



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**VALUACION DE BONOS RESPALDADOS POR  
HIPOTECAS (BORHI'S)**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**ACTUARIA**

**P R E S E N T A:**

**MARCO ANTONIO NAJERA PRIETO**



**DIRECTOR DE TESIS:  
DRA. MARIA ARACELI BERNABE ROCHA**

2010



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## AGRADECIMIENTOS

A mi **papá** mi gran amigo fiel que siempre me ha impulsado a continuar hacia adelante en la búsqueda de la felicidad. Siempre siendo un apoyo en mi vida.

A mi **mamá** mi eterna amiga del alma que con su ejemplo de trabajo y dedicación me ha mostrado que los objetivos se pueden cumplir. Tu apoyo siempre ha sido vital.

A mi **hermana** mi compañera de vida que ha sido un ejemplo de dureza y fortaleza en el cumplimiento de sus deseos.

A todos los amigos que tuve en los distintos momentos por ser mis compañeros incondicionales, cada uno ocupa un lugar especial y único en mi corazón por los dulce momentos compartidos.

Agradezco a la **Dra. María Araceli Bernabé Rocha** por brindarme su amistad así como el compartir su orientación intelectual y tiempo que hizo posible la realización de esta tesis. Su estudio constante es un ejemplo digno a seguir.

A **Adrián Girard Islas** por su amistad y los consejos oportunos en momentos de necesidad.

Con profundo agradecimiento

A los **sinodales** por el tiempo dedicado para aportarme sus valiosos comentarios para enriquecer este trabajo.

Act. Gloria Roa Bejar  
Act. Enrique Maturano Rodríguez

Act. Gricelda Cedillo Ramírez  
M en I. Jorge Luis Silva Haro

A la **Facultad de Ciencias** por ampliar mi mente para conocer distintas opiniones y enseñarme a ser una persona analítica. Mí inolvidable hogar estudiantil.

A la **Universidad Nacional Autónoma de México** por permitirme ser un hijo suyo. Llevo en el pecho sus colores.

## AZUL Y ORO POR SIEMPRE

# INDICE

---

<b>Introducción</b>	<b>1</b>
---------------------	----------

## **Capítulo 1. Crédito Hipotecario**

Definición.....	3
Características.....	4
Tabla de amortización.....	8
Métodos de pagos fijos.....	8
Métodos de pagos variables.....	13

## **Capítulo 2. Crédito Hipotecario en México**

### Entidades reguladoras

a) Secretaría de Hacienda y Crédito Público.....	18
b) Banco de México (Banxico).....	19
c) Comisión Nacional Bancaria y de Valores (CNBV).....	19
d) Comisión Nacional de Seguros y Fianzas (CNSF).....	20
e) Comisión Nacional para la Defensa de los Usuarios de Servicios Financieros (CONDUSEF).....	20
f) Bolsa Mexicana de Valores (BMV).....	21

### Entidades de crédito

a) Institución del Fondo Nacional para la Vivienda de los Trabajadores (Infonavit).....	21
---	----

b) Fondo de Vivienda del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (Fovissste).....	24
c) Sociedades Financieras de Objeto Limitado (Sofoles).....	25
d) Sociedad Hipotecaria Federal (SHF).....	26
e) Bancos.....	28

## Capítulo 3. Características del Crédito Hipotecario

Incumplimiento.....	30
Seguro de crédito a la vivienda.....	38
Seguro de vida.....	42
Seguro de daños.....	42
Seguro de desempleo.....	42
Prepago.....	42

## Capítulo 4. Bonos

Tipos de mercado.....	54
Tipos de colocaciones.....	55
Valor de un bono.....	56
Tipos de bonos.....	57
Bonos con tasa fija.....	60
Bonos con cupones variables.....	67

## Capítulo 5. Bonos Hipotecarios

Metrofinanciera (METROCB 06U).....	76
Amortización de los créditos hipotecarios.....	77
Cálculo del precio del bono hipotecario.....	81

Prepago.....	84
Incumplimiento.....	87
Prepago e Incumplimiento.....	90
Su Casita (BRHSCCB 07 y BRHSCCB 07-2).....	93
Amortización de los créditos hipotecarios.....	93
Cálculo del precio del bono hipotecario.....	95
Prepago.....	100
Incumplimiento.....	102
Prepago e Incumplimiento.....	104
Crédito y Casa (CREYCB 06U y CREUCB 06-2U).....	107
Amortización de los créditos hipotecarios.....	108
Cálculo del precio del bono hipotecario.....	112
Prepago.....	117
Incumplimiento.....	121
Prepago e Incumplimiento.....	123
<b>Conclusiones</b>	<b>129</b>
<b>ANEXO A. Tablas de amortización y cálculo del valor del bono</b>	<b>132</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>137</b>

# INTRODUCCION

---

Una de las bases de las personas en cualquier sociedad es el hogar. A partir de él se trazan planes de vida, se crean familias y se realizan labores cotidianas proporcionando seguridad, confianza y comodidad. Sin embargo, para tener las condiciones necesarias de una vida confortable es necesario poseer un lugar donde se puede habitar, es decir, una vivienda.

Para diferentes grupos de la población, la adquisición de una casa no es posible debido a que no tienen los recursos para financiar dicha inversión. Así, que se requiere de una asistencia económica para poder cubrir todos los costos.

Existen instituciones de crédito que se dedican a proporcionar recursos con el objetivo de adquirir o mejorar una vivienda. Dichos recursos, reciben el nombre de crédito hipotecario.

El crédito hipotecario es un préstamo realizado por una institución financiera o crediticia que se otorga a una persona o acreditado, seleccionado por la misma institución que tiene como objetivo financiar la compra o mejora de una vivienda teniendo como garantía de pago la propia vivienda.

Dados los montos, los créditos hipotecarios son una inversión que la institución financiera recupera a largo plazo lo que impide recuperar recursos rápidamente y otorgar un mayor número de créditos. Por ello, se crea un instrumento financiero con el objetivo de obtener nuevos recursos (fondeo) y continuar otorgando créditos hipotecarios.

Dicho instrumento es el bono respaldado por hipotecas, que se negocia en el mercado bursátil. También conocido como bono hipotecario (Borhi), garantiza el cumplimiento de sus obligaciones utilizando el respaldo de los flujos de los créditos hipotecarios que la institución financiera otorgó con anterioridad.

Estos bonos tienen la característica de otorgar cupones de manera periódica. Por su definición, los bonos hipotecarios dependen del comportamiento de los créditos hipotecarios. Así, un cambio en el funcionamiento de dichos créditos repercute en la estructura de los bonos.

Adicionalmente, como se observará en el desarrollo de este trabajo existen ciertas variables que alteran el curso de los flujos de los créditos hipotecarios, tales como el prepago y el incumplimiento. Dichos factores provocan diferentes escenarios que afectan el comportamiento de los Borhis.

Para “garantizar” un rendimiento de los Borhi’s, se realizan valuaciones (bajo diferentes escenarios) para determinar el rendimiento que se puede ofrecer con un grado de confianza. Sin embargo, pueden y de hecho existen variaciones en los flujos para ello, existen seguros (garantías de pago oportuno) que son un método de prevención o en su caso evitan que el esquema de pago se vea alterado, aunque estas coberturas incrementan el costo del crédito del Borhi.

Al tener cambios en los flujos de efectivo debido al prepago y/o incumplimiento, el precio del bono cambia, por lo que es necesario obtener constantemente su valor.

Algunas de las ventajas que dan al mercado los bonos hipotecarios son:

- a) Las instituciones obtienen recursos frescos para realizar inversiones.
- b) Existe mayor oportunidad de otorgar créditos hipotecarios.
- c) Los inversionistas tienen una nueva opción para diversificar el riesgo.
- d) Aumentan las opciones de inversión en la Bolsa Mexicana de Valores.
- e) Las personas interesadas en un crédito hipotecario tienen mayor oportunidad debido a los planes que se ofrecen.
- f) Aumenta la posibilidad de obtener un crédito hipotecario.
- g) Disminuye el costo de adquisición de un crédito hipotecario.

El objetivo de este trabajo es mostrar el funcionamiento de los bonos hipotecarios, desde el otorgamiento de los créditos hipotecarios, analizando las distintas características que los definen, hasta la valuación de los bonos. Antes de entrar en la valuación propiamente de los bonos, iniciamos con algunas definiciones que nos permitirán tener el contexto y lenguaje específico de los temas que se irán desarrollando. Con el mismo enfoque, se conocerán a las entidades que se encargan de regular el mercado hipotecario y bursátil, así como las instituciones financieras dedicadas a realizar préstamos de tipo hipotecario.



# CRÉDITO HIPOTECARIO

---

## Definición

Un crédito hipotecario es un préstamo otorgado por una institución financiera con el objetivo de que el acreditado pueda adquirir, construir o mejorar un inmueble. También se puede considerar como un financiamiento que se cubre a largo plazo, con una garantía hipotecaria y que se otorga a personas físicas y morales<sup>1</sup>.

En la existencia de un crédito hipotecario existen dos contrapartes, el acreditado y el acreedor. El acreditado es la persona o empresa que recibe un préstamo con la finalidad de comprar una vivienda por una institución financiera. Usualmente el acreditado tiene el derecho de escoger la vivienda que más se adecue a sus necesidades, a la vez que se encuentra obligado a pagar a la institución de crédito el dinero que le haya sido prestado incluyendo los intereses y los demás gastos pactados en el contrato, como son las comisiones generadas por el otorgamiento del propio crédito.

Por otra parte, la institución de crédito que otorga el crédito es el acreedor. La entidad financiera puede ser un banco, una Sofol<sup>2</sup> u otra institución dedicada a realizar préstamos de carácter hipotecario. Por otorgar el crédito, el acreedor tiene derecho de cobrar un interés que normalmente se anexa al pago mensual realizado.

Para asegurar que el préstamo sea cubierto de manera efectiva, el acreedor se protege utilizando una garantía, que en este caso es el inmueble. Mientras el acreditado no cubra el préstamo en su totalidad, el acreedor tiene los derechos del inmueble, provocando que la propiedad se encuentre con un gravamen, hipoteca. Una hipoteca le da al acreedor el

---

<sup>1</sup> IBARRA HERNÁNDEZ, Armando. *Diccionario Bancario y Bursátil*. Porrúa, México, 1998, pág. 53.

<sup>2</sup> Son personas morales que están autorizadas por la SHCP que están autorizadas para otorgar créditos por determinada actividad o sector. Glosario CNBV. <http://www.cnbv.gob.mx/recursos/frame%20cnbv.htm> marzo 2009

derecho de que se le pague con el inmueble o el monto que resulte de un remate, para garantizar el cumplimiento de las obligaciones<sup>3</sup>.

Esto quiere decir que si existe alguna problemática que impida continuar con el esquema de pagos pactado, el inmueble se utiliza para resguardar los derechos del acreedor por las pérdidas generadas durante la vigencia del crédito.

## Características

Un crédito hipotecario como instrumento financiero tiene como componentes financieras al monto del préstamo, el pago, el plazo, la tasa de interés, las comisiones y penalizaciones, entre otros.

El **monto del préstamo** es la cantidad de dinero que se requiere para poder adquirir un inmueble. En otras palabras, es el capital que otorga una institución de crédito para la adquisición, mejoramiento o ampliación de la vivienda. Existen diferentes planes de crédito, donde el monto puede estar referenciado en diferentes denominaciones como son: divisas, UDIs<sup>4</sup> u otros índices financieros.

El **pago** del crédito se efectúa cada mes para cubrir el crédito y los intereses de la hipoteca. Dependiendo de las necesidades del acreditado, los pagos a realizar pueden ser constantes durante toda la vigencia del crédito, o bien pueden ser variables con incrementos anuales sobre una tasa fija previamente establecida.

La **tasa de interés** es el costo de oportunidad por realizar el préstamo. La tasa es fijada por la institución de crédito responsable de otorgar el crédito y el interés se calcula de manera mensual. Al igual que el pago, existen modalidades en que la tasa de interés puede ser fija durante la vida del crédito o variar en el transcurso del mismo. Por ejemplo, existen algunos planes de financiamiento en que durante intervalos de tiempo la tasa aumenta (o disminuye) hasta alcanzar un tope y mantenerse constante por el resto del crédito.

---

<sup>3</sup>[http://www.condusef.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=515:ing-m&catid=50:glosario-terminos-financieros](http://www.condusef.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=515:ing-m&catid=50:glosario-terminos-financieros) marzo 2009

<sup>4</sup>Unidad de Inversión que tiene como objetivo proteger el valor de los precios ante el efecto de la inflación.

El **plazo** es el tiempo de la duración del contrato. En el momento en que se otorga el préstamo, se establece un programa de pagos el cual especifica el monto de los pagos a cubrir, así como el número de pagos y la periodicidad. El tiempo máximo promedio que puede alcanzar un crédito hipotecario es de 30 años (360 meses). Como referencia, el plazo se divide en dos partes, el tiempo transcurrido (desde el inicio hasta la fecha actual) y el tiempo de amortización (periodo faltante para terminar de cubrir el préstamo). La suma de ambos plazos da como resultado el plazo total del crédito.

Una **comisión** es un porcentaje sobre el precio del préstamo cobrado por la institución financiera o un monto fijo previamente establecido. Existen diferentes factores que generan comisiones como: la apertura del crédito, honorarios notariales, reporte del buró de crédito, avalúo del inmueble, pago de impuestos y gastos notariales por concepto de escrituración. Algunos gastos son realizados al inicio del crédito, el resto se pueden ir cubriendo de manera simultanea incorporándose en el esquema de pagos.

La **penalización** es un cobro que existe por no cumplir alguna de las condiciones pactadas en el contrato. El recargo más común es por pagar de manera retrasada o por no continuar con los pagos y es conocido como interés moratorio. Los intereses moratorios se cobran cuando existe demora por parte del acreditado y cubren desde el día posterior a la fecha de pago hasta el momento de cubrir la mensualidad vencida. Los intereses se calculan a partir de una tasa que cubre dicha penalización sobre el valor de la mensualidad.

Adicionalmente, existen dos razones financieras que son importantes para dimensionar el nivel de riesgo que presenta un crédito hipotecario, estas son la proporción de la cantidad de la hipoteca con respecto al valor de la propiedad (Loan to Value, LTV por sus siglas en inglés) y la relación entre el pago mensual del crédito y el ingreso mensual (Payment to Income, PTI por sus siglas en inglés). El riesgo de crédito es la pérdida potencial que se presenta en un producto debido a que la contraparte no cumpla con sus obligaciones de pago.

El **Loan to Value** o **LTV**, es un factor o razón que indica la proporción del valor total del inmueble a financiar por parte del acreedor a través del crédito<sup>5</sup>.

El valor de esta razón representa la parte proporcional del inmueble que requiere financiamiento.

### Ejemplo 1. Calcular el Loan To Value

Si el acreditado desea adquirir un inmueble con un valor de \$1,000,000 y requiere de \$880,000 entonces se tiene un LTV con valor del 88%, lo que significa que el acreditado posee el 12% del inmueble. El LTV se calcula de la siguiente manera:

$$LTV = \frac{\text{Monto total a financiar}}{\text{Valor total del inmueble}} \quad (1)$$

$$LTV = \frac{\$880,000}{\$1,000,000} = 0.88 = 88\%$$

Asimismo, el índice también representa la potencial pérdida para la institución de crédito en caso de que el acreditado falle en el cumplimiento de sus pagos. Por lo mismo, mientras el LTV alcance valores mayores, la posible pérdida aumenta. Debido a esta razón, este factor se utiliza para clasificar el nivel de riesgo que presenta cada crédito hipotecario.

Así, cuando se tiene un crédito con un valor bajo del LTV, en teoría, representa poca dificultad para recuperar la inversión realizada. Esto se debe a que el monto del crédito en proporción al valor de la vivienda es pequeño, lo que se considera aceptable ya que la probabilidad de incumplimiento en los pagos se reduce.

---

<sup>5</sup> FABOZZI, Frank y Franco Modigliani, *Mortgage and Mortgage-backed Securities Markets*. Harvard Business School Press, USA, 1992, pág. 42

Sin embargo, no sucede lo mismo con un crédito que tiene un valor alto del LTV, porque el monto del crédito es mayor. En este tipo de escenario, la situación se torna complicada para personas que no pueden realizar una mejor aportación inicial, debido a que encuentran más dificultades al momento de la autorización de un crédito hipotecario o bien tienen que pagar tasas más altas.

Normalmente, se considera que un crédito es de carácter riesgoso si alcanza valores mayores al 75%.

Por otro lado, el **Payment to Income**<sup>6</sup> (PTI por sus siglas en inglés) es una relación que calcula la proporción de las obligaciones con respecto al ingreso económico del acreditado.

Este índice es importante desde el punto de vista del acreedor ya que muestra si el acreditado posee la capacidad económica para cubrir el crédito así como los gastos generados por el mismo. A partir del valor del PTI, se calcula si el acreditado puede cubrir el pago mínimo requerido por el monto solicitado, o bien si se puede aprobar un crédito de menor monto pero con un nivel de pago menor.

## Ejemplo 2. Calcular el Payment to Income

Si se considera que el pago mensual de un crédito hipotecario por \$1,000,000 es de \$9,500 y el ingreso mensual del solicitante es de \$25,000 se tiene que el PTI es igual a:

$$PTI = \frac{\text{Pago mensual del crédito}}{\text{Ingreso mensual}} \quad (2)$$

$$PTI = \frac{\$9,500}{\$25,000} = 0.38 = 38\%$$

---

<sup>6</sup> FABOZZI, Frank y Franco Modigliani, *Mortgage and Mortgage-backed Securities Markets*. Harvard Business School Press, USA, 1992, pág. 41

En el índice PTI, cuando se tienen valores bajos (menores al 30%), significa que es más probable cubrir las mensualidades porque el valor del pago realizado es pequeño con respecto al ingreso obtenido. Lo que provoca que el acreedor no presente inconvenientes mayores para otorgar el crédito debido a que planea recuperar la inversión en el tiempo planeado.

En cambio, si el PTI refleja valores altos, el pago realizado ocupa un porcentaje mayor al ideal. A partir de esto, el acreedor considera que existen algunos inconvenientes para que el acreditado pueda pagar el crédito de manera oportuna y correcta, provocando que existan un mayor número de restricciones al momento de autorizar la solicitud.

## Tabla de amortización

La amortización es la manera de cubrir un crédito de cualquier tipo. Amortizar significa realizar pagos periódicos para saldar una deuda de manera gradual reduciendo el capital y cubriendo los intereses generados en cada intervalo de tiempo.

Una tabla de amortización es un esquema de pagos calculado al principio del contrato que se utiliza para conocer los flujos de efectivo durante la vida del crédito. Existen varios métodos, sin embargo, los más sencillos tienen la característica de que los pagos pueden ser fijos o variables.

Algunas técnicas de amortización se muestran a continuación:

- **Método de pagos fijos.**

Este tipo de amortización, como su nombre lo indica, presenta pagos que no cambian de valor durante el transcurso del tiempo, es decir, se mantienen constantes. La amortización del capital se realiza en cada periodo<sup>7</sup>.

---

<sup>7</sup> BRAVO, Rodolfo. *Matemáticas Financieras. Teoría y ejercicios*. Editorial Centro de Estudios Ramón Areces, España, pág. 265.

Aunque los pagos que se realizan son fijos, la amortización al capital no tiene el mismo comportamiento. En realidad, los abonos comienzan siendo cantidades que van aumentando mientras el tiempo transcurre. Por otro lado, los abonos para cubrir los intereses van disminuyendo. Esto se debe a que todas las mensualidades cubren dos conceptos, el pago al capital y el pago a los intereses, es decir,

$$\text{Pago mensual} = \text{Amortización al capital} + \text{Pago de los intereses} \quad (3)$$

Las mensualidades a pagar se consideran como una anualidad. Una anualidad es el valor presente de un conjunto de pagos realizados en intervalos de tiempos iguales. Por lo que el valor de los pagos mensuales se obtiene de la siguiente fórmula<sup>8</sup>:

$$\text{Monto del crédito} = R \left\{ \frac{1-v^n}{i_{\text{mensual}}} \right\} \quad (4)$$

donde  $R$  es el pago mensual,  $i_{\text{mensual}}$  es la tasa de interés,  $n$  el número de pagos

$v$  es un factor para calcular los flujos de efectivo a valor presente,  $v = \frac{1}{(1 + i_{\text{mensual}})^{-n}}$

Despejando la ecuación 4 se tiene que:

$$R = \frac{\text{Monto del crédito}}{\left\{ \frac{1-v^n}{i_{\text{mensual}}} \right\}} \quad (5)$$

---

<sup>8</sup> Apuntes de Matemáticas Financieras. Facultad de Ciencias.

De esta forma, el valor del interés se calcula como el producto de la tasa de interés mensual y el saldo al inicio del periodo, mientras que el valor que se amortiza es la diferencia del pago realizado y los intereses. El monto al final del periodo es la diferencia del monto al inicio y la cantidad amortizada. Por lo que se tiene que:

$$\text{Intereses}_{\text{mes } i} = \text{Saldo Inicial}_{\text{mes } i} \cdot \text{Tasa de Interés Mensual}_{\text{mes } i} \quad (6)$$

$$\text{Amortización}_{\text{mes } i} = \text{Pago mensual}_{\text{mes } i} - \text{Pago de intereses}_{\text{mes } i} \quad (7)$$

$$\text{Saldo Final}_{\text{mes } i} = \text{Saldo Inicial}_{\text{mes } i} - \text{Amortización}_{\text{mes } i} \quad (8)$$

$$\text{Saldo Inicial}_{\text{mes } i} = \text{Saldo Inicial}_{\text{mes } i-1} - \text{Amortización}_{\text{mes } i-1} = \text{Saldo Final}_{\text{mes } i-1} \quad (9)$$

### Ejemplo 3. Calcular una tabla de amortización con pagos fijos:

Si se tiene una deuda de \$880,000 que se cubre con pagos mensuales con un plazo de 20 años con una tasa de interés del 11% anual, entonces se tiene que a partir de la ecuación 5, el pago mensual es de:

$$R = \frac{\text{Monto del crédito}}{\left\{ \frac{1 - v^n}{i_{\text{mensual}}} \right\}} = \frac{\$880,000}{\left\{ \frac{1 - v^{240}}{0.11/12} \right\}} = \frac{\$880,000}{96.8815} = 9,083.26$$



Para el primer mes, utilizando las ecuaciones 6 y 7, el pago por concepto de intereses y capital es:

$$\begin{aligned} \text{Intereses}_{\text{mes } 1} &= \text{Saldo al inicio del periodo} \cdot \text{Tasa de interés mensual} \\ &= \$880,000 \left( \frac{0.11}{12} \right) = 8,066.67 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Amortización}_{\text{mes } 1} &= \text{Pago mensual} - \text{Pago de intereses} \\ &= 9,083.26 - 8,066.67 = 1,016.59 \end{aligned}$$

Por lo tanto se tiene que, con la ecuación 8, el saldo final del mes 1 es:

$$\begin{aligned} \text{Saldo final}_{\text{mes } 1} &= \text{Saldo inicial} - \text{Amortización} \\ &= 880,000 - 1,016.59 = 878,983.41 \end{aligned}$$

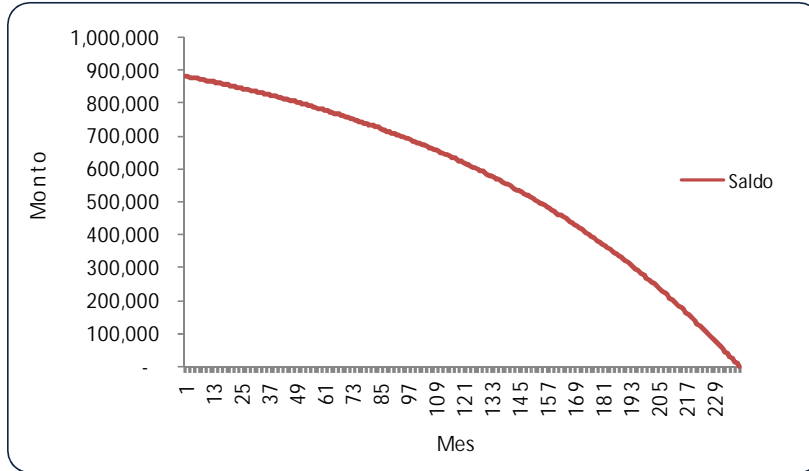
Aplicando las ecuaciones de intereses (6), amortización (7), saldo final (8) y saldo inicial (9) para los siguientes periodos se tiene que el esquema de pagos queda de la siguiente manera:

**Tabla 1. Tabla de Amortización con Pagos Fijos**

Mes	Saldo Inicial	Pago mensual	Intereses	Amortización	Saldo Final
1	880,000.00	9,083.26	8,066.67	1,016.59	878,983.41
2	878,983.41	9,083.26	8,057.35	1,025.91	877,957.50
3	877,957.50	9,083.26	8,047.94	1,035.31	876,922.18
...	...	...	...	...	...
119	665,396.54	9,083.26	6,099.47	2,983.79	662,412.75
120	662,412.75	9,083.26	6,072.12	3,011.14	659,401.60
121	659,401.60	9,083.26	6,044.51	3,038.74	656,362.86
...	...	...	...	...	...
238	26,757.72	9,083.26	245.28	8,837.98	17,919.74
239	17,919.74	9,083.26	164.26	8,918.99	9,000.75
240	9,000.75	9,083.26	82.51	9,000.75	0
Total		<b>2,179,981.88</b>	<b>1,299,981.88</b>	<b>880,000.00</b>	

La siguiente gráfica muestra el saldo insoluto en cada mes y su liquidación en el plazo pactado.

**Ilustración 1. Amortización con Pagos Fijos**



Sin embargo, el saldo inicial también se puede ver como el producto de una anualidad y el pago mensual. La manera de calcular una anualidad es la siguiente:

$$a_n = \frac{1-v^{-n}}{i} \tag{10}$$

De esta forma, utilizando anualidades el saldo inicial se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Saldo inicial}_{\text{mes } i} = a_{n-i+1} R = \frac{1-v^{-(n-i+1)}}{i} R \quad (11)$$

Utilizando la ecuación anterior se puede obtener cualquier saldo al inicio del periodo sin tener que calcular la tabla de amortización.

#### Ejemplo 4. Calcular el saldo inicial con anualidades:

Utilizando la ecuación 11 para obtener el saldo inicial del mes 120 se tiene que:

$$\begin{aligned} \text{Saldo inicial}_{\text{mes } 120} &= a_{240-120+1} R = a_{121} R = \frac{1-v^{-121}}{0.11/12} 9,083.26 \\ &= 72.9267 \cdot 9,083.26 = 662,412.90 \end{aligned}$$

- **Método de pagos variables**

A diferencia del método anterior, el cobro de los intereses hace que esta manera de amortizar un crédito hipotecario sea diferente. En este caso, la situación a estudiar es cuando la tasa de interés se mantiene constante sólo por un periodo de tiempo y posteriormente toma un valor diferente para otro lapso de tiempo de igual magnitud. Estos cambios en los niveles de las tasas se detienen cuando alcanzan un valor límite.

En este caso, se supone que tanto el valor de la tasa inicial como los diferentes aumentos (o decrementos) que se presentan, son conocidos desde el inicio del contrato por lo que se puede calcular el esquema de pagos. Los movimientos que se tengan sobre la tasa

inicial pueden aumentar o disminuir dependiendo de las condiciones pactadas. La amortización se mantiene constante.

### Ejemplo 5. Calcular una tabla de amortización con pagos variables:

Para analizar la situación, supongamos un crédito con un monto de \$880,000, con duración de 20 años realizando pagos mensuales.

La tasa de interés comienza con un valor del 10% anual y los incrementos son de 25 puntos base por año aplicables durante 8 años, es decir,

Tabla 2. Ejemplo de Amortización con Pagos Variables.

Años	Tasa de interés anual	Mensualidad
Año 1 al 4	10%	1 a la 48
Año 5 al 8	11%	49 a la 96
Año 9 al 12	12%	97 a la 144
Año 13 en adelante	13%	145 en adelante

Para calcular los intereses se utiliza la ecuación 6 por lo que:

$$Intereses_{mes 1} = Saldo\ inicial \ Tasa\ de\ interés\ mensual = 880,000 \ \frac{0.10}{12} = 7,333.33$$

Dado que la amortización es constante en cada mes, la amortización se calcula de la siguiente manera:

$$Amortización_{mes i} = \frac{Monto\ del\ Crédito}{Número\ de\ periodos} \quad (12)$$

Por lo que de manera práctica, en cada mes se amortiza la siguiente cantidad:

$$Amortización_{mes\ i} = \frac{Monto\ del\ Crédito}{Número\ de\ periodos} = \frac{880,000}{240} = 3,666.67$$

De esta manera, con la ecuación 3 se tiene que el pago mensual es de:

$$\begin{aligned} Pago\ mensual_{mes\ 1} &= Amortización + Intereses \\ &= 3,666.67 + 7,333.33 = 11,000.00 \end{aligned}$$

A partir de la ecuación 8, el saldo final es igual a:

$$Saldo\ final\ del\ periodo_{mes\ 1} = 880,000 - 3,666.67 = 876,333.33$$

Como para la segunda mensualidad se tiene un saldo diferente, se tiene que los intereses (6) y el pago mensual (3) quedan de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} Intereses_{mes\ 2} &= Saldo\ inicial_{mes\ 2} \cdot Tasa\ de\ interés\ mensual \\ &= 876,333.33 \cdot \frac{0.10}{12} = 7,302.78 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Pago\ mensual_{mes\ 1} &= Amortización + Intereses \\ &= 3,666.67 + 7,302.78 = 10,969.45 \end{aligned}$$

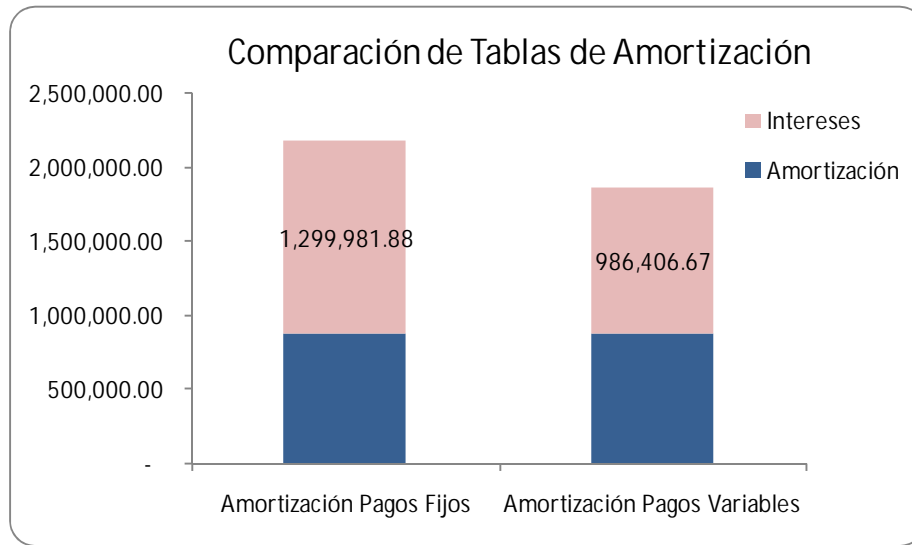
Con base a las ecuaciones de pago mensual (3), intereses (6), amortización (7) saldo final (8) y saldo inicial (9) se obtiene la Tabla 3.

**Tabla 3. Tabla de Amortización con Pagos Variables.**

<b>Mes</b>	<b>Saldo Inicial</b>	<b>Pago mensual</b>	<b>Intereses</b>	<b>Amortización</b>	<b>Saldo Final</b>
<b>1</b>	880,000.00	11,000.00	7,333.33	3,666.67	876,333.33
<b>2</b>	876,333.33	10,969.45	7,302.78	3,666.67	872,666.67
<b>3</b>	872,666.67	10,938.89	7,272.22	3,666.67	869,000.00
...	...	...	...	...	...
<b>48</b>	707,666.67	9,563.89	5,897.22	3,666.67	704,000.00
<b>49</b>	704,000.00	10,120.00	6,453.33	3,666.67	700,333.33
<b>50</b>	700,333.33	10,086.39	6,419.72	3,666.67	696,666.67
...	...	...	...	...	...
<b>96</b>	531,666.67	8,540.28	4,873.61	3,666.67	528,000.00
<b>97</b>	528,000.00	8,946.67	5,280.00	3,666.67	524,333.33
<b>98</b>	524,333.33	8,910.00	5,243.33	3,666.67	520,666.67
...	...	...	...	...	...
<b>144</b>	355,666.67	7,223.33	3,556.67	3,666.67	352,000.00
<b>145</b>	352,000.00	7,480.00	3,813.33	3,666.67	348,333.33
<b>146</b>	348,333.33	7,440.28	3,773.61	3,666.67	344,666.67
...	...	...	...	...	...
<b>238</b>	11,000.00	3,785.83	119.17	3,666.67	7,333.33
<b>239</b>	7,333.33	3,746.11	79.44	3,666.67	3,666.67
<b>240</b>	3,666.67	3,706.39	39.72	3,666.67	0
<b>Total</b>		<b>1,866,406.67</b>	<b>986,406.67</b>	<b>880,000.00</b>	

Cada esquema de pagos tiene diferentes ventajas dependiendo de las necesidades del solicitante del crédito. Sin embargo, si ambos métodos de amortización manejan una tasa de interés similar, en el método de pagos variables, el pago total de los intereses es menor con respecto al método de pagos fijos, a pesar de que la tasa aumenta cada determinado tiempo. Esta característica hace que sea atractivo un crédito de dichas condiciones.

**Ilustración 2. Comparación de pagos**



Por otro lado, si se deseara que ambos métodos pagaran el mismo monto de intereses, entonces se tendría que la tasa de interés del método de pagos fijos debería ser aproximadamente de 8.75%.

# CRÉDITO HIPOTECARIO EN MÉXICO

---

## Entidades Reguladoras

Todas las instituciones financieras que laboran en nuestro país se encuentran supervisadas por diversas entidades que se encargan de vigilar que cada institución cumpla correctamente su papel como intermediario financiero.

En el sector hipotecario las principales autoridades que se encargan de realizar dichas tareas son:

### **a) Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP)**

La SHCP es una institución gubernamental que se encarga, principalmente, de dirigir la política económica del gobierno mexicano. Entre sus funciones se encuentran<sup>1</sup>:

- Proyectar y calcular los ingresos de la Federación, así como del Distrito Federal y las entidades paraestatales
- Manejar la deuda pública de la Federación.
- Autorizar todas las operaciones que hagan uso del crédito público.
- Planear, coordinar, evaluar y vigilar el sistema bancario que comprende al Banco Central, a la Banca Nacional de Desarrollo y demás instituciones encargadas de prestar servicios de banca y crédito.
- Controlar y vigilar el cumplimiento de las disposiciones fiscales en cobro de impuestos y contribuciones.

Además, junto con el Banco de México, es la base del sistema financiero mexicano.

---

<sup>1</sup> Ley Orgánica de la Administración Pública Federal. TÍTULO SEGUNDO De la Administración Pública Centralizada. Capítulo II De la competencia de las Secretarías de Estado, Departamentos Administrativos y Consejería Jurídica del Ejecutivo Federal. Artículo 31.



## **b) Banco de México (Banxico)**

De acuerdo al Artículo 28 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, es el banco central de nuestro país. Además, es el único banco autónomo tanto en sus funciones como en su administración. El objetivo<sup>2</sup> es el de procurar la estabilidad de la moneda nacional. Ninguna autoridad podrá ordenar al banco conceder financiamiento.

De acuerdo al Artículo 3 de la Ley del Banco de México se establece que algunas de sus actividades son:

- Regular la emisión y circulación de la moneda, la intermediación y los servicios financieros, así como los sistemas de pagos.
- Operar con las instituciones de crédito como banco de reserva y acreditante de última instancia.
- Prestar servicios de tesorería al Gobierno Federal y actuar como su agente financiero.
- Fungir como asesor del Gobierno Federal en materia económica y financiera

El Banco Central regula los cambios, así como la intermediación y los servicios financieros, contando con las atribuciones de autoridad necesarias para llevar a cabo dicha regulación y proveer a su observancia.

## **c) Comisión Nacional Bancaria y de Valores (CNBV)**

Por otra parte, la CNBV tiene por objeto supervisar y regular a las entidades financieras, a fin de procurar su estabilidad y correcto funcionamiento, así como fomentar el sano y equilibrado desarrollo del sistema financiero en su conjunto, en protección de los intereses del público inversionista<sup>3</sup>.

---

<sup>2</sup> Ley del Banco de México. Capítulo I De la naturaleza, las finalidades y las funciones. Artículo 2.

<sup>3</sup> Ley de la Comisión Nacional Bancaria y de Valores. TÍTULO PRIMERO De la Naturaleza, Objeto y Facultades. Capítulo I De la Naturaleza y Objeto. Artículo 2.

Para el cumplimiento de sus objetivos cuenta con facultades otorgadas por las leyes del sistema financiero mexicano, además de emitir las propias. También funciona como organismo de consulta en el ámbito financiero.

#### **d) Comisión Nacional de Seguros y Fianzas (CNSF)**

Asimismo, la CNSF es un organismo que se encarga de supervisar la operación del sector asegurador y afianzador apegándose al marco normativo preservando la solvencia y estabilidad financiera de las instituciones para garantizar los intereses del público usuario, así como promover el sano desarrollo de estos sectores con el propósito de extender la cobertura de sus servicios a la mayor parte de la población<sup>4</sup>.

Tiene por objeto vigilar e inspeccionar las instituciones y sociedades mutualistas, así como a otras instituciones que determine la ley.

#### **e) Comisión Nacional para la Defensa de los Usuarios de Servicios Financieros (CONDUSEF)**

Es una institución de carácter público dependiente de la SHCP. La CONDUSEF tiene la labor de promover, asesorar, proteger y defender los derechos e intereses de los usuarios, así como arbitrar sus diferencias de manera imparcial<sup>5</sup>, es decir, funciona como intermediario mediador atendiendo las quejas y problemáticas que se presentan durante el uso de dichos servicios. Actúa como una entidad de apoyo.

También se encarga de fomentar el desarrollo de una cultura educativa financiera<sup>6</sup> y verifica que la publicidad se utilice de acuerdo a la información aplicada en los productos, inclusive proporciona distintos tipos de materiales ilustrativos para tomar decisiones adecuadas en la selección de los instrumentos o servicios.

---

<sup>4</sup> <http://www.cnsf.gob.mx/AcercadelaCNSF/Paginas/Principios.aspx> abril 2009.

<sup>5</sup> Ley de Protección y Defensa al Usuario de Servicios Financieros. Título PRIMERO Capítulo Único Disposiciones Generales. Artículo 5.

<sup>6</sup> [http://www.condusef.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=57&Itemid=55](http://www.condusef.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=57&Itemid=55) abril 2009

## **f) Bolsa Mexicana de Valores (BMV)<sup>7</sup>**

La Bolsa Mexicana de Valores (BMV) es un mercado organizado encargado de facilitar las transacciones de valores, para ello establece las instalaciones, locales, los mecanismos y el sistema para satisfacer la oferta y demanda de los productos.

Se encarga de regular que las negociaciones se lleven a cabo de manera correcta conforme a los lineamientos establecidos. Además establece medidas necesarias para las operaciones que se realicen en la BMV.

A través de SHCP, la Ley del Mercado de Valores permite realizar a la BMV todas sus actividades.

## **Entidades de crédito**

Las instituciones financieras que otorgan mayor número de créditos hipotecarios son el Infonavit, Fovissste, las Sofoles, Sociedad Hipotecaria Federal (SHF) y los bancos.

### **a) Institución del Fondo Nacional para la Vivienda de los Trabajadores (Infonavit)**

El Infonavit tiene como objetivo principal otorgar créditos hipotecarios a sus derechohabientes para la adquisición, remodelación o ampliación de la vivienda. El préstamo se otorga sólo una vez a cada derechohabiente. Los recursos que adquiere son de manera tripartita, es decir, se utiliza un fondo en donde los ahorros de los trabajadores, la empresa y el gobierno generan aportaciones para el otorgamiento del crédito.

Básicamente utilizan tres planes de financiamiento, el tradicional o crédito Infonavit, el crédito en cofinanciamiento o COFINAVIT y el crédito con apoyo Infonavit.<sup>8</sup>

---

<sup>7</sup> Inducción al Mercado de Valores. BMV-Educación (Bolsa Mexicana de Valores), México, 2005, pág. 28

El crédito tradicional es la cantidad que otorga el Infonavit directamente a los derechohabientes el cual tiene límite para la adquisición de la vivienda. El plazo es de 30 años y se puede juntar con el crédito del cónyuge. Además, cuenta con un seguro de vida y seguro contra daños.

El crédito en cofinanciamiento es un préstamo que realizan de manera conjunta entre el Infonavit y otra institución de crédito como un banco o una Sofol. El valor de la vivienda no tiene límite. Sin embargo, tiene las mismas características que el crédito tradicional.

El crédito con apoyo Infonavit es un crédito que proporciona un banco o una sofol, sólo que la garantía que utilizan son las aportaciones del Infonavit. El valor de la vivienda no tiene límite. Las aportaciones que realiza el patrón pueden ser consideradas como pagos anticipados para amortizar el capital lo que provoca una menor duración del contrato o que el pago mensual sea menor.

Además, el Infonavit se encuentra incorporado al sistema de pensiones en México administrando las cuentas individuales de sus derechohabientes, lo que implica que las aportaciones recibidas que no sean utilizadas por motivo de un crédito hipotecario pueden ser empleadas como un fondo de retiro.

El Infonavit emite una serie de **Certificados de Vivienda de Interés Social (Cedevis)** que son certificados bursátiles respaldados por hipotecas. El objetivo de dichos certificados es obtener mayor cantidad de recursos, provocando que sean “una fuente de financiamiento alterna, ya que los recursos provenientes de la colocación se reinvierten en los nuevos créditos que se otorgarán a los trabajadores derechohabientes”<sup>9</sup>.

Los créditos hipotecarios que respaldan la emisión son hipotecas originadas por el propio Instituto, es decir, no se incluyen hipotecas que fueron originadas por programas que requieren del apoyo de institución de crédito para obtener un cofinanciamiento.

Los Cedevis fueron colocados por primera vez en el 2004. Los certificados estaban denominados en moneda nacional, posteriormente, los Cedevis comenzaron a ser denominados en UDIs. Normalmente son adquiridos por afores<sup>10</sup>, aseguradoras, casas de

---

<sup>8</sup><http://portal.infonavit.org.mx/wps/portal/TRABAJADORES/Como%20puedes%20resolver%20tu%20necesidad%20de%20vivienda/Que%20opciones%20de%20credito%20tengo/Credito%20Infonavit/> abril 2009

<sup>9</sup>[http://portal.infonavit.org.mx/inf\\_general/cedevs/index.html](http://portal.infonavit.org.mx/inf_general/cedevs/index.html) abril 2009

<sup>10</sup> Administradora de Fondos para el Retiro

bolsa y fondos de inversión. Tienen una buena referencia a partir de las opiniones que reciben por parte de las calificadoras que se encuentran en nuestro país dependiendo del nivel de riesgo crediticio, ya que son instrumentos que se encuentran respaldados por una institución gubernamental lo que representa una buena calidad en el cumplimiento de pagos.

En la actualidad, el Infonavit ha colocado cerca de 20 emisiones, además también ha realizado colocaciones de certificados en el extranjero.

El objetivo fundamental de los Cedevis es llevar a cabo la bursatilización en el mercado de valores de créditos hipotecarios originados por el Infonavit. Para la emisión de los Certificados Bursátiles es necesario llevar a cabo un contrato de fideicomiso<sup>11</sup>, donde el Infonavit siendo el fideicomitente cede los derechos de un conjunto de créditos hipotecarios a favor del fiduciario, que en este caso es Nacional Financiera, a cambio de recibir el monto total que se obtenga de la colocación de los certificados bursátiles después de haber deducido el monto de los gastos de la emisión, que el fideicomiso liquidará por los derechos cedidos a partir de los recursos que se obtenga del público inversionista por la colocación de dichos certificados.

Una vez realizada la emisión, con los recursos obtenidos de la colocación de los certificados bursátiles, se cubre el importe por la cesión de los derechos correspondientes a los créditos hipotecarios. Posteriormente, la fuente de pago será el patrimonio del fideicomiso que se genera a partir de los derechos de los créditos hipotecarios.

El Infonavit continúa siendo el responsable de continuar con la cobranza de los créditos hipotecarios, asimismo lleva a cabo el cobro de las aportaciones patronales y los trabajadores en sus salarios. El hecho de que un crédito hipotecario sea incluido para la bursatilización, no modifica el contrato pactado entre el acreditado y el acreedor, en este caso Infonavit.

Para garantizar que se realiza el buen funcionamiento de cobro, se crea una figura que tiene la labor de supervisar y verificar que el Infonavit cumple con lo debido. Además el

---

<sup>11</sup> Contrato por el cual el fideicomitente destina ciertos bienes a un fin lícito determinado, encomendando la realización de ese fin a una institución fiduciaria. IBARRA HERNÁNDEZ, Armando. *Diccionario Bancario y Bursátil*. Porrúa, México, 1998, pág. 81

administrador sirve como canal de información para los tenedores de los certificados para proveer información relacionada con los créditos hipotecarios<sup>12</sup>.

La fecha de vencimiento es la que se estipula en cada emisión, sin embargo los certificados bursátiles pueden vencerse antes de esa fecha, en caso de que ocurra una causa de incumplimiento.

Los Cedevis han sido instrumentos financieros muy útiles para el Infonavit, ya que con ellos han incrementado su flujo de efectivo para poder otorgar mayor número de créditos en el país.

## **b) Fondo de Vivienda del Instituto de Seguridad y Servicios Social de los Trabajadores del Estado (Fovissste)**

El Fovissste tiene como objetivo establecer y operar un sistema de financiamiento que permita obtener crédito barato y suficiente, mediante préstamos con garantía hipotecaria. Los créditos se pueden otorgar sólo una vez<sup>13</sup>.

De acuerdo a la Ley del ISSSTE del 2007, el Artículo 168 establece que los recursos del fondo se integran por:

1. Las aportaciones entregadas al ISSSTE a favor del trabajador por parte de las Dependencias y Entidades.
2. Los bienes y derechos adquiridos por cualquier título.
3. Los rendimientos que se obtengan de las inversiones de los recursos mencionados.

Además presenta varios planes de financiamiento<sup>14</sup>.

El crédito tradicional funciona de manera similar al del Infonavit. El préstamo lo otorga el fondo directamente al acreditado y tiene un plazo máximo de 30 años. Tanto la tasa de interés y el monto del crédito están en función al sueldo mensual del trabajador.

---

<sup>12</sup> [http://www.infonavit.gob.mx/inf\\_general/cedevs/index.html](http://www.infonavit.gob.mx/inf_general/cedevs/index.html) abril 2009

<sup>13</sup> Ley del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado. Capítulo IX Del Sistema Integral del Crédito. Sección II Del Crédito para Vivienda. Artículo 167

<sup>14</sup> [http://www.fovissste.gob.mx/wb/Fovi/Fovi\\_CH](http://www.fovissste.gob.mx/wb/Fovi/Fovi_CH) abril 2009

El crédito conyugal es una alianza entre el Infonavit y el Fovissste. Consiste en otorgar un préstamo para una pareja casada donde uno de ellos cotice para el Fovissste y el otro para el Infonavit. Los derechohabientes deben cumplir con los requisitos de cada fondo, además de existir un monto máximo para el valor de la vivienda.

El crédito para pensionados es un crédito para personas que ya no se encuentran laborando actualmente. El monto máximo del crédito tiene un límite menor al resto de los planes. La tasa de interés está en función del monto de la pensión y el plazo es de 20 años como máximo.

El crédito con subsidio es un programa creado por el gobierno federal con el objetivo de realizar préstamos a personas de escasos recursos. Para el funcionamiento del plan, existe un convenio entre el fondo, la Comisión Nacional para la Vivienda (CONAVI) y la Sociedad Hipotecaria Federal (SHF). El gobierno concede una cantidad de dinero para cubrir una parte de los montos del crédito.

Por último, los créditos aliados son préstamos que otorga el ISSSTE con la ayuda de una institución financiera. El crédito consiste en que las aportaciones del trabajador se junten con el 5% de las aportaciones futuras y la cantidad restante lo complementa la entidad crediticia.

### **c) Sociedades Financieras de Objeto Limitado (Sofoles)**

Las Sofoles son sociedades financieras autorizadas por la SHCP, reglamentadas por el Banco de México y supervisadas por la CNBV<sup>15</sup>. Tienen como principal objetivo el de otorgar diferentes tipos de créditos a algún sector o actividad específica. Debido a ello, se puede decir que las Sofoles son sociedades especializadas.

El préstamo lo otorgan a un sector específico como son el automotriz, hipotecario, crédito personal o empresarial, entre otros. Tienen prohibido otorgar crédito a un sector o actividad distinto al que fueron autorizadas.

---

<sup>15</sup> [http://www.condusef.gob.mx/PDF-s/cuadros\\_comparativos/otros\\_sectores/sofoles/sofoles.swf](http://www.condusef.gob.mx/PDF-s/cuadros_comparativos/otros_sectores/sofoles/sofoles.swf) abril 2009

Las Sofoles hipotecarias ofrecen diferentes tipos de productos para financiar la adquisición de una vivienda. Aunque los créditos ofrecidos varían dependiendo de cada sofol, las características que presentan generalmente son similares, como el tiempo máximo de la vigencia del contrato que es de 30 años, presentan planes de financiamiento con esquemas ligados a las personas que cotizan al Infonavit y Fovissste.

Estas sociedades realizan actividades muy similares a instituciones de crédito, sin embargo, por la autorización concedida por la SHCP, las operaciones que realizan son limitadas. Por lo que la captación de recursos es diferente.

La captación de recursos se realiza a través de la colocación de valores o solicitando préstamos a otras instituciones, por lo que actúan como intermediarios.

En un principio, las Sofoles adquirían líneas de crédito a través de la Sociedad Hipotecaria Federal (SHF) que era la única institución encargada de apoyar a las sofoles. Posteriormente, los bancos también realizaron préstamos al observar que era una actividad redituable. En la actualidad, los recursos los obtienen de manera privada y gubernamental.

Existe un programa que cuenta con la participación de la SHF, el Banco del Ahorro Nacional y Servicios Financieros (Bansefi) y el Instituto para Mexicanos en el Exterior (IME) que se encarga de que mexicanos migrantes que se encuentran en Canadá y Estados Unidos puedan comprar una casa para su cónyuge o familiar en México. Las remesas se utilizan como pago mensual de la hipoteca. Es importante que el beneficiario actúe como co-adreditado.

#### **d) Sociedad Hipotecaria Federal (SHF)**

La SHF es una institución financiera que promueve la adquisición y construcción de viviendas. Anteriormente era el Fondo de Operación y Financiamiento Bancario a la vivienda (FOVI). Es una institución perteneciente a la Banca de Desarrollo<sup>16</sup> cuyo objetivo

---

<sup>16</sup> El Artículo 30 de la Ley de Instituciones de Crédito establece que las Instituciones de Banca de Desarrollo tienen como objeto fundamental facilitar el acceso al financiamiento a personas físicas y morales, así como proporcionarles asistencia técnica y capacitación en términos de sus respectivas leyes orgánicas.



es el de promover el desarrollo de diferentes sectores productivos del país conforme a lo estipulado en el Plan Nacional de Desarrollo<sup>17</sup>.

Algunas de las funciones principales que realiza son las de otorgar apoyos financieros para la adquisición o mejoramiento de la vivienda, otorga garantías a las instituciones financieras sobre el incumplimiento de pagos y además promueve la bursatilización de carteras hipotecarias.

La SHF no otorga créditos hipotecarios a las personas, sino que lo realiza mediante un intermediario financiero, como los bancos o sofoles hipotecarias quienes se encargan desde seleccionar al acreditado hasta finalizar el contrato.

Existen varios planes de financiamiento en el que los intermediarios obtienen recursos mediante la SHF. Básicamente, se puede decir en esas ocasiones que el préstamo que recibe el acreditado lo obtiene del intermediario quien a su vez obtuvo el crédito de la SHF. Esta acción provoca que se otorguen más créditos hipotecarios.

De manera similar al Infonavit, la SHF promueve la bursatilización de carteras hipotecarias mediante la emisión de **Bonos Respaldados por Hipotecas (Borhis)** que son instrumentos que utilizan un conjunto de hipotecas como respaldo.

Los Borhis funcionan de tal manera que los originadores del préstamo individual ceden los derechos de un conjunto de créditos hipotecarios a un fiduciario emisor. El fiduciario con la ayuda de la SHF adjunta una serie de garantías, como la Garantía de Pago Oportuno y la Garantía de Incumplimiento, para que la emisión resulte más atractiva.

Posteriormente se tiene la obligación de realizar la emisión y venta de los certificados bursátiles. Una vez finalizada la colocación de los Borhis, la institución crediticia originadora de los créditos recibe el monto total de la venta.

Existe un administrador en cada cartera que se encarga de realizar los cobros correspondientes de los créditos hipotecarios, en la mayoría de los casos los cobros los realiza la entidad financiera que otorgó el crédito original. De los pagos recibidos, se crea un fondo o patrimonio con el cual se cubre la emisión y las primas por los seguros. Cada patrimonio se crea en cada emisión que se realice, por lo que sólo cubre los derechos del

---

<sup>17</sup> <http://www.banxico.gob.mx> abril 2009

certificado bursátil emitido, es decir, no se puede ocupar un mismo patrimonio para distintas emisiones efectuadas.

Debido a que las instituciones crediticias pueden ceder los derechos de los préstamos mediante un fideicomiso, la colocación de los Borhis puede ser realizada por varias entidades, es decir, no existe sólo una emisora.

Algunas de las ventajas que presenta la emisión de los Borhis son<sup>18</sup>:

- Generan fuentes alternativas de financiamiento.
- Se utiliza el capital procedente de hipotecas.
- Bajan las tasas de interés y el pago de comisiones tanto a intermediarios como a acreditados.
- Otorgan mayores rendimientos con respecto a bonos con características similares.
- Aumentan la transparencia en créditos hipotecarios.

## **e) Bancos**

Un banco es una institución financiera que se encarga de administrar y prestar dinero. Estas sociedades atienden tanto a personas como a empresas y pertenecen a las Instituciones de Banca Múltiple<sup>19</sup>. Además, son otro tipo de entidades que también se encargan de otorgar créditos hipotecarios.

La principal manera de obtener recursos financieros es mediante la captación de dinero. Para ello tienen diferentes maneras de recaudarlo mediante diferentes productos o servicios como son cuentas de cheques, de ahorros, de inversión, tarjetas de crédito o débito, principalmente. Por administrar el dinero depositado o por el manejo de cada cuenta cobran comisiones o intereses.

---

<sup>18</sup> <http://www.comfin.com.mx/comunicados/ixe/05/jul/HIPOTECAS.pdf> abril 2009

<sup>19</sup> Las Instituciones de Banca Múltiple son sociedades anónimas facultadas para realizar operaciones de captación de recursos del público a través de la creación de pasivos directos y/o contingentes, para su colocación en el público. Estas operaciones se denominan servicios de banca y crédito. <http://www.banxico.org.mx/sistema-financiero/infor-general/intermediarios-financieros/instituciones-de-banca-multiple.html> abril 2009

Otra manera de aumentar su capacidad de crédito es realizando inversiones en diferentes sectores. Al colocar su dinero en otros ramos aumentan su capital a partir del dinero captado previamente. Ambas estrategias se utilizan con el fin de obtener mayores recursos y de esta manera continuar realizando préstamos.

Uno de los posibles préstamos que otorgan estas entidades son los créditos hipotecarios. Existen diferentes planes de financiamiento en cada banco, sin embargo, generalizando los planes que se utilizan comúnmente son créditos con tasa fija o variable, pagos conocidos, planes con apoyo de instituciones como el Infonavit, Fovissste o préstamos que en su totalidad son financiados por el banco. Dependiendo de cada opción que se seleccione existen algunas características en cada producto como son: el límite del préstamo, el porcentaje del financiamiento sobre el valor de la vivienda, el plazo máximo de la duración del contrato o las tasas de interés que se manejan.

Sin embargo, cualquier crédito se encuentra expuesto a riesgos similares a los que se han mencionado anteriormente, por lo que la adquisición de los distintos tipos de seguros garantiza una manera de recuperar la inversión realizada.

# Características del Crédito Hipotecario

---

Los créditos hipotecarios al igual que otros instrumentos de inversión presentan riesgos, sin embargo, el problema más común es cuando se presenta incumplimiento en alguno de los pagos. Esto ocasiona una variación en los flujos de efectivo causando un rendimiento distinto al proyectado, por lo que es importante cubrirse ante tales eventos.

El esquema de pagos en una tabla de amortización puede verse afectado por dos razones, el prepago y el incumplimiento. Ambas situaciones provocan efectos que alteran el rendimiento esperado por la institución financiera.

- **Incumplimiento**

El incumplimiento de los pagos se presenta cuando la situación financiera del acreditado se ha deteriorado de tal manera que pierde la capacidad de continuar realizando los pagos mensuales<sup>1</sup>. Además existen dos tipos de incumplimiento, el parcial (delinquency) y total (default).

El **incumplimiento parcial** se presenta cuando no se ha pagado la mensualidad y existe un retraso menor a tres meses.

Este tipo de incumplimiento se puede presentar porque el acreditado tal vez presente problemas financieros durante ese tiempo, sin embargo se espera que se ponga al corriente en los pagos.

Dado que el acreedor no desea que su rendimiento se vea afectado por tal situación, carga un costo de penalización.

A su vez, el **incumplimiento total** ocurre cuando los pagos no se han registrado durante por lo menos 3 meses, lo que hace suponer que el acreditado ha decidido no continuar con el cumplimiento del contrato.

---

<sup>1</sup> HU, Joseph. *Basics of Mortgage-Back Securities*. Frank J. Fabozzi Associates. 2ª ed., USA, 2001, pág. 35.

Una manera de saldar la cuenta es realizando un remate judicial sobre el inmueble el cual se logra mediante el establecimiento de un proceso judicial y la resolución de un juez. Con los recursos obtenidos del remate de la garantía, se cubre el saldo que faltaba por pagar y se da por cancelado el contrato. Los gastos generados por el proceso legal son cubiertos por el acreditado.

Otra forma de corregir la situación es mediante la realización de un “acuerdo” para evitar la venta del inmueble. De esta manera el acreditado y la entidad crediticia buscan una manera de acoplarse al problema reajustando el valor de los pagos y el monto de la deuda. En ocasiones, el refinanciamiento se ajusta a las condiciones del mercado dando origen a un “convenio judicial” o a una reestructura del crédito.

Cuando un crédito perteneciente a una cartera cae en incumplimiento provoca que la cartera pierda valor debido a que una de las garantías presenta problemas. Es por eso que se requiere que los créditos hipotecarios sean pagados puntualmente. No obstante la periodicidad del incumplimiento se presenta en menores casos con respecto a la proporción de los prepagos realizados.

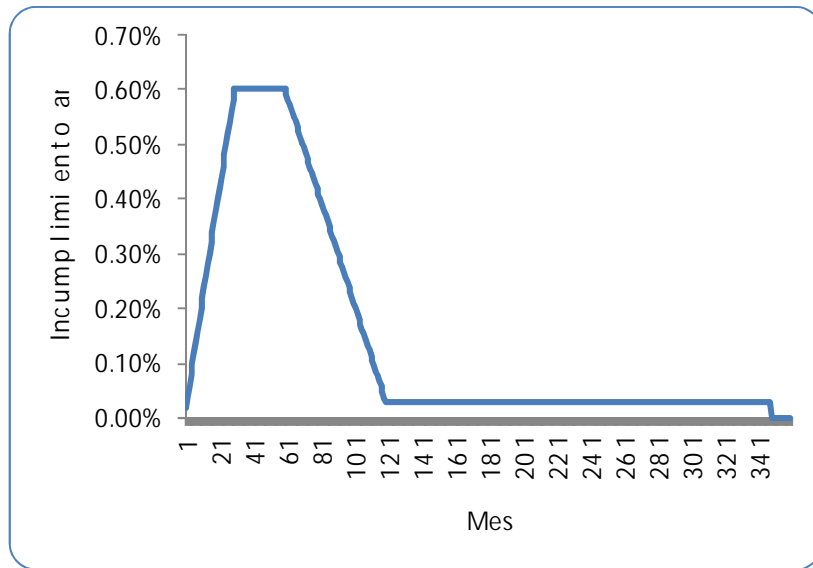
Algunos análisis internacionales muestran que el incumplimiento en una cartera de créditos se comporta de la siguiente manera<sup>2</sup>:

1. En el primer mes existe una tasa de 0.02%.
2. Del mes 1 al 30, la tasa anual de incumplimiento aumenta 0.02% por mes.
3. La tasa alcanza su valor máximo en 0.6% y se mantiene entre el mes 30 y 60.
4. Del mes 61 al 120, la tasa de incumplimiento disminuye linealmente 0.0095% por mes, desde 0.6% hasta 0.03% en el mes 120.
5. La tasa se estabiliza en 0.03% del mes 121 al 348.
6. Finalmente, durante el último año la tasa cae al 0%

---

<sup>2</sup> HU, Joseph. *Basics of Mortgage-Back Securities*. Frank J. Fabozzi Associates. 2ª ed., USA, 2001, pág. 116.

**Ilustración 1. Tasa de Incumplimiento.**



Los ejemplos siguientes se presentan para conocer las consecuencias que provoca el incumplimiento. Primero se analizan dos créditos hipotecarios, uno con incumplimiento parcial y otro con incumplimiento total. Posteriormente, se analiza el comportamiento de una cartera que presenta ambos tipos de incumplimiento.

### **Crédito 1. Crédito hipotecario con incumplimiento parcial.**

Se tiene un crédito hipotecario con las mismas características del ejemplo 1. Además, dicho crédito presenta incumplimiento del acreditado en las mensualidades 35 y 80.

En este caso, la tasa de interés moratoria es de 5% sobre el valor de la mensualidad y es fija si el retraso se presenta durante el mes posterior a la fecha de pago.

Dado que el incumplimiento implica no realizar el pago programado se tiene que:

$$Incumplimiento_{mes\ i} = Pago\ Programado_{mes\ i} \quad (13)$$

De esta manera, en la siguiente mensualidad se debe cubrir tanto el pago programado de ese mes como el pago incumplido más el cargo por el retraso:

$$\text{Interés Moratorio}_{\text{mes } i} = \text{Pago Realizado}_{\text{mes } i-1} \cdot \text{Tasa Moratoria} \quad (14)$$

$$\begin{aligned} \text{Pago Realizado}_{i+1} &= \text{Pago Programado}_{i+1} + \\ &\text{Pago Programado}_i + \text{Interés moratorio} \end{aligned} \quad (15)$$

De manera práctica y usando la ecuación 13 se tiene que el incumplimiento en el mes 35 es:

$$\text{Incumplimiento}_{\text{mes } 35} = 9,083.26$$

A partir de las ecuaciones 14 y 15, se obtiene que el interés moratorio y el pago realizado en el mes 36 son:

$$\begin{aligned} \text{Interés Moratorio}_{\text{mes } 36} &= \text{Pago Realizado}_{\text{mes } 35} \cdot \text{Tasa Moratoria} \\ &= 9,083.26 \cdot 0.05 = 454.16 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pago Realizado}_{36} &= 9,083.26 + 9,083.26 + 454.16 \\ &= 9,083.26 + 9,537.42 = 18,620.68 \end{aligned}$$

Utilizando las ecuaciones del incumplimiento (13), del interés moratorio (14) y del pago realizado después del incumplimiento (15) en el mes 80 se tiene que:

**Tabla 1. Tabla de Amortización con incumplimiento parcial Crédito 1.**

Mes	Saldo Inicial	Pago Proyectado	Pago Realizado	Incumplimiento	Interés Moratorio	Intereses	Amortización
1	880,000	9,083.26	9,083.26	0	0	8,066.67	1,016.59
2	878,983.41	9,083.26	9,083.26	0	0	8,057.35	1,025.91
3	877,957.50	9,083.26	9,083.26	0	0	8,047.94	1,035.31
...	...	...	...	...	...	...	...
34	841,032.31	9,083.26	9,083.26	0	0	7,709.46	1,373.80
35	839,658.51	9,083.26	0	9,083.26	0	7,696.87	0
36	847,355.38	9,083.26	18,620.68	0	454.16	7,767.42	10,399.09
...	...	...	...	...	...	...	...
79	765,058.16	9,083.26	9,083.26	0	0	7,013.03	2,070.22
80	762,987.94	9,083.26	0	9,083.26	0	6,994.06	0
81	769,982.00	9,083.26	18,620.68	0	454.16	7,058.17	11,108.35
...	...	...	...	...	...	...	...
238	27,624.59	9,083.26	9,083.26	0	0	253.23	8,830.03
239	18,794.55	9,083.26	9,083.26	0	0	172.28	8,910.97
240	9,883.58	9,083.26	9,974.18	0	0	90.60	9,883.58
<b>Total</b>			<b>2,181,781.64</b>	<b>18,166.52</b>	<b>908.32</b>	<b>1,300,872.80</b>	<b>880,000.00</b>

Cuando existe incumplimiento en un crédito hipotecario, el plazo de las mensualidades no se altera, es decir, se mantiene constante; sin embargo, el flujo de efectivo se comporta de distinta manera, ya que por al menos un mes, la institución de crédito no recibe el pago esperado aunque posiblemente en la mensualidad siguiente el acreditado cubra el retraso.

En el ejemplo anterior, se maneja una tasa de morosidad fija si el incumplimiento es menor a un mes, aunque existen planes de crédito que manejan un cargo por el número de días retrasados.



## Crédito 2. Crédito hipotecario con incumplimiento total.

A continuación se presenta un crédito con características similares al crédito 1, supongamos que dicho crédito presenta un incumplimiento en la mensualidad 50.

El incumplimiento total se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Incumplimiento Total}_{\text{mes } i} = \text{Saldo Inicial}_{\text{mes } i} + \text{Intereses}_{\text{mes } i} \quad (16)$$

Para obtener el saldo inicial en el mes 50, se utilizan las anualidades y a partir de la ecuación 11, se tiene que el saldo al inicio de dicho mes es:

$$\begin{aligned} \text{Saldo Inicial}_{\text{mes } 50} &= a_{240-50+1} R = a_{191} 9,083.26 \\ &= 89.9978 \cdot 9,083.26 = 817,473.80 \end{aligned}$$

Calculando los intereses que se generan en el mes 50 a partir de la ecuación 6 se tiene que:

$$\text{Intereses} = 817,473.80 \cdot \frac{0.11}{12} = 817,473.80 \cdot 0.0091667 = 7,493.51$$

Así, usando la ecuación 16, el incumplimiento total en el mes 50 alcanza un valor de:

$$\begin{aligned} \text{Incumplimiento Total}_{50} &= \text{Saldo Inicial}_{50} + \text{Intereses}_{50} \\ &= 817,473.80 + 7,493.51 = 824,967.31 \end{aligned}$$

**Tabla 2. Tabla de Amortización con incumplimiento total Crédito 2**

Mes	Saldo Inicial	Pago Proyectado	Pago Realizado	Incumplimiento	Intereses	Amortización
1	880,000.00	9,083.26	9,083.26	0	8,066.67	1,016.59
2	878,983.41	9,083.26	9,083.26	0	8,057.35	1,025.91
3	877,957.50	9,083.26	9,083.26	0	8,047.94	1,035.31
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
48	820,610.10	9,083.26	9,083.26	0	7,522.26	1,561.00
49	819,049.11	9,083.26	9,083.26	0	7,507.95	1,575.31
50	817,473.80	9,083.26	0	824,967.31	7,493.51	0
<b>Total</b>			<b>445,079.63</b>	<b>824,967.31</b>	<b>390,046.94</b>	<b>55,032.69</b>

En cualquier crédito que padezca de incumplimiento total, el monto total a deber por parte del acreditado es el saldo insoluto del periodo, el cual está compuesto por el saldo inicial más los intereses que se generen.

### Crédito 3. Cartera de créditos hipotecarios con incumplimiento parcial y total.

En ocasiones, en una cartera de créditos hipotecarios se presentan situaciones de incumplimiento de la misma manera que sucede con el prepago.

En el caso del incumplimiento es distinto. Suponiendo que la cartera está formada por 10 créditos, cada uno de ellos con un mismo monto de \$880,000 y que el incumplimiento se presenta en la Tabla 6.

**Tabla 3. Ejemplo de Amortización con incumplimiento parcial y total Crédito 3**

Número de Crédito	Mensualidad	Monto de Incumplimiento	Tipo de prepago
1	35	9,083.26	Parcial
1	80	9,083.26	Parcial
2	50	817,473.80	Total
3	150	9,083.26	Parcial
4	90	741,077.67	Total

En la Tabla 6 el monto del incumplimiento total no considera intereses sino sólo el saldo de la deuda al inicio del periodo, ya que al no continuar realizando los pagos, el monto de la cartera disminuye en esa cantidad. Sin embargo, el acreditado deberá cubrir además del monto faltante, los intereses generados. La Tabla 7 refleja los flujos de efectivo de la cartera:

**Tabla 4. Tabla de Amortización con incumplimiento parcial y total Crédito 3.**

<b>Mes</b>	<b>Saldo Inicial</b>	<b>Pago Proyectado</b>	<b>Pago Realizado</b>	<b>Incumplimiento</b>	<b>Interés Moratorio</b>	<b>Intereses</b>	<b>Amortización</b>
1	8,800,000	90,833	90,833	0	0	80,666	10,166
2	8,789,834	90,833	90,833	0	0	80,573	10,259
3	8,779,575	90,833	90,833	0	0	80,479	10,353
...	...	...	...	...	...	...	...
34	8,410,323	90,833	90,833	0	0	77,095	13,738
35	8,396,585	90,833	81,749	9,083	0	76,967	4,781
36	8,391,804	90,833	100,370	0	454	76,925	23,445
...	...	...	...	...	...	...	...
49	8,190,077	90,833	90,833	0	0	75,076	15,757
50	7,356,847	90,833	81,749	824,967	0	67,438	14,312
51	7,342,535	90,833	81,749	0	0	67,307	14,443
...	...	...	...	...	...	...	...
79	6,883,880	90,833	81,749	0	0	63,102	18,648
80	6,865,233	90,833	72,666	9,083	0	62,931	9,735
81	6,855,498	90,833	91,287	0	454	62,842	28,445
...	...	...	...	...	...	...	...
89	6,689,131	90,833	81,749	0	0	61,317	20,432
90	5,927,621	90,833	72,666	747,871	0	54,336	18,330
91	5,909,291	90,833	72,666	0	0	54,168	18,498
...	...	...	...	...	...	...	...
149	4,501,493	90,833	72,666	0	0	41,263.69	31,402
150	4,470,091	90,833	63,583	9,083	0	40,975.83	22,607
151	4,447,484	90,833	82,203	0	454	40,768.60	41,435
...	...	...	...	...	...	...	...
238	209,387	90,833	72,666	0	0	1,919.38	70,747
239	138,641	90,833	72,666	0	0	1,270.87	71,395
240	67,245	90,833	67,862	0	0	616.42	67,245
<b>Total</b>		<b>21,799,819</b>	<b>18,689,903</b>	<b>1,600,087</b>	<b>1,363</b>	<b>11,448,454.45</b>	<b>880,000</b>

En los ejemplos anteriores, los casos de incumplimiento parcial se presentan sólo en una mensualidad, es decir, que en el siguiente mes se cubre la mensualidad proyectada, la retrasada y el interés moratorio.

En cualquiera de las versiones del incumplimiento, las consecuencias que provoca en una cartera son opuestas al prepago. El plazo sólo se detiene si se abandona el pago del crédito, no así cuando se retrasan las mensualidades de manera parcial.

Existen otros problemas que enfrenta la institución de crédito, como el riesgo de crédito. Para valorar la situación económica del acreditado y evitar dicho riesgo, se utilizan los valores obtenidos de las razones del LTV y el PTI. Como ya se mencionó anteriormente, cuando el PTI registra un valor alto implica que el acreditado puede tener algunas dificultades para cubrir el pago mensual al igual que un LTV alto muestra un mayor porcentaje de financiamiento, con una probabilidad mayor de caer en incumplimiento.

Ambas causas provocan dificultades para la institución financiera al momento de recuperar su inversión, afectando el resultado de la solicitud del crédito. Sin embargo, existen seguros que pueden ser contratados por el acreedor para minimizar el impacto de dichos riesgos.

El **seguro de crédito a la vivienda** funciona de tal manera que en caso de impago por parte del acreditado, la aseguradora cubre la primera pérdida del crédito, el resto de la pérdida lo afronta la institución financiera.

Por lo general, las aseguradoras cubren un porcentaje del monto máximo de la pérdida basándose en el costo total de la recuperación. El seguro protege un porcentaje del saldo insoluto al principio del periodo, es decir, el monto restante por pagar además de los intereses que genere dicho monto.

El seguro de crédito es contratado por la institución financiera, sin embargo el acreditado es quien cubre su costo. La prima es un porcentaje sobre el valor total del inmueble y se agrega a la mensualidad calculada, cubriéndose desde el principio del contrato.

De manera general, el seguro de crédito se utiliza de la siguiente forma: el primer paso consiste en calcular el monto del crédito:

$$\text{Monto del crédito} = \text{Valor del inmueble} - \text{Enganche} \quad (17)$$

Dado que la cobertura del seguro es un porcentaje sobre el monto del crédito se tiene que:

$$\text{Cobertura del seguro} = \text{Monto del Crédito} \cdot \text{Porcentaje de cobertura} \quad (18)$$

Tanto la pérdida potencial como el porcentaje potencial de la institución financiera se calculan como se muestra a continuación:

$$\text{Pérdida potencial} = \text{Monto del crédito} - \text{Cobertura del seguro} \quad (19)$$

$$\text{Porcentaje de pérdida potencial} = \frac{\text{Pérdida potencial}}{\text{Valor del inmueble}} \quad (20)$$

### **Ejemplo 6. Comparación del uso del seguro de crédito a la vivienda.**

A continuación se realiza una comparación de dos créditos hipotecarios, uno de ellos goza de un seguro de crédito hipotecario. En ambos casos, el valor del inmueble es de \$1,000,000 mientras que el enganche que realiza el acreditado es de \$120,000. El seguro tiene un porcentaje de cobertura del 15% del monto del crédito.

A partir de la ecuación 17, el monto del crédito es igual a:

$$\text{Monto del crédito} = \text{Valor del inmueble} - \text{Enganche} = 1,000,000 - 120,000 = 880,000$$

La cobertura del seguro se obtiene de la ecuación 18 tomando un valor de:

$$\begin{aligned} \text{Cobertura del seguro} &= \text{Monto del Crédito} \times \text{Porcentaje de cobertura} = 880,000 \times 0.15 \\ &= 132,000 \end{aligned}$$

La pérdida potencial de la institución se calcula a partir de la ecuación 19.

$$\text{Pérdida potencial} = 880,000 - 132,000 = 748,000$$

La cobertura del seguro alcanza un valor máximo de \$132,000 lo que implica que el porcentaje de pérdida potencial de la institución que adquirió un seguro, calculándose con la ecuación 20, es de:

$$\text{Porcentaje de pérdida potencial con seguro} = \frac{748,000}{1,000,000} = 0.748 = 74.8\%$$

Asimismo, la institución que prefirió no asegurarse registra un porcentaje de pérdida potencial de:

$$\text{Porcentaje de pérdida potencial sin seguro} = \frac{880,000}{1,000,000} = 0.88 = 88\%$$

**Tabla 5. Comparación del uso del Seguro de Crédito a la Vivienda**

	<b>Con seguro</b>	<b>Sin seguro</b>
<b>Valor del Inmueble</b>	1,000,000	1,000,000
<b>Enganche</b>	120,000	120,000
<b>Monto del Crédito</b>	880,000	880,000
<b>Cobertura del Crédito</b>	132,000	
<b>Pérdida de la Institución Financiera</b>	748,000	880,000
<b>Porcentaje de pérdida</b>	74.8%	88%

Analizando la situación anterior, se puede ver que un crédito hipotecario que carece de un seguro a la vivienda tiene una diferencia mayor al 10% con respecto al crédito protegido, provocando pérdidas considerables en el intermediario financiero.

Un seguro de este tipo permite que sean aceptados créditos con un valor del LTV menor, ya que la posible pérdida queda cubierta en una parte por la aseguradora. Este hecho hace que sean más accesibles los créditos hipotecarios a personas que no cuentan con la posibilidad de otorgar una aportación alta.

Al mismo tiempo, cuando se tienen valores del PTI que no son recomendables, el seguro causa el mismo efecto que el provocado en el caso anterior, sólo basta recordar que cubre la primera pérdida en caso de impago.

El seguro presenta varias ventajas para ambas partes. Para el acreditado el apoyo del seguro se refleja en la adquisición de un crédito pero con un desembolso mayor a lo estipulado inicialmente o bien, conseguir un crédito de un monto mayor con los recursos disponibles.

Por otra parte, el intermediario tiene cubierta la primera franja ante un posible fallo en los pagos lo que reduce el costo del crédito. Esto permite que existan mayores posibilidades de negociar distintos tipos de créditos hipotecarios, incluyendo la bursatilización de los créditos hipotecarios.

La institución intermediaria no sólo se encuentra expuesta ante el riesgo del impago, sino que también puede ver afectado su rendimiento por fallecimiento del acreditado. En este tipo de caso, se puede cubrir a través de un seguro de vida.

El **seguro de vida** funciona una vez que el deceso del acreditado ocurra. La aseguradora cubre el saldo del capital al inicio del periodo en que ocurra el evento. El seguro también protege al acreedor en caso de que el acreditado se encuentre incapacitado total o permanentemente para continuar efectuando los pagos.

Además, debe utilizarse un seguro que proteja la garantía, es decir, el **seguro de daños**. Este seguro protege el valor del inmueble ante cualquier tipo de daños físicos a fin de evitar que la garantía pierda su valor. El seguro de daños protege al inmueble ante eventualidades o desastres naturales como terremoto, inundación, incendio o rayo huracán, principalmente. Cada protección tiene diferentes límites de indemnización dependiendo de la aseguradora.

El **seguro de desempleo** protege a la entidad intermediaria ante dos eventualidades que afectan al acreditado tales como el desempleo involuntario y la incapacidad temporal. Estas contingencias pueden alterar el cumplimiento de pagos. El seguro en el ramo de desempleo cubre al acreditado ante la pérdida del empleo siempre y cuando no sea por renuncia, despido debido a mala conducta, vencimiento del contrato o fallecimiento, entre otras causas. Mientras, la incapacidad temporal queda cubierta a consecuencia de alguna enfermedad o accidente que impida laborar al acreditado. La duración de la protección tiene caducidad, es decir, el seguro no protege al acreditado durante toda la vigencia del crédito.

- **Prepago**

El **prepago** es la cantidad excedente del pago proyectado o programado<sup>3</sup>. El que exista un exceso en la mensualidad provoca que la deuda se liquide de manera anticipada. Al mismo tiempo, al disminuir el monto con mayor rapidez provoca que los pagos posteriores de los intereses sean menores. Existen dos maneras de liquidar prematuramente un contrato, el prepago parcial y el prepago total.

---

<sup>3</sup> FABOZZI, Frank; Franco Modigliani y Michael G. Ferri. *Foundations of Financial Markets and Institutions*. Prentice Hall, 2ª ed., USA, 1998, pág. 450.



El **prepago parcial** es la cantidad superior que se realiza en un pago aunque no es suficiente para liquidar la deuda. Este tipo de prepago sólo causa que el plazo de vigencia del crédito disminuya. En este caso, pueden realizarse varios prepagos parciales durante la vida del préstamo, a pesar de ello el contrato puede continuar vigente.

El adelantar una proporción de los pagos, además de reducir el tiempo de la duración, acelera la amortización, es decir, los pagos al capital se realizan en mayores cantidades a las proyectadas al principio del préstamo.

El cálculo del pago realizado se calcula de la manera siguiente:

$$Pago Realizado_{mes\ i} = Pago Programado_{mes\ i} + Prepago Parcial_{mes\ i} \quad (21)$$

De manera similar, el **prepago total** se presenta cuando la mensualidad realizada es equivalente al valor del saldo insoluto de ese periodo, provocando que la deuda sea saldada en su totalidad lo que significa que el contrato finalice en ese momento. Dado el efecto que provoca el prepago total, sólo se puede presentar en una ocasión en cada crédito.

El pago realizado en un prepago total es análogo al prepago parcial, por lo que se define a continuación:

$$Pago Realizado_{mes\ i} = Pago Programado_{mes\ i} + Prepago Total_{mes\ i} \quad (22)$$

Asimismo, la suma de prepago total y el prepago parcial da origen al **prepago global**.

$$Prepago Global_{mes\ i} = Prepago Parcial_{mes\ i} + Prepago Total_{mes\ i} \quad (23)$$

Dado que el prepago se utiliza para amortizar el capital, la amortización total queda definida de la siguiente manera:

$$Amortización\ Total_{mes\ i} = Pago\ Realizado_{mes\ i} - Intereses_{mes\ i} \quad (24)$$

Por otro lado, la **Tasa Mensual de Prepago** es un porcentaje que mide la proporción del saldo insoluto que se está pagando de manera anticipada en cualquier momento del contrato. El cálculo de dicha tasa se muestra a continuación:

$$TPP_i = Tasa\ Prepago\ Parcial_{mes\ i} = \frac{Monto\ del\ prepago\ parcial\ del\ mes\ i}{Saldo\ insoluto\ del\ mes\ i} \quad (25)$$

$$TPT_i = Tasa\ Prepago\ Total_{mes\ i} = \frac{Monto\ del\ prepago\ total\ del\ mes\ i}{Saldo\ insoluto\ del\ mes\ i} \quad (26)$$

Además, también se pueden unir las tasas de prepago, tanto la parcial como la total, dando origen a la **Tasa de Prepago Global**.

$$TPG_i = Tasa\ Prepago\ Global_{mes\ i} = \frac{TPP_i + TPT_i}{Saldo\ insoluto\ del\ mes\ i} \quad (27)$$

De manera general, los valores de la tasa se encuentran en un intervalo limitado entre 0 y 1. Mientras la proporción sea más pequeña significa que el monto del prepago también es pequeño. Asimismo, cuando la tasa de prepago se encuentre cercana al límite superior uno, implica que el pago adelantado es casi equivalente al saldo insoluto del periodo, lo que puede significar que se liquidó la deuda, es decir, no existe un saldo remanente por cobrar.

Con el fin de analizar el efecto del prepago y los conceptos anteriores, se muestran los ejemplos siguientes:

### Crédito 1. Prepago parcial, efecto en la amortización

Utilizando los valores del ejemplo 3 y considerando que se realiza un prepago parcial con una cantidad de \$50,000 en la mensualidad 12, el esquema de pagos se obtiene como se muestra a continuación.

Usando la ecuación 21 el prepago en el mes 12 es:

$$\text{Pago Realizado}_{\text{mes } 12} = 9,083.26 + 50,000 = 59,083.26$$

De esta manera, utilizando la ecuación 11 para calcular el saldo al inicio del mes 12 es:

$$\begin{aligned} \text{Saldo inicial}_{\text{mes } 12} &= a_{240-12+1} R = a_{229} R \\ &= 95.5924 \cdot 9,083.26 = 868,290.61 \end{aligned}$$

Una vez conocido el saldo del mes 12, se calculan los intereses de dicha mensualidad. Esto se obtiene con la ecuación de los intereses (6):

$$\begin{aligned} \text{Intereses}_{\text{mes } 12} &= 868,290.61 \cdot \frac{0.11}{12} = \\ &= 868,290.61 \cdot 0.0091\bar{6} \cong 7,959.33 \end{aligned}$$

Así, se procede a calcular la amortización total del mes 12 que se obtiene con la ecuación 24 y adquiere un monto de:

$$\text{Amortización Total}_{\text{mes } 12} = 59,083.26 - 7,959.33 = 51,123.93$$

Usando la ecuación 9, se tiene que el saldo inicial es del mes 13 es:

$$\text{Saldo Inicial}_{\text{mes } 13} = 868,290.61 - 51,123.93 = 817,166.68$$

La tasa de prepago parcial del mes 12 se obtiene de la ecuación 25:

$$\begin{aligned} \text{TPP}_{12} &= \text{Tasa de Prepago Parcial}_{12} \\ &= \frac{50,000}{868,290.61} \cong 0.0576 = 5.76\% \end{aligned}$$

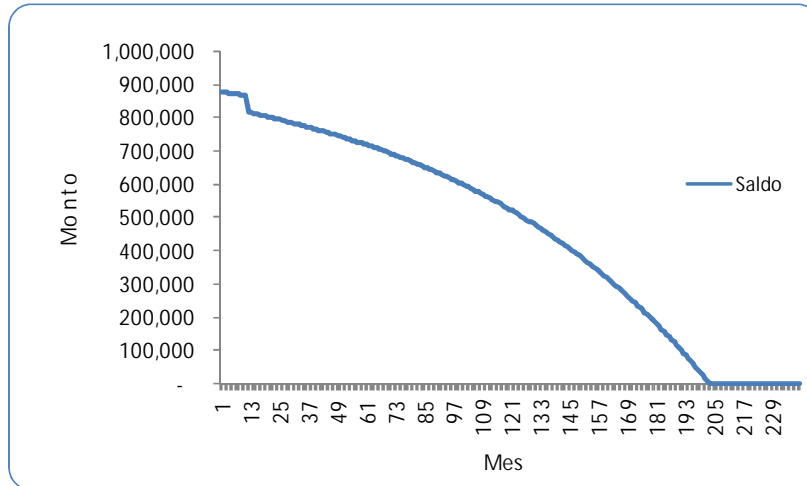
La tabla de amortización se crea con ayuda de las ecuaciones de pago programado (5), intereses (6), amortización (7), saldo inicial (8), saldo final (9), pago realizado (21) y tasa de prepago parcial (25) quedando de la siguiente manera:

**Tabla 6. Tabla de Amortización con un prepago parcial Crédito 1.**

Mes	Saldo Inicial	Pago Programado	Pago Realizado	Prepago Parcial	Intereses	Amortización	Tasa Prepago
1	880,000	9,083	9,083	0	8,067	1,017	0
2	878,983	9,083	9,083	0	8,057	1,026	0
3	877,957	9,083	9,083	0	8,048	1,035	0
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
11	869,404	9,083	9,083	0	7,970	1,114	0
12	868,291	9,083	59,083	50,000	7,959	51,124	0.0576
13	817,167	9,083	9,083	0	7,491	1,593	0
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
201	25,050	9,083	9,083	0	230	8,854	0
202	16,197	9,083	9,083	0	148	8,935	0
203	7,262	9,083	7,328	0	67	7,262	0
<b>Total</b>			<b>1,892,147</b>	<b>50,000</b>	<b>1,012,147</b>	<b>880,000</b>	

La ilustración 4 muestra la amortización del saldo con un prepagó parcial realizado en la mensualidad 12.

**Ilustración 2. Amortización con un prepagó parcial.**



En la gráfica anterior, existe un salto del saldo en el mes 12, debido al prepagó realizado. El monto del prepagó representa el 5.76% del saldo que se debe al principio del periodo.

## Crédito 2. Varios prepagos parciales, efectos en la amortización.

Como se mencionó anteriormente, pueden realizarse varios prepagos durante la vigencia del contrato. Por ejemplo, si se efectuaran tres prepagos:

- El primero con un monto de 40,000 en el periodo 12.
- El segundo por 65,000 en el periodo 90.
- El último prepagó de 25,000 en el periodo 100.

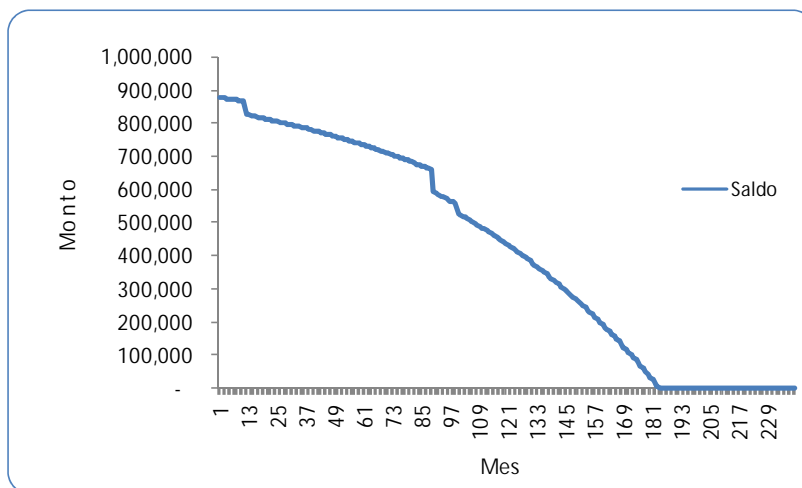
Se tiene que, utilizando las ecuaciones de pago programado (5), intereses (6), amortización (7), saldo final (8), saldo inicial (9), pago realizado (21) y tasa de prepagó parcial (25), la tabla queda como se muestra a continuación:

**Tabla 7. Tabla de Amortización con varios prepagos parciales Crédito 2.**

Mes	Saldo Inicial	Pago Proyectado	Pago Realizado	Prepago Parcial	Intereses	Amortización	Tasa Prepago
1	880,000	9,083	9,083	0	8,067	1,027	0
2	878,983	9,083	9,083	0	8,057	1,025	0
3	877,954	9,083	9,083	0	8,048	1,035	0
...	...	...	...	...	...	...	...
11	869,404	9,083	9,083	0	7,970	1,114	0
12	868,291	9,083	49,083	40,000	7,959	41,124	0.0461
13	827,167	9,083	9,083	0	7,582	1,501	0
...	...	9,083	...	...	...	...	...
89	663,319	9,083	9,083	0	6,080	3,003	0
90	660.316	9,083	74,083	65,000	6,053	68,030	0.0984
91	592,286	...	9,083	0	5,429	3,654	0
...	...	...	...	...	...	...	...
99	562,099	9,083	9,083	0	5,153	3,931	0
100	558,168	9,083	34,083	25,000	5,117	28,967	0.0448
101	529,202	9,083	9,083	0	4,851	4,232	0
...	...	...	...	...	...	...	...
182	24,063	9,083	9,083	0	221	8,863	0
183	15,200	9,083	9,083	0	139	8,944	0
184	6,256	9,083	6,013	0	57	6,256	0
<b>Total</b>		<b>1,671,319</b>	<b>1,798,550</b>	<b>130,000</b>	<b>918,550</b>	<b>880,000</b>	

Con una amortización como la que se muestra en la ilustración 5.

**Ilustración 3. Amortización con varios prepagos parciales.**



### Crédito 3. Prepago Total, efecto en la amortización

Ahora, suponiendo que un acreditado tiene un crédito con las mismas características que el ejemplo 3 y que ha cubierto sus mensualidades sin pagos adelantados, si el acreditado decidiera concluir el contrato realizando un prepago total en la mensualidad 100, se debe calcular el saldo inicial de dicho mes e incluir los intereses de dicho mes.

Para ello, primero se utiliza la ecuación 11 para conocer el saldo inicial del mes 100:

$$\begin{aligned} \text{Saldo inicial}_{\text{mes } 100} &= a_{240-100+1} R = a_{141} 9,083.26 \\ &= 78.9594 \cdot 9,083.26 = 717,209.10 \end{aligned}$$

Ahora, los intereses del mes 100 se obtienen a partir de la fórmula 6:

$$\begin{aligned} \text{Intereses}_{\text{mes } 100} &= 717,209.10 \frac{0.11}{12} \\ &= 717,209.10 \cdot 0.0091\bar{6} \cong 6,574.42 \end{aligned}$$

Para calcular el prepago total se utiliza la siguiente fórmula,

$$\text{Prepago Total}_{\text{mes } i} = \text{Saldo Inicial}_{\text{mes } i} + \text{Intereses}_{\text{mes } i} - \text{Pago Programado}_{\text{mes } i} \quad (28)$$

Regresando al ejercicio, el prepago total del mes 100 es de:

$$\text{Prepago Total}_{\text{mes } 100} = 717,209.10 + 6,574.42 - 9,083.26 = 714,700.26$$

Así, usando la ecuación 22, el pago realizado es de:

$$\text{Pago Realizado}_{\text{mes } 100} = 9,083.26 + 714,700.26 = 723,783.52$$

mientras, con la ecuación 26, la tasa de prepago total tiene un valor de:

$$TPT_{100} = \text{Tasa Prepago Total}_{100} = \frac{714,700.26}{717,209.10} = 0.9965 = 99.65\%$$

La tabla 11 se obtiene a partir de las ecuaciones pago programado (5), intereses (6), amortización (7) saldo final (8), saldo inicial (9), pago realizado (22), tasa de prepago total (26) y prepago total (28).

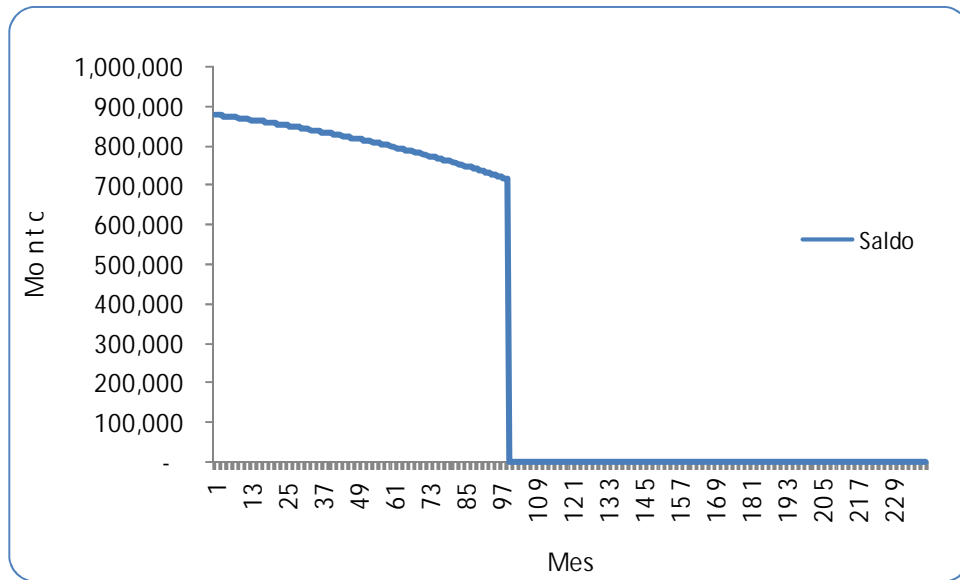
**Tabla 8. Tabla de Amortización con prepago total Crédito 3.**

Mes	Saldo Inicial	Pago Programado	Pago Realizado	Prepago Total	Intereses	Amortización	Tasa Prepago
1	880,000	9,083	9,083	0	8,067	1,017	0
2	878,983	9,083	9,083	0	8,057	1,026	0
3	877,957	9,083	9,083	0	8,048	1,035	0
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
98	722,159	9,083	9,083	0	6,620	2,463	0
99	719,695	9,083	9,083	0	6,597	2,486	0
100	717,209	9,083	723,783	714,700	6,574	717,209	0.9965
<b>Total</b>		908,326	1,623,026	714,700	743,026	880,000	

La ilustración 6 muestra la amortización del crédito en cada mes.



**Ilustración 4. Amortización con prepago total.**



Como se puede ver en los ejemplos anteriores, el efecto que causa el prepago en un crédito hipotecario es modificar la proyección de los flujos de efectivo calculados al principio del contrato. Esta consecuencia afecta el resultado de la tasa de interés esperada por el intermediario financiero obteniendo menores beneficios a los esperados.

Como se observa, existen circunstancias que pueden afectar el rendimiento de un crédito hipotecario, por ejemplo, el tipo de prepago define si se altera el saldo o el plazo del crédito.

Aunado a los puntos anteriores, se debe considerar que si se forma una cartera con un conjunto de créditos hipotecarios, el prepago puede causar distintos efectos en la tabla de amortización.

#### **Crédito 4. Amortización de una cartera con prepago parcial y total.**

Considerando que se crea una cartera con 10 créditos hipotecarios cada uno de ellos con un monto de \$1,000,000 y con pagos mensuales por 20 años, con una tasa de interés de

7% anual. Si los créditos 1, 2 y 3 pertenecieran a la cartera por valor entonces los flujos de efectivo por prepagos se comportan de la siguiente manera:

**Tabla 9. Ejemplo de Amortización con prepagos parciales y total Crédito 4.**

Número de Crédito	Mensualidad	Monto de prepago	Tipo de prepago
1	12	50,000	Parcial
2	12	40,000	Parcial
2	90	65,000	Parcial
2	100	25,000	Parcial
3	100	723,783.52	Total

mientras que el resto de los créditos pagan las mensualidades de acuerdo al esquema de pagos proyectado. Así la tabla de amortización de la cartera de créditos queda como se muestra en la tabla 13:

**Tabla 10. Tabla de Amortización con prepagos parciales y total en el Crédito 4.**

Mes	Saldo Inicial	Pago Programado	Pago Realizado	Prepago	Intereses	Amortización	Tasa Prepago
1	8,800,000	90,833	90,833	0	80,667	10,166	0
2	8,789,834	90,833	90,833	0	80,573	10,259	0
3	8,779,575	90,833	90,833	0	80,479	10,353	0
...	...	...	...	...	...	...	...
11	8,694,043	90,833	90,833	0	79,695	11,137	0
12	8,682,906	90,833	180,833	90,000	79,593	101,239	0.0104
13	8,581,667	90,833	90,833	0	78,665	12,167	0
...	...	...	...	...	...	...	...
89	7,253,407	90,833	90,833	0	66,490	24,343	0
90	7,229,064	90,833	155,833	65,000	66,266	89,56	0.0090
91	7,139,498	90,833	90,833	0	65,445	25,387	0
...	...	...	...	...	...	...	...
99	6,929,763	90,833	90,832	0	63,523	27,310	0
100	6,902,454	90,833	839,616	748,783	63,272	776,344	0.1085
101	6,126,100	90,833	81,749	0	56,156	25,593	0
...	...	...	...	...	...	...	...
226	182,820	90,833	81,749	0	1,676	80,073	0
227	102,747	90,833	81,749	0	942	80,807	0
228	21,940	90,833	22,140	0	201	21,940	0
<b>Total</b>		<b>20,709,828</b>	<b>20,391,346</b>	<b>903,783</b>	<b>11,591,346</b>	<b>8,800,000</b>	

Cuando en una cartera se presenta que algún crédito hipotecario realiza prepagos parciales el plazo de vigencia disminuye. El realizar pagos mayores a las mensualidades provoca que el crédito genere menos intereses y por lo tanto se termine de pagar con mayor rapidez.

Por otro lado, si se realizan prepagos totales el número de mensualidades no se altera, sin embargo, el monto de las mismas disminuye ya que un crédito ha sido cubierto en su totalidad y no debe continuar pagando.

# BONOS

---

Un **bono** es un título emitido a mediano o largo plazo. El emisor de un bono se compromete a pagar al acreedor el principal o valor nominal más los intereses con una cierta periodicidad. Un bono es una obligación financiera que tiene una fecha de expiración.

En otras palabras, cuando se compra un bono el inversionista realiza un préstamo a una entidad financiera, a una corporación, al gobierno o a un estado, con la promesa de regresar la cantidad inicial más cierto monto de intereses durante un periodo.

## Tipos de mercado

Cuando se realiza una emisión de un bono, el valor se ofrece al público colocando el instrumento en el mercado primario. Una vez que se completa esa fase, los inversionistas, como las casas de bolsa, pueden crear un mercado secundario para realizar acciones de compra y venta de instrumentos que han sido colocados con anterioridad. A continuación se explica el mercado primario y secundario:

El **mercado primario** es donde las empresas venden nuevas emisiones al público inversionista. Se dice que es donde los instrumentos tienen su lugar de origen ya que por primera vez son negociados<sup>1</sup>.

Asimismo, el emisor recibe nuevos recursos al ofrecer las emisiones. Mediante el capital alcanzado, la compañía emisora logra financiar los proyectos de inversión que le permiten continuar con el desarrollo deseado.

---

<sup>1</sup> LÓPEZ PASCUAL, Joaquín y Javier Rojo Suárez. *Los mercados de valores. Organización y funcionamiento*. Pirámide, España, 2004, pág. 31.

En el **mercado secundario** se realizan negociaciones entre inversionistas sobre instrumentos que ya habían sido emitidos con anterioridad. Los inversionistas acuden a este mercado de acuerdo a las necesidades que se desean satisfacer como la diversificación de cartera, obtener mejores oportunidades de rentabilidad, disminuir el riesgo o bien obtener mayor liquidez. Este mercado tiene como objetivo establecer mecanismos por los cuales los inversionistas puedan tener mayor liquidez<sup>2</sup>.

Cuando los títulos son negociados en el mercado secundario, los recursos no llegan a la entidad emisora, por lo que las ganancias o pérdidas afectan sólo a los inversionistas. La venta continua de títulos no altera la composición de los recursos de la empresa ni ve alterado el capital obtenido.

Tanto el mercado primario como el secundario ayudan a la negociación de diversos títulos, esto permite que exista un flujo constante de efectivo, proporcionando una mayor liquidez.

## Tipos de colocaciones

Las colocaciones pueden realizarse de dos maneras distintas: Oferta Pública y Oferta Privada.

Una **oferta pública** va dirigida a cualquier persona interesada en adquirir el valor promovido. Se ofrece a través de un medio masivo de comunicación en donde se especifican las características del producto<sup>3</sup>.

La **oferta privada** se dirige a un grupo inversionista específico. No es necesario el registro de la emisión en la bolsa de valores, es decir, se pueden omitir algunos requisitos como la declaración detallada o el anuncio público<sup>4</sup>. Además provoca que la tasa de interés sea superior al evitar costos de administración y suscripción.

---

<sup>2</sup> *Inducción al Mercado de Valores*. BMV-Educación (Bolsa Mexicana de Valores), México, 2005, pág. 54.

<sup>3</sup> *Inducción al Mercado de Valores*. BMV-Educación (Bolsa Mexicana de Valores), México, 2005, pág. 53

<sup>4</sup> ALEXANDER, Gordon; William F. Sharpe y Jeffery V. Bailey. *Fundamentos de Inversiones. Teoría y práctica*. Pearson Educación, 2ª ed., México, 2003, pág. 261.

## Valor de un bono

El valor de un bono está relacionado con las características de emisión del mismo, es decir, el valor nominal, plazo, cupones, tasa de interés y tasa de retorno. Cada uno de estos factores determinará los flujos que generará la emisión pero también implica el nivel de riesgo relacionado a dichos flujos.

**Valor Nominal.** También conocido como Valor de Carátula, es el valor del bono al momento de la venta que es igual a la cantidad que recibirá el inversionista cuando el bono llegue a su fin. El valor se encuentra marcado en el documento<sup>5</sup>. El bono se puede vender a rendimiento o a descuento:

- Rendimiento. Cuando un bono se vende a rendimiento es porque el precio pagado para adquirir el bono es mayor que el valor nominal.
- Descuento. Cuando un bono se vende a descuento es porque el precio pagado para adquirir el bono es menor que el valor nominal.

El término **plazo** se refiere a la fecha en que el capital o principal será pagado. Tiene un rango entre un día y treinta años.

Los **cupones** son pagos periódicos de intereses que se reciben por parte de la empresa emisora de los bonos al inversionista. Los cupones comienzan a pagarse una vez que el primer periodo ha vencido y se mantiene constante hasta finalizar la vigencia del bono<sup>6</sup>. En el último pago además del pago de los intereses también se paga el monto del valor nominal. El conjunto de cupones representa el rendimiento que otorga el bono.

La **tasa de interés** es un porcentaje que representa la proporción a pagar con respecto al valor nominal del bono. La tasa puede ser fija o flotante. Una tasa flotante es variable, usualmente depende del valor de otros índices como la Udi, TIIE o bien la tasa de Cetes. El periodo de tiempo para su pago es constante, los más comunes se realizan de manera mensual, semestral o anual.

---

<sup>5</sup> VIDAURRI, Héctor. *Matemáticas Financieras*. International Thomson Editores, 2ª ed., México, 2001, pág. 500.

<sup>6</sup> KOLB, Robert. *Inversiones*. Editorial Limusa, México, 2001, pág. 47.

La **tasa de retorno** se obtiene calculando el porcentaje de las ganancias con respecto al valor que se pagó por el bono. Existen modalidades de este tipo de tasa. La **tasa de retorno ordinario**, calcula la tasa de retorno de un bono de manera anual, esto se obtiene a partir de dividir la suma de los pagos de los intereses durante un año entre el valor del bono. Por otra parte, la **tasa de retorno de maduración** calcula el retorno total que se obtiene por adquirir el bono hasta su maduración. Esta variante se utiliza en muchos casos para comparar bonos que tienen diferentes cupones y vencimientos.

## Tipos de bonos

Los bonos se pueden clasificar de distintas maneras:

Por el emisor:

- **Gubernamental.** Son bonos emitidos por el Estado, por lo que se consideran instrumentos seguros. También pueden ser emitidos por los Gobiernos de los Estados de la Federación.
- **Privado.** Son instrumentos emitidos por instituciones no gubernamentales o de una empresa privada<sup>7</sup>. También se les denomina deuda privada.

Por su estructura:

- **Bono a Tasa Fija.** La tasa de interés se establece desde el principio del contrato y se mantiene constante hasta el momento de vencimiento del bono, por lo que el cupón tiene el mismo valor.
- **Bono a Tasa Variable.** La tasa de interés está vinculada a referencias actuales del mercado<sup>8</sup>, como índices, activos financieros o inclusive depende del nivel de otra tasa, por ejemplo la que presentan los Cetes, lo que provoca que los cupones tengan diferentes valores.
- **Bono con Descuento:** Este tipo de bonos tiene el precio de venta menor que el valor nominal del instrumento. El rendimiento que obtiene el

---

<sup>7</sup> LÓPEZ PASCUAL, Joaquín y Javier Rojo Suárez. *Los mercados de valores. Organización y funcionamiento*. Pirámide, España, 2004, pág. 406.

<sup>8</sup> BODIE, Zvi; Alex Kane y Alan J. Marcus. *Principios de Inversiones*. McGraw Hill, 5ª ed., España, 2004, pág. 222.

inversionista además de los cupones es la diferencia del precio de compra y el valor nominal<sup>9</sup>.

- **Bono Cupón Cero.** Es una variante del bono con descuento. Este tipo de bono no registra ningún pago por cupones durante su vigencia. Sólo se realiza un pago al final de la emisión donde se obtiene tanto la devolución del principal como los intereses<sup>10</sup>. Mientras más cercana se encuentre la fecha de vencimiento, el precio al que se negocia es más similar al valor nominal del bono.
- **Bono con Cupones:** Realizan pagos periódicos de interés durante la vida del bono. Al finalizar la vigencia, se paga el último cupón además del principal liquidando la deuda<sup>11</sup>. Se tiene un esquema de pagos conocido desde el momento de la emisión. En este se detalla la cantidad y la fecha en que se pagan los cupones.
- **Bonos convertibles.** Son bonos que tienen la posibilidad de ser canjeado por un número de acciones de la empresa emisora. También se pueden cambiar por otros bonos<sup>12</sup>.
- **Bonos con opción de rescate.** El propietario escoge entre amortizar el valor nominal a una fecha determinada o ampliar el plazo de vencimiento durante un número determinado de años<sup>13</sup>.
- **Bonos con garantías.** Son bonos que utilizan algún tipo de garantía para prometer el cumplimiento de sus obligaciones disminuyendo el riesgo de incumplimiento. Las garantías pueden ser:

**Prendarias.** Es cuando los bonos se protegen utilizando bienes muebles o materia prima que la compañía tiene en su poder<sup>14</sup>.

---

<sup>9</sup> ALEXANDER, Gordon; William F. Sharpe y Jeffery V. Bailey. *Fundamentos de Inversiones. Teoría y práctica.* Pearson Educación, 2ª ed., México, 2003, pág. 473.

<sup>10</sup> LÓPEZ PASCUAL, Joaquín y Javier Rojo Suárez. *Los mercados de valores. Organización y funcionamiento.* Pirámide, España, 2004 pág.

<sup>11</sup> BODIE, Zvi y Robert C. Merton. *Finanzas.* Pearson Educación, México, 2003, pág. 220.

<sup>12</sup> BODIE, Zvi y Robert C. Merton. *Finanzas.* Pearson Educación, México, 2003, pág. 227.

<sup>13</sup> BODIE, Zvi; Alex Kane y Alan J. Marcus. *Principios de Inversiones.* McGraw Hill, 5ª ed., España, 2004, pág. 222.

<sup>14</sup> BODIE, Zvi; Alex Kane y Alan J. Marcus. *Principios de Inversiones.* McGraw Hill, 5ª ed., España, 2004,



**Activos.** Se utilizan como garantía los activos o valores como créditos personales o automovilísticos que posee la empresa para respaldar los valores<sup>15</sup>.

**Quirografaria.** La garantía es la firma del prestatario, es decir, se confía en el prestigio y la solvencia de la entidad emisora<sup>16</sup>.

**Hipotecarios.** Son aquellos que garantizan las emisiones con la propiedad de un inmueble<sup>17</sup>.

**Equipamiento.** Es cuando la empresa emisora utiliza equipo de trabajo que tiene la cualidad de ser estándar y puede ser vendido con facilidad<sup>18</sup>.

- **Bonos extranjeros.** Son títulos que se emiten en la moneda del país donde se colocan, mediante un prestatario internacional como un banco, pero la compañía es extranjera. Cada bono recibe su nombre respecto al país donde se colocan, por ejemplo un bono yankee es un bono denominado en dólares emitido en Estados Unidos por una compañía que no es estadounidense<sup>19</sup>.

Cuando un bono llega a su fecha de vencimiento, la empresa emisora regresa el principal o valor nominal al inversionista, este monto recibe el **valor de redención o amortización**. Bajo esta definición, se pueden presentar tres relaciones entre el valor de redención y el valor nominal<sup>20</sup>:

**Bajo par o con descuento.** Se dice que un bono se vende bajo par cuando el valor de redención es menor que el valor nominal.

**A la par.** Un bono a la par se presenta cuando tanto el valor de redención como el valor nominal son iguales.

---

<sup>15</sup> ALEXANDER, Gordon; William F. Sharpe y Jeffery V. Bailey. *Fundamentos de Inversiones. Teoría y práctica*. Pearson Educación, 2ª ed., México, 2003, pág. 477.

<sup>16</sup> VILLALOBOS, José Luis. *Matemáticas Financieras*. Pearson Educación, 2ª ed., México, 2001, pág. 287.

<sup>17</sup> VILLALOBOS, José Luis. *Matemáticas Financieras*. Pearson Educación, 2ª ed., México, 2001, pág. 287.

<sup>18</sup> BODIE, Zvi; Alex Kane y Alan J. Marcus. *Principios de Inversiones*. McGraw Hill, 5ª ed., España, 2004, pág.

<sup>19</sup> ALEXANDER, Gordon; William F. Sharpe y Jeffery V. Bailey. *Fundamentos de Inversiones. Teoría y práctica*. Pearson Educación, 2ª ed., México, 2003, pág. 484.

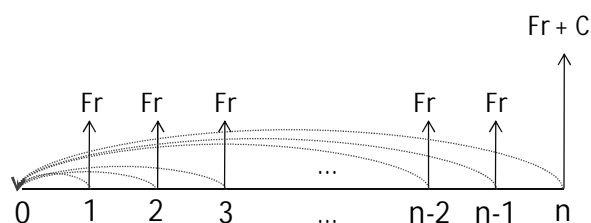
<sup>20</sup> ALEXANDER, Gordon; William F. Sharpe y Jeffery V. Bailey. *Fundamentos de Inversiones. Teoría y práctica*. Pearson Educación, 2ª ed., México, 2003, pág. 541.

**Sobre par o con rendimiento.** Un bono sobre par tiene el valor de redención mayor que el valor nominal.

## Bono con tasa fija

El cálculo del precio de un bono es el valor presente de los flujos de efectivo que presenta el título durante toda su vida. De manera gráfica, un bono que amortiza al final del plazo de vigencia tiene el siguiente comportamiento:

**Ilustración 1. Flujo de efectivo de un bono con cupones constantes**



A continuación, se muestra el procedimiento del cálculo del bono. Primero, se comienza por obtener el monto de cada cupón, que se define de la siguiente manera:

$$\text{Valor del Cupón} = Fr \quad (29)$$

donde  $F$  es el valor nominal o monto del bono y

$r$  es la tasa de cupón efectiva del periodo

El comprador paga el valor presente de los pagos de los cupones y del principal<sup>21</sup>, de manera matemática se tiene que el precio del bono  $P$  es:

<sup>21</sup> CISSELL, Robert; Helen Cissell y David Flashpohler. *Matemáticas Financieras*. Compañía Editorial Continental, 17ª reimpresión., México, 2003, pág 315.

$$\begin{aligned}
 P &= Fr_1(1+i)^{-1} + Fr_2(1+i)^{-2} + \dots + Fr_{(n-1)}(1+i)^{-(n-1)} + Fr_n(1+i)^{-n} + C(1+i)^{-n} \\
 &= \sum_{j=1}^n Fr_j(1+i)^{-j} + C(1+i)^{-n}
 \end{aligned}$$

La expresión  $\sum_{j=1}^n Fr_j(1+i)^{-j}$  es equivalente al valor presente de los cupones. Si los cupones,  $Fr$ , son constantes, se tiene la siguiente igualdad:

$$\sum_{j=1}^n Fr_j(1+i)^{-j} = Fr \sum_{j=1}^n (1+i)^{-j}$$

Usando una serie geométrica se puede reducir la expresión de la siguiente manera:

$$Fr \sum_{j=1}^n (1+i)^{-j} = (Fr) \frac{1-v^n}{i}$$

donde  $v^n = \frac{1}{(1+i)^n}$  es el factor de descuento de  $n$  periodos

Dado que la anualidad  $a_n$  está definida de la siguiente forma  $a_n = \frac{1-v^n}{i}$  se tiene que:

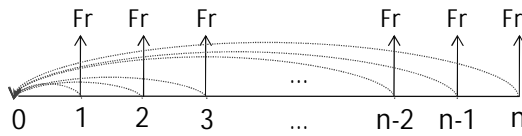
$$(Fr) \frac{1-v^n}{i} = (Fr)a_n \tag{30}$$

donde  $n$  es el número de cupones que paga el bono durante su vigencia

y  $a_n$  es la anualidad de  $n$  periodos

Gráficamente, el valor presente de cada cupón se valúa en el momento de emisión:

**Ilustración 2. Valor presente de los cupones**



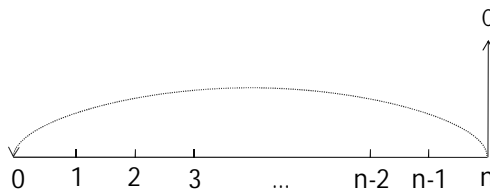
Mientras, el valor presente del principal  $K$  es:

$$K = C(v_i^n) \tag{31}$$

donde  $C$  es el valor del principal y  $K$  el valor presente de  $C$

De manera gráfica el principal traído a valor presente queda de la siguiente manera:

**Ilustración 3 Valor presente del principal**



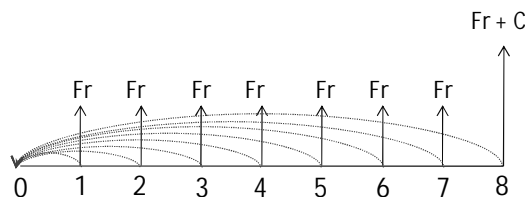
La suma de ambas variables es el precio del bono  $P$ :

$$P = \text{Valor Presente de los Cupones} + \text{Valor Presente del Principal} \tag{32}$$

donde  $P$  es el valor del bono en el momento actual

De manera gráfica el precio del bono es el siguiente:

**Ilustración 4. Valor presente del bono**



### Ejemplo 6. Bono vendido a descuento.

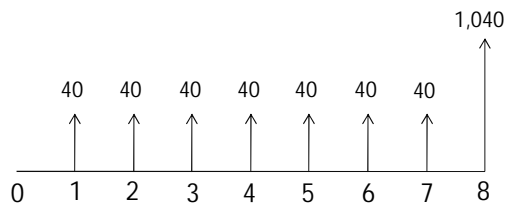
Calcular el precio de un bono con valor de \$1,000 redimible a par en un plazo de 4 años que paga cupones de manera semestral. La tasa de interés es de 10% anual y la tasa del cupón es de 8% anual, siendo ambas tasas convertibles semestralmente.

De tal manera, se tiene que los cupones se pagan por 8 periodos y usando la fórmula 29 se tiene que el valor de cada cupón es:

$$\text{Valor del Cupón} = Fr = 1,000 \frac{0.08}{2} = 40$$

Además, el principal se paga al término de los 4 años, por lo que el flujo de efectivo de dicho bono es el siguiente:

Ilustración 5. Flujo de efectivo de un bono



Para calcular el valor presente de los cupones se utiliza la ecuación 30, por lo que se tiene:

$$\text{Valor Presente de los Cupones} = \left( 1,000 \frac{0.08}{2} \right) \frac{1 - v_{0.05}^8}{0.10/2} = 40 \frac{1 - v_{0.05}^8}{0.05} \cong 258.5285$$

Además, con la ecuación 31 se obtiene el valor presente del principal:

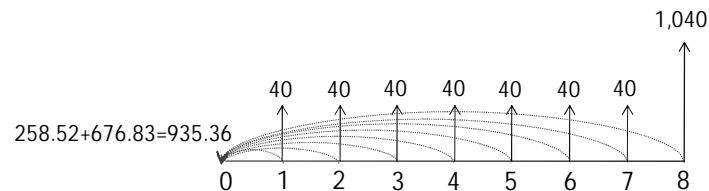
$$K = 1,000(v_{0,05}^8) = 1,000(0.6768) \cong 676.8393$$

De esta manera, utilizando la ecuación 32, se tiene que el bono en el momento de emisión tiene un valor de:

$$\text{Valor del Bono} = P = 258.5285 + 676.8393 \cong 935.3678$$

El siguiente esquema es un resumen del cálculo del precio del bono.

**Ilustración 6 Precio del bono en la fecha de emisión**



De manera análoga, se puede calcular el precio del bono en cada periodo. Si se desea obtener el precio después de que se ha pagado el primer cupón entonces se tiene que el valor presente de los cupones en el mes 2 es:

$$\text{Valor Presente de los Cupones} = \left( 1,000 \frac{0.08}{2} \right) \frac{1 - v_{0,05}^7}{\frac{0.10}{2}} = 40 \frac{1 - v_{0,05}^7}{0.50} = 231.4549$$

Utilizando la ecuación 31 se tiene que el valor del principal en la mensualidad 2 es de:

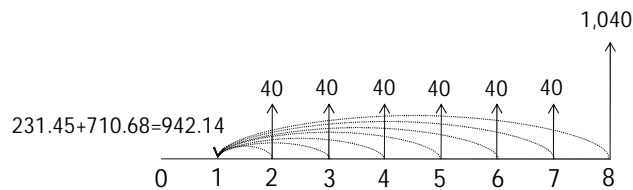
$$K = 1,000(v_{0.05}^7) = 1000(0.7106) = 710.6813$$

Por lo que al usar la ecuación 32 se obtiene el precio del bono del mes 2 que es de:

$$\text{Valor del Bono} = 231.4549 + 710.6813 = 942.1362 \cong 942.14$$

El siguiente esquema muestra el valor del bono en el mes 2:

**Ilustración 7 Precio del bono en el mes 1**



### Ejemplo 7. Bono vendido a rendimiento.

Calcular el precio de un bono que tiene un valor nominal de 1,000 redimible a par, paga cupones dos veces al año y tiene una vigencia de 4 años. La tasa del cupón es 8% anual y la tasa de interés es de 6% anual.

El valor de cada cupón se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Valor del Cupón} = 1,000 \frac{0.08}{2} = 40$$

Al aplicar la ecuación 30, el valor presente de los cupones es:

$$\text{Valor Presente de los Cupones} = \left( 1,000 \frac{0.08}{2} \right) \frac{1 - v_{0.03}^8}{\frac{0.06}{2}} = 40 \frac{1 - v_{0.03}^8}{0.03} = 280.7876$$

La ecuación 31 muestra el valor presente del principal en el mes 1:

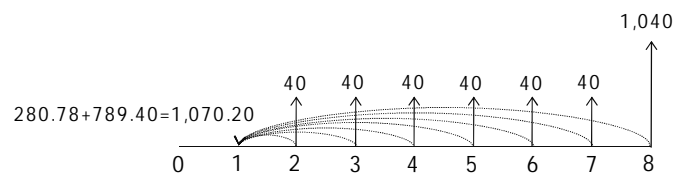
$$K = C(v^n) = 1,000(v_{0.03}^8) = 1,000(0.7894) = 789.4092$$

Al sumar ambos valores como lo indica la ecuación 32, muestra que el valor del bono al momento de emisión es:

$$\text{Valor del Bono} = P = 280.7876 + 789.4092 = 1,070.1968 \cong 1,070.20$$

El resumen de manera esquemática sobre la valuación del bono se muestra a continuación:

**Ilustración 8 Precio del bono en el mes 1**



De manera análoga, se puede calcular el precio del bono en cualquier momento, si esta vez se aproxima el valor del bono en el mes 2, se tiene que considerar que ya han transcurrido dos pagos de cupones, por lo que el valor presente de los cupones es:



$$\begin{aligned} \text{Valor Presente de los Cupones} &= \left( 1,000 \frac{0.08}{2} \right) \frac{1 - v_{0.03}^6}{\frac{0.06}{2}} \\ &= 40 \frac{1 - v_{0.03}^6}{0.03} = 216.6877 \end{aligned}$$

Así, el valor del principal valuado en el mes 2 tiene un valor presente de:

$$K = 1,000(v_{0.03}^6) = 1000(0.8374) = 837.4843$$

Al utilizar la ecuación 32 se tiene que el valor del bono en el mes 2 es:

$$\text{Valor del Bono} = 216.6877 + 837.4843 = 1,054.1720 \cong 1,054.17$$

## Bonos con cupones variables

Sin embargo, si el bono tiene la característica de otorgar cupones de manera variable, es decir, que la tasa del cupón depende del valor de otra tasa o instrumento financiero, el cálculo del precio del bono no se puede valorar utilizando una anualidad, ya que los cupones no son constantes, por lo que se tiene que calcular el valor presente de cada flujo de efectivo realizado, es decir, cada cupón se obtiene de la siguiente manera:

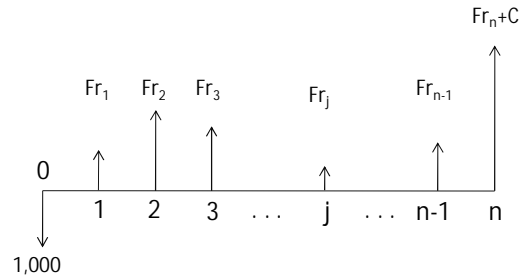
$$\text{Cupón}_{\text{mes } i} = \text{Tasa de Interés}_{\text{mes } i} \text{ Valor Nominal}_{\text{mes } i} \quad (33)$$

Mientras que para obtener el valor del bono  $P$  se realiza con la siguiente fórmula:

$$P = (Fr_1) v_i^1 + (Fr_2) v_i^2 + \dots + (Fr_n) v_i^n + C(v_i^n) = \sum_{k=1}^n (Fr_k) v_i^k + C(v_i^n) \quad (34)$$

Esquemáticamente, se tiene:

**Ilustración 9. Flujo de efectivo de un bono con cupones variables.**



### Ejemplo 8. Bono con cupones variables

Supóngase que a principios del año 2000 se emitió un bono con un plazo de 8 años que otorgaba cupones dos veces al año, con una tasa de interés del 6% anual, y con la tasa de cupones indexada a la Tasa de Interés Interbancaria de Equilibrio (TIIE) más una sobretasa o spread de 20 puntos base. Entonces, la tasa de los cupones se comportaría de la manera siguiente:

**Tabla 1. Ejemplo de tasa variable.**

Año	Tasa TIIE semestral	Tasa del cupón= Tasa TIIE+20pb
2000	16.8068	17.0068
	17.1062	17.3062
2001	15.9853	16.1853
	9.7842	9.9842
2002	8.0298	8.2298
	8.2646	8.4646
2003	8.1792	8.3792
	5.4459	5.6459
2004	6.3135	6.5135
	8.0031	8.2031
2005	9.7335	9.9335
	9.4962	9.6962
2006	7.7040	7.9040

	7.3117	7.5117
<b>2007</b>	7.5338	7.7338
	7.7805	7.9805
<b>2008</b>	7.9429	8.1429
	8.6025	8.8025

Para obtener el valor del bono, primero se calcula el valor de los cupones, esto se realiza con la ecuación 33, en el caso del mes 1 el cupón tiene un valor de:

$$\text{Cupón}_1 = \text{Tasa de Interés} \cdot \text{Valor Nominal} = \frac{17.0068}{100} \cdot 100 = 170.068 \cong 170.07$$

Después de haber calculado el resto de los cupones, se procede a calcular el valor del bono. Dicho valor se obtiene con la ecuación 34 y es de:

$$\begin{aligned} \text{Valor del Bono} &= 170.07 \cdot v_{0.03}^1 + 173.06 \cdot v_{0.03}^2 + \dots + 88.03 \cdot v_{0.03}^{18} + 1000 \cdot v_{0.03}^{18} \\ &= 1,961.60 \end{aligned}$$

Por lo que el valor del bono en cada momento en el tiempo se vería como:

**Tabla 2. Valor del bono con tasa variable.**

Semestre	Valor del Cupón	Valor del Bono
<b>0</b>		1,961.60
<b>1</b>	170.07	1,850.38
<b>2</b>	173.06	1,732.83
<b>3</b>	161.85	1,622.96
<b>4</b>	99.84	1,571.81
<b>5</b>	82.30	1,536.66
<b>6</b>	84.65	1,498.12
<b>7</b>	83.79	1,459.27
<b>8</b>	56.46	1,446.59
<b>9</b>	65.14	1,424.85

10	82.03	1,385.57
11	99.34	1,327.80
12	96.96	1,270.67
13	79.04	1,229.75
14	75.12	1,191.52
15	77.34	1,149.93
16	79.81	1,104.63
17	81.43	1,056.33
18	88.03	

Ahora, si se desea adquirir un bono con las características anteriores después de que se han pagado algunos cupones, entonces el precio del instrumento se calcula con el valor presente de los flujos de efectivo restantes.

### Ejemplo 9. Calcular el precio de un bono después del cupón 10.

Como el bono tiene 18 periodos, faltan 8 cupones por pagar por lo que, usando la ecuación 34, el bono tiene un valor de

$$\begin{aligned} \text{Valor del Bono} = P &= 99.34 v_{0.03}^1 + 96.96 v_{0.03}^2 + \dots + \\ &88.03 v_{0.03}^8 + 1,000 v_{0.03}^8 = 1,385.57 \end{aligned}$$

Como se mostró anteriormente, los flujos de efectivo son básicos para el cálculo del precio de los bonos. Cuando se tiene una tasa de cupón constante, el valor de dicha tasa se conoce desde el momento de la emisión del instrumento por lo que no representa ningún problema obtener el precio del bono. Sin embargo, si la tasa del cupón es variable, es decir, si se encuentra referenciada a un índice u otra tasa, entonces el cálculo del

precio se convierte en una tarea más complicada ya que no se conoce el valor de los flujos de efectivo del bono a consecuencia de la dependencia del valor de la tasa cupón.

En estos casos, se realiza una proyección sobre los posibles valores que puede tomar la tasa cupón para a partir de ella conocer el valor de cada flujo y de esta manera calcular el precio del bono. En la mayoría de las emisiones de bonos con pagos variables, la tasa referencia es la TIIE.

Independientemente de las características que presenten los distintos tipos de bonos que son negociados en el mercado, el método de valuar el precio no cambia ya que presentan características similares en cada instrumento. Por ejemplo, un bono con pagos fijos tiene el mismo funcionamiento que un bono gubernamental o uno privado.

# Bonos Hipotecarios

---

Los bonos hipotecarios, que tienen la característica de amparar las emisiones realizadas mediante inmuebles, pertenecen al grupo de bonos garantizados

Un bono hipotecario se encuentra respaldado por un conjunto de hipotecas cuyos pagos mensuales son los flujos de efectivo de dicho instrumento<sup>1</sup>.

El monto de un bono hipotecario depende de dos factores, el número de créditos que respaldan el bono y el monto de cada crédito.

El valor nominal de cada título de un bono hipotecario puede ser en moneda nacional o en alguna otra denominación, por ejemplo, se presentan emisiones que tienen un valor nominal referenciado a las udis<sup>2</sup> por un costo de 100 unidades de dicho índice.

Debido a que el bono depende de la existencia de la garantía, una vez que todos los créditos que forman parte del bono son cubiertos en su totalidad, el bono hipotecario vence. En algunos casos, la duración del bono es menor que la vida promedio de los créditos que forman la cartera.

Por la manera en que está creado, los flujos de efectivo del bono se forman a partir de sumar las mensualidades realizadas por los acreditados a un fideicomiso creado al momento de la emisión. Una vez que el bono vence, el fideicomiso desaparece y las mensualidades generadas por los créditos hipotecarios pertenecen a la institución emisora.

---

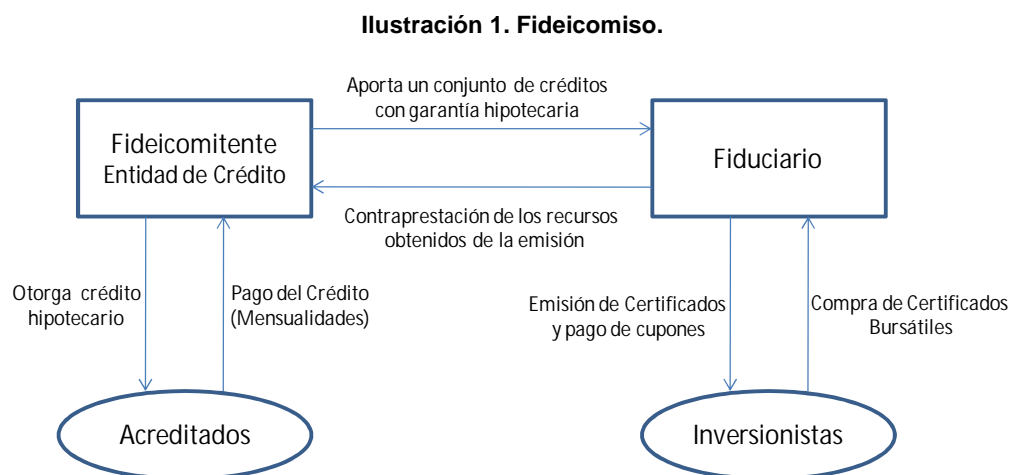
<sup>1</sup> HU, Joseph. *Basics of Mortgage-Back Securities*. Frank J. Fabozzi Associates. 2ª ed., USA, 2001, pág. 21

<sup>2</sup> Unidad de inversión, su valor cambia de acuerdo con la variación de los precios, el valor en pesos se actualiza con la variación del Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC). [www.ipab.gob.mx](http://www.ipab.gob.mx)

Para formar un fideicomiso, se requiere celebrar un contrato en donde participan dos figuras, el fideicomitente y el fiduciario. El fideicomitente es la entidad emisora de los créditos hipotecarios, mientras que el fiduciario es la institución encargada de emitir los instrumentos bursátiles. El fideicomiso se crea en el mercado hipotecario con la finalidad de poder emitir certificados bursátiles respaldados por créditos hipotecarios. Funciona de la siguiente manera<sup>3</sup>:

- El fideicomitente cede los derechos de un conjunto de créditos hipotecarios al fiduciario.
- El fiduciario realiza una compensación por los recursos obtenidos debido a la colocación de los certificados. El fiduciario mantiene en su propiedad los créditos.
- El pago de los créditos hipotecarios realizado por los acreditados, lo recibe el fideicomitente y lo transfiere, de manera intacta, al fiduciario.
- Con el flujo de efectivo de los créditos, se liquidan las cantidades que se adeudan a los tenedores de los certificados emitidos.
- Una vez que los certificados bursátiles lleguen a su fecha de vencimiento y no se presente ningún adeudo a los tenedores de dichos certificados, el fideicomiso desaparece por la emisión realizada.

El siguiente esquema representa de manera gráfica el comportamiento del fideicomiso.



<sup>3</sup> La explicación del funcionamiento del fideicomiso fue obtenida del Suplemento de la emisión METROCB 06U: <http://www.bmv.com.mx/Digital/inscripcion/METROCB/2006/metrocb-06U-02062006-suplemento-1.pdf> 29 de mayo 2009

La tasa de los cupones se pacta desde la fecha de inicio del bono normalmente, es constante durante la vida del bono. En algunas ocasiones la tasa se fija como consecuencia del proceso de subasta para adquirir los bonos. También puede estar referenciada al valor de otro tipo de tasas como la TIIE.

Las características que presentan los bonos hipotecarios dependen de cada emisor. A continuación se muestra una tabla donde se presentan las características promedio de algunas emisiones:

**Tabla 1. Promedio de Borhis y Cedevis.**

	Borhis		Cedevis
	Promedio Borhis <sup>4</sup>	Promedio Udizados <sup>5</sup>	Promedio Cedevis <sup>6</sup>
Número de Créditos	4,857	3,859	16,714
Saldo Total Actual	2,429,503,598	UDI 329,342,592	3,138,148,780
Saldo Promedio Actual	607,101	UDI 90,255	186,973
Tasa de Interés Promedio Ponderada	11.92%	10.14%	
Tasa Cupón	8.78%	5.19%	
Plazo Promedio Original (Meses)	212.70	296.76	360.00
LTV Promedio Original	72.06%	86.95%	
PTI Promedio Actual	20.19%	17.82%	22.54%

Se pueden ver diferencias entre las emisiones de los Borhis con respecto a los Cedevis, por ejemplo,

<sup>4</sup> Las emisiones de los Borhis que se consideran son: BACOMCB 07, BACOMCB 08, BACOMCB 08-2, BACOMCB 08U, BACOMCB 08-2U, BNORCB 06, BNORCB 06-2, BRHCCB 07, BRHCCB 07-2, BRHCCB 07-3, HSBCCB 07, HSBCCB 07-2, HSBCCB 07-3, HSBCCB 07-4, HSBCCB 08, HSBCCB 08-2, BRHSCCB 06-2, BRHSCCB 06-3, BRHSCCB 07, BRHSCCB 07-2, PATRICB 07 y PATRICB 07-2.

<sup>5</sup> Las emisiones de los udizados que se consideran son: BRHCCB 07U, BRHCCB 07-2U, BRHCCB 07-3U, BRHCCB 08U, BRHCCB 08-2U, BRHCCB 08-3U, BRHCCB 08-4U, BRHCCB 08-5U, CREYCB 06U, CREYCB 06-2U, HICOACB 06U, HICOACB 06-2U, METROCB 06U, MTROCB 08U, MXMACFW 06, MXMACFW 06-2U, MXMACFW 07, MXMACFW 07-2U, MXMACFW 07-3U, MXMACFW 07-4U, MXMACFW 07-5U, MXMACFW 07-6U, BRHSCCB 06U, BRHSCCB 06-2U, BRHSCCB 06-5U, BRHSCCB 06-6U, PATRICB 06U, PATRICB 07U, FCASACB 06U.

<sup>6</sup> Las emisiones que se consideran son: CEDEVIS 04, CEDEVIS 06-3U, CEDEVIS 06-4U, CEDEVIS 07U, CEDEVIS07-2U, CEDEVIS07-3U, CEDEVIS 08U, CEDEVIS 08-2U, CEDEVIS 08-3U, CEDEVIS 08-4U, CEDEVIS 08-5U, CEDEVIS 08-6U, CEDEVIS 08-7U, CEDEVIS 08-8U, CEDEVIS 08-9U, CEDEVIS 08-10U.



- La única entidad que puede emitir a los Cedevis es el Infonavit, mientras que los Borhis pueden ser emitidos por los distintos bancos y sofoles encargadas de otorgar créditos hipotecarios.
- El número de créditos que respaldan la bursatilización de los Cedevis es mayor que el de los Borhis.
- A pesar de que el saldo total actual es mayor en los Cedevis, el promedio por crédito es considerablemente menor con respecto a los Borhis.
- La tasa de interés de los Borhis es fija mientras que los Cedevis presentan una tasa variable indexada al SMGDF.
- El plazo promedio original tiene una diferencia entre poco más de 10 años entre los Borhis y los Cedevis.
- El LTV promedio actual presenta un nivel menor en los Borhis, lo que implica que los acreditados de esos créditos requieren menor porcentaje sobre el valor de la vivienda.

Por otro lado, existe generalmente, una distribución en los créditos en gran parte de las entidades del país. Sin embargo, prevalecen aquellas con mayor población y desarrollo como se pueden ver a continuación:

**Tabla 2. Entidades con mayor presencia.**

<b>Entidades con Mayor Presencia</b>	<b>Promedio Borhis</b>	<b>Promedio Cedevis</b>	<b>PROMEDIO TOTAL</b>
---Distrito Federal	19.52%		19.52%
---Estado de México	14.73%		14.73%
---Quintana Roo	14.42%		14.42%
---Nuevo León	15.18%	12.35%	14.31%
---Jalisco	13.46%		12.99%
---Chihuahua	6.94%	14.09%	12.30%
---Baja California Norte	14.25%	9.74%	12.00%
---Hidalgo	12.07%	10.20%	11.14%
---Colima		10.30%	10.30%
---Coahuila	5.87%	9.87%	9.37%
---Baja California Sur	8.27%		8.27%
---Tamaulipas		7.95%	7.95%
---Guerrero	7.00%		7.00%
---Guanajuato	6.87%		6.87%
---Sonora		5.90%	5.90%

---Zacatecas	5.20%	5.20%
---Veracruz	4.50%	4.50%
---Michoacán	3.10%	3.10%
---Puebla	2.90%	2.90%
---San Luis Potosí	2.80%	2.80%
---Oaxaca	2.70%	2.70%

Para analizar el funcionamiento de los Borhis de una manera práctica, se han seleccionado tres emisiones de bonos hipotecarios que se encuentran en el mercado. Los tres casos se analizan desde la perspectiva de los beneficios que ofrecen a los inversionistas.

Para mostrar como se relaciona el prepago y el incumplimiento en la valuación de un BORHI, consideraremos varios ejemplos, partiendo de la descripción del instrumento y continuando con los factores que determinan: a) la amortización del bono hipotecario, b) el cálculo de su precio en la fecha de emisión y c) el comportamiento del bono ante distintos escenarios de prepago e incumplimiento.

## **METROCB 06U**

*Metrofinanciera* realizó la emisión del BORHI METROCB 06U el 2 de junio de 2006 con vencimiento el 14 de noviembre de 2033, un plazo de 334 meses (27.9 años) y una tasa cupón de 6.2% anual. El bono se encontraba respaldado por 1,375 créditos hipotecarios, con un saldo insoluto al momento de la emisión de 133, 928,800 Udis, una tasa promedio ponderada de 10.54% y un plazo promedio ponderado de 305 meses.

Se hace un supuesto sobre el valor del monto de cada crédito: debido a que se desconoce dicho monto, se considera que el monto de cada crédito es el promedio del monto de la emisión, es decir, sólo se tiene que dividir el monto de la emisión entre el número de créditos.

## Amortización de los créditos hipotecarios

METROCB 06U tiene una amortización determinada por los créditos hipotecarios que lo respaldan, debido a que amortiza en forma paralela a los créditos hipotecarios<sup>7</sup> de acuerdo a lo establecido en los términos del Certificado Bursátil Preferente y el Fideicomiso.

Por lo tanto, es necesario conocer la amortización de cada crédito, en este caso y debido a que se carece de la información crédito por crédito, será necesario suponer que el Borhi está compuesto por créditos con características promedio, es decir:

$$\text{Monto Promedio del Crédito} = \frac{\text{Monto de la emisión}}{\text{Número de créditos}}$$

*Tasa de interés de los créditos hipotecarios: 10.54% anual*

*Plazo promedio ponderado de los créditos hipotecarios: 305 meses*

Para conocer la manera en que amortiza el bono, basta con saber cómo lo hacen los créditos hipotecarios que lo respaldan.

Primero, se tiene que el monto promedio de un crédito es:

$$\begin{aligned} \text{Monto Promedio de cada Crédito} &= \frac{\text{Monto de la emisión}}{\text{Número de créditos}} = \frac{133,928,800 \text{ Udis}}{1,375 \text{ créditos}} \\ &= 97,402.76 \text{ Udis por crédito} \cong 97,403 \text{ Udis} \end{aligned}$$

---

<sup>7</sup> El Suplemento de la emisión METROCB 06U se puede encontrar en la página de BMV, en <http://www.bmv.com.mx/Digital/inscripcion/METROCB/2006/metrocb-06U-02062006-suplemento-1.pdf>, 29 de mayo de 2009, página 18.

Una vez conocido dicho monto, se calcula el valor del pago que realizan los acreditados considerando el plazo promedio de los créditos. En base a la ecuación 5 se tiene que:

$$R = \frac{\text{Monto del crédito}}{\left\{ \frac{1 - v^n}{i_{\text{mensual}}} \right\}} = \frac{97,403}{\left\{ \frac{1 - v^{305}}{0.1054/12} \right\}} = \frac{97,402.76}{105.9455} \cong 919.37$$

Para calcular la tabla de amortización, comenzaremos usando la ecuación 6, para obtener los intereses del primer mes:

$$\begin{aligned} \text{Intereses}_{\text{mes } 1} &= \text{Saldo al inicio del periodo} * \text{Tasa de interés mensual} \\ &= 97,402.76 * \left( \frac{0.1054}{12} \right) = 855.52 \text{ Udis} \end{aligned}$$

La amortización del primer mes es de 63.85 Udis y se puede comprobar utilizando la ecuación 7:

$$\text{Amortización}_{\text{mes } 1} = \text{Pago mensual} - \text{Intereses} = 919.37 - 855.52 = 63.85 \text{ Udis}$$

De este modo, con la ecuación 8, el saldo final toma el siguiente valor:

$$\text{Saldo final}_{\text{mes } 1} = \text{Saldo inicial} - \text{Amortización} = 97,402.76 - 63.85 = 97,338.92$$

Continuando el procedimiento anterior, para el resto de los periodos se tiene que la amortización de un crédito es la siguiente:

**Tabla 3 Tabla de amortización de un crédito hipotecario**

Mes	Saldo Inicial	Pago mensual	Amortización	Intereses	Saldo Final
1	97,403	919.37	63.85	855.52	97,338.92
2	97,338.92	919.37	64.41	854.96	97,274.51
3	97,274.51	919.37	64.97	854.39	97,209.54
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
151	77,684.67	919.37	237.04	682.33	77,447.63
152	77,447.63	919.37	239.12	680.25	77,208.51
153	77,208.51	919.37	241.22	678.15	76,967.29
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
303	2,710.35	919.37	895.56	23.81	1,814.79
304	1,814.79	919.37	903.43	15.94	911.36
305	911.36	919.37	911.36	8.00	0
Total		<b>280,406.73</b>	<b>97,402.76</b>	<b>183,003.97</b>	

La tabla anterior muestra la amortización de cada crédito, sin embargo, el bono está compuesto por 1,375 créditos que se comportan de la misma manera, esto se debe a que se consideró que tienen la misma tasa de interés, monto y plazo de crédito. Sin embargo, en la realidad cada crédito tiene características diferentes.

Para conocer la amortización del bono en este ejemplo, existen dos opciones, una es multiplicar los datos por el número de créditos y la otra es realizar los cálculos considerando todos los créditos. Para este caso, y debido a la limitante de información, se consideró la segunda opción por lo que se tiene que el pago mensual del bono es:

$$R = \frac{\text{Monto del crédito}}{\left\{ \frac{1 - v^n}{i_{\text{mensual}}} \right\}} = \frac{133,928,800}{\left\{ \frac{1 - v^{305}}{0.1054/12} \right\}} = \frac{133,928,800}{105.9455} \cong 1,264,128.71 \text{ Udis}$$

Asimismo, los intereses que genera el bono en el primer mes son:

$$\begin{aligned} \text{Intereses}_{\text{mes } 1} &= \text{Saldo al inicio del periodo} * \text{Tasa de interés mensual} \\ &= 133,928,800 * \left( \frac{0.1054}{12} \right) = 1,176,341.29 \text{ Udis} \end{aligned}$$

Por lo tanto, la cantidad que se amortiza en el primer mes es:

$$\begin{aligned} \text{Amortización}_{\text{mes } 1} &= \text{Pago mensual} - \text{Intereses} \\ &= 1,264,128.71 - 1,176,341.29 = 87,787.42 \text{ Udis} \end{aligned}$$

Así, al final del primer mes, el saldo es igual a 133,841,012.58 Udis, de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned} \text{Saldo final}_{\text{mes } 1} &= \text{Saldo inicial} - \text{Amortización} = 133,928,800 - 87,787.42 \\ &= 133,841,012.58 \text{ Udis} \end{aligned}$$

Repitiendo las ecuaciones anteriores en el resto de los periodos, se obtiene la tabla de amortización del bono:

**Tabla 4 Tabla de amortización de todos los créditos hipotecarios.**

Mes	Saldo Inicial	Pago mensual	Amortización	Intereses	Saldo Final
1	133,928,800	1,264,128.71	87,787.42	1,176,341.29	133,841,012.58
2	133,841,012.58	1,264,128.71	88,558.49	1,175,570.23	133,752,454.10
3	133,752,454.10	1,264,128.71	89,336.32	1,174,792.39	133,663,117.77
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
151	106,816,415.91	1,264,128.71	325,924.53	938,204.19	106,490,491.38
152	106,490,491.38	1,264,128.71	328,787.23	935,341.48	106,161,704.15
153	106,161,704.15	1,264,128.71	331,675.08	932,453.63	105,830,029.07
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
303	3,726,729.10	1,264,128.71	1,231,395.61	32,733.10	2,495,333.49
304	2,495,333.49	1,264,128.71	1,242,211.37	21,917.35	1,253,122.12
305	1,253,122.12	1,264,128.71	1,253,122.12	11,006.59	0
<b>Total</b>		<b>385,559,257.35</b>	<b>133,928,800</b>	<b>251,630,457.35</b>	

Una vez conocido el comportamiento del bono se procede a calcular el precio del bono.

## Cálculo del precio del bono hipotecario

El bono de Metrofinanciera emitido el 2 de junio de 2006 vence el 14 de noviembre de 2033, es decir, tiene 334 mensualidades que son equivalentes a 27.9 años. La tasa cupón que reciben los inversionistas es de 6.2% anual.

Supondremos una tasa de descuento del 5% anual constante. Esta condición se utiliza para determinar el valor presente de los flujos de efectivo.

El precio del bono,  $P$ , es la suma del valor presente de los flujos de efectivo, por lo que se comienza por conocer los flujos del bono.

El valor de la mensualidad que otorga el bono a los inversionistas es el siguiente:

$$R = \frac{\text{Monto del crédito}}{\left\{ \frac{1 - v^n}{i_{\text{mensual}}} \right\}} = \frac{133,928,800}{\left\{ \frac{1 - v^{334}}{0.062/12} \right\}} = \frac{133,928,800}{158.9328} \cong 842,675.55 \text{ Udis}$$

Recordando que el cupón es equivalente al interés que devenga el bono hipotecario, se calcula el valor del primer cupón, por lo cual y con base en la ecuación 29 se tiene:

$$\text{Valor del Cupón} = Fr = 133,928,800 * \frac{0.062}{12} = 691,965.47 \text{ Udis}$$

La amortización del primer mes tiene un valor de 150,710 Udis como se puede ver con la siguiente fórmula:

$$\begin{aligned} \text{Amortización}_{\text{mes } 1} &= \text{Pago mensual} - \text{Intereses} = 842,675.55 - 691,965.47 \\ &= 150,710.08 \text{ Udis} \end{aligned}$$

y, el saldo al final del primer mes es:

$$\begin{aligned} \text{Saldo final}_{\text{mes } 1} &= \text{Saldo inicial} - \text{Amortización} = 133,928,800 - 150,710.08 \\ &= 133,778,089.92 \end{aligned}$$

Aplicando las mismas ecuaciones para los periodos faltantes se tiene que la tabla de amortización del bono hipotecario es la siguiente:

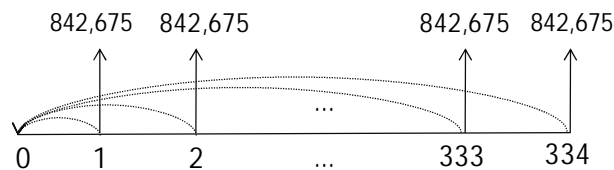


**Tabla 5 Tabla de amortización de bono hipotecario METROCB 06U**

Mes	Saldo Inicial	Pago mensual	Amortización	Intereses	Saldo Final
1	133,928,800	842,675.55	150,710.08	691,965.47	133,778,089.92
2	133,778,089.92	842,675.55	151,488.75	691,186.80	133,626,601.16
3	133,626,601.16	842,675.55	152,271.44	690,404.11	133,474,329.72
...	...	...	...	...	...
166	94,830,875.13	842,675.55	352,716.03	489,959.52	94,478,159.10
167	94,478,159.10	842,675.55	354,538.40	488,137.16	94,123,620.70
168	94,123,620.70	842,675.55	356,370.18	486,305.37	93,767,250.53
...	...	...	...	...	...
332	2,502,126.93	842,675.55	829,747.90	12,927.66	1,672,379.03
333	1,672,379.03	842,675.55	834,034.93	8,640.62	838,344.11
334	838,344.11	842,675.55	838,344.11	4,331.44	0
<b>Total</b>		<b>281,453,633.99</b>	<b>133,928,800</b>	<b>147,524,833.99</b>	

Teniendo conocimiento del valor del flujo de efectivo, el siguiente paso es descontarlos a valor presente, para ello utilizaremos la tasa de descuento. De manera esquemática ocurre lo siguiente:

**Ilustración 2 Flujo de efectivo de METROCB 06U.**



Matemáticamente se tiene que el precio del bono  $P$  es:

$$P = 842,675.55 * \left(1 + \frac{0.05}{12}\right)^{-1} + 842,675.55 * \left(1 + \frac{0.05}{12}\right)^{-2} + \dots +$$

$$842,675.55 * \left(1 + \frac{0.05}{12}\right)^{-333} + 842,675.55 * \left(1 + \frac{0.05}{12}\right)^{-334}$$

$$= \sum_{j=1}^{334} 842,675.55 * \left(1 + \frac{0.05}{12}\right)^{-j} = 842,675.55 * \sum_{j=1}^{334} \left(1 + \frac{0.05}{12}\right)^{-j}$$

Esta última expresión, se puede ver como una anualidad, por lo que se tiene que:

$$P = 842,675.55 * \sum_{j=1}^{334} \left(1 + \frac{0.05}{12}\right)^{-j} = 842,675.55 * \frac{1 - v^{334}}{0.05/12}$$

$$= 842,675.55 * 180.1486 \cong 151,806,885.80 \text{ Udis}$$

El precio del bono en la fecha de emisión es de 151,806,885.80 Udis.

## Prepago

El esquema de amortización de los bonos hipotecarios se puede ver alterado por el efecto que provoca el prepago, por lo que se realizan estimaciones para proyectar el flujo de efectivo. Estos cálculos se realizan de manera teórica para mostrar un posible comportamiento de dicho bono, sin embargo en la realidad puede ser diferente.

En esta sección se supone una tasa de prepago de 3% anual constante durante la vigencia del bono.

Calculemos el prepago del primer mes:

$$Prepago_{mes\ 1} = Saldo\ inicial * Tasa\ de\ prepago\ mensual$$

$$= 133,928,800 * \frac{0.03}{12} = 133,928,800 * 0.0025 = 334,822 \text{ Udis}$$

Una vez conocido dicho prepago, se tiene que el pago realizado del primer mes es de:

$$\begin{aligned} \text{Pago Realizado}_{\text{mes } 1} &= \text{Pago mensual}_{\text{mes } 1} + \text{Prepago}_{\text{mes } 1} \\ &= 842,675.55 + 334,822 = 1,177,497.55 \text{ Udis} \end{aligned}$$

Mientras que la amortización del primer mes alcanza un valor de:

$$\begin{aligned} \text{Amortización}_{\text{mes } 1} &= \text{Pago realizado}_{\text{mes } 1} - \text{Intereses}_{\text{mes } 1} \\ &= 1,177,497.55 - 691,965.47 = 485,532.08 \text{ Udis} \end{aligned}$$

Así, el saldo al final del primer mes es:

$$\begin{aligned} \text{Saldo final}_{\text{mes } 1} &= \text{Saldo inicial}_{\text{mes } 1} - \text{Amortización}_{\text{mes } 1} \\ &= 133,928,800 - 485,532.08 = 133,443,267.92 \text{ Udis} \end{aligned}$$

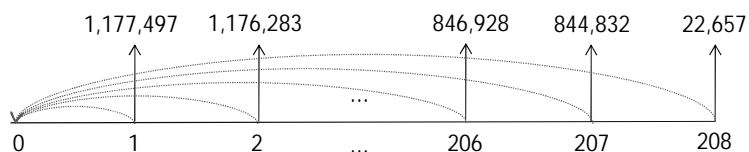
Al aplicar de modo similar las formulas anteriores, la tabla de amortización del bono queda como se muestra a continuación:

**Tabla 6** Tabla de amortización de METROCB 06U con una tasa de prepago de 3%

Mes	Saldo Inicial	Pago total	Amortización	Interés	Prepago	Saldo Final
1	133,928,800	1,177,497.55	485,532.08	691,965.47	334,822	133,443,267.92
2	133,443,267.92	1,176,283.72	486,826.84	689,456.88	333,608.17	132,956,441.08
3	132,956,441.08	1,175,066.65	488,125.04	686,941.61	332,391.10	132,468,316.04
...	...	...	...	...	...	...
103	77,101,171.95	1,035,428.48	637,072.43	398,356.06	192,752.93	76,464,099.52
104	76,464,099.52	1,033,835.80	638,771.29	395,064.51	191,160.25	75,825,328.23
105	75,825,328.23	1,032,238.87	640,474.68	391,764.20	189,563.32	75,184,853.56
...	...	...	...	...	...	...
206	1,701,054.60	846,928.19	838,139.41	8,788.78	4,252.64	862,915.19
207	862,915.19	844,832.84	840,374.44	4,458.40	2,157.29	22,540.75
208	22,540.75	22,713.56	22,597.10	116.46	56.35	0
<b>Total</b>		<b>212,451,102.3</b>	<b>133,928,800</b>	<b>78,522,302.2</b>	<b>37,994,662.3</b>	

El monto del pago total es diferente por el prepago realizado en cada mes. Esto provoca que el precio del bono sea distinto al calculado con anterioridad. De esta forma, se tiene que descontar a valor presente el monto del pago total, de manera gráfica se tiene que:

**Ilustración 3** Flujo de efectivo METROCB06U con prepago 3%



El monto del pago total es distinto, por lo que la valuación de cada mensualidad se realiza de manera individual, el cálculo del precio del bono se realiza como se presenta a continuación:

$$P = 1,177,497 * \left(1 + \frac{0.05}{12}\right)^{-1} + 1,176,283 * \left(1 + \frac{0.05}{12}\right)^{-2} + \dots +$$

$$846,928 * \left(1 + \frac{0.05}{12}\right)^{-206} + 844,832 * \left(1 + \frac{0.05}{12}\right)^{-207} + 22,657 * \left(1 + \frac{0.05}{12}\right)^{-208}$$

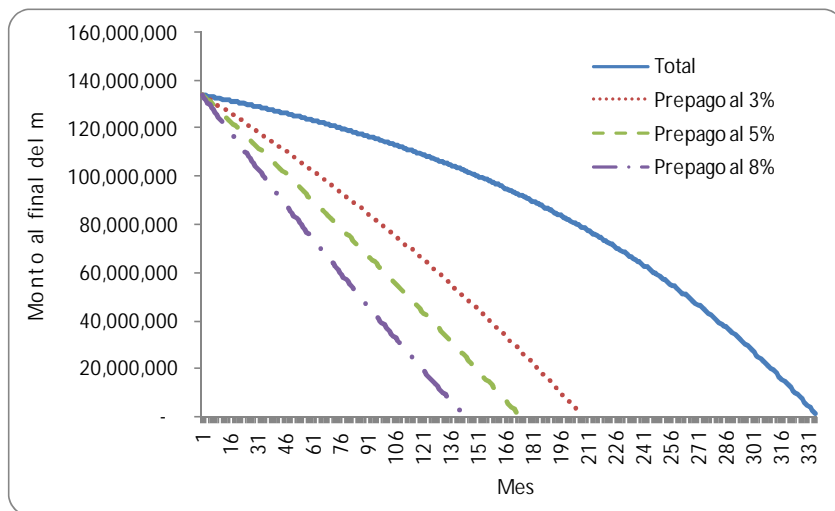
$$= 1,172,611.67 + 1,166,542.28 + \dots + 359,626.44 + 357,248.17 + 9,541.13$$

$$= 145,393,982.35$$

Como se ha observado, la tasa de prepago tiene un efecto en el valor del bono. Para ejemplificar los efectos que tiene a diferentes tasas de prepago, realicemos de manera análoga las tablas de amortizaciones, para tasas de prepago de 5% y 8%, anuales. (Ver Anexo A. Tablas de amortización y cálculo del valor del bono)

Como se podrá observar, existen dos efectos en la amortización del bono, el primero en la disminución del plazo del bono y segundo en su valor. Para comprobarlo, observemos la siguiente gráfica, donde se muestran los montos del bono durante su vigencia considerando los tres escenarios de tasas de prepago.

**Ilustración 4 Escenarios de prepago de METROCB 06U.**



Comparando el efecto de un prepago constante, el plazo del certificado bursátil disminuye cerca de 10 años. Debido a que los flujos de efectivo del bono hipotecario están

compuestos por los créditos que lo respaldan, el prepago del bono es consecuencia del prepago en cada uno de los créditos.

Asimismo, el precio del bono se ve afectado ya que el flujo de efectivo es diferente en cada mensualidad. El prepago causa que el valor de cada pago aumente, sin embargo el plazo de vigencia disminuye esto provoca una disminución en el precio. Para verificarlo, se presenta la siguiente tabla con el valor y plazo del bono.

**Tabla 7 Escenarios de prepago METROCB 06U**

	Tasa Prepago	Valor del Bono	Plazo
<b>Escenario Base</b>	0%	151,806,885.80	334
<b>Escenario 1</b>	3%	145,393,982.35	208
<b>Escenario 2</b>	5%	143,441,727.03	174
<b>Escenario 3</b>	8%	141,612,632.18	143

No obstante, el efecto de prepago altera el valor de los cupones debido a que la cantidad excedente del pago se envía para amortizar el monto del bono. Un inversionista no puede estimar con seguridad el flujo de efectivo del bono debido a que depende del prepago<sup>8</sup>.

## Incumplimiento

El esquema de amortización anterior también se ve afectado por la tasa de incumplimiento, ya que al agregar dicha tasa se tiene que los flujos del bono son distintos. El cálculo del monto de incumplimiento es un concepto que se obtiene antes de que se realice la amortización, suponiendo una tasa de incumplimiento de 1% anual constante, se tiene que el monto del incumplimiento del mes 1 es:

$$\text{Incumplimiento}_{\text{mes } 1} = \text{Saldo inicial}_{\text{mes } 1} * \text{Tasa de incumplimiento mensual}$$

<sup>8</sup> FABOZZI, Frank; Franco Modigliani y Michael G. Ferri. *Foundations of Financial Markets and Institutions*. Prentice Hall, 2ª ed., USA, 1998, pág. 463.

$$= 133,928,800 * \frac{0.01}{12} = 133,928,800 * 0.0008\bar{3} = 111,607.33 \text{ Udis}$$

Este monto se descuenta del saldo del periodo ya que por lo que al valuar este concepto en el primer mes tenemos que:

$$\begin{aligned} \text{Saldo antes Amortización}_{\text{mes 1}} &= \text{Saldo inicial}_{\text{mes 1}} - \text{Incumplimiento}_{\text{mes 1}} \\ &= 133,928,800 - 111,607.33 = 133,817,192.67 \text{ Udis} \end{aligned}$$

Una vez obtenido este saldo se descuenta el monto de amortización para obtener el saldo al final de ese periodo, por lo tanto se tiene que el saldo final del primer mes es:

$$\begin{aligned} \text{Saldo final}_{\text{mes 1}} &= \text{Saldo antes Amortización} - \text{Amortización} \\ &= 133,817,192.67 - 150,710.08 = 133,666,482.58 \text{ Udis} \end{aligned}$$

El pago total que se realiza en el primer mes es:

$$\begin{aligned} \text{Pago neto}_{\text{mes 1}} &= \text{Pago mensual}_{\text{mes 1}} - \text{Incumplimiento}_{\text{mes 1}} \\ &= 842,675.55 - 111,607.33 = 731,068.22 \text{ Udis} \end{aligned}$$

De esta forma, la tabla de amortización del bono hipotecario queda de la siguiente manera:

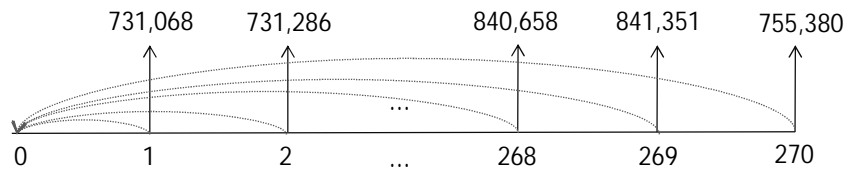
**Tabla 8** Tabla de amortización de METROCB 06U con una tasa de incumplimiento de 1%

Mes	Saldo Inicial	Pago neto	Amortización	Interés	Incumplimiento	Saldo final
1	133,928,800	731,068.22	150,710.08	691,965.47	111,607.33	133,666,482.58
2	133,666,482.58	731,286.82	152,065.39	690,610.16	111,388.74	133,403,028.46
3	133,403,028.46	731,506.36	153,426.57	689,248.98	111,169.19	133,138,432.70
...	...	...	...	...	...	...
134	86,875,878.24	770,278.99	393,816.85	448,858.70	72,396.57	86,409,664.83
135	86,409,664.83	770,667.50	396,225.62	446,449.93	72,008.05	85,941,431.16
136	85,941,431.16	771,057.69	398,644.82	444,030.73	71,617.86	85,471,168.47
...	...	...	...	...	...	...
268	2,420,723.31	840,658.28	830,168.48	12,507.07	2,017.27	1,588,537.56
269	1,588,537.56	841,351.77	834,468.11	8,207.44	1,323.78	752,745.67
270	752,745.68	755,380.29	752,118.39	3,889.19	627.29	0
Total		<b>178,825,858.20</b>	<b>87,734,623.40</b>	<b>108,608,779.95</b>	<b>17,517,545.15</b>	

En este caso, el plazo de vigencia disminuye por varios periodos porque se descuenta el incumplimiento que se presenta en cada mes.

Para calcular el valor del bono, gráficamente se tiene que:

**Tabla 9** Flujo de efectivo METROCB06U con incumplimiento 1%



Teniendo valores diferentes en cada mensualidad, el precio del bono se calcula de la siguiente forma:

$$P = 731,068 * \left(1 + \frac{0.05}{12}\right)^{-1} + 731,286 * \left(1 + \frac{0.05}{12}\right)^{-2} + \dots +$$



$$\begin{aligned}
& 840,658 * \left(1 + \frac{0.05}{12}\right)^{-268} + 841,351 * \left(1 + \frac{0.05}{12}\right)^{-269} + 755,380 * \left(1 + \frac{0.05}{12}\right)^{-270} \\
& = 728,034.74 + 725,230.64 + \dots + 275,844.84 + 274,926.87 + 245,809.92 \\
& = 124,036,472.28 \text{ Udis}
\end{aligned}$$

Hasta este momento, se han mostrado dos casos, el primero muestra los efectos que provoca el prepago en un bono hipotecario. En el segundo caso se considera que sólo existe el incumplimiento. Sin embargo, tanto el prepago como el incumplimiento pueden hallarse en un mismo caso. A continuación, calcularemos la tabla de amortización y el valor del bono considerando ambas tasas.

## Prepago e Incumplimiento

Supongamos que las tasas de prepago e incumplimiento son, 3% y 1% anual respectivamente. Como el saldo antes de amortización y el incumplimiento del primer mes tienen los mismos valores que el caso anterior se comienza por calcular el prepago del primer mes que es:

$$\begin{aligned}
\text{Prepago}_{\text{mes } 1} &= \text{Saldo antes amortización} * \text{Tasa de prepago mensual} \\
&= 133,817,192.67 * \frac{0.03}{12} = 133,817,192.67 * 0.0025 = 334,542.98 \text{ Udis}
\end{aligned}$$

El saldo al final del periodo se muestra a continuación:

$$\text{Saldo final}_{\text{mes } 1} = \text{Saldo antes Amortización} - \text{Amortización} - \text{Prepago}$$

$$= 133,817,192.67 - 150,710.08 - 334,542.98 = 133,331,939.60 \text{ Udis}$$

Mientras que el pago neto del primer mes es:

$$\text{Pago neto}_{\text{mes } 1} = \text{Pago mensual} + \text{Prepago} - \text{Incumplimiento}$$

$$= 842,675.55 + 334,542 - 111,607.33 = 1,065,611.20 \text{ Udis}$$

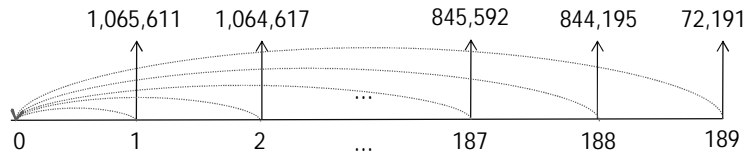
Realizando los cálculos de manera recursiva, se tiene la siguiente tabla de amortización:

**Tabla 10** Tabla de amortización de METROCB 06U con prepago del 3% e incumplimiento de 1%

Mes	Saldo Inicial	Pago neto	Amortización	Interés	Prepago	Incumplimiento	Saldo Final
1	133,928,800	1,065,611	150,710	691,965	334,542	111,607	133,331,939
2	133,331,939	1,064,617	153,793	688,881	333,052	111,109	132,733,983
3	132,733,983	1,063,622	156,883	685,792	331,558	110,611	132,134,930.33
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
93	74,168,778	966,135	459,470	383,205	185,267	61,807	73,462,233
94	73,462,233	964,959	463,120	379,554	183,502	61,218	72,754,391
95	72,754,391	963,781	466,777	375,897	181,734	60,628	72,045,250
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
187	1,752,398	845,592	833,621	9,054	4,377	1,460	912,939
188	912,939	844,195	837,958	4,716	2,280	760	71,939
189	71,939	72,191	71,700	371	179	59	0
<b>Total</b>		<b>180,774,819</b>	<b>89,341,428</b>	<b>69,153,647</b>	<b>33,433,557</b>	<b>11,153,814</b>	

Para calcular el precio del bono se tiene que:

**Ilustración 5 Flujo de efectivo METROCB06U con prepagó 3% e incumplimiento de 1%**



El cálculo del precio del bono se muestra a continuación:

$$\begin{aligned}
 P &= 1,065,611 * \left(1 + \frac{0.05}{12}\right)^{-1} + 1,064,617 * \left(1 + \frac{0.05}{12}\right)^{-2} + \dots + \\
 &845,592 * \left(1 + \frac{0.05}{12}\right)^{-187} + 844,195 * \left(1 + \frac{0.05}{12}\right)^{-188} + 72,191 * \left(1 + \frac{0.05}{12}\right)^{-189} \\
 &= 1,061,189.58 + 1,055,801.00 + \dots + 388,576.38 + 386,324.56 + 32,899.61 \\
 &= 127,006,958.73 \text{ Udis}
 \end{aligned}$$

Para analizar las consecuencias del prepagó y el incumplimiento, se presenta la siguiente tabla con distintos casos:

**Tabla 11 Escenarios de prepagó e incumplimiento de METROCB 06U**

	Prepagó	Incumplimiento	Valor del bono	Plazo del bono
<b>Escenario Base</b>	0%	0%	151,806,885	334
<b>Escenario 1</b>	3%	0%	145,393,982	208
<b>Escenario 2</b>	5%	0%	143,441,727	174
<b>Escenario 3</b>	8%	0%	141,612,632	143
<b>Escenario 4</b>	0%	1%	124,036,472	143
<b>Escenario 5</b>	3%	1%	127,006,959	189
<b>Escenario 6</b>	5%	2%	114,789,249	152
<b>Escenario 7</b>	8%	3%	107,908,567	123

Cuando un bono presenta una diferencia similar entre la tasa de prepago y la tasa de incumplimiento pero en diferentes escenarios, el precio del bono es diferente. Por ejemplo, en el escenario 1 donde el prepago es mayor al incumplimiento, el precio del bono es 145,393,982 Udis, mientras que el escenario 6 con la misma diferencia entre ambas tasas pero con diferente valor, el precio toma un valor de 114,789,249 Udis. Esta diferencia en el precio radica en que el primer bono “garantiza” que el monto invertido se va a recuperar. En cambio en el segundo bono existe la posibilidad de que el inversionista se encuentre perjudicado al momento de recuperar el capital invertido por el incumplimiento que presenta, por lo que es más riesgoso.

El bono que tiene el precio más alto es en el escenario base debido a que el prepago y el incumplimiento no afectan el esquema del bono y se puede cumplir el esquema de pagos de la manera pactada al momento de venta. En cambio, cuando el prepago existe disminuye el precio del bono por la pronta recuperación del capital invertido. El incumplimiento también provoca una depreciación en el bono ya que perjudica el nivel de confianza en la recuperación del capital.

## **BRHSCCB 07 y BRHSCCB 07-2**

Ahora, utilizaremos una emisión que la sofol *Su Casita* realizó el 26 de enero de 2007 con vencimiento el 25 de marzo de 2033 con un plazo de 318 meses (26.54 años). Este BORHI se encuentra compuesto por dos series, BRHSCCB 07 es la serie A y tiene una tasa de 8.81% anual, mientras que la tasa de BRHSCCB 07-2 serie B es 10.65% anual. El bono estaba respaldado por 3,184 créditos hipotecarios, con un saldo insoluto al momento de la emisión de 856,681,400 pesos de los cuales 753,155,000 pesos correspondían a la serie A y 103,526,400 pesos de la serie B.

Dado que el Suplemento de la emisión no muestra el plazo de los créditos, se supone que tienen el mismo plazo que el bono, es decir, 318 meses.

## Amortización de los créditos hipotecarios

La amortización de ambas series se realiza de forma paralela a los créditos hipotecarios, esto se encuentra establecido en el Suplemento de la emisión<sup>9</sup>.

Primero se calcula el valor del pago que realizan los acreditados, utilizando la ecuación 5 se tiene que:

$$R = \frac{856,681,400}{\left\{ \frac{1 - v^{318}}{0.1441/12} \right\}} = \frac{856,681,400}{81.4049} = 10,523,705.47 \cong 10,523,705 \text{ pesos}$$

Los intereses que se generan en el primer mes son:

$$\begin{aligned} \text{Intereses}_{\text{mes } 1} &= \text{Saldo al inicio del periodo} * \text{Tasa de interés mensual} \\ &= 856,681,400 * \left( \frac{0.1441}{12} \right) = 10,287,315.81 \text{ pesos} \end{aligned}$$

Por lo que la cantidad que se amortiza es:

$$\begin{aligned} \text{Amortización}_{\text{mes } 1} &= \text{Pago mensual} - \text{Intereses} \\ &= 10,523,705 - 10,287,315.81 = 236,389.66 \text{ pesos} \end{aligned}$$

---

<sup>9</sup> El Suplemento de la emisión BRHSCCB 07 y 07-2 se puede encontrar en la página de BMV, en <http://www.bmv.com.mx/Digital/inscripcion/BRHSCCB/2007/brhscsb-07-y-07-2-suplemento.pdf>, 29 de mayo de 2009

Así, se tiene que el saldo final del primer mes:

$$\begin{aligned} \text{Saldo final}_{\text{mes 1}} &= \text{Saldo inicial} - \text{Amortización} \\ &= 856,681,400 - 236,389.66 = 856,445,010.34 \text{ pesos} \end{aligned}$$

Realizando las mismas operaciones para los siguientes periodos, se tiene la siguiente tabla de amortización de los créditos hipotecarios es:

**Tabla 12 Tabla de amortización de todos los créditos hipotecarios**

Mes	Saldo inicial	Pago	Amortización	Intereses	Saldo final
1	856,681,400	10,523,705.47	236,389.66	10,287,315.81	856,445,010.34
2	856,445,010.34	10,523,705.47	239,228.31	10,284,477.17	856,205,782.03
3	856,205,782.03	10,523,705.47	242,101.04	10,281,604.43	855,963,680.99
...	...	...	...	...	...
158	748,119,733.51	10,523,705.47	1,540,034.34	8,983,671.13	746,579,699.17
159	746,579,699.17	10,523,705.47	1,558,527.59	8,965,177.89	745,021,171.59
160	745,021,171.59	10,523,705.47	1,577,242.90	8,946,462.57	743,443,928.68
...	...	...	...	...	...
316	30,827,789.81	10,523,705.47	10,153,515.10	370,190.38	20,674,274.71
317	20,674,274.71	10,523,705.47	10,275,441.89	248,263.58	10,398,832.82
318	10,398,832.82	10,523,705.47	10,398,832.82	124,872.65	-
<b>Total</b>		<b>2,942,123,038.93</b>	<b>753,155,000</b>	<b>2,188,968,039.93</b>	

Ahora que se tiene conocimiento del comportamiento de ambas series se procede a calcular el precio del bono.

## Cálculo del precio del bono hipotecario

El bono emitido por Su Casita tiene 318 mensualidades que son equivalentes a 26.54 años. La tasa cupón que reciben los inversionistas es de 8.81% anual para la serie A y

10.65% anual para la serie B. En este caso, el factor de descuento que se supone es del 7% anual constante.

Para la serie A, el valor de la mensualidad que los inversionistas reciben por el bono es:

$$R = \frac{753,155,000}{\left\{ \frac{1 - v^{318}}{0.0881/12} \right\}} = \frac{753,155,000}{122.9048} = 6,127,953.67 \cong 6,127,954 \text{ pesos}$$

Como el cupón es el equivalente al monto de los intereses que genera el bono hipotecario se tiene que:

$$\text{Valor del Cupón} = Fr = 753,155,000 * \frac{0.0881}{12} = 5,529,412.96$$

La amortización del primer mes es la siguiente:

$$\begin{aligned} \text{Amortización}_{\text{mes } 1} &= \text{Pago mensual} - \text{Intereses} \\ &= 6,127,953.67 - 5,529,412.96 = 598,540.71 \text{ pesos} \end{aligned}$$

y, el saldo al final del primer mes es:

$$\begin{aligned} \text{Saldo final}_{\text{mes } 1} &= \text{Saldo inicial} - \text{Amortización} \\ &= 753,155,000 - 598,540.71 = 752,556,459.29 \text{ pesos} \end{aligned}$$

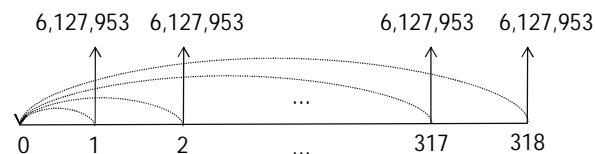
Utilizando las ecuaciones anteriores para el resto de los periodos, la tabla de amortización de la serie A es la siguiente:

**Tabla 13** Tabla de amortización del bono hipotecario BRHSCCB 07

Mes	Saldo inicial	Pago	Amortización	Intereses	Saldo final
1	753,155,000	6,127,953.67	598,540.71	5,529,412.96	752,556,459.29
2	752,556,459.29	6,127,953.67	602,935.00	5,525,018.67	751,953,524.29
3	751,953,524.29	6,127,953.67	607,361.55	5,520,592.12	751,346,162.74
...	...	...	...	...	...
158	577,608,626.86	6,127,953.67	1,887,343.67	4,240,610.00	575,721,283.19
159	575,721,283.19	6,127,953.67	1,901,199.92	4,226,753.75	573,820,083.27
160	573,820,083.27	6,127,953.67	1,915,157.89	4,212,795.78	571,904,925.38
...	...	...	...	...	...
316	18,117,191.62	6,127,953.67	5,994,943.29	133,010.38	12,122,248.33
317	12,122,248.33	6,127,953.67	6,038,956.16	88,997.51	6,083,292.17
318	6,083,292.17	6,127,953.67	6,083,292.17	44,661.50	0
<b>Total</b>		<b>1,948,689,267.11</b>	<b>753,155,000</b>	<b>1,195,534,267.11</b>	

Una vez conocido el flujo de efectivo de la serie A, se puede calcular el precio del bono. Gráficamente se tiene que:

**Ilustración 6** Flujo de efectivo de BRHSCCB 07



El precio de la serie A es:

$$\begin{aligned}
 P &= 6,127,953.67 * \sum_{j=1}^{318} \left(1 + \frac{0.07}{12}\right)^{-j} = 6,127,953.67 * \frac{1 - v^{318}}{0.07/12} \\
 &= 6,127,953.67 * 144.4631 \cong 885,263,358.53 \text{ pesos}
 \end{aligned}$$



El precio de la serie A en la fecha de emisión es de 885,263,358.53 pesos.

Considerando que las características de la serie B son las siguientes:

$$\text{Monto}_{\text{Serie B}} = 103,526,400 \text{ pesos}$$

$$\text{Plazo}_{\text{Serie B}} = 318 \text{ meses}$$

$$\text{Tasa Cupón}_{\text{Serie B}} = 10.65\% \text{ anual}$$

Se te tiene que el pago mensual tiene un monto de:

$$R = \frac{103,526,400}{\left\{ \frac{1 - v^{318}}{0.1065/12} \right\}} = \frac{103,526,400}{105.8910} = 977,669.14 \cong 977,669 \text{ pesos}$$

mientras, el valor del cupón y la amortización del primer mes son:

$$\text{Valor del Cupón} = Fr = 103,526,400 * \frac{0.1065}{12} = 918,796.80$$

$$\text{Amortización}_{\text{mes 1}} = 977,669.14 - 918,796.80 = 58,872.34 \text{ pesos}$$

Así, el saldo al final del primer mes tiene un monto de:

$$\text{Saldo final}_{\text{mes 1}} = 103,526,400 - 58,872.34 = 103,467,527.66 \text{ pesos}$$

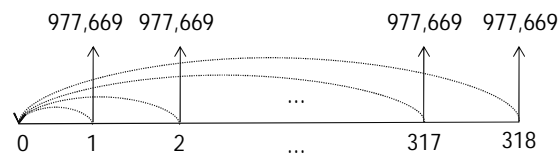
Repetiendo las mismas ecuaciones en los siguientes periodos se tiene que la tabla de amortización de la serie B es:

**Tabla 14** Tabla de amortización del bono hipotecario BRHSCCB 07-2

Mes	Saldo inicial	Pago	Amortización	Intereses	Saldo final
1	103,526,400	977,669.14	58,872.34	918,796.80	103,467,527.66
2	103,467,527.66	977,669.14	59,394.84	918,274.31	103,408,132.82
3	103,408,132.82	977,669.14	59,921.97	917,747.18	103,348,210.85
...	...	...	...	...	...
158	83,601,098.21	977,669.14	235,709.40	741,959.75	83,365,388.81
159	83,365,388.81	977,669.14	237,801.32	739,867.83	83,127,587.49
160	83,127,587.49	977,669.14	239,911.81	737,757.34	82,887,675.68
...	...	...	...	...	...
316	2,881,706.49	977,669.14	952,094.00	25,575.15	1,929,612.49
317	1,929,612.49	977,669.14	960,543.83	17,125.31	969,068.66
318	969,068.66	977,669.14	969,068.66	8,600.48	0
<b>Total</b>		<b>310,898,787.81</b>	<b>103,526,400</b>	<b>207,372,387.81</b>	

Ahora que se conoce el flujo de efectivo de la serie B, se calcula el precio del bono. Gráficamente se tiene que:

**Ilustración 7** Flujo de efectivo de BRHACCB 07-2



El precio de la serie B se calcula a continuación:

$$\begin{aligned}
 P &= 977,669 * \sum_{j=1}^{318} \left(1 + \frac{0.07}{12}\right)^{-j} = 977,669 * \frac{1 - v^{318}}{0.07/12} \\
 &= 977,669 * 144.4631 \cong 141,237,143.19 \text{ pesos}
 \end{aligned}$$

El precio del bono en la fecha de emisión es de 141,237,143.19 pesos.

Para tener la tabla de amortización y el precio total del bono hipotecario, basta con sumar los valores de cada serie. A continuación se presenta la tabla de amortización del bono hipotecario:

**Tabla 15 Tabla de amortización de BRHSCCB 07 y 07-2**

Mes	Saldo inicial	Pago	Amortización	Intereses	Saldo final
1	856,681,400	7,105,623	657,413	6,448,210	856,023,987
2	856,023,987	7,105,623	662,330	6,443,293	855,361,657
3	855,361,657	7,105,623	667,284	6,438,339	854,694,374
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
158	661,209,725	7,105,623	2,123,053	4,982,570	659,086,672
159	659,086,672	7,105,623	2,139,001	4,966,622	656,947,671
160	656,947,671	7,105,623	2,155,070	4,950,553	654,792,601
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
316	20,998,898	7,105,623	6,947,037	158,586	14,051,861
317	14,051,861	7,105,623	6,999,500	106,123	7,052,361
318	7,052,361	7,105,623	7,052,361	53,262	0
<b>Total</b>		<b>2,259,588,054.91</b>	<b>856,681,400</b>	<b>1,402,906,654.91</b>	

Así, el precio del bono se obtiene de la siguiente manera:

$$\begin{aligned}
 \text{Precio del bono} &= \text{Precio Serie A} + \text{Precio Serie B} \\
 &= 885,263,358.53 + 141,237,143.19 = 1,026,500,501.72 \text{ pesos}
 \end{aligned}$$

## Prepago

Para analizar los efectos del prepago sólo utilizaremos la serie A, sin embargo, este ejercicio se puede aplicar para la serie B. En este caso, se supone una tasa de prepago de 5% anual constante. De esta forma, se tiene que el prepago del primer mes es:

$$\text{Prepago}_{\text{mes } 1} = \text{Saldo inicial} * \text{Tasa de prepago mensual}$$

$$= 753,155,000 * \frac{0.05}{12} = 133,928,800 * 0.0041\bar{6} = 3,138,145.83 \text{ Udis.}$$

Una vez conocido el monto de prepago se calcula el pago realizado, por lo que se tiene:

$$\begin{aligned} \text{Pago Realizado}_{\text{mes } 1} &= \text{Pago mensual}_{\text{mes } 1} + \text{Prepago}_{\text{mes } 1} \\ &= 6,127,953.67 + 3,138,145.83 = 9,266,099.50 \text{ pesos} \end{aligned}$$

Así, la amortización del primer mes alcanza un valor de:

$$\begin{aligned} \text{Amortización}_{\text{mes } 1} &= \text{Pago realizado} - \text{Intereses} \\ &= 9,266,099.50 - 5,529,412.96 = 3,736,686.55 \text{ pesos} \end{aligned}$$

El saldo al final del primer mes tiene el siguiente monto:

$$\begin{aligned} \text{Saldo final}_{\text{mes } 1} &= \text{Saldo inicial} - \text{Amortización} \\ &= 753,155,000 - 3,736,686.55 = 749,418,313.45 \text{ pesos} \end{aligned}$$

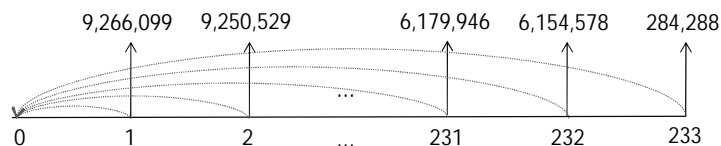
Al aplicar del mismo modo las ecuaciones anteriores para los siguientes periodos, se tiene que la tabla de amortización de la serie A es:

**Tabla 16** Tabla de amortización de BRHSCCB 07 con una tasa de prepago del 5%

Mes	Saldo inicial	Pago	Amortización	Intereses	Prepago	Saldo final
1	753,155,000	9,266,099.50	3,736,686.55	5,529,412.96	3,138,145.83	749,418,313.45
2	749,418,313.45	9,250,529.98	3,748,550.52	5,501,979.45	3,122,576.31	745,669,762.93
3	745,669,762.93	9,234,911.02	3,760,452.17	5,474,458.84	3,106,957.35	741,909,310.76
...	...	...	...	...	...	...
77	432,545,683.74	7,930,227.35	4,754,621.12	3,175,606.23	1,802,273.68	427,791,062.61
78	427,791,062.61	7,910,416.43	4,769,717.05	3,140,699.38	1,782,462.76	423,021,345.57
79	423,021,345.57	7,890,542.61	4,784,860.90	3,105,681.71	1,762,588.94	418,236,484.67
...	...	...	...	...	...	...
155	12,478,218.02	6,179,946.25	6,088,335.33	91,610.92	51,992.58	6,389,882.69
156	6,389,882.69	6,154,578.18	6,107,665.79	46,912.39	26,624.51	282,216.90
157	282,216.90	284,288.84	282,216.90	2,071.94	1,175.90	0
<b>Total</b>		<b>1,222,764,732.56</b>	<b>753,155,000</b>	<b>469,609,732.56</b>	<b>266,520,847.08</b>	

De manera esquemática, se tiene que el bono se comporta de la siguiente manera:

**Ilustración 8 Flujo de efectivo de BRHSCCB 07 con prepago de 5%**



El monto del pago total es distinto, por lo que la valuación de cada mensualidad se realiza de manera individual, quedando de la siguiente manera:

$$\begin{aligned}
 P &= 9,266,099 * \left(1 + \frac{0.07}{12}\right)^{-1} + 9,250,529 * \left(1 + \frac{0.07}{12}\right)^{-2} + \dots + \\
 &6,179,946 * \left(1 + \frac{0.07}{12}\right)^{-155} + 6,154,578 * \left(1 + \frac{0.07}{12}\right)^{-156} + 284,288 * \left(1 + \frac{0.07}{12}\right)^{-157} \\
 &= 9,212,360.73 + 9,143,544.16 + \dots + 2,508,712.94 + 2,483,925.36 + 114,070.68 \\
 &= 824,935,836.85
 \end{aligned}$$

## Incumplimiento

El incumplimiento es otro factor que altera al esquema de amortización. En este caso, suponemos que la serie A tiene un incumplimiento de 1% anual y una tasa de prepago nula. Por lo que el incumplimiento tiene un valor de:

$$\begin{aligned} \text{Incumplimiento}_{\text{mes } 1} &= \text{Saldo inicial}_{\text{mes } 1} * \text{Tasa de incumplimiento mensual} \\ &= 753,155,000 * \frac{0.01}{12} = 753,155,000 * 0.0008\bar{3} = 627,629.16 \text{ pesos} \end{aligned}$$

Calculando el saldo antes de amortizar se tiene que:

$$\begin{aligned} \text{Saldo antes Amortización}_{\text{mes } 1} &= \text{Saldo inicial}_{\text{mes } 1} - \text{Incumplimiento}_{\text{mes } 1} \\ &= 753,155,000 - 627,629.16 = 752,527,370.84 \text{ pesos} \end{aligned}$$

Así, el saldo al final del primer mes se muestra a continuación:

$$\begin{aligned} \text{Saldo final}_{\text{mes } 1} &= \text{Saldo antes Amortización} - \text{Amortización} \\ &= 752,527,370.84 - 598,540.71 = 751,928,830.18 \text{ pesos} \end{aligned}$$

El pago total del primer mes toma el siguiente valor:

$$\begin{aligned} \text{Pago neto}_{\text{mes } 1} &= \text{Pago mensual}_{\text{mes } 1} - \text{Incumplimiento}_{\text{mes } 1} \\ &= 6,127,953.67 - 627,629.16 = 5,500,324.50 \text{ pesos} \end{aligned}$$

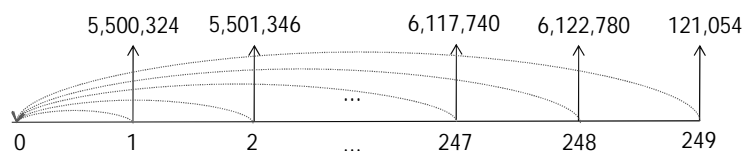
Realizando los cálculos de manera recursiva para el resto de los periodos, se tiene que la tabla de amortización queda como se presenta a continuación:

**Tabla 17 Tabla de amortización de BRHSCCB 07 con incumplimiento de 0.95%**

Mes	Saldo Inicial	Pago neto	Amortización	Interés	Incumplimiento	Saldo final
1	753,155,000	5,500,324	597,540.71	5,529,413	627,629	751,928,830
2	751,928,830	5,501,346	607,543	5,520,411	626,607	750,694,680
3	750,694,680	5,502,375	616,603	5,511,350	625,579	749,452,497
...	...	...	...	...	...	...
123	525,835,286	5,689,758	2,267,446	3,860,507	438,196	523,129,644
124	523,129,644	5,692,012	2,287,310	3,840,643	435,941	520,406,392
125	521,406,392	5,694,282	2,307,303	3,820,650	433,672	517,665,417
...	...	...	...	...	...	...
247	12,256,783	6,117,740	6,037,968	89,985	10,214	6,208,601
248	6,208,601	6,122,780	6,082,372	45,581	5,174	121,055
249	121,055	121,742	121,054	889	101	0
<b>Total</b>		<b>1,424,685,421</b>	<b>654,986,068</b>	<b>864,868,284</b>	<b>98,168,931</b>	

El plazo de vigencia se reduce hasta alcanzar 249 meses (20.75 años) mostrando lo sensible que es el bono ante cambios de incumplimiento. Gráficamente el precio del bono se obtiene de la siguiente manera:

**Ilustración 9 Flujo de efectivo de BRHSCCB 07 con incumplimiento de 1%**



Así, el precio del bono se calcula de la siguiente forma:

$$P = 5,500,324 * \left(1 + \frac{0.07}{12}\right)^{-1} + 5,501,346 * \left(1 + \frac{0.07}{12}\right)^{-2} + \dots +$$

$$\begin{aligned}
& 6,117,740 * \left(1 + \frac{0.07}{12}\right)^{-247} + 6,122,740 * \left(1 + \frac{0.07}{12}\right)^{-248} + 121,054 * \left(1 + \frac{0.07}{12}\right)^{-249} \\
& = 5,468,425 + 5,437,721 + \dots + 1,454,330 + 1,447,087 + 28,606 \\
& = 741,638,121.69 \text{ pesos}
\end{aligned}$$

## Prepago e Incumplimiento

Supongamos que la tasa de prepago es 8% anual mientras que el incumplimiento es 5% anual. Calculando el incumplimiento del mes 1 se tiene que:

$$\begin{aligned}
\text{Incumplimiento}_{\text{mes } 1} &= \text{Saldo inicial}_{\text{mes } 1} * \text{Tasa de incumplimiento mensual} \\
&= 753,155,000 * \frac{0.05}{12} = 753,155,000 * 0.0041\bar{6} = 3,138,145.83 \text{ pesos}
\end{aligned}$$

Se obtiene el saldo antes de amortización para conocer el prepago:

$$\begin{aligned}
\text{Saldo antes Amortización}_{\text{mes } 1} &= \text{Saldo inicial}_{\text{mes } 1} - \text{Incumplimiento}_{\text{mes } 1} \\
&= 753,155,000 - 3,138,145.83 = 750,016,854.16 \text{ pesos}
\end{aligned}$$

Ahora el prepago del primer mes es el siguiente:

$$\begin{aligned}
\text{Prepago}_{\text{mes } 1} &= \text{Saldo antes amortización} * \text{Tasa de prepago mensual} \\
&= 750,016,854.16 * \frac{0.08}{12} = 750,016,854.16 * 0.00\bar{6} = 5,000,112.36 \text{ pesos}
\end{aligned}$$



Así, el saldo al final del periodo es:

$$\begin{aligned} \text{Saldo final}_{\text{mes 1}} &= \text{Saldo antes Amortización} - \text{Amortización} - \text{Prepago} \\ &= 750,016,854.16 - 598,540.71 - 5,000,112.36 = 744,418,201.09 \text{ pesos} \end{aligned}$$

Así, el pago neto del primer mes se muestra a continuación:

$$\begin{aligned} \text{Pago neto}_{\text{mes 1}} &= \text{Pago mensual} + \text{Prepago} - \text{Incumplimiento} \\ &= 6,127,953.67 + 5,000,112.36 - 3,138,145.83 = 7,989,920.20 \text{ pesos} \end{aligned}$$

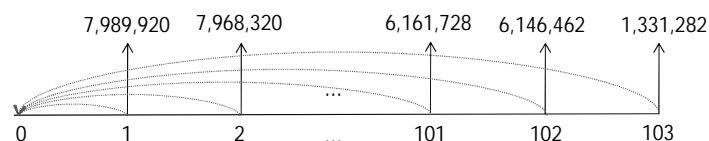
Efectuando los cálculos anteriores para los meses siguientes, se tiene la siguiente tabla de amortización queda de la siguiente forma:

**Tabla 18 Tabla de Amortización de BRHSCCB 07 con prepago 8% e incumplimiento de 5%**

Mes	Saldo Inicial	Pago neto	Amortización	Interés	Prepago	Incumplimiento	Saldo Final
1	753,155,000	7,989,920	598,540	5,529,413	5,000,112	3,138,145	744,418,201
2	744,418,201	7,968,320	662,683	5,465,270	4,942,110	3,101,743	737,711,665
3	737,711,665	7,946,796	726,603	5,401,350	4,884,308	3,065,465	727,035,288
...	...	...	...	...	...	...	...
50	358,784,728	7,014,949	3,493,876	2,634,078	2,381,932	1,494,936	351,413,983
51	351,413,983	6,996,727	3,547,989	2,579,964	2,332,998	1,464,225	344,068,771
52	344,068,771	6,978,568	3,601,915	2,526,038	2,284,234	1,433,620	336,749,001
...	...	...	...	...	...	...	...
101	13,661,766	6,161,728	6,027,653	100,300	90,699	56,924	37,486,490
102	7,486,490	6,146,462	6,072,993	54,963	49,702	31,194	1,332,604
103	1,332,604	1,331,282	1,318,204	9,784	8,847	5,553	0
<b>Total</b>		<b>716,860,743</b>	<b>357,679,763</b>	<b>268,699,499</b>	<b>242,978,359</b>	<b>152,496,878</b>	

Gráficamente, para calcular el precio del bono se tiene que:

**Ilustración 10** Tabla de Amortización de BRHSCCB 07 con prepago de 8% e incumplimiento de 5%



El cálculo del precio del bono se realiza como se muestra a continuación:

$$\begin{aligned}
 P &= 7,989,920 * \left(1 + \frac{0.07}{12}\right)^{-1} + 7,968,320 * \left(1 + \frac{0.07}{12}\right)^{-2} + \dots + \\
 &6,161,728 * \left(1 + \frac{0.07}{12}\right)^{-101} + 6,146,462 * \left(1 + \frac{0.07}{12}\right)^{-102} + 1,331,282 * \left(1 + \frac{0.07}{12}\right)^{-103} \\
 &= 7,943,583 + 7,876,164 + \dots + 3,424,318 + 3,396,024 + 731,290 \\
 &= 545,890,746.99 \text{ pesos}
 \end{aligned}$$

El precio del bono en la fecha de emisión cuando existe un prepago del 8% anual y un incumplimiento del 5% anual es 545,890,746.99 pesos.

Para comparar los efectos que ocasionan el prepago y el incumplimiento, se presenta la siguiente tabla considerando distintos casos:

**Tabla 19** Escenarios de prepago e incumplimiento de BRHSCCB 07

	Prepago	Incumplimiento	Valor del bono	Plazo del bono
<b>Escenario Base</b>	0%	0%	885,263,359	318
<b>Escenario 1</b>	5%	0%	824,935,837	157
<b>Escenario 2</b>	10%	0%	805,741,187	116
<b>Escenario 3</b>	15%	0%	795,336,357	95
<b>Escenario 4</b>	0%	1%	741,638,122	249
<b>Escenario 5</b>	5%	3%	617,264,884	129
<b>Escenario 6</b>	8%	5%	545,890,747	103
<b>Escenario 7</b>	15%	8%	497,953,410	76

Así como en el caso del bono de METOCB 06, este bono tiene un comportamiento similar en los precios ya que con el bono más caro se registra en el escenario base porque el prepago y el incumplimiento no afectan el esquema del bono y se puede cumplir el esquema de pagos de la manera pactada al momento de venta. Cuando el prepago existe disminuye el precio del bono por la pronta recuperación del capital invertido. El incumplimiento también provoca una depreciación en el bono ya que perjudica el nivel de confianza en la recuperación del capital.

## CREYCB 06U y CREYCB 06-2U

La sofol *Hipotecaria Crédito y Casa* realizó una emisión el 13 de diciembre de 2006 con vencimiento el 13 de marzo de 2034, un plazo de 327 meses (27.25 años). Este bono está compuesto por dos series, CREYCB 06U serie A otorga una tasa cupón de 4.78% anual mientras que CREYCB 06-2U serie B tiene una tasa cupón de 6.45%. En la fecha de emisión ambas series se encontraban respaldadas por 5,444 créditos hipotecarios, con un saldo insoluto de 478,700,000 Udis y una tasa promedio ponderada de 9.24%. Sin embargo, este bono hipotecario tiene la característica de poder realizar reaperturas, es decir, en cierta fecha existe un aumento del saldo insoluto y de los créditos hipotecarios. En esos casos el bono hipotecario tendrá las mismas características que en su colocación inicial. A continuación se presenta un resumen de las reaperturas:

**Tabla 20 Características de las reaperturas de CREYCB 06U y 06-2U**

	Mes	CREYCB 06U (Udis)	CREYCB 06-2U (Udis)	Total (Udis)	Créditos Cedidos	Tasa Promedio Créditos
<b>Colocación Inicial</b>		430,350,000	48,350,000	478,700,000	5,444	9.24%
<b>1ª Reapertura</b>	4	164,114,062	18,885,600	182,999,662	1,974	9.225%
<b>2ª Reapertura</b>	5	209,847,937	24,332,800	234,180,737	2,754	8.36%
<b>3ª Reapertura</b>	8	138,012,947	16,473,800	154,486,747	1,826	9.257%
<b>Total</b>		942,324,946	108,042,200	1,050,367,146	11,998	

Debido a lo restrictivo de la información de la emisión realizada por Crédito y Casa, no se tiene el conocimiento del plazo de los créditos hipotecarios, por lo que se supone que tienen el mismo plazo que el bono, 327 meses.

## Amortización de los créditos hipotecarios

Debido a que la amortización del bono hipotecario se encuentra relacionada con el comportamiento del pago de los créditos que lo respaldan<sup>10</sup>, es importante conocer primero la manera en que amortizan dichos créditos.

Comenzaremos con obtener el valor de las mensualidades que realizan los acreditados en el primer mes:

$$R_{\text{Colocación Inicial}} = \frac{478,700,000}{\left\{ \frac{1 - v^{327}}{0.0924/12} \right\}} = \frac{478,700,000}{119.2973} = 4,012,661.27 \cong 4,012,661 \text{ Udis}$$

Los intereses que se generan en el primer mes son:

$$\begin{aligned} \text{Intereses}_{\text{mes } 1} &= \text{Saldo al inicio del periodo} * \text{Tasa de interés mensual} \\ &= 478,700,000 * \left( \frac{0.0924}{12} \right) = 3,685,990 \text{ Udis} \end{aligned}$$

El monto que se amortiza en el primer mes se calcula a continuación:

$$\begin{aligned} \text{Amortización}_{\text{mes } 1} &= \text{Pago mensual} - \text{Intereses} \\ &= 4,012,661 - 3,685,990 = 326,671.28 \text{ Udis} \end{aligned}$$

---

<sup>10</sup> El Suplemento de la emisión CREYCB 06U y 06-2U se puede encontrar en la página de BMV, en <http://www.bmv.com.mx/Digital/inscripcion/CREYCB/2006/creycb-06-y-06-2-07122006-suplemento.pdf>, 29 de mayo de 2009

Así, el saldo final del primer mes alcanza un valor de:

$$\begin{aligned} \text{Saldo final}_{\text{mes 1}} &= \text{Saldo inicial} - \text{Amortización} \\ &= 478,700,000 - 326,671.28 = 478,373,328.72 \text{ Udis} \end{aligned}$$

Si se continúan realizando los cálculos anteriores se obtiene la tabla de amortización de los créditos hipotecarios. Sin embargo, la primera reapertura del bono se presenta al principio del mes 4 y se tiene que calcular el nuevo pago mensual. Así, los primeros tres periodos se comportan de la siguiente manera:

**Tabla 21** Tabla de amortización de los créditos hipotecarios 06U

Mes	Saldo inicial	Pago	Amortización	Intereses	Saldo final
1	478,700,000	4,012,661.28	326,671.28	3,685,990.00	478,373,328.72
2	478,373,328.72	4,012,661.28	329,186.65	3,683,474.63	478,044,142.08
3	478,044,142.08	4,012,661.28	337,696.94	3,674,964.34	477,706,445.14

El monto de la reapertura es de 182,999,662 Udis, por lo que el saldo insoluto al principio del mes 4 es:

$$\begin{aligned} \text{Saldo inicial}_{\text{mes 4}} &= \text{Saldo final}_{\text{mes 3}} + \text{Reapertura 1} \\ &= 477,706,445.14 + 182,999,662 = 660,706,107.14 \text{ Udis} \end{aligned}$$

Con un nuevo saldo, se calcula el pago mensual, la tasa promedio después de la reapertura es de 9.225% anual, por lo que se tiene que:

$$R_{Reapertura\ 1} = \frac{660,706,107.14}{\left\{ \frac{1 - v^{324}}{0.09225/12} \right\}} = \frac{660,706,107.14}{119.2012} = 5,542,780.25 \cong 5,542,780 \text{ Udis}$$

Entonces los intereses que se generan en el cuarto mes tiene un valor de:

$$\begin{aligned} \text{Intereses}_{mes\ 4} &= \text{Saldo al inicio del periodo 4} * \text{Tasa de interés mensual} \\ &= 660,706,107.14 * \left( \frac{0.09225}{12} \right) = 5,153,507.64 \text{ Udis} \end{aligned}$$

Así, la amortización que se realiza en el cuarto mes es:

$$\begin{aligned} \text{Amortización}_{mes\ 4} &= \text{Pago mensual} - \text{Intereses} \\ &= 5,542,780 - 5,153,507.64 = 389,272.62 \text{ Udis} \end{aligned}$$

El saldo final del cuarto mes se muestra a continuación:

$$\begin{aligned} \text{Saldo final}_{mes\ 1} &= \text{Saldo inicial} - \text{Amortización} \\ &= 660,706,107.14 - 389,272.63 = 660,316,834.52 \text{ Udis} \end{aligned}$$

Continuando con el mismo proceso y calculando los nuevos valores en cada reapertura, se tiene que la tabla de amortización de los créditos hipotecarios queda de la siguiente forma:

**Tabla 22 Tabla da amortización de los créditos hipotecarios con reaperturas**

Mes	Saldo inicial	Pago	Amortización	Intereses	Saldo final
1	478,700,000	4,012,661.28	326,671.28	3,685,990.00	478,373,328.72
2	478,373,328.72	4,012,661.28	329,186.65	3,683,474.63	478,044,142.08
3	478,044,142.08	4,012,661.28	337,696.94	3,674,964.34	477,706,445.14
4	660,706,107.14	5,542,780.25	389,272.62	5,153,507.64	660,316,834.52
5	894,497,571.52	7,594,504.47	617,423.41	6,977,081.06	893,880,148.11
6	893,880,148.11	7,594,504.47	622,239.32	6,972,265.16	893,257,908.80
7	893,257,908.80	7,594,504.47	703,764.09	6,890,740.38	892,554,144.71
8	1,047,040,891.71	8,832,348.33	755,300.38	8,077,047.95	1,046,285,591.33
...	...	...	...	...	...
325	26,093,435.56	8,832,348.33	8,631,059.22	201,289.11	17,462,376.34
326	17,462,376.34	8,832,348.33	8,697,640.65	134,707.68	8,764,735.70
327	8,764,735.70	8,832,348.33	8,764,735.70	67,612.63	0
Total		<b>2,866,715,742.50</b>	<b>1,050,367,146</b>	<b>1,816,348,596.50</b>	

Una vez que se tiene el comportamiento del bono hipotecario se puede calcular el precio.

## Cálculo del precio del bono hipotecario

Crédito y Casa emitió un bono el 13 de diciembre de 2006 con vencimiento el 13 de marzo de 2034, es decir, son 327 meses. La tasa que otorga la serie A es de 4.78% anual mientras que la serie B tiene una tasa de 6.45% también anual. El factor de descuento que se supone en este ejercicio es de 10%.

El valor de la mensualidad que otorga la serie A es:

$$R = \frac{430,350,000}{\left( \frac{1 - v^{327}}{0.0478/12} \right)} = \frac{430,350,000}{182.6254} = 2,356,462.44 \cong 2,356,462 \text{ pesos}$$

Siendo el valor del cupón equivalente a los intereses que genera la serie A entonces:

$$\text{Valor del Cupón} = Fr = 430,350,000 * \frac{0.0478}{12} = 1,714,227.50$$

Así, la amortización del primer mes alcanza un valor de:

$$\begin{aligned} \text{Amortización}_{\text{mes } 1} &= \text{Pago mensual} - \text{Intereses} \\ &= 2,356,462.44 - 1,714,227.50 = 642,234.94 \text{ Udis} \end{aligned}$$

El saldo al final del primer mes se muestra a continuación:

$$\begin{aligned} \text{Saldo final}_{\text{mes } 1} &= \text{Saldo inicial} - \text{Amortización} \\ &= 430,350,000 - 642,234.94 = 429,707,765.06 \text{ Udis} \end{aligned}$$

Al aplicar las ecuaciones en los periodos siguientes se tiene que la amortización de la serie A es la siguiente:

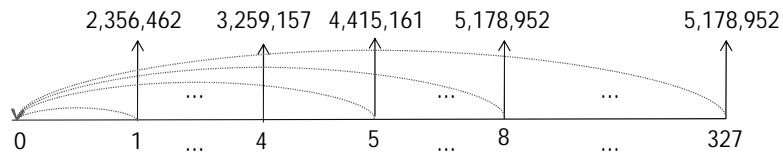


**Tabla 23 Tabla de Amortización de CREYCB 06U**

Mes	Saldo inicial	Pago	Amortización	Intereses	Saldo final
1	430,350,000	2,356,462.44	642,234.94	1,714,227.50	429,707,765.06
2	429,707,765.06	2,356,462.44	644,793.17	1,711,669.26	429,062,971.89
3	429,062,971.89	2,356,462.44	647,361.60	1,709,100.84	428,415,610.29
4	592,529,672.29	3,259,157.42	898,914.23	2,360,243.19	591,630,758.06
5	801,478,695.06	4,415,161.32	1,222,604.52	3,192,556.80	800,256,090.55
6	800,256,090.55	4,415,161.32	1,227,474.56	3,187,686.76	799,028,615.99
7	799,028,615.99	4,415,161.32	1,232,364.00	3,182,797.32	797,796,251.99
8	935,809,198.99	5,178,952.10	1,451,312.13	3,727,639.98	934,357,886.87
...	...	...	...	...	...
325	15,413,896.21	5,178,952.10	5,117,553.42	61,398.69	10,296,342.79
326	10,296,342.79	5,178,952.10	5,137,938.34	41,013.77	5,158,404.46
327	5,158,404.46	5,178,952.10	5,158,404.46	20,547.64	0
Total		<b>1,680,838,701.32</b>	<b>942,324,946</b>	<b>738,513,755.32</b>	

Ahora que el flujo de efectivo es conocido se puede calcular el precio del bono. Gráficamente se tiene que:

**Ilustración 11 Flujo de efectivo de CREYCB 06U**



Así, el precio del bono se obtiene de la siguiente expresión:

$$P = 2,356,462 * \left(1 + \frac{0.1}{12}\right)^{-1} + \dots + 3,259,157 * \left(1 + \frac{0.1}{12}\right)^{-4} + 4,415,161 * \left(1 + \frac{0.1}{12}\right)^{-5}$$

$$\begin{aligned}
& + \dots + 5,178,952 * \left(1 + \frac{0.1}{12}\right)^{-8} + \dots + 5,178,952 * \left(1 + \frac{0.1}{12}\right)^{-327} \\
& = 2,356,462 * 0.9917 + \dots + 3,259,157 * 0.9673 + 4,415,161 * 0.9593 \\
& \quad + \dots + 5,178,952 * 0.9357 + 5,178,952 * 0.0662 \\
& = 2,336,987.54 + \dots + 3,152,744.97 + 4,235,707.43 \\
& \quad + \dots + 4,846,284.44 + 343,315.38 = 567,910,891.09
\end{aligned}$$

El precio de la serie A en la fecha de emisión es de 567,910,891.09 Udis. Ahora, recordando que las características de la serie B son:

$$Monto_{Serie B} = 48,350,000 \text{ pesos}$$

$$Plazo_{Serie B} = 327 \text{ meses}$$

$$Tasa \text{ Cupón}_{Serie B} = 6.45\% \text{ anual}$$

El pago mensual alcanza un monto de:

$$R = \frac{48,350,000}{\left\{ \frac{1 - v^{327}}{0.0645/12} \right\}} = \frac{48,350,000}{153.8106} = 314,347.47 \cong 314,347 \text{ Udis}$$

Asimismo, el monto del cupón y la amortización se muestran a continuación:

$$\text{Valor del Cupón} = Fr = 48,350,000 * \frac{0.0645}{12} = 259,881.25$$

$$\text{Amortización}_{\text{mes } 1} = 314,347 - 259,881.25 = 54,466.22 \text{ Udis}$$

Por lo que el saldo final es:

$$\text{Saldo final}_{\text{mes } 1} = 48,350,000 - 54,466.22 = 48,295,533.78 \text{ Udis}$$

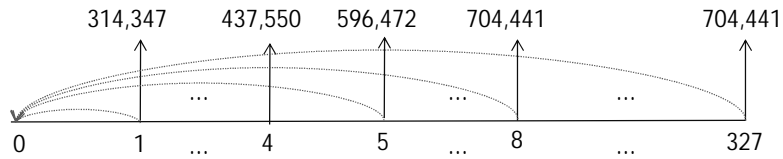
Realizando el mismo procedimiento para el resto de los periodos se tiene que la tabla de amortización de la serie B es:

**Tabla 24 Tabla de amortización de CREYCB 06-2U**

Mes	Saldo inicial	Pago	Amortización	Intereses	Saldo final
1	48,350,000	314,347.47	54,466.22	259,881.25	48,295,533.78
2	48,295,533.78	314,347.47	54,758.98	259,588.49	48,240,774.80
3	48,240,774.80	314,347.47	55,053.31	259,294.16	48,185,721.49
4	67,071,321.49	437,550.79	77,042.43	360,508.35	66,994,279.06
5	91,327,079.06	596,472.35	105,589.30	490,883.05	91,221,489.75
6	91,221,489.75	596,472.35	106,156.85	490,315.51	91,115,332.91
7	91,115,332.91	596,472.35	106,727.44	489,744.91	91,008,605.47
8	107,482,405.47	704,441.99	126,724.06	577,717.93	107,355,681.41
...	...	...	...	...	...
325	2,090,809.61	704,441.99	693,203.89	11,238.10	1,397,605.72
326	1,397,605.72	704,441.99	696,929.86	7,512.13	700,675.86
327	700,675.86	704,441.99	700,675.86	3,766.13	0
<b>Total</b>		<b>228,591,447.90</b>	<b>108,042,200</b>	<b>120,549,247.90</b>	

Esquemáticamente, el comportamiento de la serie B es la siguiente:

**Ilustración 12 Flujo de efectivo de CREYCB 06-2U**



El cálculo del precio de la serie B se puede ver a continuación:

$$\begin{aligned}
 P &= 314,347 * \left(1 + \frac{0.1}{12}\right)^{-1} + \dots + 437,550 * \left(1 + \frac{0.1}{12}\right)^{-4} + 596,472 * \left(1 + \frac{0.1}{12}\right)^{-5} \\
 &+ \dots + 704,441 * \left(1 + \frac{0.1}{12}\right)^{-8} + \dots + 704,441 * \left(1 + \frac{0.1}{12}\right)^{-327} \\
 &= 2,356,462 * 0.9917 + \dots + 3,259,157 * 0.9673 + 4,415,161 * 0.9593 \\
 &+ \dots + 5,178,952 * 0.9357 + 5,178,952 * 0.0662 \\
 &= 311,749.56 + \dots + 423,264.62 + 572,228.78 \\
 &+ \dots + 659,192.48 + 46,697.82 = 77,211,894.66
 \end{aligned}$$

El precio de la serie B es de 77,211,894.66 Udis.

Sumando la tabla de amortización y el precio de cada serie se obtiene el valor total del bono. La tabla de amortización del bono es:

Tabla 25 Tabla de amortización de CREYCB 06U y CREYCB 06-2U

Mes	Saldo inicial	Pago	Amortización	Intereses	Saldo final
1	478,700,000	2,670,810	696,701	1,974,109	478,003,299
2	478,003,299	2,670,810	699,552	1,971,258	477,303,747
3	477,303,747	2,670,810	702,415	1,968,395	476,601,332
4	659,600,994	3,696,708	975,957	2,720,752	658,625,037
5	892,805,774	5,011,634	1,328,194	3,683,440	891,477,580
6	891,477,580	5,011,634	1,333,631	3,678,002	890,143,949
7	890,143,949	5,011,634	1,339,091	3,672,542	888,804,857
8	1,043,291,604	5,883,394	1,578,036	4,305,358	1,041,713,568
...	...	...	...	...	...
325	17,504,706	5,883,394	5,810,757	72,637	11,693,949
326	11,693,949	5,883,394	5,834,868	48,526	5,859,080
327	5,859,080	5,883,394	5,859,080	24,314	0
Total		1,909,430,149.22	1,050,367,146	859,063,003.22	

El precio del bono es:

$$\begin{aligned} \text{Precio del bono} &= \text{Precio Serie A} + \text{Precio Serie B} \\ &= 567,910,891.09 + 77,211,894.66 = 645,122,785.75 \text{ Udis} \end{aligned}$$

## Prepago

El esquema de amortización de los bonos hipotecarios se puede ver alterado por el efecto que provoca el prepago, por lo que se realizan estimaciones para proyectar el flujo de efectivo. En este caso, se analizará el efecto que provoca el prepago en la serie A, aunque en la realidad afecta a ambas series.

En esta sección se supone una tasa de prepago de 7% anual constante durante la vigencia del bono.

Calculemos el prepago del primer mes:

$$\begin{aligned}
 \text{Prepago}_{\text{mes } 1} &= \text{Saldo inicial} * \text{Tasa de prepago mensual} \\
 &= 430,350,000 * \frac{0.07}{12} = 430,350,000 * 0.0058\bar{3} = 2,510,375 \text{ Udis}
 \end{aligned}$$

El pago realizado del primer mes alcanza un valor de:

$$\begin{aligned}
 \text{Pago Realizado}_{\text{mes } 1} &= \text{Pago mensual}_{\text{mes } 1} + \text{Prepago}_{\text{mes } 1} \\
 &= 2,356,462.44 + 2,510,375 = 4,866,837.44 \text{ Udis}
 \end{aligned}$$

Mientras que la amortización del primer mes es:

$$\begin{aligned}
 \text{Amortización}_{\text{mes } 1} &= \text{Pago realizado} - \text{Intereses} \\
 &= 4,866,837.44 - 1,714,227.5 = 3,152,609.94 \text{ Udis}
 \end{aligned}$$

El saldo al final del primer mes se muestra a continuación:

$$\begin{aligned}
 \text{Saldo final}_{\text{mes } 1} &= \text{Saldo inicial} - \text{Amortización} \\
 &= 430,350,000 - 3,152,609.94 = 427,197,390.06 \text{ Udis}
 \end{aligned}$$

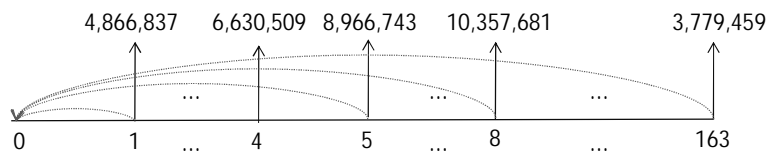
Al aplicar de modo similar las formulas anteriores, la tabla de amortización del bono queda como se muestra a continuación:

**Tabla 26** Tabla de amortización de CREYCB 06U con una tasa de prepago del 7%

Mes	Saldo Inicial	Pago Total	Amortización	Interés	Prepago	Saldo Final
1	430,350,000	4,866,837.44	3,152,609.94	1,714,227.50	2,510,375.00	427,197,390.06
2	427,197,390.06	4,848,447.21	3,146,777.61	1,701,669.60	2,491,984.78	424,050,612.45
3	424,050,612.45	4,830,091.01	3,140,956.07	1,689,134.94	2,473,628.57	420,909,656.38
...	...	...	...	...	...	...
80	457,216,916.21	7,709,658.32	5,888,410.94	1,821,247.38	2,667,098.68	451,328,505.27
81	451,328,505.27	7,675,309.26	5,877,517.38	1,797,791.88	2,632,749.61	445,450,987.89
82	445,450,987.89	7,641,023.74	5,866,643.97	1,774,379.77	2,598,464.10	439,584,343.91
...	...	...	...	...	...	...
161	13,891,606.79	5,123,594.02	5,068,259.12	55,334.90	81,034.37	8,823,347.67
162	8,823,347.67	5,094,029.17	5,058,882.84	35,146.33	51,469.53	3,764,464.83
163	3,764,464.83	3,779,459.95	3,764,464.83	14,995.12	21,959.38	0
Total		<b>1,230,025,423</b>	<b>942,324,946</b>	<b>287,700,477</b>	<b>421,318,690</b>	

El monto del pago total es diferente por el prepago realizado en cada mes. Además, existen tres reaperturas provocando que el precio del bono sea. De esta forma, se tiene que descontar a valor presente el monto del pago total, esquemáticamente se tiene:

**Ilustración 13** Flujo de efectivo de CREYCB 06U con prepago de 7%



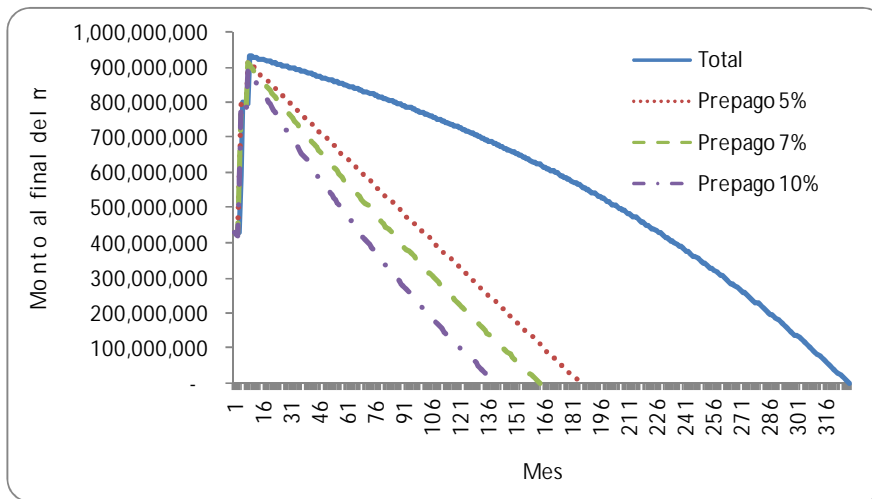
Como el monto del pago total tiene diferente valor en cada mes, la valuación se realiza de manera individual, por lo que el cálculo del precio del bono es el siguiente:

$$\begin{aligned}
 P = & 4,866,837 * \left(1 + \frac{0.1}{12}\right)^{-1} + \dots + 6,630,509 * \left(1 + \frac{0.1}{12}\right)^{-4} + 8,966,743 * \left(1 + \frac{0.1}{12}\right)^{-5} \\
 & + \dots + 10,357,681 * \left(1 + \frac{0.1}{12}\right)^{-8} + \dots + 3,779,459 * \left(1 + \frac{0.1}{12}\right)^{-163}
 \end{aligned}$$

$$= 4,826,615.64 + \dots + 6,414,021.82 + 8,602,290.49 + \dots + 9,692,360.80 + \dots + 977,141.58 = 715,629,958.04$$

Como se ha observado, la tasa de prepago tiene un efecto en el valor del bono. Existen dos efectos en la amortización del bono, el primero en la disminución del plazo del bono y segundo en su valor. La siguiente gráfica muestra los montos del bono durante su vigencia considerando tres escenarios de prepago.

**Ilustración 14 Escenarios de prepago de CREYCB 06U.**



Comparando el efecto de un prepago constante, el plazo del certificado bursátil disminuye más de 10 años.

El precio del bono se ve afectado ya que el flujo de efectivo es diferente en cada mensualidad. El prepago causa que el valor de cada pago aumente mientras, el plazo de vigencia disminuye. Sin embargo, a diferencia de los bonos anteriores, en este caso el precio aumenta de valor. Realizando diferentes ejercicios, el aumento del precio se debe a que la tasa de descuento en el bono de Crédito y Casa es mayor que la tasa cupón, no así en los bonos de Metrofinanciera y Su Casita donde la tasa de descuento es menor que la tasa cupón.



Para verificarlo, se presenta la siguiente tabla con el valor, plazo del bono y la tasa de descuento.

**Tabla 27 Escenarios de prepago CREYCB 06U**

	Tasa descuento 5%		Tasa descuento 3%	
	Tasa Prepago	Valor del Bono	Valor del Bono	Plazo
<b>Escenario Base</b>	0%	567,910,891	1,143,390,304	327
<b>Escenario 1</b>	7%	715,629,958	1,030,378,130	185
<b>Escenario 2</b>	10%	743,967,260	1,014,527,329	141
<b>Escenario 3</b>	15%	776,029,250	998,008,385	116

## Incumplimiento

La amortización del bono hipotecario de Crédito y Casa también es afectada por la tasa de incumplimiento. El cálculo del monto de incumplimiento se obtiene antes de que se realice la amortización, por lo que considerando una tasa del 3% anual tenemos:

$$\begin{aligned}
 \text{Incumplimiento}_{\text{mes } 1} &= \text{Saldo inicial}_{\text{mes } 1} * \text{Tasa de incumplimiento mensual} \\
 &= 430,350,000 * \frac{0.03}{12} = 430,350,000 * 0.0025 = 1,075,875 \text{ Udis}
 \end{aligned}$$

El saldo antes la amortización del primer mes es:

$$\begin{aligned}
 \text{Saldo antes Amortización}_{\text{mes } 1} &= \text{Saldo inicial}_{\text{mes } 1} - \text{Incumplimiento}_{\text{mes } 1} \\
 &= 430,350,000 - 1,075,875 = 429,274,125 \text{ Udis}
 \end{aligned}$$

El saldo final del primer mes se muestra a continuación:

$$\begin{aligned} \text{Saldo final}_{\text{mes 1}} &= \text{Saldo antes Amortización} - \text{Amortización} \\ &= 429,274,125 - 646,520.51 = 428,627,604.49 \text{ Udis} \end{aligned}$$

El pago neto que se realiza en el primer mes alcanza un valor de:

$$\begin{aligned} \text{Pago neto}_{\text{mes 1}} &= \text{Pago mensual}_{\text{mes 1}} - \text{Incumplimiento}_{\text{mes 1}} \\ &= 2,356,462.44 - 1,075,875 = 1,280,547.44 \text{ Udis} \end{aligned}$$

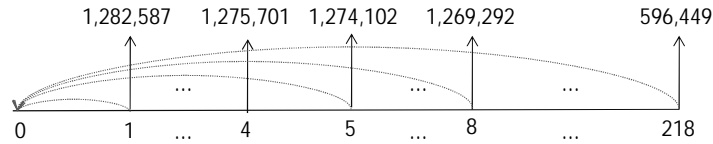
Así, la tabla de amortización del bono hipotecario queda de la siguiente manera:

**Tabla 28** Tabla de amortización de CREYCB 06U con incumplimiento de 1%

Mes	Saldo Inicial	Pago neto	Amortización	Interés	Incumplimiento	Saldo final
1	430,350,000	1,280,587	646,520	1,709,942	1,075,875	428,627,604
2	428,627,604	1,284,893	653,364	1,703,098	1,071,569	426,902,671
3	426,902,671	1,289,205	660,218	1,696,244	1,067,257	425,175,196
...	...	...	...	...	...	...
108	235,445,381	1,726,501	1,379,602	935,512	588,613	233,477,166
109	233,477,166	1,731,422	1,387,422	927,692	583,693	231,506,051
110	231,506,051	1,736,349	1,395,254	919,860	578,765	229,532,032
...	...	...	...	...	...	...
216	5,215,322	2,302,076	2,294,392	20,722	13,038	2,907,892
217	2,907,892	2,307,845	2,303,560	11,554	7,270	597,062
218	597,062	596,449	595,569	2,372	1,493	0
<b>Total</b>		<b>379,604,366</b>	<b>306,776,072</b>	<b>196,402,222</b>	<b>123,573,928</b>	

El plazo de vigencia se reduce 109 periodos (9.08 años) por el efecto del incumplimiento. Calculando el valor del bono, gráficamente se tiene que:

**Ilustración 15 Flujo de efectivo de CREYCB 06U con incumplimiento de 1%**



El monto de cada mensualidad toma distintos valores, por lo que el precio del bono se calcula como se muestra a continuación:

$$\begin{aligned}
 P &= 1,282,587 * \left(1 + \frac{0.1}{12}\right)^{-1} + \dots + 1,275,701 * \left(1 + \frac{0.1}{12}\right)^{-4} + 1,274,102 * \left(1 + \frac{0.1}{12}\right)^{-5} \\
 &+ \dots + 1,269,292 * \left(1 + \frac{0.1}{12}\right)^{-8} + \dots + 596,449 * \left(1 + \frac{0.1}{12}\right)^{-218} \\
 &= 1,279,521 + \dots + 1,271,457 + 1,268,807 + \dots + \\
 &+ 1,275,195 + \dots + 497,404 = 343,899,746.41 \text{ Udis}
 \end{aligned}$$

El efecto del prepago y el incumplimiento pueden presentarse en un mismo caso, por lo que el siguiente ejercicio se realiza con ambas tasas.

## Prepago e Incumplimiento

Para analizar el efecto de ambas tasas, supongamos que el prepago es 7% y el incumplimiento es 4%, ambas tasas anuales.

Comenzando por calcular el incumplimiento del primer mes se tiene que:

$$\begin{aligned} \text{Incumplimiento}_{\text{mes } 1} &= \text{Saldo inicial}_{\text{mes } 1} * \text{Tasa de incumplimiento mensual} \\ &= 430,350,000 * \frac{0.04}{12} = 430,350,000 * 0.00\bar{3} = 1,434,500 \text{ Udis} \end{aligned}$$

El saldo antes de amortización en el mes 1 es el siguiente:

$$\begin{aligned} \text{Saldo antes Amortización}_{\text{mes } 1} &= \text{Saldo inicial}_{\text{mes } 1} - \text{Incumplimiento}_{\text{mes } 1} \\ &= 430,350,000 - 1,434,500 = 428,915,500 \text{ Udis} \end{aligned}$$

Una vez que se conoce el saldo antes de amortizar se calcula el prepago:

$$\begin{aligned} \text{Prepago}_{\text{mes } 1} &= \text{Saldo antes amortización} * \text{Tasa de prepago mensual} \\ &= 428,915,500 * \frac{0.07}{12} = 428,915,500 * 0.0058\bar{3} = 2,502,007.08 \text{ Udis} \end{aligned}$$

El saldo al final del primer periodo se calcula como se muestra a continuación:

$$\begin{aligned} \text{Saldo final}_{\text{mes } 1} &= \text{Saldo antes Amortización} - \text{Amortización} - \text{Prepago} \\ &= 428,915,500 - 647,949.03 - 2,502,007.08 = 425,765,543.89 \text{ Udis} \end{aligned}$$

El pago neto del primer mes se muestra a continuación:

$$\begin{aligned} \text{Pago neto}_{\text{mes } 1} &= \text{Pago mensual} + \text{Prepago} - \text{Incumplimiento} \\ &= 2,356,462.44 + 2,502,007.08 - 1,434,500 = 3,423,969.52 \text{ Udis} \end{aligned}$$

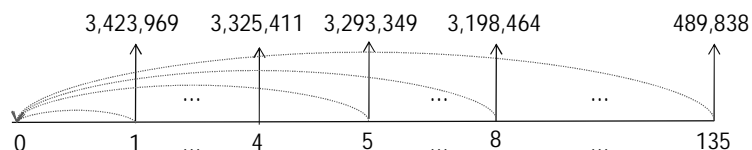
A continuación se muestra la tabla de amortización que se obtiene al calcular los montos en los siguientes periodos:

**Tabla 29** Tabla de amortización de CREYCB 06U con prepago de 7% e incumplimiento de 4%

Mes	Saldo Inicial	Pago neto	Amortización	Interés	Prepago	Incumplimiento	Saldo Final
1	430,350,000	3,423,969	647,949	1,708,513	2,502,007	1,434,500	425,765,544
2	425,765,544	3,412,597	666,149	1,690,313	2,475,353	1,419,218	421,204,822
3	421,204,822	3,401,284	684,256	1,672,207	2,448,838	1,404,016	416,667,712
...	...	...	...	...	...	...	...
66	184,429,401	2,666,031	1,476,349	732,195	1,072,252	614,765	181,266,035
67	181,266,035	2,658,184	1,488,908	719,636	1,053,861	604,220	178,119,047
68	178,119,047	2,650,378	1,501,402	707,142	1,035,564	593,730	174,988,351
...	...	...	...	...	...	...	...
133	4,494,917	2,220,817	2,188,900	19,643	28,767	16,493	2,713,757
134	2,713,757	2,215,275	2,197,770	10,774	15,777	9,046	491,163
135	491,163	489,839	486,670	1,950	2,856	1,637	0
<b>Total</b>		<b>360,147,381</b>	<b>195,002,360</b>	<b>102,145,021</b>	<b>149,584,759</b>	<b>85,762,881</b>	

Teniendo el conocimiento del flujo de efectivo, se calcula el precio del bono que se comporta de la siguiente manera:

**Ilustración 16** Flujo de efectivo de CREYCB 06U con prepago de 7% e incumplimiento de 4%



El cálculo del precio del bono es el siguiente:

$$\begin{aligned}
 P &= 3,423,969 * \left(1 + \frac{0.1}{12}\right)^{-1} + \dots + 3,325,411 * \left(1 + \frac{0.1}{12}\right)^{-4} + 3,293,349 * \left(1 + \frac{0.1}{12}\right)^{-5} \\
 &+ \dots + 3,198,464 * \left(1 + \frac{0.1}{12}\right)^{-8} + \dots + 489,838 * \left(1 + \frac{0.1}{12}\right)^{-135} \\
 &= 3,421,118.59 + \dots + 3,314,349.91 + 3,279,661.18 + \dots + \\
 &3,177,221.25 + \dots + 437,739.05 = 342,671,302.73 \text{ Udis}
 \end{aligned}$$

El precio del bono hipotecario en su fecha de emisión considerando una tasa de prepago de 7% y una tasa de incumplimiento de 4%, ambas anuales, tiene un precio de 656,183,198.55 Udis. Para analizar las consecuencias del prepago y el incumplimiento, se presenta la siguiente tabla con distintos casos:

**Tabla 30 Escenarios de prepago e incumplimiento de CREYCB 07**

	Prepago	Incumplimiento	Valor del bono	Plazo del bono
<b>Escenario Base</b>	0%	0%	674,250,323	327
<b>Escenario 1</b>	7%	0%	531,154,270	163
<b>Escenario 2</b>	10%	0%	513,104,602	141
<b>Escenario 3</b>	12%	0%	504,528,836	129
<b>Escenario 4</b>	0%	1%	343,899,746	218
<b>Escenario 5</b>	7%	4%	342,671,303	135
<b>Escenario 6</b>	9%	5%	319,106,588	120
<b>Escenario 7</b>	11%	6%	300,894,568	110

# CONCLUSIONES

---

Un crédito hipotecario es otorgado por una institución financiera con el objetivo de comprar, remodelar o construir una vivienda. Existen ciertas características que definen al crédito hipotecario como son: el monto, el pago y el plazo del crédito, la tasa de interés, comisiones y penalizaciones. Además existen dos factores que utiliza el acreedor para definir la situación del acreditado, uno es el Loan to Value (LTV) y el segundo es el Payment to Income (PTI). El LTV muestra que proporción del inmueble es la que se va a financiar, mientras que el PTI es una relación que resalta el porcentaje que ocupan las deudas con respecto al ingreso mensual del acreditado.

Estos factores también se utilizan como parámetros para conocer el nivel de riesgo que presenta cada crédito. Sin embargo, para reducir la posible pérdida se utiliza la cobertura de seguros. Los seguros son comprados por los acreditados y el beneficiario es el acreedor. La prima del seguro se anexa al pago mensual del crédito.

El crédito hipotecario es otorgado por una institución crediticia. Existen instituciones financieras que son gubernamentales, como el Infonavit y Fovissste, que actúan como un fondo creado para los trabajadores que depende de las aportaciones que realicen de manera quincenal. Las instituciones del sector privado se encargan de otorgar créditos hipotecarios realizando préstamos. Los bancos tienen la capacidad de captar recursos directamente del público, no así las sofoles que sólo pueden realizar préstamos en ciertos sectores.

Un Borhi es un bono que se encuentra respaldado por un conjunto de hipotecas cuyos pagos mensuales son los flujos fuente de efectivo de dicho instrumento. El monto de un bono hipotecario depende de dos factores, el número de créditos que respaldan el bono y el monto de cada crédito.

El precio del bono hipotecario se obtiene realizando la suma del valor presente de todos los flujos de efectivo que presenta dicho bono. Para conocer los flujos de efectivo, es necesario calcular tanto los derechos como las obligaciones de los bonos.

Los derechos que tiene el poseedor de los bonos son los pagos de los intereses llamados cupones. El valor de los cupones depende del monto del saldo insoluto al principio del periodo y de la tasa de cupón pactada al momento de compra.

Las obligaciones de los bonos se encuentran en función de los pagos mensuales de los créditos hipotecarios que respaldan la emisión referidas únicamente a las del pago del crédito ya que dentro de la mensualidad están incluidas, además del pago del crédito, las comisiones y la prima de los seguros contratados. La institución crediticia sólo puede tomar la parte correspondiente a las comisiones mientras que el resto de la mensualidad lo transfiere a un fondo que se utiliza para pagar a los tenedores los cupones.

Para facilitar la forma de los pagos, se utiliza a un intermediario entre el acreedor y los poseedores de los bonos. Esta figura se crea a través de un fideicomiso que además, es el encargado de manejar un fondo creado con las aportaciones de los créditos.

Dentro de los flujos de efectivo de las mensualidades que recibe la entidad acreedora, cabe la posibilidad de que exista un incumplimiento y/o un prepago ya sea parcial o total. En ambos casos, altera el flujo programado.

La razón del incumplimiento es porque al menos un crédito hipotecario está presentando algún retraso en el pago de la mensualidad. En este caso, la institución crediticia penaliza al acreditado con una tasa moratoria, sin embargo para cubrir el pago del bono se utilizan los recursos del fondo para cubrir ese faltante.

Por otro lado, el prepago que existe en las mensualidades de los créditos, se envía al fondo y se utiliza para amortizar anticipadamente el saldo insoluto del bono, este movimiento repercute en el nivel de los cupones provocando que disminuyan de valor.

Analizando las consecuencias que el prepago y el incumplimiento provocan en el precio del bono, se observa mayor variación en el precio ante pequeños cambios en la tasa de incumplimiento que en el prepago. Sin embargo, para realizar la valuación de un bono se pueden hacer diferentes escenarios que se asemejen a la realidad, pero no existe alguna forma de poder hacer un cálculo en donde se tenga la certeza de que las proyecciones sean reales.



Una de las dificultades que se tuvo durante la realización del presente trabajo es la falta de información en libros sobre los bonos hipotecarios. Una fuente de información sobre los bonos hipotecarios son las Convocatorias y Suplementos de cada emisión ya que estos documentos pueden ser utilizados para conocer su funcionamiento.

Los puntos a mejorar que presenta este trabajo, se encuentran en la valuación del precio del bono hipotecario ya que las tasas de descuento, prepago e incumplimiento se consideraron constantes durante la vigencia del bono. Sin embargo, en la realidad estas tasas cambian de nivel en el transcurso del tiempo.

Otra observación, se tiene en la valuación del prepago e incumplimiento ya que se consideró una tasa fija aplicable a todos los créditos, sin embargo, en la realidad no es lo que sucede. Un refinamiento en la valuación es considerar una curva para el incumplimiento y el prepago que relacionan la probabilidad con la edad (maduración) del crédito.

Cabe recordar que en el pago mensual no se consideró el pago de los seguros, básicamente a que se desconoce el valor del costo de la cobertura. Tampoco se incluye el recargo moratorio en el incumplimiento.

## ANEXO A. Tablas de amortización y cálculo del valor del bono

### METROCB 06U con prepago de 5% anual

Calculando el prepago del primer mes se tiene que:

$$\begin{aligned} \text{Prepago}_{\text{mes } 1} &= \text{Saldo inicial} * \text{Tasa de prepago mensual} \\ &= 133,928,800 * \frac{0.05}{12} = 133,928,800 * 0.0041\bar{6} \cong 558,036.67 \text{ Udis.} \end{aligned}$$

El pago realizado del primer mes es de:

$$\begin{aligned} \text{Pago Realizado}_{\text{mes } 1} &= \text{Pago mensual}_{\text{mes } 1} + \text{Prepago}_{\text{mes } 1} \\ &= 842,675.55 + 558,036.66 = 1,400,712.22 \text{ Udis} \end{aligned}$$

La amortización del primer mes alcanza un valor de:

$$\begin{aligned} \text{Amortización}_{\text{mes } 1} &= \text{Pago realizado}_{\text{mes } 1} - \text{Intereses}_{\text{mes } 1} \\ &= 1,400,712.22 - 691,965.47 = 708,746.75 \text{ Udis} \end{aligned}$$

Así, el saldo al final del primer mes es:

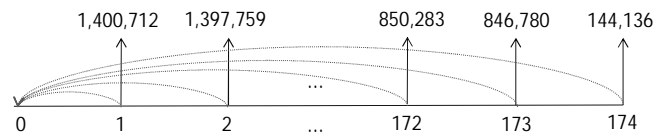
$$\begin{aligned} \text{Saldo final}_{\text{mes 1}} &= \text{Saldo inicial}_{\text{mes 1}} - \text{Amortización}_{\text{mes 1}} \\ &= 133,928,800 - 708,746.75 = 133,220,053.25 \text{ Udis} \end{aligned}$$

Al aplicar de modo similar las formulas anteriores, la tabla de amortización del bono queda como se muestra a continuación:

**Tabla 1** Tabla de amortización de METROCB 06U con una tasa de prepago del 3%

Mes	Saldo Inicial	Pago total	Amortización	Interés	Prepago	Saldo Final
1	133,928,800	1,400,712.22	708,746.75	691,965.47	558,036.67	133,220,053.25
2	133,220,053.25	1,397,759.11	709,455.50	688,303.61	555,083.56	132,510,597.75
3	132,510,597.75	1,394,803.04	710,164.95	684,638.09	552,127.49	131,800,432.80
...	...	...	...	...	...	...
86	71,083,638.74	1,138,857.38	771,591.91	367,265.47	296,181.83	70,312,046.83
87	70,312,046.83	1,135,642.41	772,363.50	363,278.91	292,966.86	69,539,683.32
88	69,539,683.32	1,132,424.23	773,135.87	359,288.36	289,748.68	68,766,547.45
...	...	...	...	...	...	...
172	1,825,935.38	850,283.61	840,849.62	9,434.00	7,608.06	985,085.77
173	985,085.77	846,780.07	841,690.47	5,089.61	4,104.52	143,395.30
174	143,395.30	144,136.18	143,395.30	740.88	597.48	0
<b>Total</b>		<b>195,916,446.49</b>	<b>133,928,800</b>	<b>61,987,646.49</b>	<b>49,990,037.49</b>	

El monto del pago total es diferente por el prepago realizado en cada mes. Esto provoca que el precio del bono sea distinto al calculado con anterioridad. De esta forma, se tiene que descontar a valor presente el monto del pago total, de manera gráfica se tiene que:



El precio del bono se calcula de la siguiente forma:

$$\begin{aligned}
 P &= 1,400,712 * \left(1 + \frac{0.05}{12}\right)^{-1} + 1,397,759 * \left(1 + \frac{0.05}{12}\right)^{-2} + \dots + \\
 &850,283 * \left(1 + \frac{0.05}{12}\right)^{-172} + 846,780 * \left(1 + \frac{0.05}{12}\right)^{-173} + 144,136 * \left(1 + \frac{0.05}{12}\right)^{-174} \\
 &= 1,394,900.13 + 1,386,183.51 + \dots + 415,878.11 + 412,445.99 + 69,913.92 \\
 &= 143,441,727.03
 \end{aligned}$$

### **METROCB 06U con prepago de 8% anual**

Calculando el prepago del primer mes se tiene que:

$$\begin{aligned}
 \text{Prepago}_{\text{mes } 1} &= \text{Saldo inicial} * \text{Tasa de prepago mensual} \\
 &= 133,928,800 * \frac{0.08}{12} = 133,928,800 * 0.00\bar{6} \cong 892,858.67 \text{ Udis.}
 \end{aligned}$$

El pago realizado del primer mes es de:

$$\begin{aligned}
 \text{Pago Realizado}_{\text{mes } 1} &= \text{Pago mensual}_{\text{mes } 1} + \text{Prepago}_{\text{mes } 1} \\
 &= 842,675.55 + 892,858.67 = 1,735,534.22 \text{ Udis}
 \end{aligned}$$

La amortización del primer mes alcanza un valor de:

$$\begin{aligned} \text{Amortización}_{\text{mes } 1} &= \text{Pago realizado}_{\text{mes } 1} - \text{Intereses}_{\text{mes } 1} \\ &= 1,735,534.22 - 691,965.47 = 1,043,568.75 \text{ Udis} \end{aligned}$$

Así, el saldo al final del primer mes es:

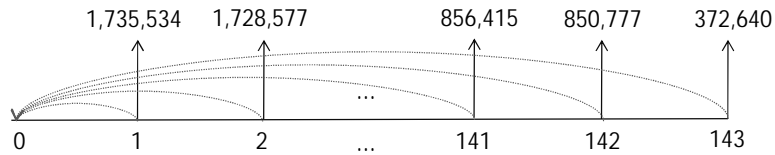
$$\begin{aligned} \text{Saldo final}_{\text{mes } 1} &= \text{Saldo inicial}_{\text{mes } 1} - \text{Amortización}_{\text{mes } 1} \\ &= 133,928,800 - 1,043,568.75 = 132,885,231.25 \text{ Udis} \end{aligned}$$

Al aplicar de modo similar las formulas anteriores, la tabla de amortización del bono queda como se muestra a continuación:

**Tabla 2** Tabla de amortización de METROCB 06U con una tasa de prepago del 3%

Mes	Saldo Inicial	Pago total	Amortización	Interés	Prepago	Saldo Final
1	133,928,800	1,735,534.22	1,043,568.75	691,965.47	892,858.67	132,885,231.25
2	132,885,231.25	1,728,577.09	1,042,003.40	686,573.69	885,901.54	131,843,227.85
3	131,843,227.85	1,721,630.40	1,040,440.39	681,190.01	878,954.85	130,802,787.46
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
70	65,474,838.33	1,279,174.47	940,887.81	338,286.66	436,498.92	64,533,950.52
71	64,533,950.52	1,272,901.89	939,476.48	333,425.41	430,226.34	63,594,474.05
72	63,594,474.05	1,266,638.71	938,067.26	328,571.45	423,963.16	62,656,406.79
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
141	2,060,990.66	856,415.49	845,767.04	10,648.45	13,739.94	1,215,223.63
142	1,215,223.63	850,777.04	844,498.39	6,278.66	8,101.49	370,725.24
143	370,725.24	372,640.65	370,725.24	1,915.41	2,471.50	0
<b>Total</b>		<b>181,802,109.04</b>	<b>133,928,800.00</b>	<b>47,873,309.04</b>	<b>61,772,011.67</b>	

El monto del pago total es diferente por el prepago realizado en cada mes. Esto provoca que el precio del bono sea distinto al calculado con anterioridad. De esta forma, se tiene que descontar a valor presente el monto del pago total, de manera gráfica se tiene que:



El precio del bono se calcula de la siguiente forma:

$$\begin{aligned}
 P &= 1,735,534 * \left(1 + \frac{0.05}{12}\right)^{-1} + 1,728,577 * \left(1 + \frac{0.05}{12}\right)^{-2} + \dots + \\
 &856,415 * \left(1 + \frac{0.05}{12}\right)^{-141} + 850,777 * \left(1 + \frac{0.05}{12}\right)^{-142} + 372,640 * \left(1 + \frac{0.05}{12}\right)^{-143} \\
 &= 1,728,332.83 + 1,714,261.82 + \dots + 476,504.04 + 471,402.67 + 205,617.80 \\
 &= 141,612,632.18
 \end{aligned}$$

# BIBLIOGRAFÍA

---

- ALEXANDER, Gordon; William F. Sharpe y Jeffery V. Bailey. Fundamentos de Inversiones. Teoría y práctica. Pearson Educación, 2ª ed., México, 2003
- Apuntes de Matemáticas Financieras, Facultad de Ciencias, 2002.
- BODIE, Zvi y Robert C. Merton. Finanzas. Pearson Educación, México, 2003.
- BODIE, Zvi; Alex Kane y Alan J. Marcus. Principios de Inversiones. McGraw Hill, 5ª ed., España, 2004.
- BRAVO, Rodolfo. Matemáticas Financieras. Teoría y ejercicios. Editorial Centro de Estudios Ramón Areces, España.
- CISELL, Robert; Helen Cissell y David Flashpohler. Matemáticas Financieras. Compañía Editorial Continental, 17ª reimpresión., México, 2003.
- FABOZZI, Frank y Franco Modigliani, Mortgage and Mortgage-backed Securities Markets. Harvard Business School Press, USA, 1992
- FABOZZI, Frank; Franco Modigliani y Michael G. Ferri. Foundations of Financial Markets and Institutions. Prentice Hall, 2ª ed., USA, 1998
- HU, Joseph. Basics of Mortgage-Back Securities. Frank J. Fabozzi Associates. 2ª ed., USA, 2001.
- IBARRA HERNÁNDEZ, Armando. Diccionario Bancario y Bursátil. Porrúa, México, 1998.
- Inducción al Mercado de Valores. BMV-Educación (Bolsa Mexicana de Valores), México, 2005.
- IRWIN, Robert y David L. Ganz. How to get an instant mortgage. John Wiley & Sons Inc., USA, 1997.
- KOLB, Robert. Inversiones. Editorial Limusa, México, 2001.
- LÓPEZ PASCUAL, Joaquín y Javier Rojo Suárez. Los mercados de valores. Organización y funcionamiento. Pirámide, España, 2004.
- VIDAURRI, Héctor. Matemáticas Financieras. International Thomson Editores, 2ª ed., México, 2001.
- VILLALOBOS, José Luis. Matemáticas Financieras. Pearson Educación, 2ª ed., México, 2001.

## Diccionarios

- *Diccionario Bancario y Bursátil*. Porrúa, México, 1998

## Direcciones electrónicas

- Bolsa Mexicana de Valores: <http://www.bmv.com.mx/>
- Comisión Nacional de Seguros y Fianzas: <http://www.cnsf.gob.mx/>
- Condusef: <http://www.condusef.gob.mx/>
- Banco HSBC: <http://www.hsbc.com.mx/>
- Infonavit: <http://portal.infonavit.org.mx/>
- Invex: <http://www.invex.com.mx/>
- Banco de México: <http://www.banxico.gob.mx>
- FOVISSSTE: <http://www.fovissste.gob.mx/>
- Sociedad Hipotecaria Federal: <http://www.shf.gob.mx/>

## Documentos electrónicos

- Comunicación Financiera:

<http://www.comfin.com.mx/comunicados/ixe/05/jul/HIPOTECAS.pdf>

- Suplemento de la emisión BRHSCCB 07 y 07-2:

<http://www.bmv.com.mx/Digital/inscripcion/BRHSCCB/2007/brhscb-07-y-07-2-suplemento.pdf>

- Suplemento de la emisión CREYCB 06U y 06-2U:

<http://www.bmv.com.mx/Digital/inscripcion/BRHSCCB/2007/brhscb-07-y-07-2-suplemento.pdf>

- Suplemento de la emisión METROCB 06U:



<http://www.bmv.com.mx/Digital/inscripcion/METROCB/2006/metrocb-06U-02062006-suplemento-1.pdf>

## **Legislativas**

- Ley de Instituciones de Crédito.
- Ley de la Comisión Nacional Bancaria y de Valores.
- Ley de Protección y Defensa al Usuario de Servicios Financieros.
- Ley del Banco de México.
- Ley del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado.
- Ley Orgánica de la Administración Pública Federal.