



FACULTAD
DE CIENCIAS
ECONÓMICAS



Universidad
Nacional
de Córdoba

REPOSITORIO DIGITAL UNIVERSITARIO (RDU-UNC)

Análisis matemático financiero en los sistemas de amortización con cuotas variables

Leticia Eva Tolosa, Teresa Beatriz Olivi

Ponencia presentada en XXXVIII Jornadas Nacionales de Profesores Universitarios de
Matemática Financiera realizado en 2017 en San Juan, Argentina



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual
4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

**ANÁLISIS MATEMÁTICO FINANCIERO EN LOS SISTEMAS DE AMORTIZACION
CON CUOTAS VARIABLES**

TOLOSA, Leticia Eva; OLIVI, Teresa Beatriz

Universidad Católica de Córdoba

Universidad Nacional de Córdoba - Departamento de Matemática y Estadística

leticiaetolosa@gmail.com ; teresaolivi@gmail.com

Área Técnica

Índice de Contenido

Marco legal	2
Marco conceptual	4
Sistema de amortización	4
Sistema de Cuotas Constantes (Sistema Francés)	4
Saldo en el sistema de cuota constante	5
Cuadro de amortización del sistema de cuota constante	5
Sistema de Cuotas Constantes (Sistema Francés) en una variable que no es la moneda de pago.....	6
Sistema de Cuotas Variables por tasa de Interés Variable.....	6
Resultados obtenidos	10
Conclusiones Finales	13
Bibliografía	14

Introducción

En las alternativas de inversión y financiamiento el armado de los flujos de fondos es una herramienta fundamental para la toma de decisiones. La certeza que proporciona la cuota fija por tasas fijas o por capital sin ajustar es de suma importancia, pero en diversas situaciones no es financieramente conveniente debido a que se espera que en el futuro la variable sea distinta. Por ello evaluar la alternativa de cuota variable supone hacer supuestos sobre los valores esperados de la variable de ajuste

El crecimiento de la oferta en los Créditos Hipotecarios UVA indexados por la inflación, con cuotas iniciales más accesibles, ha generado una importante inquietud en todos los que deben acceder al financiamiento bancario para la compra y/o construcción de inmuebles. Estas líneas ofrecidas por los bancos están ajustadas por la llamada UVA (Unidad de Valor Adquisitivo), que es un coeficiente que ajusta el capital del crédito hipotecario con la inflación, con lo que se produce el correspondiente ajuste de la cuota, a la que se le suma un interés nominal anual fija que varía entre el 3,5% al 7% para clientes, según cada tipo de banco.

En primer lugar se menciona el marco legal de los instrumentos con estas modalidades de ajuste y luego se mencionan algunos conceptos básicos referidos a los sistemas de amortización.

Finalmente se presentan casos de aplicación que permiten obtener una conclusión y brindar sugerencias a los usuarios de estos instrumentos

Ante esta situación, el aporte del presente trabajo es proporcionar herramientas de análisis para la toma de decisiones de inversión y financiamiento ante las distintas opciones ofrecidas en el mercado.

Marco legal

En abril de 2016 el Banco Central de la República Argentina dispuso la implementación de una nueva modalidad de ahorro y de préstamos con el potencial de cambiar radicalmente el acceso a la vivienda para las familias argentinas. Con esta iniciativa, el BCRA apunta a fomentar el desarrollo con equidad social, uno de los mandatos de su Carta Orgánica.

Los instrumentos bajo esta nueva modalidad están denominados en Unidad de Valor Adquisitivo (UVA). El valor inicial de una UVA al 31 de marzo de 2016 se fijó de manera tal que fuera equivalente a la milésima parte del costo promedio de construcción de un metro cuadrado testigo, basado en las cifras conocidas para inmuebles de diverso tipo en las ciudades de Buenos Aires, Córdoba, Rosario, Salta y zona del Litoral (Santa Fe de la Vera Cruz-Paraná), ponderados por población. Como este metro cuadrado testigo se ubicaba en \$14.053, el valor inicial de la UVI (Unidades de Vivienda), luego renombrada como UVA, fue de 14,053 pesos, (14 pesos con 53 milésimo).

El valor de la UVA se actualiza diariamente por el Coeficiente de Estabilización de Referencia (CER), basado en el índice de precios al consumidor. El índice de precios al consumidor tiene una alta correlación con el costo de la construcción, pero sufre menor volatilidad. De este modo, 1000 UVA alcanzarán aproximadamente para construir 1m² testigo en cualquier momento futuro. El valor diario de la UVA se publica en la página web del Banco Central, junto con las principales variables.

Según el BCRA, la habilitación del mercado de crédito en UVA tiene el potencial de multiplicar el acceso a créditos hipotecarios, hoy reducidos a alrededor de una centésima del PBI (Producto Bruto Interno). Una gran ventaja de esta modalidad de crédito es que las cuotas son sensiblemente más accesibles que las de un crédito tradicional, especialmente al inicio.¹

El sistema imita al modelo chileno, que comenzó hace 40 años, y tiene un fuerte potencial porque la cuota inicial equivale a menos de un tercio de la de un crédito a tasa fija en el sistema tradicional y se asimila al valor de un alquiler.

Las instituciones financieras utilizan esta modalidad de crédito además de otras alternativas que hacen que el usuario deba evaluar antes de optar en el momento de la decisión.

El **Banco de la Nación Argentina**, ofrece, por ejemplo, para los destinos de adquisición, cambio y ampliación, refacción o terminación de vivienda, varios sistemas de esquema variable en los siguientes términos:

En primer lugar los préstamos en Unidades de Valor Adquisitivo actualizables por Coeficiente de Estabilización de Referencia “CER” – Ley 25.827 (“UVA”) con garantía hipotecaria en primer grado, para persona en actividad laboral (en relación de dependencia o contratados, autónomos y monotributistas), jubilada y/o pensionada y ex combatientes de las Islas Malvinas beneficiarios de la pensión vitalicia de guerra. El destino debe ser Adquisición de vivienda única y de ocupación permanente, cambio de vivienda única y de ocupación permanente o Ampliación, refacción o terminación de vivienda única y de ocupación permanente.

Se establece un interés fijo del 3,5 o 4,5 (TNA %) para toda la vigencia del préstamo, dependiendo si adhiere a un paquete de servicios de productos y perciba sus haberes por el Banco o no.

En segundo lugar ofrece un préstamo que le denomina de Interés variable “Para los primeros 36 meses del préstamo se aplicará un interés fijo del 16 (TNA %), a partir del mes 37 se aplicará una tasa de interés variable equivalente a tasa BADLAR SECTOR PRIVADO publicada por el B.C.R.A. más 250 puntos básicos. También hace una diferenciación para los diferentes tipos de clientes si adhieren o no al paquete de servicios. La tasa BADLAR SECTOR PRIVADO será la correspondiente a 5 días hábiles anteriores al inicio del período.

Dentro de los requisitos a tener en cuenta, es el porcentaje de afectación de ingresos, que para estimar la capacidad de pago del usuario en actividad laboral o jubilado el valor de la cuota calculada para 30 (treinta) días no deberá superar el 20% (veinte) para el destino construcción de vivienda única y de ocupación permanente, en terreno propio, y del 25% (veinticinco por ciento) para los restantes destinos, sobre los ingresos netos calculados. En caso que se incluyan codeudores, la afectación de los ingresos del usuario deberá representar como mínimo el 20% del total de la cuota.

En **Banco Santander Río**, se promocionan los “Súper Préstamo Hipotecario UVAs” para clientes, y además se le deposita el sueldo en el banco cobrando desde \$9000 netos mensuales. Si no se es cliente o no deposita el sueldo en el banco también se puede acceder con algunos requisitos adicionales. La condición es que la cuota del préstamo sumada a otros compromisos de pagos mensuales no puede superar el 65% de los ingresos netos demostrados. Se puede acceder al Súper Préstamo HIPOTECARIO UVAs, aunque se tengan otras propiedades.

¹ http://www.bcra.gob.ar/SistemasFinancierosYdePagos/Politica_financiera_crediticia.asp

Los intereses en éste banco oscilan entre 4,95 al 7,7 (TNA%) dependiendo del tipo de préstamo solicitado.²

Se han mencionado sólo los ofrecimientos de Banco Nación y Banco Santander Río, pero el resto de las entidades financieras ofrecen similares alternativas difiriendo solamente en el plazo y la tasa de interés que aplican.

Respecto a las inversiones en Unidades de Valor Adquisitivo (UVAs) que impulsa el Banco Central las mismas se han comenzado a utilizar por los ahorristas. Los Plazos Fijos ajustados en UVA ponen al alcance de las familias argentinas un instrumento de ahorro protegido de la inflación, similar al ahorro “en ladrillos” pero accesible a todas las familias independientemente de su poder adquisitivo. Si bien en la actualidad, los bancos no los ofrecen en forma masiva, si se están divulgando en su sitios web. Los Plazos Fijos UVA son ajustable por el Índice UVA que publica diariamente el Banco Central de la República Argentina (BCRA) y el capital inicial será transformado en UVAs tomando el valor de la UVA de la fecha de constitución del depósito. Luego al vencimiento se pagará al depositante la cantidad de UVAs por el valor actualizado de la misma a la fecha en que finaliza el plazo. Por normativa del BCRA debe concretarse por un plazo no menor a 180 días y solo se pueden depositar pesos que se transforman en esa unidad de cuenta cuando se realiza el Plazo Fijo UVA. El monto mínimo que se necesita para invertir es de 1.000 pesos.

Marco conceptual

Sistema de amortización

Se recuerdan algunos conceptos elementales que son la base sobre la cual se aplican las nuevas características de los productos financieros citados.

Amortizar, considerando la etimología de la palabra (del latín *mors*= muerte), consiste en saldar una deuda y sus intereses mediante los pagos convenidos entre deudor y acreedor.

Un **Sistema de amortización** es un conjunto de condiciones pre establecidas en donde el deudor se obliga a reembolsar el préstamo al acreedor mediante el pago de cuotas respetando lo acordado.

Las **cuotas o pagos** están compuestas por la amortización del capital (t_r) y los intereses (I_r) abonados por la financiación de la deuda.

Según las características que conforman las cuotas y/o sus componentes, quedan definidos distintos sistemas de amortización de deudas.

Sistema de Cuotas Constantes (Sistema Francés)

Este Sistema conocido comercialmente como Sistema Francés, sigue los lineamientos de la teoría general de rentas ciertas y temporarias. En este sistema el deudor se obliga a cancelar el préstamo mediante el pago de n cuotas constantes y vencidas, con dos supuestos:

- ✓ Existe equiespaciamiento
- ✓ La tasa de interés permanece constante

² <https://www.santanderrio.com.ar/banco/online/personas/creditos/super-prestamo-hipotecario-uvas>

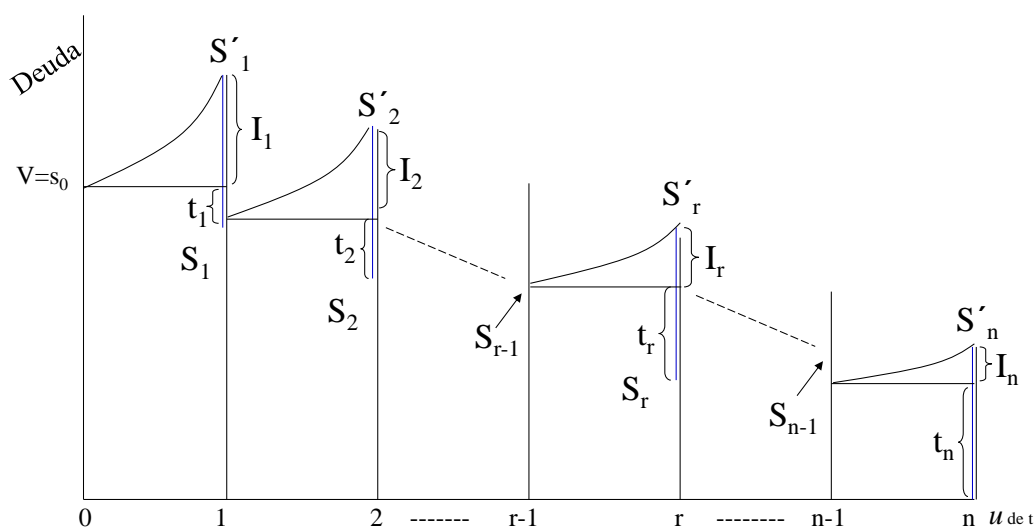
Cada cuota está compuesta por dos componentes:

- Los intereses (I_r) que se calculan en cada período r aplicando la tasa de interés para la unidad de tiempo sobre el saldo impago de la deuda (al inicio de cada período), por lo que resultan variables y decrecientes
- Las amortizaciones (t_r), que es la parte de cada cuota que se destina a cancelar deuda y dado que las cuotas son constantes y los intereses decrecientes, las amortizaciones son variables y crecientes.

Saldo en el sistema de cuota constante

"El saldo de una deuda en cualquier sistema es igual a la suma del valor actual de las cuotas aún no abonadas". En la Figura 1, se observa claramente la evolución de la deuda en este sistema de cuotas constantes y componentes variables.

Figura 1 – Evolución del saldo de deuda



S_r simboliza al saldo al comienzo del período $r+1$ o saldo al final del r , después de pagar la cuota r .

S'_r simboliza al saldo al final del período r , antes de pagar la cuota r .

Cuadro de amortización del sistema de cuota constante

Un cuadro de amortización es una tabla donde se muestra la evolución en el tiempo de cada uno de los elementos de la operación. Hoy con los sistemas informáticos de administración de deudas disponibles, se puede obtener día a día la situación real de una deuda. Un cuadro teórico (con cumplimiento de supuestos) sería:

Cuadro Nro 1 : Evolución del Saldo en un sistema de Cuota Constante

Cuota N°	Saldo al comienzo	Saldo al final	Amortización	Interés	Cuota
1	$s_0 = ca_{n }i = V$	$S'_1 = s_0 u$	$t_1 = c - I_1$	$I_1 = s_0 i$	c
2	$s_1 = ca_{n-1 i}$	$S'_2 = s_1 u$	$t_2 = c - I_2$	$I_2 = s_1 i$	c
r	$s_{r-1} = ca_{n-r+1 i}$	$S'_r = s_{r-1} u$	$t_r = c - I_r$	$I_r = s_{r-1} i$	c
$r+1$	$s_r = ca_{n-r i}$	$S'_{r+1} = s_r u$	$t_{r+1} = c - I_{r+1}$	$I_{r+1} = s_r i$	c
n	$s_{n-1} = ca_{n-1 i}$	$S'_n = s_{n-1} u$	$t_n = c - I_n$	$I_n = s_{n-1} i$	c

Sistema de Cuotas Constantes (Sistema Francés) en una variable que no es la moneda de pago.

Dentro de esta modalidad pueden mencionarse diferentes instrumentos que ya se utilizaron en el mercado de deuda. Los títulos de deuda llamados “dólar link” son instrumentos de financiamiento que utilizaron las empresas y el estado para cuando el dólar era un activo demandado y no existían dólares en la plaza. Entonces los emisores emitían bonos en dólares con un sistema de cuota fija en dólares y tasa de interés fija en la misma moneda pero al vencimiento de la misma se convierte ese valor a la moneda pesos que era la moneda de pago. Por lo cual el sistema de cuota fija, termina en un sistema de cuota variable en la historia del título de deuda.

En la actualidad a raíz de la implementación propuesta por el BCRA de una nueva modalidad de ahorro y de préstamos con el potencial de cambiar radicalmente el acceso a la vivienda para las familias, surgen estos productos financieros que cumplen con ésta especificación.

En el caso de los créditos Hipotecarios lo que se obtiene es un crédito a tasa fija y cuota constante en UVAs, y en el momento de pago de cada cuota ese valor se convierte en pesos al valor de UVAs para cancelar en la moneda pesos.

El saldo en la variable inicial y la evolución del Cuadro de amortización es exactamente un modelo de cuota constante, pero al transcurrir el tiempo se transforma en un sistema de cuotas variables.

Sistema de Cuotas Variables por tasa de Interés Variable.

(El sistema de amortización es originalmente Sistema Francés, Sistema Alemán u otro)

En este caso es posible determinar los valores de los componentes del cuadro de amortización a la tasa de Interés originalmente pactada, pero no es posible determinar los valores de los sucesivos períodos, los que deberán ser ajustados con la tasa de interés vigente en cada uno de ellos.

Por todo lo expuesto, se hace necesario analizar la evolución histórica y las expectativas futuras de las variables que afecta el valor de la cuota y el comportamiento del saldo en los distintos sistemas de amortización.

Evolución de las variables que afectan el valor de las cuotas

La elección de una u otra alternativas se debe realizar en estos caso de Crédito UVAs o Créditos con Tasa Variables en función a dos factores.

- 1) Importe a obtener del crédito según la afectación de sus ingresos
- 2) Expectativa del valor de la variable de ajuste del compromiso asumido

Por ello es de sumo interés revisar que ha ocurrido con la variables en los últimos años en la Argentina y cuál es la expectativa en el futuro de cada una de ellas.

En primer lugar en el Cuadro Nro 2 se muestra la evolución del Índice de precios al consumidor en los últimos dieciseis años. En el mismo se observa que Argentina en la historia no ha

registrado ni estabilidad, ni previsibilidad de esta variable. Es más, se puede observar períodos de desinflación como en año 2001, períodos de un dígito de inflación por varios años consecutivos, para luego registrar valores del 40 % y hasta períodos de no medición. Por ello observar la historia puede ser una herramienta de medición del riesgo.

Cuadro Nro 2 : Evolución del IPC de acuerdo a los distintos Gobiernos

Año	IPC INDEC (%) ³⁴	IPC extraoficial (%)	Presidentes
2000	-0,9	—	Fernando de la Rúa
2001	-1,1	—	Fernando de la Rúa. Ramón Puerta. Adolfo Rodríguez Saá. Eduardo Camaño
2002	40,9	—	Eduardo Camaño. Eduardo Duhalde
2003	13,4	—	Eduardo Duhalde. Néstor Kirchner
2004	4,4	—	Néstor Kirchner
2005	9,8	—	Néstor Kirchner
2006	10,9	—	Néstor Kirchner
2007	8,5	24	Néstor Kirchner. Cristina Fernández de Kirchner
2008	7,2	23,85	Cristina Fernández de Kirchner
2009	7,7	16,45	Cristina Fernández de Kirchner
2010	10,9	25,95	Cristina Fernández de Kirchner
2011	9,5	24,05	Cristina Fernández de Kirchner
2012	10,8	26,05	Cristina Fernández de Kirchner
2013	10,9	23,3	Cristina Fernández de Kirchner
2014	23,9	38,5	Cristina Fernández de Kirchner
2015	Suspendido	26,8	Cristina Fernández de Kirchner. Mauricio Macri
2016	39,27	40,9	Mauricio Macri

La expectativa de inflación planteada desde el BCRA, para el futuro es un escenario de mayor confianza y previsibilidad. Se muestra en el Cuadro Nro 3 los datos elaborados por el BCRA donde si bien la tendencia es claramente descentente no es posible aun bajar a un dígito de inflación hasta el año 2019. Igualmente la baja esperada es reducir a un 50 % la tasa de la actualidad.

Cuadro Nro 3 : Expectativa de Inflación anual IPC -BCRA

Precios minoristas (IPC nivel general-Nacional)							
	Referencia	Mediana (ago-17)	Mediana (jul-17)	Variación*	Promedio (ago-17)	Promedio (jul-17)	Variación*
2017	var. % i.a.; dic-17	22,0	22,0	→ (1)	22,0	22,1	↓ (1)
Próx. 12 meses	var. % i.a.	17,2	17,1	↑ (2)	17,1	17,3	↓ (1)
2018	var. % i.a.; dic-18	15,7	15,5	↑ (4)	15,5	15,6	↓ (1)
Próx. 24 meses	var. % i.a.	12,0	12,5	↓ (1)	12,0	12,4	↓ (1)
2019	var. % i.a.; dic-19	10,9	10,4	↑ (2)	10,8	10,8	→ (1)

*Comparación en relación al relevamiento anterior. Revisión al alza ↑; revisión a la baja ↓; sin cambios respecto al último pronóstico →
El número entre paréntesis significa por cuántos períodos consecutivos la variación tiene el mismo signo.

Fuente: REM - BCRA (ago-17)

Dos variables que dependen de la evolución del IPC son el CER y el cálculo de UVAs. Por ello es de interés mostrar la evolución y la variación mensual de estas dos variables comparadas con la evolución del dólar, ya que también es una variable que se utiliza en la

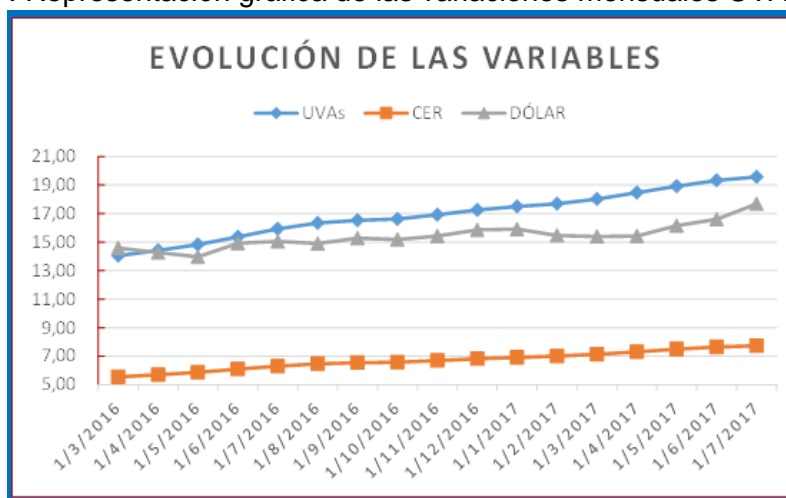
economía para medir tasas de costos reales o de rendimientos reales de distintos instrumentos financieros ya sea de inversión o de financiamiento.

Cuadro Nro 4 : Evolución de las Variables UVAs,CER y Dólar

Datos mensuales	UVAs	Variación	CER	Variación	DÓLAR	Variación
31/3/2016	14,05		5,5636		14,5817	
30/4/2016	14,41	2,56%	5,7129	2,68%	14,2582	-2,22%
30/5/2016	14,82	2,85%	5,8858	3,03%	13,9633	-2,07%
30/6/2016	15,37	3,71%	6,0946	3,55%	14,92	6,85%
30/7/2016	15,93	3,64%	6,313	3,58%	15,0447	0,84%
30/8/2016	16,34	2,57%	6,4727	2,53%	14,9008	-0,96%
30/9/2016	16,52	1,10%	6,5437	1,10%	15,2633	2,43%
30/10/2016	16,62	0,61%	6,5842	0,62%	15,1745	-0,58%
30/11/2016	16,91	1,74%	6,7014	1,78%	15,4268	1,66%
30/12/2016	17,25	2,01%	6,8343	1,98%	15,8502	2,74%
30/1/2017	17,48	1,33%	6,9303	1,40%	15,9117	0,39%
28/2/2017	17,68	1,14%	7,015	1,22%	15,455	-2,87%
28/3/2017	18,01	1,87%	7,1377	1,75%	15,3818	-0,47%
28/4/2017	18,46	2,50%	7,3168	2,51%	15,4268	0,29%
28/5/2017	18,90	2,38%	7,4949	2,43%	16,142	4,64%
28/6/2017	19,31	2,17%	7,6503	2,07%	16,5985	2,83%
30/7/2017	19,56	1,29%	7,7511	1,32%	17,67	6,46%

En el Cuadro Nro 4 como así también en el Gráfico Nro 1 se puede observar que desde el inicio de los UVAs en marzo de 2016, la variación mensual ha tenido alta correlación con el CER (Coeficiente de Estabilización de Referencia), aunque no lo replica con exactitud. La evolución en este lapso analizado se muestra con mayor reacción o variación que el tipo de cambio de referencia del BCRA.

Figura Nro 2 : Representación gráfica de las variaciones mensuales UVAs,CER y Dólar



Cuadro Nro 5 : Expectativa de Tipo deCambio Nominal -BCRA

Tipo de cambio nominal								
	Referencia	Mediana (ago-17)	Mediana (jul-17)	Variación*	Promedio (ago-17)	Promedio (jul-17)	Variación*	
sep-17	\$/US\$	17,5	17,8	↓ (1)	17,6	17,8	↓ (1)	
oct-17	\$/US\$	17,8	18,0	↓ (1)	17,8	18,0	↓ (1)	
nov-17	\$/US\$	18,0	18,2	↓ (1)	18,0	18,2	↓ (1)	
dic-17	\$/US\$	18,2	18,3	↓ (1)	18,2	18,4	↓ (1)	
ene-18	\$/US\$	18,4	18,6	↓ (1)	18,4	18,6	↓ (1)	
feb-18	\$/US\$	18,6	-	-	18,6	-	-	
2017	\$/US\$; dic-17	18,2	18,3	↓ (1)	18,4	17,7	↑ (1)	
Próx. 12 meses	\$/US\$	19,9	19,8	↑ (4)	18,8	18,6	↑ (1)	
2018	\$/US\$; dic-18	20,7	20,8	↓ (1)	20,9	20,3	↑ (1)	

*Comparación en relación al relevamiento anterior. Revisión al alza ↑; revisión a la baja ↓; sin cambios respecto al último pronóstico ⇨
El número entre paréntesis significa por cuántos períodos consecutivos la variación tiene el mismo signo.

Fuente: REM - BCRA (ago-17)

Si se observa el Cuadro Nro 5 a fin de el año 2018 el valor esperado del dólar es de \$ 20.90 por cada dólar .Si se compara con el valor esperado afin del año 2017 que es de \$ 18.80, la variación esperada en términos anuales es de 11.17 % del tipo de cambio nominal,mientras que la inflacion esperada con el IPC con la misma fuente de referencia que es el BCRA es del 15.5% que se muestra en el Cuadro Nro 3.

La otra variable que es necesario analizar es la Tasa Badlar, que se utiliza en algunos creditos como los que se mencionaron del Banco de la Nación Argentina . En la Figura Nro 3 se muestra la evolución en los últimos diez años de la misma. Se observa que el nivel de volatidad es alto,habiendo alcanzado valores en términos del 30% a fines del año 2015 y al comienzo del 2016 para inicial una tendencia bajista en el presente, pero manteniendo valores en la actualidad del 20 %.

Según la última Encuesta de Expectativas Macroeconómica (EMEC) que realiza El Cronista todos los meses, los analistas encuestados esperan un dólar más caro para fines de 2017, una inflación con tendencia descendente y tasas reales positivas.

Figura Nro 3 : Evolución de la tasa BADLAR - BP



Según esta misma nota, se opina que desde la autoridad monetaria se pretende que la tasa de referencia se mantenga por encima de inflación y así fomentar al ahorro. Además, el principal objetivo del Gobierno sigue siendo mantener la tendencia descendente de la suba de precios en lo que resta del año y en 2018. Las decisiones del tipo de interés van en esa línea.³

Resultados obtenidos

A continuación se realiza la ejemplificación en distintos planteos de créditos obtenidos en distintas modalidades de ajustes mostrando el cuadro de amortización y la evolución de las cuotas.

A los fines de ejemplificar se ha tomado un préstamo de \$ 1.000.000 a devolver en 240 cuotas con ajuste del valor UVA. Se ha simulado el crédito al inicio de la cláusula UVA que fue en marzo del 2016.

A los fines de la simulación se ha tomado una TNA % del 6,95 a los fines de utilizar el mismo importe publicado en la página del Banco Santander Rio ya referenciada en el pie de pagina Nro 5.

Primer cálculo que realiza el banco, es la obtención de la tasa de interés para la unidad de tiempo partiendo de la TNA mencionada. Para ello realiza el siguiente cálculo, notándose que la entidad bancaria utiliza el año de 360:

$$i = \frac{0.0695}{\frac{360}{30}} = 0.00579 \text{ para la unidad de tiempo}$$

Con el dato de la tasa, se calcula la cuota de la siguiente manera :

$$1.000.000 = C a_{240-0.00579} \text{ por lo cual la cuota correspondiente es } \$ 7.723,01$$

Para la simulación, se supone que el préstamo se toma el día 31/3/2016 donde el Valor del UVA base es de 14.05, por lo cual el préstamo en UVAs es de 71.174,38.

En el Cuadro Nro 6 se expone la evolución de la composición de la cuota y el saldo expresado en pesos.

³ <https://www.cronista.com/finanzasmercados/Dolar-inflacion-y-tasas-lo-que-espera-el-mercado-para-el-resto-del-2017-20170825-0107.html>

Cuadro Nro 6 : Cuadro de amortización de deuda con 240 cuotas constantes

CUADRO EN PESOS						
TNA	0,0695	0,00579167				FECHA
Ude Tpo	Saldo Inicio	Saldo al Final	Intereses	Amortización	CUOTA	31/3/2016
1	1000000,00	1005791,67	5791,67	1931,34	7723,01	30/4/2016
2	998068,66	1003849,14	5780,48	1942,52	7723,01	30/5/2016
3	996126,14	1001895,37	5769,23	1953,77	7723,01	30/6/2016
4	994172,36	999930,28	5757,91	1965,09	7723,01	30/7/2016
.....						
235	45413,04	45676,06	263,02	7459,99	7723,01	28/10/2035
236	37953,05	38172,86	219,81	7503,19	7723,01	28/11/2035
237	30449,86	30626,21	176,36	7546,65	7723,01	28/12/2035
238	22903,21	23035,86	132,65	7590,36	7723,01	28/1/2036
239	15312,85	15401,54	88,69	7634,32	7723,01	28/2/2036
240	7678,53	7723,01	44,47	7678,53	7723,01	28/3/2036

Si se convierte en un sistema con cuotas en UVAs, sigue siendo un sistema de cuotas constantes. Es posible calcular las cuotas desde el inicio de acuerdo a la variación de las UVAs. En el cuadro Nro. 7 se pueden observar las cuotas constantes en UVAs convertidas a pesos en cada momento del pago de acuerdo al valor del UVA.

Cuadro Nro 7 : Cuotas Constante en UVAs convertidas a pesos

FECHA	UVAs	Cuota en Pesos
31/3/2016	14,05	7.723,01
30/4/2016	14,41	7.920,89
30/5/2016	14,82	8.146,26
30/6/2016	15,37	8.448,58
30/7/2016	15,93	8.756,40
30/8/2016	16,34	8.981,77
30/9/2016	16,52	9.080,71
30/10/2016	16,62	9.135,68
30/11/2016	16,91	9.295,09
30/12/2016	17,25	9.481,98
30/1/2017	17,48	9.608,41
28/2/2017	17,68	9.718,34
28/3/2017	18,01	9.899,74
28/4/2017	18,46	10.147,09
28/5/2017	18,90	10.388,95
28/6/2017	19,31	10.614,32
28/7/2017	19,56	10.751,74

A pesar que el usuario ha cancelado diecisiete cuotas es interesante observar en el Cuadro Nro.8 la evolución del saldo adeudado. Al inicio de la unidad de tiempo Nro. 17 el saldo adeudado en pesos es de \$1.347.230, 61.

Cuadro Nro 8 : Cuadro de amortización de deuda con 240 cuotas constante en UVASs

Cuadro en UVA						EVOLUCION del SALDO AJUSTADO	
Ude Tpo	Saldo Inicio	Saldo al Final	Intereses	Amortización	CUOTA	SALDO EN \$ AJUSTADO	FECHA
1	71.174,38	71.586,60	412,22	137,46	549,68		
2	71.036,92	71.448,34	411,42	138,26	549,68	1.023.641,95	30/4/2016
3	70.898,66	71.309,28	410,62	139,06	549,68	1.050.718,10	30/5/2016
4	70.759,60	71.169,41	409,82	139,86	549,68	1.087.575,03	30/6/2016
5	70.619,73	71.028,74	409,01	140,67	549,68	1.124.972,37	30/7/2016
6	70.479,06	70.887,25	408,19	141,49	549,68	1.151.627,85	30/8/2016
7	70.337,57	70.744,94	407,37	142,31	549,68	1.161.976,68	30/9/2016
8	70.195,26	70.601,81	406,55	143,13	549,68	1.166.645,28	30/10/2016
9	70.052,13	70.457,85	405,72	143,96	549,68	1.184.581,53	30/11/2016
10	69.908,17	70.313,05	404,88	144,80	549,68	1.205.915,92	30/12/2016
11	69.763,37	70.167,42	404,05	145,63	549,68	1.219.463,78	30/1/2017
12	69.617,74	70.020,94	403,20	146,48	549,68	1.230.841,65	28/2/2017
13	69.471,26	69.873,62	402,35	147,33	549,68	1.251.177,44	28/3/2017
14	69.323,94	69.725,44	401,50	148,18	549,68	1.279.719,88	28/4/2017
15	69.175,76	69.576,40	400,64	149,04	549,68	1.307.421,83	28/5/2017
16	69.026,72	69.426,50	399,78	149,90	549,68	1.332.905,98	28/6/2017
17	68.876,82	69.275,73	398,91	150,77	549,68	1.347.230,61	28/7/2017

Si se analiza el nivel de afectación sobre el ingreso al inicio del préstamo, se considera la cuota inicial en pesos de \$ 7.723,01

A continuación se presenta el caso del cliente que solicita el préstamo a tasa variable, comenzando los primeros años con un interés fijo.

Se realiza la simulación, considerando un préstamo por \$ 1.000.000 para hacer comparable con el ejemplo anterior. Se toman 240 cuotas y se comienza con un interés fijo del 16 (TNA%) El primer cálculo que realiza el banco es utilizar la TNA para calcular la tasa correspondiente a la unidad de tiempo. Para ello realiza el siguiente cálculo:

$$i = \frac{0.16}{\frac{360}{30}} = 0,01333 \text{ para la unidad de tiempo}$$

Si con el dato de la tasa, se calcula la cuota el resultado es :

$$1.000.000 = C a_{240-0,01333} \text{ por lo cual la cuota correspondiente es } \$ 13.912,56$$

Si se analiza el nivel de afectación del ingreso, al inicio del préstamo, la cuota inicial de \$13.912,56 es el doble que en la situación presentada anteriormente, o dicho de otra manera para la misma cuota es la mitad del crédito.

Conclusiones Finales

La importancia de analizar la evolución de las distintas variables en el contexto Argentino nos permite evaluar el riesgo por posible variaciones futuras de dichos valores.

Cuando los sistemas no son de cuotas constantes, el futuro valor de la cuota está sujeto a un valor que no se sabe en el presente cual será. Sólo es posible estimar cuál será el comportamiento de la misma ante posibles escenarios.

Por lo que se observó de la evolución histórica, estas variables son de importancia por la manifiesta inestabilidad, pero si luego se analiza las estimaciones del BCRA y de distintos referentes del mercado las misma parecen ser más previsibles. Igualmente para el futuro todas las estimaciones pueden no cumplirse.

El modelo de créditos UVAs, intenta replicar el modelo chileno y esto será un buen mecanismo solo si Argentina logra bajar considerablemente el nivel de inflación y recuperar el valor del poder adquisitivo del dinero.

Ante el escenario actual financieramente es más recomendable el sistema de amortización de cuota variable por tasa variable y no el de cuota fija en UVAs y variable al convertirse a pesos. El gran condicionante es el nivel de afectación de ingresos que se requiere en el momento de tomar el crédito. Se requiere el doble de ingreso para el mismo préstamo o se recibe la mitad del préstamos para el mismo ingreso.

Bibliografía

- Olivi, Teresa; Tolosa Leticia, (2017) 1ra edición. *Matemática Financieras*. Córdoba. Asociación Cooperadora de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Nacional Córdoba. ISBN 978-987-3840-51-7
- Yasukawa, Alberto M. (2007). *Matemática Financiera* (2ª Ed.). Córdoba. Editorial L.D.M ISBN 987-98091-1-4

Sitios consultados

- www.bcra.gov.ar
- <http://www.bna.com.ar/Simulador/>
- <https://www.santanderrio.com.ar/banco/online/personas/creditos/>