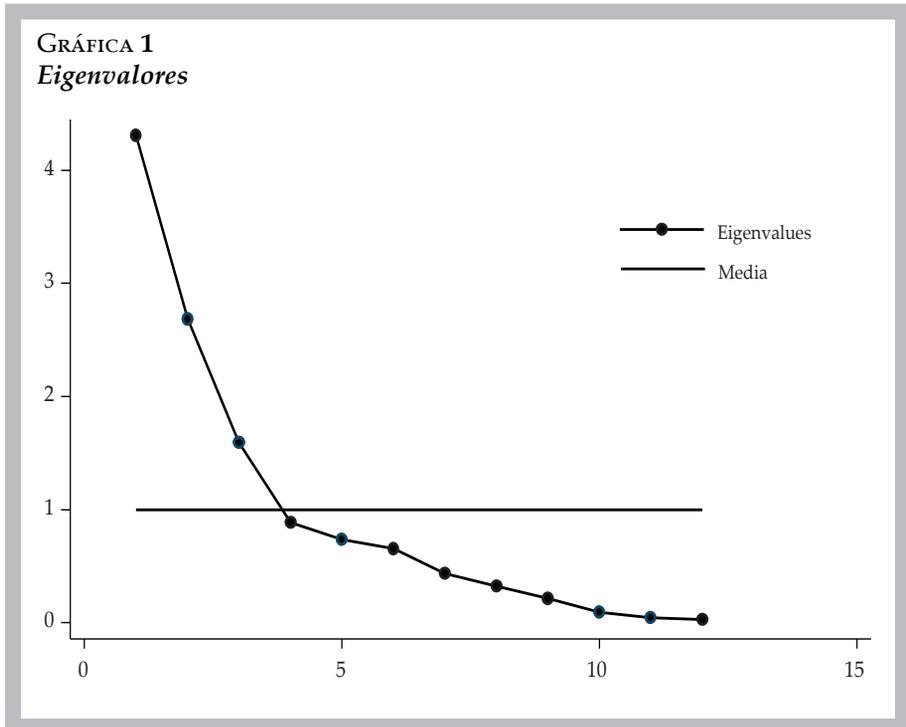
## Componentes

A continuación se presentan los componentes obtenidos, su varianza y la acumulada. Para ello, primero se verificaron si los datos provenían de una distribución normal, por medio de una prueba de Shapiro-Wilk (1965). Tras rechazar normalidad, los datos fueron normalizados. Todos los resultados presentes utilizan estos últimos. Como se observa, el primer componente explica 37.11% de la varianza, el segundo 19.45%, el tercero 11.46% y el cuarto 6.56%. Entre los primeros cuatro componentes acumulan 74.58% de la varianza. El criterio de Joliffe sugiere escoger hasta el 3<sup>er</sup> componente, ya que el eigenvalor es mayor al promedio  $-1-$  pero el eigenvalor del 4<sup>to</sup> es cercano a uno, además la aportación a la varianza acumulada no es desdeñable.

**CUADRO 5**  
**Componentes**

<i>Componente</i>	<i>Eigenvalor</i>	<i>Varianza</i>	<i>Varianza acumulada</i>
1	5.19541	0.3711	0.3711
2	2.72357	0.1945	0.5656
3	1.60425	0.1146	0.6802
4	0.918654	0.0656	0.7458
5	0.867099	0.0619	0.8078
6	0.755717	0.054	0.8618
7	0.605469	0.0432	0.905
8	0.476467	0.034	0.939
9	0.42219	0.0302	0.9692
10	0.215996	0.0154	0.9846
11	0.0922394	0.0066	0.9912
12	0.0557216	0.004	0.9952
13	0.0415513	0.003	0.9982
14	0.0256659	0.0018	1

La gráfica 1 muestra los tres componentes que se encuentran por arriba del promedio pero es posible observar que el eigenvalor del cuarto componente es cercano a uno. Además, aporta 6.56% de la varianza, por lo que en las estimaciones posteriores se consideraron cuatro componentes.



### Rotación VARIMAX

El método de rotación de vectores conocido como VARIMAX el cual, por medio de la rotación de los eigenvectores hasta convertirlos en vectores ortonormales, se utiliza para identificar las variables que están altamente correlacionadas con cada componente. Los resultados se muestran a continuación, las más altas se marcan en sombra:

**CUADRO 6**  
**Solución de componentes por VARIMAX**

	Componente 1	Componente 2	Componente 3	Componente 4	No explicada
<i>GI</i>	0.4396	-0.0539	-0.0274	0.0902	0.1839
<i>IL</i>	-0.3726	0.0349	0.1436	0.234	0.1873
<i>IEA</i>	-0.1922	0.5684	0.1687	0.1299	0.0799
<i>ID</i>	0.2599	0.3883	-0.0282	-0.1727	0.1523
<i>CI</i>	-0.1811	0.4	-0.0903	0.04	0.3742
<i>NA</i>	-0.0766	-0.0943	0.549	-0.0156	0.38
<i>BP</i>	0.0244	0.0779	0.6556	-0.0031	0.1546
<i>COEF_</i> <i>VAR_IL</i>	0.0527	0.009	-0.0109	0.7901	0.2857
<i>POB</i>	0.1193	0.017	0.4299	-0.0949	0.4336
<i>IPAPC</i>	0.4211	-0.0783	0.0495	0.1249	0.1942
<i>IDH</i>	-0.4035	0.11	-0.0813	-0.1046	0.2
<i>AGO</i>	0.3593	0.27288	0.0698	0.1718	0.2163
<i>FF</i>	-0.1662	-0.5007	0.1343	0.1214	0.1056
<i>AE</i>	0.1005	-0.0031	0.0867	-0.4295	0.6103
Varianza	4.67119	2.49894	2.02046	1.2519	
Porcentaje de variación	0.3711	0.1945	0.1146	0.0656	

El primer componente está correlacionado con *GI*, *IPAPC*, *AGO* y *AE* los cuales pertenecen a la categoría de indicadores de ingreso, ya que dan una idea de la generación de ingresos de los municipios como es en el caso de *GI* y *AGO*, o bien de la capacidad de la base gravable por medio del *IPAPC*, *AE*. Por ello a este componente lo nombramos componente de ingreso.

El segundo componente está correlacionado con *IEA*, *ID*, *CI*, e *IDH*, en el cual todos están correlacionados con indicadores de gasto, por ello es que este componente lo llamamos de gasto, excepto por el *IDH*. Es importante considerar que la mayor proporción de la variación de *IDH* se encuentra en los componentes restantes por medio de la variación no explicada, por ello es que se puede considerar este componente como el indicador de gasto.

El tercer componente está relacionado con *NA*, *BP*, *FF* y *POB*. Todos ellos, excepto por población, están relacionados con el nivel de endeudamiento del municipio; en el caso de población la mayor parte de la varianza está explicada por componentes que no son considerados, por ello nuevamente se puede considerar este componente como el indicador de endeudamiento. Es importante destacar que este resultado puede interpretarse como un causante de vulnerabilidad de la entidad municipal ante un choque de riesgo crediticio. Este resultado es consistente con otras economías, en particular la de los Estados Unidos (EE. UU.). Véase Cantor y Packer (1996).

El cuarto componente está muy correlacionado con *IL* y el coeficiente de variación de *IL*, lo que nos lleva a concluir que este componente es el indicador de liquidez. Además es importante considerar que no sólo mide la liquidez, sino también su estabilidad en el tiempo. Nuevamente la excesiva variación de liquidez es un factor que incrementa la vulnerabilidad de las finanzas municipales ante eventos exógenos asociados al riesgo crediticio.

Debe destacarse que una mayor discusión de cada componente se dará más adelante cuando se analicen los resultados para la muestra de municipios.

### **Scores de componentes principales**

Los *scores* obtenidos en esta parte reflejan la correlación de cada indicador con cada componente y su variabilidad. Los *scores* se construyen de la siguiente forma (Everitt y Dunn, 2001):

$$y_{i1} = a_1'(x_i - \mu)$$

donde  $\mu$  es el vector de medias

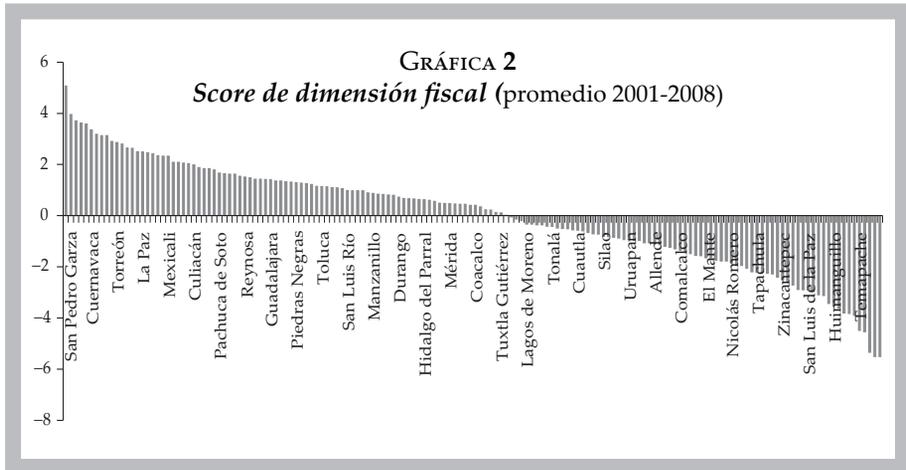
$$y_{ip} = a_p'(x_i - \mu)$$

Para la presente investigación, es ilustrativo pensar en el *score* de la siguiente manera:

$$s_{ji} = a_{j1}desv.estd_{j_{gi}} + a_{j2}desv.estd_{j_{il}} + \dots + a_{j12}desv.estd_{j_{as}}$$

donde:  $i =$  municipio  $1, \dots, n$  y  $j =$  componente  $1, 2, 3, 4, 5$ .

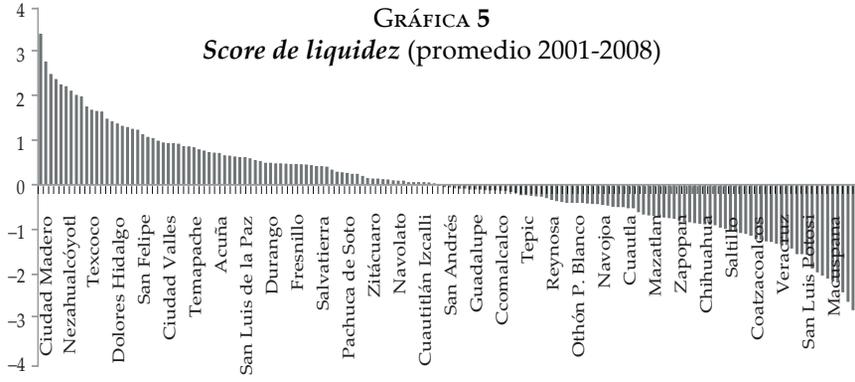
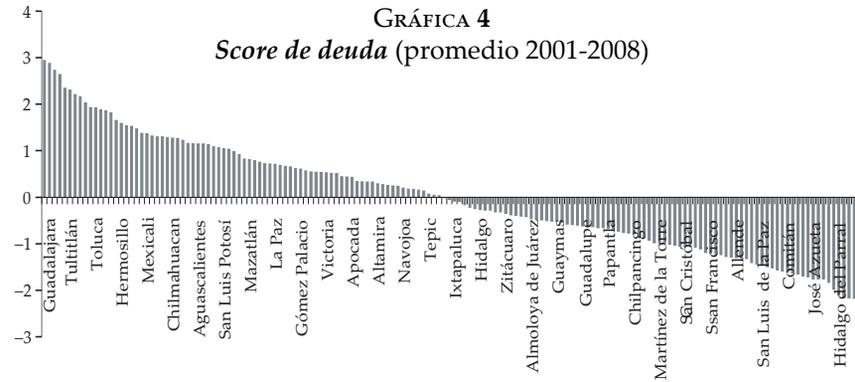
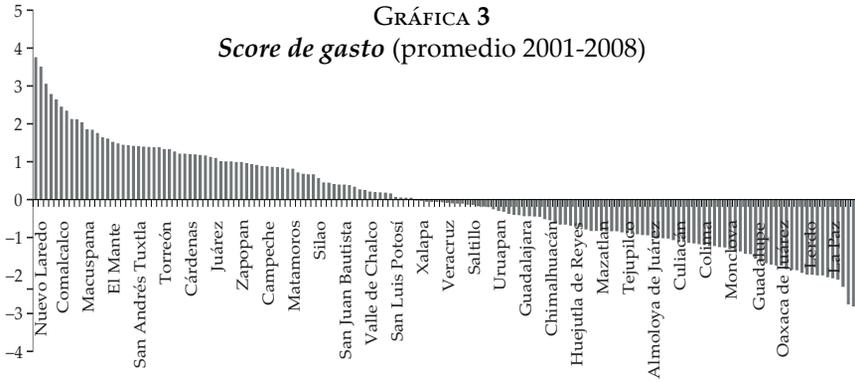
Estos *scores* reflejan la posición relativa de cada municipio con respecto a los demás, por ello es que parecen centrados hacia el cero.



El *score* del componente de gasto refleja un manejo responsable, ya que incluye la eficiencia administrativa, ingresos disponibles y el coeficiente de inversión. Mientras mayor sea el *score* mejor es el manejo responsable del municipio ya que cuenta con mayores ingresos disponibles, realiza inversiones en capital y un bajo costo burocrático (véase la gráfica 3).

La disponibilidad para el manejo de la deuda que se observa a través de la flexibilidad financiera, el balance primario y el nivel de apalancamiento son las variables de mayor peso en el tercer componente que corresponden al endeudamiento municipal (véase la gráfica 4).

Finalmente, el cuarto componente, el indicador de liquidez refleja la capacidad del municipio de disponer de recursos de la forma en que más le convenga a sus intereses. Éste no sólo considera el volumen sino también su estabilidad en el tiempo a través del coeficiente de variación (véase la gráfica 5).



## Score conjunto

Una vez que se tienen los componentes y los indicadores es posible construir un *score* conjunto que incorpore toda la información disponible y arroje un resultado final. El índice se compone de la siguiente forma:

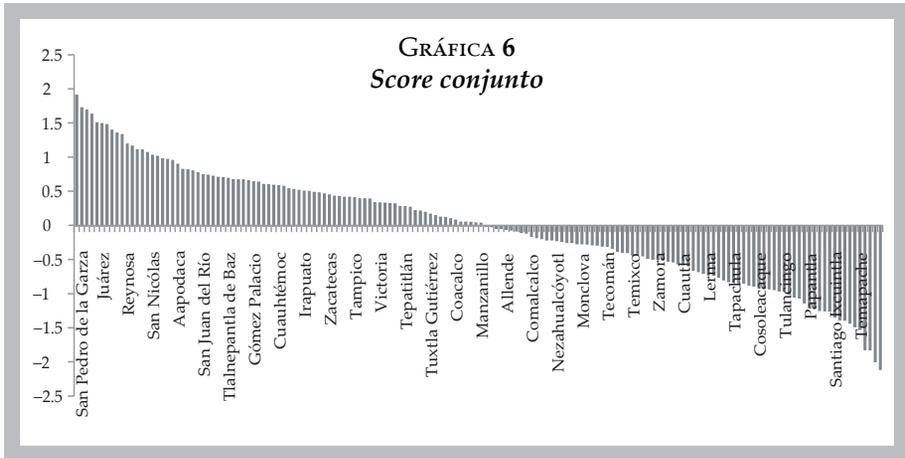
$$CC_i = w_{ing} * Ing_i + w_g * G_i + w_d * D_i + w_l * L_i$$

Donde,  $CC_i$  es la calificación crediticia del municipio  $i$ ;  $W_j$ , el ponderador obtenido de la rotación de vectores del componente  $j$ ;  $Ing$ , el indicador del componente de ingreso;  $G$ , el indicador del componente de gasto;  $D$ , el indicador del componente de deuda, y  $L$ , el indicador del componente de liquidez.

Con la ecuación se genera el índice promedio para todos los años por municipio y se obtiene la calificación global de los municipios en posición relativa. En los resultados encabezan la lista San Pedro Garza García, Querétaro, Chihuahua, Los Cabos, Zapopan y Juárez; mientras que los municipios con menor calidad crediticia son San Felipe del Progreso, Huejutla de Reyes, Chilapa de Alvarez, Tantoyuca y Almoloya de Juárez.<sup>2</sup> El objetivo del índice es responder a qué tan bien el municipio puede llevar su deuda. Por ello, es que los resultados no son sorprendidos ni contra intuitivos. La solidez, estabilidad y baja presión financiera es una mezcla de las directrices expresadas en los indicadores sobre la capacidad financiera expresada previamente.

Un buen desempeño en el índice es producto de una dimensión fiscal amplia con capacidad para generar ingresos propios, una base gravable considerable, tanto en tamaño como en capacidad. Un gasto responsable derivado de una adecuada eficiencia administrativa y capacidad de inversión. Por otro lado, la sostenibilidad de la deuda radica en sanos niveles de endeudamiento, un balance primario positivo y significativo y flexibilidad financiera para enfrentar el servicio de la deuda. Por otro lado, la liquidez, su estabilidad en el tiempo y perspectivas de crecimiento positivas complementan los requisitos necesarios para un buen desempeño en el índice. A continuación se presenta la gráfica que incluye todos los municipios.

<sup>2</sup> En el anexo es posible encontrar la lista con todas las calificaciones municipales.



### Credit scoring

Esta sección extiende la literatura previa proponiendo un *score card*. Bathia (2002) sostiene que debido a la ausencia de alguna prueba estadísticamente robusta, el mérito crediticio sigue siendo un concepto relativamente subjetivo. En la práctica, la decisión es tomada por un comité de analistas basados en ciertas condiciones que otorgan un puntaje y un peso específico en intervalos. Idealmente deberíamos utilizar los métodos tradicionales de regresión no lineal para estimar la probabilidad de impago (*default*) pero no existe información sobre el cumplimiento de los municipios por considerarse privilegiada. Para subsanar esto es que, una vez que se realizó el análisis de componentes principales, recurrimos a determinar los pesos y puntajes del *score card*.<sup>3</sup> Este es, pues, un primer acercamiento para la realización de una calificación crediticia, y se incluye debido a lo ilustrativo que resulta (véase el cuadro 7).

<sup>3</sup> La subjetividad ocurre debido a que los componentes principales determinan los ponderadores de cada componente en la explicación de la variación observada. Sin embargo, esto no determina la probabilidad de impago. Además, el score de los componentes principales ordena a los municipios en posición relativa uno frente al otro y no especifica la solidez al interior de los componentes. Al analista le corresponde determinar hasta qué nivel considera que una razón financiera efectivamente determina la capacidad de pago.

**CUADRO 7**  
**Indicadores y puntajes**

<i>Indicador</i>	<i>Rango</i> <i>(porcentajes)</i>	<i>Puntos</i>
<i>BP/IT</i>	Mayor a 10.01	10
	entre 5 y 10	5
	Hasta 5	3
	Cero o menor	N.S.
<i>GI</i>	Mayor a 30	5
	Entre 10.01 y 29.9	3
	Entre 5.01 y 10	1
	Menor a 5	0
Coeficiente de variación de <i>GI</i>	Menor a 0.3	5
	Entre 0.301 y 0.5	3
	Mayor a 0.501	0
<i>IEA</i>	Menor a 60	5
	Entre 60.01 y 80	3
	Mayor a 80.01	0
<i>ID</i>	Mayor a 20.01	5
	Entre 10.01 y 20	3
	Entre 0.01 y 10	1
<i>CI</i>	Menor a cero	0
	Mayor a 20.01	5
	Entre 10.01 y 20	3
<i>NA</i>	Menor a 10	1
	Entre 0 y 10	5
	Entre 10.01 y 20	3
<i>AGO</i>	Entre 20.01 y 30	1
	Mayor a 30.01	0
	Mayor a 60	5
	Entre 30.01 y 60	3
<i>FF</i>	Entre 10 y 30	1
	Menor a 10	0
	Mayor a 0.20	5
	Entre 0.20 y 0.10	3
	Entre 0.10 y 0	1
	Menor a 0	0

Bajo este esquema la calificación máxima posible es de 50 puntos, y para ser sujeto a crédito se considera subjetivamente el puntaje de 35, aunque es necesario que el municipio cuente con un superávit al menos para poder considerar endeudarse. Por ello, es que un balance primario es considerado una condición necesaria para poder acceder a los mercados de deuda. El cuadro A1 del anexo resume los indicadores y su puntaje.

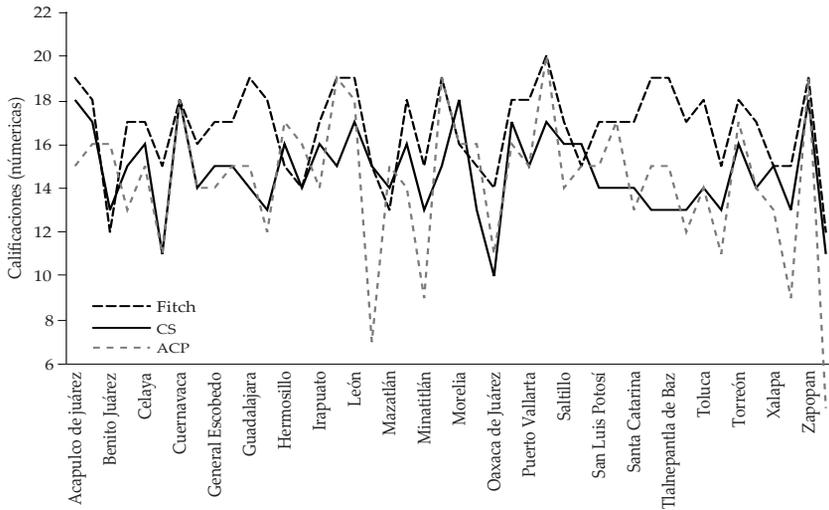
Como ahí se observa, en este caso los municipios mejor evaluados son Morelia, Tepatitlán de Morelos, Zapopan, Acapulco de Juárez y Cuernavaca. Los peores evaluados son Huejutla de Reyes, Tulancingo, San Felipe del Progreso y Lerdo.

### **COMPARACIÓN FITCH, CREDIT SCORING Y ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES**

En esta sección se comparan los resultados con las observaciones del mercado. A partir de los scores obtenidos se construye una calificación crediticia, con la misma escala que las calificadoras. Los puntos de corte de la escala se deciden arbitrariamente, por ejemplo en el caso del análisis de componentes principales (ACP) todos los *scores* menores a cero se consideran como calidad crediticia especulativa (<BB+). Mientras que para *credit scoring* (CS) se considera que puntajes menores a 35 puntos la calidad crediticia es especulativa (véase el cuadro A2). Se toma a Fitch como referencia debido a que es la agencia que más municipios califica en México. Se utiliza el índice de Kappa para medir el grado de acuerdo en las calificaciones propuestas con las calificaciones de Fitch. Sobre esta comparación se evalúan los diferentes métodos. En la gráfica 7 se pueden observar las calificaciones propuestas y las calificaciones observadas de los 46 municipios evaluados por Fitch.

La gráfica 7 muestra que existe una baja o nula relación entre la calificación propuesta y la observada. Las calificaciones propuestas suelen castigar más a los municipios, es decir, predicen una calificación más baja; por el otro lado la calificación propuesta en pocas ocasiones otorga una calificación mayor a la de Fitch. Lo cual al menos indica que no se está subvaluando al riesgo.

GRÁFICA 7  
Calificaciones Fitch, ACP y CS



La diferencia de *notches* se calcula restando la calificación propuesta a la calificación de Fitch, es decir,  $\Delta_i = Fitch - Cal_i$ ,  $i = ACP, CS$ . Esta diferencia es importante porque nos da la divergencia de dos evaluadores sobre un mismo “paciente” para usar la analogía de Morgan (2002). Esto es, la diferencia de diagnósticos financieros. De la gráfica de frecuencia así como de la gráfica de calificaciones podemos corroborar lo mencionado antes, la metodología que aquí se propone castiga más a la baja la calificación crediticia.<sup>4</sup> La moda tanto en CS como en ACP es positiva, 2 y 4 respectivamente.

La razón de éxito, el estadístico Kappa<sup>5</sup> y la correlación sugieren que el ACP produce una calificación más similar a la vista en el mercado. Sin

<sup>4</sup> De hecho, Ederington, Yawitz y Roberts (1987) encuentran que la calificadoras menos exigente en los EE. UU. es precisamente Fitch.

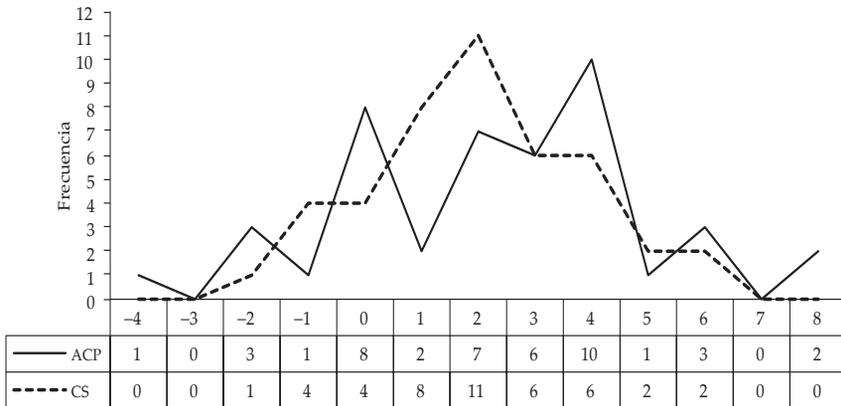
<sup>5</sup> El índice de Kappa refleja el grado de acuerdo entre dos opiniones. Para más información sírvase consultar Cohen (1960).

embargo, es importante considerar que el ACP para algunas observaciones obtiene resultados más alejados, esto es visible tanto en el mínimo como en el máximo y en la desviación estándar.

A continuación se presenta la frecuencia en la diferencia de *notches* de las calificaciones propuestas con respecto a Fitch y un resumen de resultados sobre las calificaciones

**GRÁFICA 8**

**Frecuencia de diferencia de notches: ACP y CS**



**CUADRO 8**

**Resultados comparativos (comparativo Fitch)**

	CS	ACP
Razón de éxito	4/44	8/44
Moda	2	4
Desviación estándar	1.905	2.631
Kappa	-0.0291	-0.0231
Promedio	2	2.31818182
Mínimo	-2	-4
Máximo	6	8
Correlación	0.5192	0.5641

Por lo tanto, podemos concluir que estos resultados permiten comparar tanto la capacidad predictiva como explicativa de ambos métodos. El análisis de componentes principales muestra una mayor capacidad de grado de acuerdo puntual, es decir tiene una mayor proporción de éxito; también la moda de la desviación de sus errores es menor que el *credit scoring* y su estadístico de Kappa es menor. Por otro lado, la varianza en el error de predicción en *credit scoring* es menor; esto se puede observar en la desviación estándar y en el error de predicción máximo a la alta (valores negativos) y máximo a la baja (valores positivos)

Es necesario considerar que este es un primer acercamiento a la definición de una medición de riesgo. Los indicadores propuestos así como los *scores* son indicativos más no deben ser considerados como una receta para una calificación crediticia. Por ello, la importancia de evaluar cada caso individualmente, ya que las características tanto del municipio así como la estructura de la deuda y el objetivo del gasto son diferentes para cada uno. Existen casos en que el financiamiento puede ser destinado a inversiones productivas que generan ingresos, las cuales aumentarían la capacidad de pago. Mientras otras generan grandes beneficios sociales que cubren con el vacío en infraestructura básica existente en el país y éstas no generan ingresos al municipio.

A pesar de que la Secretaría de Hacienda advirtió que no iba a consentir ningún tipo de retraso por parte de los estados en el pago de sus créditos con la banca, las calificadoras al parecer han considerado que algunos estados como Aguascalientes, Fitch: AA-(mex), que recientemente ingreso al buró de crédito, o como Zacatecas, Moody's: Baa3, que ha tenido que reestructurar su deuda, no han perdido el grado de inversión. Hernández y Smith (2009) identifican que el número de votantes y el partido político en el poder federal son determinantes para la probabilidad de rescate y así afectar la calificación.

## CONCLUSIONES

En este estudio, por medio de metodología de componentes principales, fue posible estimar el riesgo crediticio de entidades municipales en México. De

particular importancia en dicha evaluación resultaron la generación de ingresos propios y la autonomía del gasto operativo, el nivel de apalancamiento, el balance primario y la flexibilidad financiera. Por otro lado, se propuso con base en esta metodología un *score board* con el que se pudo obtener mayor certidumbre y corroboración de resultados.

La importancia de esto radica en que es una metodología que puede subsanar información limitada por parte de los evaluadores y así estimar una probabilidad de repudio.

Para probar la pertinencia de los resultados obtenidos en el estudio se contrastaron con las calificaciones de Fitch. Nuestra evaluación derivó en calificaciones ligeramente más severas que las de la agencia calificadora. Asimismo, el ACP fue consistente con el resultado que se obtendría de un coeficiente de Kappa.

Debe resaltarse que esta metodología la desarrollamos a la luz del cambio de metodología para evaluar riesgos crediticios de entidades locales por parte de la CNBV, e intenta servir como un instrumento para la autoridad regulatoria.

En suma, este artículo construyó una metodología para evaluar el riesgo crédito de los municipios tomando en consideración la idiosincrasia institucional que priva en el país para estas entidades.

## REFERENCIAS

- Afonso, A., 2002. *Understanding the Determinants of Government Debt Ratings Evidence for the Two Leading Agencies*. Lisboa: Research Center on the Portuguese Economy.
- Bhatia, V.A., 2002. Sovereign credit ratings methodology: an evaluation. International Monetary Fund (IMF) Working Paper no. 170. Washington, DC: IMF.
- Cantor, R. y Packer, F. 1995. The credit rating industry. *The Journal of Fixed Income*, 5(3).
- Cantor, R. y Packer, F., 1996. Multiple ratings and credit standards: differences of opinion in the credit rating industry. Federal Reserve Bank of New York Staff Reports no. 12. Nueva York: Federal Reserve Bank of New York.
- Cantor, R., 2001. Moody's investors service response to the consultative paper issued by the Basel Committee on Bank Supervision "A new capital adequacy framework". *Journal of Banking & Finance*, Elsevier, 25(1), pp. 171-85.

- Carleton, T. y Lerner, E., 1969. Statistical credit scoring of municipal bonds. *Journal of Money, Credit and Banking*, 1(4), pp. 750-64.
- Cavallo, E., Powell, A. y Rigobón, R., 2008. Do credit ratings agencies add value? Evidence from the sovereign rating business institutions. Inter-American Development Bank (IADB) Working Paper no. 647. Washington, DC: IADB.
- Cheung, S., 1996. Provincial Credit Ratings in Canada: An Ordered Probit Analysis. Bank of Canada Working Paper no. 96-6. Canada: Bank of Canada.
- Cohen, J., 1960. A coefficient of agreement for nominal scales. *Educational and Psychological Measurement*, 20, pp. 37-46.
- CNBV, 2011. *Arquitectura de Reservas. Cartera Estados y Municipios*. México: CNBV.
- Ederington, L.H., Yawitz J.B. y Roberts, B.E., 1987. The information content of bond ratings. *Journal of Financial Research*, 10(3).
- Everitt, B.S. y Dunn, G., 2001. *Applied Multivariate Data Analysis*. Oxford: Oxford University Press.
- Hernández Trillo, F. y Smith Ramírez, R., 2009. Credit ratings in the Presence of Bailout: the case of Mexican subnational government debt. *Economía LACEA Journal*, 10(1), pp. 45-79.
- Hernández Trillo, F., Díaz Cayeros, A. y Gamboa González, R., 2002. Determinants and consequences of bailing out states in Mexico. *Eastern Economic Journal*, 28(3).
- Hoorigan, J., 1966. The determination of long-term credit standing with financial ratios. Empirical research in accounting 1966. *Journal of Accounting Research* [suplemento], 4, pp. 44-62.
- Ibarra Salazar, J., García Romo, G. y Sotres Cervantes, L., 2009. Determinantes de la calificación crediticia de los gobiernos estatales mexicanos. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM) Serie de documentos de trabajo del Departamento de Economía no. 45. México: ITESM, Campus Monterrey.
- Mendoza Velázquez, A., 2010. Indicadores de desempeño, presión y vulnerabilidad de las finanzas públicas estatales en México. *El Trimestre Económico*, LXXVII(307), pp. 605-49.
- Millon, M. y Thakor, A., 1985. Moral hazard and information sharing: a model of financial information gathering agencies. *The Journal of Finance*, XL(5).
- Moon, C.G. y Stotsky, G., 1993. Testing the differences between the determinants of Moody's and Standard and Poor's Ratings: an application of Smooth simulated maximum likelihood estimation. *Journal of Applied Econometrics*, 8(1).

- Morgan, D., 2002. Rating banks: risk and uncertainty in an opaque industry. *American Economic Review*, 92(4), pp. 874-88.
- OCDE, 2010. *Competition and Credit Rating Agencies*. Paris: France OECD Press.
- Pagano, M. y Volpin, P., 2009. Credit ratings failures: causes and policy options [mimeo]. Italia/Londres: Università di Salerno/London Business School.
- Palumbo, G., Schick, R. y Zaporowski, M., 2006. Factors affecting a municipality's bond rating: an empirical study. *Journal of Business & Economics Research*, 4(11), pp. 37-42.
- Ponce, J., 2009. The Quality of Credit Ratings: A Two-Sided Market Perspective [mimeo]. Francia: Toulouse School of Economics.
- Reinhart, C., 2002a. Default, currency crises and sovereign credit ratings [mimeo]. Washington DC: IMF.
- Reinhart, C., 2002b. Sovereign credit ratings before and after financial crises. En: Levich, R., Majnoni, G. y Reinhart, C. eds. *Ratings, Rating Agencies and the Global Financial System*. Nueva York: Kluwer Academic Press, pp. 251-268.
- Shapiro, S.S. y Wilk, M.B., 1965. An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika*, 52(3-4), pp. 591-611.

## ANEXO

### CUADRO A1 Credit scoring (cs) y transformación a escala de calificadoras

Municipio	cs	Calificación cs	Municipio	cs	Calificación cs	Municipio	cs	Calificación cs
Morelia	46.25	AA-	San Luis de la Paz	39.5	A-	Minatitlán	34.625	BBB
Tepatlilán de Morelos	45.875	AA-	General Escobedo	39.25	A-	Guadalupe	34.375	BBB
Zapopan	45.75	AA-	Gómez Palacio	39.125	A-	Tijuana	34.375	BBB
Acapulco de Juárez	45.625	AA-	Xalapa	39.125	A-	Benito Juárez	34.25	BBB
Cuernavaca	45.25	AA-	Tampico	38.875	BBB+	Papantla	34.25	BBB
Puebla	44.875	A+	Iguuala de la Independencia	38.75	BBB+	Hidalgo	34.125	BBB
Apodaca	44.5	A+	Macuspana	38.75	BBB+	Zumpango	34.125	BBB
Los Cabos	44.375	A+	Victoria	38.75	BBB+	Nezahualcōyotl	34	BBB
Reynosa	44.375	A+	Acámbaro	38.625	BBB+	Pánuco	34	BBB
León	44.25	A+	Boca del Río	38.625	BBB+	Tepic	34	BBB
Chihuahua	43.5	A+	Campeche	38.5	BBB+	Chimalhuacán	33.875	BB+
Querétaro	43.5	A+	San Luis Potosí	38.5	BBB+	Cosoleacaque	33.875	BB+
Altamira	43.375	A+	San Nicolás de los Garza	38.375	BBB+	Matamoros	33.875	A-
Atizapán de Zaragoza	43.375	A+	Mazatlán	38	BBB+	San Cristóbal de las Casas	33.75	BB+
San Pedro Garza García	43.25	A+	Ahome	37.875	BBB+	Piedras Negras	33.625	BB+
Ciudad Madero	43.125	A+	Durango	37.875	BBB+	Orizaba	33.375	BB+
Delicias	43	A+	Guadalajara	37.875	BBB+	Salvatierra	33.375	BB+
San Francisco del Rincón	42.75	A	Zacatecas	37.875	BBB+	Acuña	33.25	BB+
Celaya	42.625	A	Huixquilucan	37.75	BBB+	Colima	33	BB+
José Azueta	42.625	A	Tecomán	37.625	BBB+	Santiago Ixcuintla	33	BB+
Allende	42.375	A	Coatzacoalcos	37.5	BBB+	Túxpam	32.875	BB+
Torreón	42.375	A	Santa Catarina	37.5	BBB+	Tecámac	32.625	BB+
Centro	42.25	A	Valle de Chalco	37.5	BBB+	Tultitlán	32.625	BB+
Irapuato	42.125	A	Solidaridad	37.375	BBB+	Ixtapaluca	32.5	BB+
Fresnillo	42	A	Uruapan	37.25	BBB+	Navojua	32.25	BB+
Tultepec	42	A	Toluca	37.25	BBB+	Navolato	32.25	BB+

Dolores Hidalgo	41.875	A	Cárdenas	37.125	BBB+	Cuatitlán Izcalli	32	BB+
Mérida	41.875	A	Naucalpan de Juárez	36.71429	BBB	Cuautla	32	BB+
Nuevo Laredo	41.875	A	Apatzingán	36.625	BBB	Guaymas	31.875	BB+
Río Bravo	41.875	A	Guamajuato	36.625	BBB	Pénjamo	31.875	BB+
Poza Rica de Hidalgo	41.85714	A	Tlaquepaque	36.625	BBB	Almoloya de Juárez	31.625	BB+
Comalcalco	41.5	A	Tonalá	36.28571	BBB	Chalco	31.625	BB+
San Juan del Río	41.5	A	Guasave	36.25	BBB	Hidalgo del Parral	31.625	BB+
Aguaascalientes	41.375	A	Tapachula	36.125	BBB	La Paz	31.625	BB
Hermosillo	41.375	A	San Juan Bautista Tuxtepec	36	BBB	Zitácuaro	31.25	BB+
Jiutepec	41.375	A	Ciudad Valles	35.875	BBB	Nicolás Romero	30.875	BB+
Saltillo	41.25	A	Carmen	35.75	BBB	Soledad de Graciano Sánchez	30.875	BB+
Salamanca	41.125	A	Manzanillo	35.625	BBB	Zinacantanepc	30.875	BB+
Lagos de Moreno	40.875	A-	Temixco	35.625	BBB	Tejupitco	30.75	BB+
Cuauhtémoc	40.75	A-	Cuiliacán	35.375	BBB	Lázaro Cárdenas	30.5	BB+
Juárez	40.625	A-	Nogales	35.25	BBB	Huimanguillo	30.125	BB+
Puerto Vallarta	40.625	A-	Pachuca de Soto	35.25	BBB	San Luis Río Colorado	30	BB+
Cajeme	40.125	A-	Chilpancingo de los Bravo	35.125	BBB	Tantoyuca	30	BB+
Matamoros	40.125	BB+	Coacalco de Berriozábal	35.125	BBB	Lerma	29.875	BB
Mante, El	40	A-	Cunduacán	35.125	BBB	Mexicali	29.75	BB
Metepec	40	A-	Ixtlahuaca	35.125	BBB	Monclova	29.375	BB
Silao	40	A-	Texcoco	35	BBB-	Othón P. Blanco	29.25	BB
Tuxtla Gutiérrez	39.75	A-	Guadalupe	34.875	BBB	Chilapa de Alvarez	29.125	BB
Córdoba	39.625	A-	San Andrés Tuxtla	34.875	BBB	Ensenada	28.5	BB
Monterrey	39.625	A-	Tlalnepantla de Baz	34.875	BBB	La Paz	28.125	BB+
Comitán de Domínguez	39.5	A-	Zamora	34.875	BBB	Oaxaca de Juárez	28	BB
			Ecatepec de Morelos	34.625	BBB	Temapaché	27.625	BB
			Martínez de la Torre	34.625	BBB	Lerdo	27.25	BB
						San Felipe del Progreso	27	BB
						Tulancingo de Bravo	26.5	BB
						Huejutla de Reyes	25.25	BB-

**CUADRO A2**

**Análisis de componentes principales (ACP) y transformación a escala de calificadoras**

Municipio	ACP	Calificación ACP	Municipio	ACP	Calificación ACP	Municipio	ACP	Calificación ACP
San Pedro Garza García	1.9191	AAA	Tampico	0.4161	BBB+	Tecomán	-0.2962	BB
Querétaro	1.7352	AA+	Pachuca de Soto	0.4012	BBB+	Othón P. Blanco	-0.3256	BB
Chihuahua	1.6994	AA+	Paz, La	0.3991	B	El Mante	-0.3702	BB
Los Cabos	1.6416	AA+	Ahome	0.3945	BBB	San Juan Bautista	-0.3881	BB
Zapopan	1.5121	AA	Cajeme	0.3433	BBB	Tuxtepec	-0.3888	BB
Juárez	1.5007	AA	Victoria	0.3402	BBB	Acámbaro	-0.4253	BB-
Centro	1.4869	AA	San Francisco del Rincón	0.3351	BBB	Guasave	-0.4254	BB-
Monterrey	1.4039	AA	Coatzacoalcos	0.3292	BBB	Dolores Hidalgo	-0.4357	BB-
León	1.3627	AA-	Matamoros	0.3232	B	Navojoa	-0.4741	BB-
Cuernavaca	1.3413	AA-	Nogales	0.2890	BBB	Soledad de Graciano Sánchez	-0.4841	BB-
Reynosa	1.2013	AA-	Tepatitlán de Morelos	0.2823	BBB	Zamora	-0.4876	BB-
Nuevo Laredo	1.1718	A+	Río Bravo	0.2773	BBB	Ciudad Valles	-0.4998	BB-
Atizapán de Zaragoza	1.1186	A+	Xalapa	0.2275	BBB	Cárdenas	-0.5161	BB-
Torreón	1.1163	A+	Santa Catarina	0.2195	BBB	Ixtapaluca	-0.5245	BB-
Metepec	1.0774	A+	Campeche	0.2001	BBB	San Cristóbal de las Casas	-0.5510	BB-
San Nicolás de los Garza	1.0362	A+	Tuxtla Gutiérrez	0.1754	BBB-	Cuautla	-0.5654	BB-
Hermosillo	1.0225	A+	Carmen	0.1522	BBB-	Valle de Chalco	-0.7198	B+
Puebla	0.9862	A	Acuña	0.1287	BBB-	Lázaro Cárdenas	-0.7523	B+
Benito Juárez	0.9777	A	Piedras Negras	0.1270	BBB-	Martínez de la Torre	-0.7869	B+
Morelia	0.9614	A	Guajuato	0.1057	BBB-	Salvatierra	-0.8145	B
Apodaca	0.9042	A	Coacalco de Berriozábal	0.0887	BBB-	Tapachula	-0.8235	B
Huixquilucan	0.8327	A	Tlaquepaque	0.0582	BBB-	Cunduacán	-0.8321	B
Ciudad Madero	0.8225	A	Fresnillo	0.0577	BBB-	Matamoros	-0.8383	BBB
Naucalpan de Juárez	0.8095	A	Guadalupe	0.0563	BBB+	Navolato	-0.8655	B
Guadalajara	0.7809	A-	Tepec	0.0482	BBB-	Comitán de Domínguez	-0.8775	B
San Juan del Río	0.7519	A-	Manzanillo	0.0423	BBB-	Cosoleacaque	-0.9025	B

Tijuana	0.7429	A-	Minatitlán	-0.5817	BB-	Nicolás Romero	-0.9168	B
Aguascalientes	0.7284	A-	Zumpango	-0.6474	B+	Túxpam	-0.9206	B
Boca del Río	0.7129	A-	Apatzingán	-0.6669	B+	San Luis de la Paz	-0.9316	B
Jutepec	0.7114	A-	Chalco	-0.6905	B+	Lerdo	-0.9493	B
Tlalnequatlán de Baz	0.6987	A-	Lerma	-0.7131	B+	Tulancingo de Bravo	-0.9559	B
Delicias	0.6820	A-	Salamanca	-0.0015	BB+	Chimalhuacán	-0.9977	B
Puerto Vallarta	0.6790	A-	Ensenada	-0.0071	BB+	Pánuco	-1.0390	B
Celaya	0.6771	A-	Córdoba	-0.0350	BB+	Ixtlahuaca	-1.0545	B
Culiacán	0.6644	A-	Ecatepec de Morelos	-0.0367	BB+	Paz, La	-1.1263	BBB
Gómez Palacio	0.6496	A-	Allende	-0.0493	BB+	Papantla	-1.1966	B
Mazatlán	0.6429	A-	Colima	-0.0589	BB+	Tejupilco	-1.2061	CCC+
San Luis Potosí	0.6085	A-	Tonalá	-0.0721	BB+	Péjamo	-1.2386	CCC+
Acapulco de Juárez	0.6046	A-	Iguala de la Independencia	-0.0948	BB+	Zinacantepec	-1.2422	CCC+
Mexicali	0.5997	BBB+	Oaxaca de Juárez	-0.1010	BB+	San Andrés Tuxtla	-1.2467	CCC+
Cuauhtémoc	0.5901	BBB+	Comalcalco	-0.1514	BB+	Santiago Ixcuintla	-1.3324	CCC+
Saltillo	0.5840	BBB+	Chilpancingo de los Bravo	-0.1716	BB+	Hidalgo	-1.3778	CCC+
Altamira	0.5462	BBB+	Hidalgo del Parral	-0.1842	BB+	Huimanguillo	-1.3796	CCC+
Veracruz	0.5400	BBB+	Lagos de Moreno	-0.2026	BB	Zhiácuaro	-1.4227	CCC
Guadalupe	0.5247	BBB-	Guaymas	-0.2034	BB	Almolya de Juárez	-1.4734	CCC
Irapuato	0.5117	BBB+	Nezahualcóyotl	-0.2161	BB	Temapache	-1.5139	CCC
Poza Rica de Hidalgo	0.5089	BBB+	Silao	-0.2243	BB	Tantoyuca	-1.8133	CC
Toluca	0.4937	BBB+	Texcoco	-0.2393	BB	Chilapa de Alvarez	-1.8157	CC
José Azueta	0.4850	BBB+	Tultitlán	-0.2408	BB	Huejutla de Reyes	-1.9857	CC
Durango	0.4728	BBB+	Orizaba	-0.2599	BB	San Felipe del Progreso	-2.0995	C
Zacatecas	0.4574	BBB+	Monclova	-0.2611	BB			
Tultepec	0.4376	BBB+	Uruapan	-0.2623	BB			
General Escobedo	0.4355	BBB+	Tecámac	-0.2740	BB			
Mérida	0.4239	BBB+	Macuspana	-0.2793	BB			
Cuatitlán Izcalli	0.4226	BBB+	San Luis Río Colorado	-0.2952	BB			