

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
**UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS**



**CUOTAS UNIFORMES EN PERÍODOS VARIABLES CON TASAS PARALELAS  
DE DIFERENTES VALORES SOBRE LOS SALDOS Y CRONOGRAMA DE  
PAGOS DE PRÉSTAMOS EN EL SISTEMA FINANCIERO PERUANO AÑO 2022**

**Carlos Ricardo Antonio Aliaga Valdez**  
**Línea de investigación: 5.02.04 -- Negocios, Administración**

**Resolución rectoral 526-2022-R de 4 de agosto de 2022**  
**Del 1-7-22 al 30-6-23**

**Callao, 2023**



**Hoja de referencia de aprobación**



## **Dedicatoria**

Con mucho amor a la memoria de mis padres y a mi familia nuclear y extendida



## **Agradecimiento**

Agradezco la colaboración de algunos colegas y especialmente a mi hijo Carlos Aliaga Calderón, con quien comparto los estudios de mis investigaciones



# Índice

<b>HOJA DE REFERENCIA DE APROBACIÓN.....</b>	<b>3</b>
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>4</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>5</b>
<b>ÍNDICE .....</b>	<b>6</b>
<b>TABLA DE CONTENIDO .....</b>	<b>6</b>
<b>TABLAS.....</b>	<b>9</b>
<b>FIGURAS .....</b>	<b>10</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>11</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>12</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>13</b>
<b>1 CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>15</b>
1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA .....	15
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	16
1.2.1 <i>Problema general</i> .....	16
1.2.2 <i>Problema específico</i> .....	17
1.3 OBJETIVOS .....	17
1.3.1 <i>Objetivo general</i> .....	17
1.3.2 <i>Objetivo específico</i> .....	17
1.4 LIMITANTES DE LA INVESTIGACIÓN (TEÓRICO, TEMPORAL, ESPACIAL) .....	17
<b>2 CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>18</b>
2.1 ANTECEDENTES .....	18
2.2 MARCO .....	19
2.2.1 <i>Marco teórico</i> .....	23
2.2.2 <i>Conceptual</i> .....	29
2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS (FUNCIONALES A LA INVESTIGACIÓN DEL PROBLEMA) .....	32
2.3.1 <i>Sistema de amortización de préstamo francés</i> .....	32

2.3.2	<i>Factor de recuperación del capital FRC</i> .....	32
2.3.3	<i>Préstamo hipotecario</i> .....	32
2.3.4	<i>Tasa efectiva compensatoria</i> .....	33
2.3.5	<i>Tasa de seguro de desgravamen</i> .....	33
2.3.6	<i>Tasas paralelas</i> .....	33
<b>3</b>	<b>CAPÍTULO III: HIPÓTESIS Y VARIABLES</b> .....	<b>35</b>
3.1	HIPÓTESIS.....	35
3.2	DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE VARIABLES.....	35
3.3	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	35
<b>4</b>	<b>CAPÍTULO IV: DISEÑO METODOLÓGICO</b> .....	<b>37</b>
4.1	TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	37
4.2	MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.....	37
4.3	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	37
4.4	LUGAR DE ESTUDIO Y PERIODO DESARROLLADO.....	38
4.5	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	38
4.6	ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO DE DATOS.....	38
<b>5</b>	<b>CAPÍTULO V: RESULTADOS</b> .....	<b>39</b>
5.1	RESULTADOS DESCRIPTIVOS.....	39
5.1.1	<i>BANBIF: créditos hipotecarios</i> .....	39
5.1.2	<i>Banco de la Nación: crédito hipotecario</i> .....	41
5.1.3	<i>Scotiabank: fórmulas y ejemplos de préstamos hipotecarios</i> .....	42
5.1.4	<i>BBVA: préstamos hipotecarios</i> .....	44
5.1.5	<i>Banco de Crédito del Perú: crédito vehicular BCP</i> .....	46
5.1.6	<i>Caja Municipal Ica</i> .....	47
5.1.7	<i>Caja Rural de Ahorro y Crédito Raíz</i> .....	48
5.1.8	<i>Financiera Efectiva</i> .....	50
5.1.9	<i>Financiera Confianza</i> .....	51
5.1.10	<i>Financiera Credinka</i> .....	53
5.1.11	<i>MiCasita hipotecaria</i> .....	54
5.1.12	<i>Caja Cuzco: crédito hipotecario</i> .....	56

5.1.13	<i>Banco GNB</i> .....	57
5.1.14	<i>Financiera Qapaq</i> .....	57
5.1.15	<i>Banco de Comercio</i> .....	59
5.1.16	<i>Banco Pichincha</i> .....	60
5.1.17	<i>Caja Huancayo</i> .....	61
5.1.18	<i>Caja Trujillo</i> .....	64
5.1.19	<i>MiBanco</i> .....	66
5.2	RESULTADOS INFERENCIALES .....	68
5.2.1	<i>Factor de recuperación del capital 1 FRC1</i> .....	68
5.2.2	<i>Factor de recuperación del capital 2 FRC2</i> .....	71
5.2.3	<i>Factor de recuperación del capital 3 FRC3</i> .....	73
5.2.4	<i>Factor de recuperación del capital 4 FRC4</i> .....	80
5.3	OTRO TIPO DE RESULTADOS DE ACUERDO A LA NATURALEZA DEL PROBLEMA Y LA HIPÓTESIS .....	83
<b>6</b>	<b>CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b> .....	<b>85</b>
6.1	CONTRASTACIÓN Y DEMOSTRACIÓN DE LA HIPÓTESIS CON LOS RESULTADOS.....	85
6.1.1	<i>El análisis de los cálculos efectuados por el Banco de la Nación</i> .....	86
6.1.2	<i>Observaciones al modelo del BN</i> .....	88
6.1.3	<i>Aplicación del FRC3 propuesto en la presente investigación</i> .....	88
6.1.4	<i>Contrastación con la hipótesis específica</i> .....	90
6.1.5	<i>Sistematización de los FRC deducidos en la presente investigación</i> .....	92
6.2	DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE VARIABLES .....	92
6.3	CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS CON OTROS ESTUDIOS SIMILARES .....	93
6.4	RESPONSABILIDAD ÉTICA DE ACUERDO CON LOS REGLAMENTOS VIGENTES (EL AUTOR DE LA INVESTIGACIÓN SE RESPONSABILIZA POR LA INFORMACIÓN EMITIDA EN EL INFORME) .....	93
	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>94</b>
	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>95</b>
	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>97</b>
	<b>ANEXOS</b> .....	<b>103</b>
	MATRIZ DE CONSISTENCIA .....	103
	INSTRUMENTOS VALIDADOS .....	105

CONSENTIMIENTO INFORMADO EN CASO DE SER NECESARIO .....	107
BASE DE DATOS .....	107
OTROS ANEXOS NECESARIOS DE ACUERDO CON LA NATURALEZA DEL PROBLEMA .....	107

## Tablas

<b>TABLA 1</b> PRINCIPALES TIPOS DE HIPOTECAS EN ESPAÑA.....	20
<b>TABLA 2</b> CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	36
TABLA 3 RESULTADO DE LA SIMULACIÓN DE UN CRONOGRAMA DE PAGOS DE UN PRÉSTAMO HIPOTECARIO BANBIF.....	41
TABLA 4 INFORMACIÓN DE SIMULACIÓN DE UN PRÉSTAMO HIPOTECARIO BANCO DE LA NACIÓN.....	41
TABLA 5 CRONOGRAMA DE PAGOS DE UN PRÉSTAMO HIPOTECARIO SCOTIABANK.....	44
TABLA 6 CRONOGRAMA DE PAGOS DE UN PRÉSTAMO HIPOTECARIO BBVA.....	45
<b>TABLA 7</b> CRONOGRAMA DE PAGOS DE UN PRÉSTAMO VEHICULAR BCP .....	47
TABLA 8 CRONOGRAMA DE PAGOS DE UN PRÉSTAMO HIPOTECARIO DE LA CAJA MUNICIPAL ICA .....	48
TABLA 9 CRONOGRAMA DE PAGOS DE UN PRÉSTAMO HIPOTECARIO DE CRAC RAÍZ.....	49
TABLA 10 CRONOGRAMA DE PAGOS 1 DE UN PRÉSTAMO MIVIVIENDA DE FINANCIERA EFECTIVA .....	50
TABLA 11 CRONOGRAMA DE PAGOS 16 DE UN PRÉSTAMO MIVIVIENDA DE FINANCIERA EFECTIVA .....	51
TABLA 12 CRONOGRAMA DE PAGOS: “ÚLTIMO AJUSTE PARA CANCELAR EL PRÉSTAMO DE FINANCIERA EFECTIVA .....	51
TABLA 13 FECHAS DE PAGO DE FINANCIERA CONFIANZA CUYOS PERÍODOS SON VARIABLES .....	52
TABLA 14 CRONOGRAMA DE PAGOS FINANCIERA CONFIANZA QUE NO CANCELA EL PRÉSTAMO.....	52
TABLA 15 CRONOGRAMA DE PAGOS FINANCIERA CONFIANZA LUEGO DE ITERAR PARA CANCELAR EL PRÉSTAMO.....	53
TABLA 16 PASO 1 DEL CRONOGRAMA DE PAGOS FINANCIERA CREDINKA CON EL VALOR DE LA CUOTA S/. 0 .....	54
TABLA 17 PASO 2 DEL CRONOGRAMA DE PAGOS FINANCIERA CREDINKA CON REDONDEO DE CUOTA .....	54
TABLA 18 CRONOGRAMA DE PAGOS DE MICASITA CON EL FRC PARA PERÍODOS UNIFORMES .....	55
TABLA 19 CRONOGRAMA DE PAGOS DE MICASITA LUEGO DEL PROCESO DE ITERACIÓN .....	56
<b>TABLA 20</b> CRONOGRAMA DE PAGOS DE CAJA CUZCO .....	56
<b>TABLA 21</b> CUOTA UNIFORME FINANCIERA QAPAQ.....	58
<b>TABLA 22</b> CRONOGRAMA DE PAGOS FINANCIERA QAPAQ .....	59
<b>TABLA 23</b> CRONOGRAMA DE PAGOS BANCO DE COMERCIO.....	60
<b>TABLA 24</b> CRONOGRAMA REFERENCIAL DE PAGOS 1 CAJA HUANCAYO.....	62
<b>TABLA 25</b> CRONOGRAMA REFERENCIAL DE PAGOS 2 PRIMERA ITERACIÓN CAJA HUANCAYO .....	62
<b>TABLA 26</b> CRONOGRAMA REFERENCIAL DE PAGOS 7 LUEGO DE 16 ITERACIONES CAJA HUANCAYO .....	62
<b>TABLA 27</b> CRONOGRAMA REFERENCIAL DE PAGOS 8 LUEGO DE 32 ITERACIONES CAJA HUANCAYO .....	63
<b>TABLA 28</b> CRONOGRAMA REFERENCIAL DE PAGOS 9 (NUEVA ITERACIÓN) CAJA HUANCAYO .....	63
<b>TABLA 29</b> CRONOGRAMA REFERENCIAL DE PAGOS 10 CAJA HUANCAYO CON AJUSTES DE INTERÉS EN ÚLTIMA CUOTA.....	63
<b>TABLA 30</b> CRONOGRAMA FINAL DE PAGOS 11 CAJA HUANCAYO .....	64
<b>TABLA 31</b> CRONOGRAMA DE PAGOS CAJA TRUJILLO.....	66
<b>TABLA 32</b> CRONOGRAMA FINAL DE PAGOS CAJA TRUJILLO .....	66

<b>TABLA 33</b> CRONOGRAMA DE PAGOS MIBANCO CON CUOTAS UNIFORMES QUE NO SON UNIFORMES.....	67
<b>TABLA 34</b> CÁLCULO DE LOS FACTORES DE CADA CUOTA PARA OBTENER LA CUOTA UNIFORME MIBANCO .....	68
TABLA 35 FACTOR DE RECUPERACIÓN DEL CAPITAL 1 FRC1 Y TABLA DE AMORTIZACIÓN DE UN PRÉSTAMO CON CUOTAS UNIFORMES EN PERÍODOS UNIFORMES .....	69
TABLA 36 FACTOR DE RECUPERACIÓN DEL CAPITAL 2 FRC2 Y TABLA DE AMORTIZACIÓN DE UN PRÉSTAMO CON CUOTAS UNIFORMES EN PERÍODOS VARIABLES .....	72
TABLA 37 FACTOR DE RECUPERACIÓN DEL CAPITAL 3 FRC3 Y TABLA DE AMORTIZACIÓN DE UN PRÉSTAMO CON CUOTAS UNIFORMES EN PERÍODOS VARIABLES QUE DEVENGAN DOS DIFERENTES TASAS EFECTIVAS .....	77
<b>TABLA 38</b> DATOS DEL PRÉSTAMO HIPOTECARIO CON DOBLE TASA EFECTIVA .....	78
TABLA 39 CÁLCULO DE LAS TASAS EFECTIVAS PARALELAS $i_k$ DE LOS PERÍODOS NO UNIFORMES DE CUOTAS .....	79
<b>TABLA 40</b> PRODUCTO DE FACTORES SIMPLES DE CAPITALIZACIÓN $(1+i_k)$ Y SUMA DE FACTORES ACUMULADOS HASTA EL FINAL DEL HORIZONTE TEMPORAL DEL PRÉSTAMO CON TASAS EFECTIVAS PARALELAS.....	79
TABLA 41 FACTOR DE RECUPERACIÓN DEL CAPITAL 4 FRC4 Y TABLA DE AMORTIZACIÓN DE UN PRÉSTAMO CON CUOTAS UNIFORMES EN PERÍODOS VARIABLES QUE DEVENGAN DOS DIFERENTES TASAS: UNA EFECTIVA Y UNA NOMINAL .....	81
TABLA 42 CÁLCULO DE LAS TASAS PARALELAS $i_k$ (EFECTIVA Y NOMINAL) DE LOS PERÍODOS NO UNIFORMES DE CUOTAS .....	82
<b>TABLA 43</b> PRODUCTO DE FACTORES SIMPLES DE CAPITALIZACIÓN $(1+i_k)$ A INTERÉS COMPUESTO E INTERÉS SIMPLE Y SUMA DE FACTORES ACUMULADOS HASTA EL FINAL DEL HORIZONTE TEMPORAL DEL PRÉSTAMO CON TASAS EFECTIVAS PARALELAS: I Y J.....	82
<b>TABLA 44</b> RESULTADOS DE LOS CÁLCULOS DE CUOTAS UNIFORMES EN PERÍODOS VARIABLES CON TASAS PARALELAS DE LA MUESTRA DE ESTUDIO EN EL SISTEMA FINANCIERO PERUANO .....	83
<b>TABLA 45</b> SERVICIO DE LA DEUDA DE UN PRÉSTAMO HIPOTECARIO DEL BN .....	87
<b>TABLA 46</b> CÁLCULOS QUE OBTIENE EL FRC3 CON TASAS EFECTIVAS PARALELAS EN PERÍODOS NO UNIFORMES BN .....	88
<b>TABLA 47</b> CÁLCULOS QUE OBTIENE EL FRC3 CON TASAS EFECTIVAS PARALELAS EN PERÍODOS NO UNIFORMES BN .....	90

## Figuras

FIGURA 1 SUPUESTOS NECESARIOS PARA DEMOSTRAR EL FACTOR DE RECUPERACIÓN DEL CAPITAL 1 FRC1 .....	70
FIGURA 2 SUPUESTOS NECESARIOS PARA DEMOSTRAR EL FACTOR DE RECUPERACIÓN DEL CAPITAL 2 FRC2 .....	72
FIGURA 3 SUPUESTOS NECESARIOS PARA DEMOSTRAR EL FACTOR DE RECUPERACIÓN DEL CAPITAL 3 FRC3 .....	77
FIGURA 4 SUPUESTOS NECESARIOS PARA DEMOSTRAR EL FACTOR DE RECUPERACIÓN DEL CAPITAL 4 FRC4 .....	81
FIGURA 5 FUNCIÓN EN EXCEL QUE SISTEMATIZA LOS ALGORITMOS DE LOS FRC3 Y OBTIENE LA CUOTA UNIFORME .....	92

## Resumen

El objetivo general de la presente investigación fue deducir una fórmula general analítica que obtenga una cuota uniforme en períodos variables que matemáticamente cancele el saldo deudor de un préstamo que devenga dos o más tasas efectivas en forma paralela, evitando los procedimientos actuales de ensayo y error que aplica el sistema financiero peruano, verificable a través del cronograma de pago.

El tipo de investigación fue cuantitativo, debido a que se aplicaron fórmulas matemáticas-financieras que se comprobaron a través del cronograma de pagos o tabla de amortización. El diseño fue experimental, dado que se manipularon las variables tasas de interés que son más de una tasa efectiva con diferentes valores que se aplican a los saldos deudores. Se utilizó el método hipotético-deductivo que parte de la observación de los procedimientos utilizados por el sistema financiero los mismos que son divulgados obligatoriamente por disposición de la SBS, sobre la base de la hipótesis planteada, a través del cual se deducirá una fórmula analítica de cuota uniforme en períodos variables con tasas efectivas paralelas, la misma que se comprobará con el principio de equivalencia financiera y del valor actual de las cuotas uniformes que deberá ser de la misma magnitud del préstamo otorgado por la institución financiera. La población fueron todas las empresas del sistema financiero que otorgan préstamos hipotecarios y la muestra estuvo constituida por 19 empresas del sistema financiero: 9 bancos, 5 cajas municipales y 5 financieras.

La conclusión principal fue la deducción de la siguiente fórmula analítica:

$$R = P \left[ \frac{\prod_{k=1}^n F_k}{\sum_{\alpha=2}^n (\prod_{\beta=\alpha}^n F_{\beta}) + 1} \right]$$

Esta fórmula se aplica para los casos de FRC3 y FRC4 y obtienen las cuotas uniformes en períodos variables con tasas paralelas: la primera tasa es una tasa compensatoria y la segunda tasa es una tasa de seguro de desgravamen, ambas de diferentes magnitudes. Los resultados son comprobables a través de su respectiva tabla de amortización o cronograma de pagos.

**Palabras clave:** Método francés, anualidades simples, anualidades generales, cuotas uniformes en períodos variables, cronograma de pagos.

## Abstract

The general objective of the present research was to derive a general analytical formula that obtains a uniform installment in variable periods that mathematically cancels the debit balance of a loan that accrues two or more effective rates in parallel, avoiding the current trial-and-error procedures applied by the Peruvian financial system, verifiable through the payment schedule.

The type of research was quantitative, since mathematical-financial formulas were applied and verified through the payment schedule or amortization table. The design was experimental, since the variables interest rates were manipulated, which are more than one effective rate with different values applied to the debit balances. The hypothetical-deductive method was used, which is based on the observation of the procedures used by the financial system, which are mandatorily disclosed by the SBS, on the basis of the hypothesis proposed, through which an analytical formula of uniform installments in variable periods with parallel effective rates will be deduced, which will be checked with the principle of financial equivalence and the present value of the uniform installments, which should be of the same magnitude of the loan granted by the financial institution. The population was all the companies in the financial system that grant mortgage loans and the sample consisted of 19 companies in the financial system: 9 banks, 5 cajas municipales and 5 financieras.

The main conclusion was the deduction of the following analytical formula:

$$R = P \left[ \frac{\prod_{k=1}^n F_k}{\sum_{\alpha=2}^n (\prod_{\beta=\alpha}^n F_{\beta}) + 1} \right]$$

This formula is applied for the cases of FRC3 and FRC4 and they obtain the uniform installments in varying periods with parallel rates: the first rate is a compensatory rate and the second rate is a credit loss insurance rate, both of different magnitudes. The results can be verified through their respective amortization table or payment schedule.

Key words: French method, simple annuities, general annuities, uniform installments in variable periods, payment schedule.

## Introducción

En el presente trabajo se investigó la forma como aplican la equivalencia financiera las instituciones del sistema financiero peruano en sus productos hipotecarios, que generalmente se cancelan en fechas constantes que generan períodos variables de cuotas y cuyos saldos devengan una doble tasa de interés efectiva que son de diferente magnitud: una tasa efectiva anual compensatoria que en el Perú está normada por el Banco Central de Reserva BCRP para un período de 360 días y adicionalmente una tasa efectiva generalmente mensual destinada a cubrir el seguro de desgravamen del préstamo y siempre sobre los saldos de esos préstamos hipotecarios.

Esta investigación se realizó *porque* desde el 18 de agosto de 2017 la Superintendencia de Banca y Seguros SBS a través de la Resolución SBS 3274-2017 dispuso que la difusión de tasas de interés, comisiones, gastos, productos y servicios deben ser divulgados a través de folletos informativos cuantitativos que los bancos y empresas financieras a través de sus páginas web, las cuales obligatoriamente **deben presentar un ejemplo explicativo** que incluye la forma en que se obtiene la cuota mensual de los préstamos solicitados por los prestatarios. Sin embargo, estos procedimientos en los que respecta a las cuotas de préstamos hipotecarios no consideran estricto sensu la teoría y los principios de equivalencia financiera que se enseñan en todas las universidades del país principalmente en las facultades de negocios. Esto implica que los usuarios (empresarios, clientes de bancos, académicos y personal interesado) no pueden comprobar la metodología que emplean esas instituciones cuyas cuotas generalmente son obtenidas a través de procedimientos iterativos de “prueba y error” que no pueden replicarse para validar la consistencia matemática de esas fórmulas financieras; es decir una "caja negra" que en el presente contexto se refiere a un componente, proceso o sistema que funciona sin que los usuarios o partes interesadas conozcan los detalles internos de su funcionamiento, se trata de un sistema opaco en el que se conocen las entradas (variables) y salidas (cuota uniforme), pero el proceso intermedio y su lógica interna no son visibles ni comprensibles para los usuarios externos (Superintendencia de Banca Seguros y AFP, 2017, 18 de agosto).

Este trabajo se ha realizado *para* complementar la teoría existente sobre el sistema del método “francés” de cuotas uniformes, que tiene sus raíces en Francia en el siglo XVIII. Durante esta época, los bancos y prestamistas empezaron a utilizar este enfoque para facilitar el pago de préstamos a lo largo del tiempo en cuotas constantes, que incluían tanto el capital prestado como los intereses generados por el préstamo. La implementación de este método permitió una mayor transparencia y facilidad en el proceso de amortización de la deuda. Efectivamente este método a lo largo de su vigencia hasta la actualidad donde existen múltiples herramientas financieras, ofrece varias alternativas diferentes a su planteamiento original (anualidades simples vencidas) que el sistema financiero trata de aplicar para condiciones totalmente diferentes (anualidades generales), pero sin observar el principio de equivalencia financiera.

La investigación se desarrolló sobre la base de diecinueve metodologías que son de carácter público, disponibles obligatoriamente en las páginas webs de todos los bancos que ofrecen préstamos hipotecarios, que fueron analizadas y contrastadas con las equivalencias que proponemos a la comunidad académica, especialistas, prestatarios y público en general. Estos resultados los he designados como FRC 2, FRC 3 y FRC 4, ya que el FRC 1 corresponde al método francés que se aplica para anualidades simples.

La estructura capitular está compuesta de seis capítulos que corresponden al: planteamiento del problema; marco teórico; hipótesis y variables; diseño metodológico; resultados y discusión de resultados respectivamente.

# 1 Capítulo I: Planteamiento del problema

## 1.1 Descripción de la realidad problemática

En cumplimiento de la ley 29888 (2012) que modifica la ley 29571 Código de Protección y Defensa del Consumidor, y la Ley 28587, Ley Complementaria a la Ley de Protección al Consumidor en materia de servicios financieros, sobre transparencia de la información y modificaciones contractuales y de la Resolución SBS 3274-2017 Reglamento de Gestión de Conducta de Mercado del Sistema Financiero en su artículo 20 “Mecanismos de difusión de información”, todos los bancos y empresas financieras tienen la obligación de difundir seis mecanismos de transparencia de sus operaciones, entre los cuales se encuentran los **folletos informativos cuantitativos** con:

Las características de un producto activo o pasivo, incorporando información cuantitativa referida a tasas de interés y/o montos del crédito o depósito, o la cuota mensual que le resultaría aplicable, según corresponda, considerando, adicionalmente, lo siguiente:

a) Para los productos activos bajo el sistema de cuotas, debe presentarse un ejemplo explicativo que considere las características del producto ofrecido y desagregue los componentes que contribuyen a la determinación de la TCEA, utilizando la fórmula señalada en el Anexo N° 1 del Reglamento, así como los cargos por cuenta del cliente en el supuesto de incumplimiento de sus obligaciones.

En cumplimiento de estas normas las mayoría de bancos y financieras han actualizado sus fórmulas y ejemplos explicativos que difunden en sus páginas oficiales de la web, sin embargo en lo que se refiere a los préstamos hipotecarios que se amortizan con cuotas uniformes en períodos variables con dobles tasas diferenciadas (una tasa efectiva anual *TEA* compensatoria y otra tasa de diferente magnitud para el seguro de desgravamen hipotecario), ambas tasas aplicables sobre el saldo del préstamo, utilizan procesos iterativos de prueba y error, generalmente con las herramientas Buscar objetivo y/o Solver de Excel que no permiten a los especialistas verificar los cálculos realizados mediante múltiples aproximaciones de “prueba y error” que en algunos casos superan más de quince pruebas para encontrar la cuota uniforme que amortice el préstamo hipotecario en la última cuota.

Adicionalmente algunas empresas bancarias y financieras convierten tasas efectivas en nominales combinando regímenes de interés compuesto y de interés simple, violando expresamente el punto 11.2 de la Resolución SBS 3274-2017 que a la letra dice:

11.2 Las tasas de interés compensatorio y moratorio deben ser expresadas en **forma efectiva anual**, debiendo considerar para tal efecto que se trata de un año de trescientos sesenta (360) días. Para su cálculo y aplicación, las empresas deben tener en cuenta la regulación que sobre la materia emite el Banco Central de Reserva del Perú de acuerdo con su Ley Orgánica.

Estos errores de cálculos financieros en la mayoría de los casos no representan grandes diferencias al comparar las aproximaciones de las cuotas uniformes calculadas con sus verdaderos importes calculados en forma analítica con fórmulas algebraicas que en la mayoría de los casos no han sido desarrollados o consistenciados por los expertos de los bancos en cálculos financieros, y que difunden en sus folletos cuantitativos, impiden cumplir con lo exigido en el Reglamento de gestión de conducta de mercado del sistema financiero, lo cual puede comprobarse en los cronogramas de pago que a modo de ejemplo difunden a los clientes efectivos y potenciales del mercado, responsabilidad que recae adicionalmente en el Oficial de conducta del mercado, según el capítulo III de la Resolución SBS 3274-2017. Adicionalmente a esta situación problemática existen algunos “expertos” que difunden sus videos explicando cómo se preparan los cronogramas de préstamos hipotecarios en Excel, violando la consistencia matemático-financiera y creando falsos aprendizajes a la mayoría de los interesados que se documentan a través de estos medios audiovisuales que se divulgan por youtube.

## 1.2 Formulación del problema

### 1.2.1 Problema general

¿Cómo deducir una fórmula general analítica que obtenga el importe de cuotas uniformes en períodos variables de préstamos hipotecarios que devengan una tasa efectiva compensatoria y paralelamente una tasa efectiva de seguro de desgravamen sobre los saldos deudores, que evite las aproximaciones de “prueba y error” por medio de iteraciones de programas informáticos, verificable a través de su cronograma de

pagos?



### **1.2.2 Problema específico**

¿Cómo aplicar esa fórmula analítica en los préstamos hipotecarios del sistema financiero peruano, de modo que sea consistente y verificable a través de su respectivo cronograma de pagos o tabla de amortización?

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo general**

Deducir una fórmula general analítica que obtenga una cuota uniforme en períodos variables que matemáticamente cancele el saldo deudor de un préstamo que devenga dos o más tasas efectivas en forma paralela, evitando los procedimientos actuales de ensayo y error que aplica el sistema financiero peruano, verificable a través del cronograma de pago.

### **1.3.2 Objetivo específico**

Aplicar esa fórmula analítica en los ejemplos de bancos y empresas financieras disponibles en sus páginas web y contrastar sus resultados con los obtenidos con la fórmula analítica, en cumplimiento de lo dispuesto en la Resolución SBS 3274-2017.

## **1.4 Limitantes de la investigación (teórico, temporal, espacial)**

La investigación es viable y la única limitante es la falta de claridad de algunas empresas bancarias y financieras en la demostración de sus procedimientos de cálculo de cuota uniforme en períodos variables.

## 2 Capítulo II: Marco teórico

### 2.1 Antecedentes

Académicamente los principales sistemas de amortización de préstamos son el sistema francés, el sistema alemán y el sistema americano. El sistema de amortización francés, conocido como sistema de cuotas constantes, fue popularizado por los banqueros franceses a principios del siglo XIX, pero no se atribuye a un matemático o persona específica su creación; este sistema se caracteriza por pagos periódicos iguales que incluyen una parte de intereses y otra parte de amortización del capital. Cada cuota consta de una porción de interés calculada sobre el saldo pendiente del préstamo y una porción de capital que se destina a reducir la deuda. A lo largo del plazo del préstamo, la parte de intereses disminuye gradualmente, mientras que la parte de capital aumenta, lo que permite que el préstamo se amortice completamente al final del plazo acordado. Es una forma común de amortización utilizada en préstamos hipotecarios y otros préstamos a largo plazo por su previsibilidad y facilidad de planificación lo convierten en una opción popular tanto para prestatarios como para prestamistas y fue ampliamente adoptado en Francia y otros países debido a su simplicidad que se basa en progresiones geométricas.

En todas las carreras profesionales el método francés que se basa en el valor presente de las futuras cuotas que amortizan un préstamo se enseña obligatoriamente un curso de matemática financiera, su desarrollo abarca casi en el 100% de los casos, en anualidades simples en los cuales los períodos de cuotas obligatoriamente son uniformes. Sin embargo, el avance tecnológico y el desarrollo de un conjunto de herramientas y softwares disponibles sin costo adicional alguno, han permitido que los sistemas bancarios desarrollen productos financieros que pueden ser emulados por cualquier persona que solicite cualquier préstamo personal o para financiamiento de capital de trabajo, préstamos hipotecarios y similares con condiciones que tienen variaciones fundamentales y ya no pueden aplicarse directamente con el método francés en su versión pura (período uniformes de pagos), sino que se subordinan a fechas variables, que sólo pueden procesarse con procedimientos matemáticos que aplican el principio de equivalencia financiera que permiten cancelar el préstamo al final de su horizonte temporal extinguiendo matemáticamente y totalmente el saldo deudor del préstamo.

De este modo y en cumplimiento de la Resolución de SBS 3274-2017 las instituciones del sistema financiero peruano que otorgan préstamos hipotecarios vienen divulgando metodologías propias del método francés sin aplicar el principio de equivalencia financiera y empleando procedimientos de “prueba y error” que son cajas negras, que impiden que los especialistas y prestatarios puedan comprobar la validez de las cuotas uniformes que amortizan los préstamos solicitados a las empresas bancarias.



Existe una amplia teoría y aplicaciones sobre sistemas de amortización de préstamos que desarrollan sistemas de préstamos que utilizan el método francés entre algunos de ellos tenemos a (Moore, 1981), Ayres, Aldana Aldana (2019), Fernández Izquierdo et al (2018), Pozo Carrero & Zúñiga Rodríguez (1992), Olivi & Tolosa, (2020), entre otros autores que desarrollan el tema de carácter general. Sin embargo un trabajo de gran importancia que incluye no sólo la tasa de interés compensatoria, sino además el seguro de desgravamen hipotecario con lo trabaja como un seguro de vida que en caso del fallecimiento o invalidez del prestatario ese seguro asuma el importe pendiente por amortizar (Valls Martínez, Cruz Rambaud, & Abad Segura, 2020).

## **2.2 Marco**

El Banco Central de Reserva de Argentina BCRA especifica que los préstamos hipotecarios expresados Unidades de Valor Adquisitivo UVA, según (Narro J. )(2019) “pueden ser por sistema de amortización francés (cuotas de servicio constantes) o alemán (cuotas de servicio decrecientes), en ambos casos con frecuencia mensual, el interés por su parte deberá ser aplicado sobre el saldo de deuda al vencimiento de cada servicio financiero. Otra característica de estos préstamos es que la cuota no debe ponderar más del 25% del ingreso del tomador del crédito al momento de la solicitud del préstamo”.

En Colombia los préstamos pueden otorgarse en Unidad de Valor Real UVR y en pesos, en UVR de acuerdo con porcentaje de inflación según el Banco de la República (equivalente del BCRP); en pesos los pagos son fijos durante toda la vigencia del préstamo (Pamplona Ramírez & Cano Giraldo, 2020). Tanto los préstamos en UVR como en pesos corrientes se amortizan con abono constante a capital y otros de naturaleza similar.

Gastesi (2021) en la página de iahorro se pregunta ¿Cuáles son los tipos de hipotecas que existen? Y presenta un resumen de cuáles son las hipotecas más comunes y cuáles son las principales diferencias que existen entre esas hipotecas, las misma que presenta en el cuadro que se transcribe como Tabla 1.

**Tabla 1**

*Principales tipos de hipotecas en España*

Hipoteca Fija	Hipoteca variable	Hipoteca mixta
Todos los meses pagamos lo mismo.	En cada revisión (cada seis, doce meses... lo establecido por la entidad) la cuota varía en función del índice de referencia establecido (normalmente el euríbor).	Durante un tiempo la cuota es fija (entre 3 y 10 años) y, después, la hipoteca pasa a funcionar como una de tipo variable.
Gastos de tramitación más elevados. La comisión de apertura llega al 1%.	Gastos de tramitación menos elevados. La comisión de apertura es menor al 1%.	Gastos de tramitación menos elevados, similares a los de una hipoteca variable.
Nos proporciona estabilidad.	Si no nos importa arriesgar y el índice de referencia baja cuando nos toca la revisión de la hipoteca pagaremos menos.	Nos proporciona estabilidad los primeros años y, cuando pasemos a una hipoteca variable, tendremos la posibilidad de pagar menos.
Hipoteca Fija	Hipoteca variable	Hipoteca mixta

Fuente: Nerea Gastesi

Cubero Romero & Peñas Moyano (2018) sostienen que:

Las cláusulas suelo, también llamadas suelo hipotecario, son un tipo contractual en la cual se establece un límite mínimo al interés que será aplicable a la cuota del préstamo con independencia de que el tipo de interés baje. Es decir, aunque el Euríbor disminuya, el prestatario no puede beneficiarse de dicha caída del interés dado que existe ese límite e impide la reducción de la cuota de interés. Esta cláusula beneficia claramente al prestamista, es decir, a las entidades de crédito y no a los clientes. Este tipo de cláusulas dependiendo de la normativa de cada país pueden ser cláusulas abusivas e ilegales. En España lo son (una cláusula es abusiva cuando no se ofrece una transparencia e información clara de la misma al cliente). El Tribunal de Justicia de la UE en Sentencia el 21 de diciembre de 2016 ha fallado a favor de la total acción retroactiva en la devolución de aquellas cláusulas aplicadas de forma abusiva.

(Valls Martínez & Ramírez Orellana, 2014) analiza el método francés con el criterio de coste amortizado, tanto en su vertiente financiera como en la contable, estudiando el caso más complejo de una operación de préstamo concertada por el sistema de amortización francés y con tipo de interés indiciado. Se explica,

con carácter general, y se ilustra con un ejemplo particular cómo se construyen los cuadros de amortización financiera de la operación y de amortización con el criterio de coste amortizado, el cálculo del coste efectivo de la operación después de impuestos y el proceso contable desde el punto de vista del prestatario. Se considera, además, la posibilidad de que se cancele la operación anticipadamente y se reflexiona sobre las consecuencias de registro que se derivan de ello. En síntesis, el modelo considera tasas efectivas trimestrales que se indexan cada año y se calculan las nuevas cuotas uniformes al inicio de cada año sobre el saldo deudor vigente.



(González Carbonero, 2022) sostiene que el capital pendiente de amortizar también se puede calcular a partir del término amortizativo mediante los siguientes tres métodos:

*Método prospectivo.* Consiste en actualizar al momento actual  $t$  todos los compromisos pendientes futuros:  $C_t = \sum_{h=t+1}^n a_h(1+i)^{-h}$

*Método retrospectivo.* Es el valor en  $t$  de la diferencia entre los compromisos pasados de ambas partes:  $C_t = C_0(1+i)^t - \sum_{h=1}^t a_h(1+i)^h$

*Método recurrente.* El capital pendiente de amortizar en  $t$  se obtiene a partir del capital pendiente de amortizar en el periodo anterior  $t-1$  y descontando la cuota pagada en el momento de cálculo  $t$ :  $C_t = C_{t-1}(1+i) - a_t$ . Estos métodos se refieren al cálculo del saldo deudor.

(Buelvas Parra, 2016) efectúa un análisis comparativo de los sistemas de amortización más utilizados en los países de Argentina, Chile y Perú y llega a la conclusión que en esos países estos sistemas son: el francés, el alemán y el americano (en ese orden), sostiene además que, “el esquema de amortización de créditos es semejante, diferenciándose algunos aspectos como lo son la moneda y algunos otros factores que su normatividad contable establezca según sea el caso (tasas de interés).

(García Pérez, Cruz Rambaud, & Andújar Rodríguez, 2001) establece una correspondencia entre inversión y financiación no aparece matizada en la literatura financiera cuando se estudian los métodos particulares de amortización de un capital, los mismos que referencia como sistema francés, sistema italiano (amortizaciones

constantes), sistema americano, método de amortización por constitución de capital (sinking-fund), sistema alemán y amortización con carencia de capital y/o intereses.

(Serrano Heredia & Serrano Heredia, 2023) abordan el proceso financiero de extinción de deuda, que utilizan diferentes sistemas (francés, alemán y americano), en otras palabras, como formas diferentes de realizar una amortización o devolución del capital y sus intereses de un crédito, donde el sistema más común es el francés, que se caracteriza porque las cuotas son fijas, donde salvo que el tipo de interés sea variable, se recalcularían al modificarse éste, y donde la mayor parte de los intereses del crédito se pagan al acreedor durante las primeras cuotas del crédito, ya que los intereses devengados a cada vencimiento se calculan únicamente en función de dos variables: la tasa de interés y el saldo del principal. Los autores presentan las desventajas, ventajas y características de los sistemas estudiados que los refuerzan con ejemplos de aplicación de los sistemas tratados.

(García Santillan, Moreno García, & Silva Montes, 2017) señalan que “el concepto de anualidad, es importante en el área de finanzas, entre otras consideraciones, porque es el sistema de amortización más utilizado en las instituciones financieras en sus diferentes modalidades de créditos y refiere a Portus quien sostiene que una anualidad puede cambiarse por la de rentas, series uniformes, pagos periódicos, amortizaciones u otros, según sea el caso y las costumbres locales”. Adicionalmente señala las características del sistema francés (generalmente una hipoteca), el sistema alemán y el sistema americano.

(Pascual Burillo & Romero Ramos, 2005) en su artículo presentan el modo sencillo, no matemático de calcular la cuota uniforme de un préstamo hipotecario con una TAE (tasa anual equivalente), la misma que es convertida a una tasa efectiva mensual ya que su modelo trabaja como una anualidad simple; sin embargo, también considera préstamos hipotecarios con tasa de interés variable o combinada que incluye una tasa fija más la Euribor. La Euribor es la tasa de interés al que los bancos que se prestan dinero y es el promedio de tasa de interés de las 20 entidades elegidas por la federación de bancos europeos, esta Euribor puede ser a una semana, a un mes, a 6 meses y a un año que es la que aplica en su modelo de préstamos hipotecarios. Termina su análisis con la presentación de 4 ejemplos prácticos de los casos que se

presentan en España de acuerdo con su normativa vigente.

(Valls Martínez, Cruz Rambaud, & Abad Segura, 2020) en su estudio plantea la problemática de la contratación de un seguro de vida que no está expresado en una tasa fija, sino en la esperanza de vida del cliente, esto implica la contratación de dos operaciones paralelas en el tiempo: préstamo y seguro. El préstamo que describe detalla el cálculo de cada variable, así como diferentes medidas de rentabilidad (bruta, neta, debido a la aleatoriedad) y su duración estimada y final financiero, está vinculado con la esperanza de vida del prestatario, de modo que si se produjese su fallecimiento la operación se extinguiría, no teniendo que responder del capital pendiente de amortizar ningún tercero (heredero o compañía aseguradora). A través de sus planteamientos matemáticos, el prestatario no tiene que contratar dos operaciones financieras diferentes, sino una sola, es decir, no ha de tener vinculación con dos entidades distintas ni hacer frente a dos pagos periódicos. Manifiesta que la filosofía subyacente es la misma y funciona en el mismo sentido: a mayor edad, mayor riesgo y, por tanto, mayor cuota de riesgo (prima de seguro) para compensarlo”.

### **2.2.1 Marco teórico**

El presente trabajo se enmarca fundamentalmente dentro de la teoría de anualidades, el principio de equivalencia financiera, las tasas equivalentes y préstamos hipotecarios según la normativa peruana vigente, ley de capitalización compuesta, ley de capitalización compuesta para valores de  $n$  no enteros, sumas y restas de tasas efectivas,

#### **Teoría de anualidades**

Una anualidad es una sucesión de rentas (dos o más rentas) y una renta es un flujo de efectivo que puede ser de ingreso (signo positivo) o de egreso (flujo negativo), cuyo horizonte temporal puede ser finito o infinito (en este caso la anualidad toma el nombre de perpetuidad); aunque podría inferirse que la duración de cada renta es de un año, en la práctica las rentas de una anualidad son periodicidades cuyos que pueden ser diarias, quincenales, mensuales, bimestrales, trimestrales, cuatrimestrales, semestrales, o de cualquier otro período que se acuerden entre los que usaran el producto financiero generado por las anualidades (prestatario y prestamista). En toda anualidad intervienen necesariamente los siguientes elementos explícitamente

definidos: a) importe del préstamo (principal); b) tasa de interés que puede ser nominal o efectiva; período de renta (horizonte temporal de cada renta); c) número de rentas (cuotas o flujos de caja).



Definidos los elementos de la anualidad se procede a calcular el importe de la cuota que amortizará el préstamo hasta cancelarlo. Así, este importe varía de acuerdo con los sistemas de amortización del préstamo que se acuerde entre las partes contratantes. Los métodos más conocidos y aplicados en la mayoría de países son: el método francés, el método alemán, el método americano y además muchos otros métodos que se acuerden entre las partes, con la condición general que el valor presente de las cuotas calculadas descontadas con la tasa de interés efectiva acordada sea igual que el importe del préstamo pactado.

Las anualidades pueden ser simples o pueden ser generales. Una anualidad es simple cuando se cumplen las siguientes condiciones:

- Todas las rentas, cuotas o flujos de caja, son del mismo importe.
- La tasa de interés no varía durante el horizonte de la anualidad, y su período es el mismo que el del período de renta.
- El número de períodos de tasa está compuesto por períodos que son iguales que el período de renta

Las anualidades simples pueden a su vez ser vencidas, anticipadas, truncas y diferidas.

Una anualidad es general cuando se viola alguna de las condiciones de la anualidad simple.

### **Principio de equivalencia financiera**

Establece que dos importes de efectivo invertidas en fechas distintas, son equivalentes cuando, analizados en un mismo punto del horizonte temporal conservan la misma cuantía al ser evaluados con una tasa efectiva. Así si un importe de 100 um que devenga una tasa efectiva de 0,1 es equivalente a 110 um que se recibirá 30 días después; del mismo modo si dentro de 30 días se debe recibir un importe de 110 um hoy su valor presente es de 100 um; con estas variables 100 y 110 son equivalentes

en momento 0 y en el día 30. El principio de equivalencia financiera genera el valor del dinero en el tiempo.

Este principio se basa en la idea de que dos inversiones con características diferentes pueden ser consideradas equivalentes si producen el mismo resultado financiero para el inversionista, así dos inversiones pueden ser comparables y consideradas iguales en términos de rendimiento o beneficio económico, a pesar de que puedan tener estructuras y condiciones diferentes. Este principio es útil para evaluar diferentes opciones de inversión y tomar decisiones informadas sobre cómo utilizar el capital. Al comparar dos inversiones, se busca determinar si sus flujos de efectivo, riesgos y plazos producen resultados financieros similares, teniendo en cuenta el valor del dinero en el tiempo y otros factores relevantes. Este principio de equivalencia financiera se aplica en bonos y préstamos, proyectos de inversión, anualidades, fondos de inversión y otros productos financieros de inversión y financiamiento.

En el conjunto de los capitales financieros el modelo define la *equivalencia financiera* entre capitales, o conjuntos de ellos, mediante una función de sus diferimientos  $f(T, T')$  denominada *factor financiero*, paramétrica respecto a un *tipo de interés* ( $i$ ). La equivalencia financiera formaliza, tanto el *equilibrio financiero* en un mercado de crédito, como la *preferencia por la liquidez*, mostrando el tipo de interés el *grado* de la preferencia (Rodríguez, 2020). Una equivalencia financiera verifica la igualdad de dos o más capitales que tienen fechas de vencimientos distintos a través de una tasa de interés efectivo. Las leyes financieras permiten que dos o más capitales sean equivalentes cuando tienen el mismo valor en una fecha determinada.

Fernández Izquierdo et al (2018) sostienen que: el préstamo es una operación financiera de largo plazo que tiene una prestación y una contraprestación que son los capitales que se devuelven en cuotas, en el cual se debe cumplir el principio de equivalencia financiera de capitales, según la cual “la suma de los capitales que forman la prestación valorados en un momento determinado, debe ser igual a la suma de capitales que forman la contraprestación valorados en ese mismo momento utilizando una ley financiera” además sostiene que esos préstamos al ser de largo plazo la ley financiera que habitualmente se aplica es la del interés compuesto.

## Tasas equivalentes

Cuando a partir de una tasa efectiva de un período determinado se obtiene la tasa efectiva de otro período diferente, esta última toma el nombre de *tasa equivalente*. Dos o más tasas de interés efectivo son equivalentes, si con diferente periodicidad producen el mismo interés efectivo al final de cualquier periodo. Si el importe del principal es 1 um, entonces la tasa equivalente es el interés compuesto, que se obtiene como diferencia entre el monto compuesto y el principal que es una unidad monetaria.

Por ejemplo, si se coloca un principal de 1 um que devenga una tasa efectiva mensual de 0,02 durante 3 meses, su respectiva tasa equivalente trimestral es 0,061208. Efectivamente, como el monto compuesto se obtiene con la fórmula  $S = P(1 + i)^n$  e  $I = S - P$ , se tiene el siguiente desarrollo:

a. *Monto  $S = P(1 + i)^n$  al cabo de 3 meses*

$$S_1 = 1,0000(1 + 0,02) = 1,02$$

$$S_2 = 1,0200(1 + 0,02) = 1,0404$$

$$S_3 = 1,0404(1 + 0,02) = 1,061208$$

b. *Interés  $I = S - P$  al cabo de 3 meses*

$$I = 1,061208 - 1 = 0,061208$$

El interés compuesto calculado de este modo es la tasa equivalente o efectiva trimestral, en el presente ejemplo una tasa efectiva mensual de 0.02 es equivalente a una tasa efectiva trimestral de 0.061208 y viceversa.

## Préstamos hipotecarios

El crédito hipotecario es aquel “en el cual el pago de los intereses y del principal está garantizado por la hipoteca de un bien inmueble, la cual queda inscrita en el Registro de la Propiedad. Al igual que el crédito pignoraticio, tiene preferencia de cobro en caso de quiebra o insolvencia del deudor” (Banco Central de Reserva del Perú, 2011). En el Perú los préstamos hipotecarios son amortizados en plazos que van de 10 a 20 años con cuotas que generalmente vencen en fechas fijas y por lo tanto sus cuotas uniformes no son equidistantes (diferentes períodos de cuotas) y que generan sobre el saldo deudor una tasa compensatoria y además una tasa efectiva de seguro de

desgravamen hipotecario. Estas cuotas no uniformes no son calculadas en su forma analítica con la aplicación del principio de equivalencia financiera, si no los bancos efectúan una aproximación con el método francés y luego a través del procedimiento de “prueba y error” y con la ayuda de herramientas iterativas disponibles en Excel (Buscar objetivo y/o Solver) consiguen amortizar el préstamo en la última cuota, así generalmente esta cuota es diferente de todas las demás.



### **Ley de capitalización compuesta**

Pozo Carrero & Zúñiga Rodríguez (1992) sostienen que esta ley es un modelo de capitalización multiplicativo (si la aplicación sucesiva de la ley pruce efectos con resultado multiplicativo) y estacionario (si al modificar el origen del tiempo la proyección financiera no varía), en el que los intereses de un período se acumulan al capital en el período siguiente, es decir los intereses generan intereses, al final de  $n$  períodos, se tiene:

$$C_n = \prod_{h=1}^n (1 + i_h)$$

En el caso de períodos anuales y los tantos constantes, la ley genérica de capitalización compuesta es:

$$L_2(n) = (1 + i)^n$$

### **Ley de capitalización compuesta para valores de $n$ no enteros**

En el punto anterior la ley de capitalización compuesta se dio para valores de  $n$  enteros, Pozo Carrero & Zúñiga Rodríguez afirman que “si se pretende obtener el capital final al término de un tiempo  $n = z + \theta$ ” en la cual  $z$  es un período entero (mes, trimestre etc.) y  $\theta$  es una fracción de esos períodos la fórmula presentada anteriormente no tiene validez matemática, y se aplican los convenios lineales o convenios exponenciales que lo expresan del siguiente modo:

**Convenio lineal**, capitaliza el interés compuesto por el número de períodos enteros  $z$  y en capitalización simple por la fracción de períodos  $\theta$  que la expresa del siguiente modo.

$$L_2(n) = (1 + i)^z \cdot (1 + i \cdot \theta)$$

**Convenio exponencial**, capitaliza el interés compuesto por el número de períodos enteros  $z$  y en capitalización simple por la fracción de períodos  $\theta$  que la expresa del siguiente modo.

$$L_2(n) = (1 + i)^z \cdot (1 + i)^\theta = (1 + i)^{z+\theta} = (1 + i)^n$$

En el presente trabajo dado que se trabaja con tasas efectivas, se utilizó el convenio exponencial.

### Sumas y restas de tasas efectivas

Ossa & Boada (2020) sostienen que si se tiene en cuenta un período para una tasa no indexada:  $VF = VP(1 + i)$ , mientras que para una tasa indexada:  $VF = VP(1 + r)(1 + \hat{p})$  siendo  $\hat{p}$  el índice general de precios. La tasa indexada se representa por la siguiente expresión:  $i_x = (1 + BASE)(1 + Spread) - 1$ , en este caso la tasa base y el spread deben estar expresadas en tasas efectivas. Sin embargo, **si no existe indexación las tasas efectivas pueden sumarse sin mayor complicación**; aunque en casos diferentes y bajo las teorías de las matemáticas financieras, la suma de dos tasas efectivas no es aplicable y sumarlas de manera lineal sería un error matemáticamente concebido. Los autores presentan el caso particular en la cual **la suma de tasa efectivas es pedagógicamente posible** y corresponde a los intereses generados por el DTF sean debidamente pagados y no capitalizados para la segunda tasa Spread, de esta manera el capital original permanece invariante y, por ende, la suma lineal de tasas de interés es posible.

Aldana Aldana (2019) sostienen cuando la tasa de interés efectiva cambia debido a que los períodos son diferentes, esta tasa durante el  $k$ -ésimo período a partir de la fecha de inversión, denominada tasa de interés variable, se representa del siguiente modo:

$$a(t) = (1 + i_1) \cdot (1 + i_2) \dots (1 + i_{t_n}) = \prod_{k=1}^{t_n} (1 + i_k)$$

**Adición de tasas efectivas**, queda definida como se presenta a continuación:

$$(i_{equivalente\ efectiva} + 1) = (i_{1\ efectiva} + 1) \cdot (i_{2\ efectiva} + 1)$$

Y, para tasas efectivas de interés variable el interés opera bajo cambios en la tasa efectiva durante los diferentes períodos del siguiente modo, que la denomina suma financiera de  $n$  tasas de interés efectiva:

$$i_{equivalente\ efectiva} = \left( \prod_{k=1}^{t_n} (1 + i_k) \right) - 1$$

En la expresión anterior cada  $i_k$  es una tasa de interés efectiva

**Resta financiera de tasas de interés efectivas**, Aldana termina su estudio señalando que para  $r_1 = i_{1\ efectiva}$ ,  $r_2 = i_{2\ efectiva}$ , la resta de tasas efectivas se deriva de la ecuación de adición de tasas efectivas y queda expresada de la siguiente forma:

$$(i_{equivalente\ efectiva} + 1) = \frac{(i_{1\ efectiva} + 1)}{(i_{2\ efectiva} + 1)}$$

## 2.2.2 Conceptual

### Limitaciones en la aplicación de fórmulas financieras

(Urquijo de la Puente & Gismera Tierno, 2014) en su análisis sobre la crisis financiera en los últimos 30 años identifica como una de sus causas a las limitaciones en la aplicación de las fórmulas financieras, aunque esta afirmación se refiere fundamentalmente al mercado de capitales se puede aplicar a la aplicación de las fórmulas financieras en el cálculo de cuotas hipotecarias en nuestro medio.

### Sistemas de amortización correctos e incorrectos

Las rentas ciertas son el conjunto de pagos que se efectúan en intervalos preestablecidos, mientras subsista una situación dada y la única condición es que transcurra el tiempo, estas rentas o cuotas de pago pueden ser no equidistantes cuando las cuotas no guardan el mismo espacio entre sí, es decir los subhorizontes temporales de cada una de ellas no son necesariamente del mismo número de días (Olivi & Tolosa, 2020). Asimismo, sostienen que una deuda puede cancelarse de múltiples formas entre las que se encuentra el de  $n$  cuotas no equidistantes con sus dos componentes variables sin una ley determinada, y que existen sistemas de amortización correctos e incorrectos debido a que “a menudo se confunden cálculos comerciales realizados con operaciones solo-matemáticas (sin tener en cuenta el

valor del dinero en el tiempo), con operaciones matemático-financieras”. Un sistema de amortización es correcto cuando la suma de los valores actuales (equivalente financiero) de todas las cuotas o pagos al momento del otorgamiento, calculados con la tasa pactada, es igual al préstamo recibido.



(Mirman Hernández, 2019) sostiene que:

Las operaciones financieras de amortización de préstamos son aquellas operaciones por las que una persona, denominada prestamista o acreedor, se compromete a entregar a otra persona, denominada prestatario o deudor, en cierto momento ( $t_0$ ) un determinado capital ( $C_0; t_0$ ) y el deudor a su vez se compromete a reembolsar en un periodo ( $C_0; t_n$ ) el capital prestado junto con los intereses correspondientes.

Mirman afirma que la operación del préstamo está formada por una prestación única ( $C_0; t_0$ ) y una contraprestación múltiple ( $a_1; t_1$ ); ( $a_2; t_2$ ); ...; ( $a_n; t_n$ ) que depende del tipo de préstamo, la contraprestación se refiere al interés y al principal cuyos términos amortizativos son  $a_1, a_2, \dots, a_n$ . Considera los siguientes tipos de amortización de préstamos:

- a. Método progresivo o francés: con términos amortizativos constantes.
- b. Método uniforme: con cuotas de amortización constantes.
- c. Método americano: con pago periódico de intereses y aportación periódica al fondo de constitución de capital para su devolución íntegra al final del préstamo.
- d. Método de términos amortizativos variables: en progresión aritmética o geométrica.
- e. Método alemán: con pago de interés anticipado.

### **Regla financiera para combinación de préstamos**

(Iniesta Soria, 2018) desarrolla un trabajo sobre nuevas modalidades de préstamos con cuotas personalizadas que se adapten de una mejor forma a los flujos de caja de las personas naturales o jurídicas, enfoca las situaciones actuales en las cuales las instituciones financieras hacen uso de métodos numéricos con Buscar Objetivo o Solver de Excel en vez de desarrollar fórmulas analíticas, sostiene además que “Para estructurar un préstamo mediante una serie de cuotas que incluyan el pago de intereses y la devolución del principal, no sirve cualquier serie de cuotas con importes

diferentes. Estas cuotas han de cumplir la condición de que la TIR del préstamo coincida con la tasa de interés del préstamo”, así las cuotas del préstamo han de cumplir con la restricción de que la TIR de los flujos de caja del préstamo sea igual a la tasa de interés del préstamo. Iniesta establece la siguiente regla de financiera para combinaciones de préstamos:

Si tenemos dos o más series de cuotas de préstamos pospagables –en base al mismo principal del préstamo, y tasa de interés– podemos agregar las anteriores series de cuotas y obtener una nueva serie de cuotas en que la TIR del préstamo sea igual a la tasa de interés, siempre que el desembolso del principal del préstamo de las series sea en el mismo período y los factores de ponderación de las diferentes series de cuotas sean positivos y la suma de todos ellos sea igual a 1. Independientemente de que las series tengan un diferente plazo o número de cuotas.

### **El factor de recuperación del capital**

En una anualidad simple vencida que devenga una tasa efectiva, el factor de recuperación del capital es un factor financiero que multiplicado por el importe del préstamo obtiene la renta o cuota uniforme del préstamo. Se obtiene a partir de la siguiente ecuación de equivalencia financiera que toma como fecha focal el momento 0 del horizonte temporal de la anualidad, lo que por el principio de equivalencia financiera es el valor presente de todas las cuotas del préstamo cuyo desarrollo necesariamente debe arrojar el mismo importe del préstamo otorgado:

$$\begin{array}{lll} P = R \cdot FAS_{i;n} & \text{Valor presente de las cuotas uniformes} & \text{(a)} \\ R = P \cdot FRC_{i;n} & \text{Importe de la cuota uniforme} & \text{(b)} \\ FRC = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} & \text{Factor de recuperación del capital} & \text{(c)} \end{array}$$

En la presente investigación el FRC que se presenta en la ecuación (c) anterior lo denominamos FRC1, y corresponde al modelo general que se deriva de una anualidad simple vencida, con períodos uniformes, rentas uniformes, períodos de tasa efectiva del mismo período de renta. Este FRC está ampliamente documentado en todos los libros de matemática financiera, ingeniería económica, evaluación de proyectos, finanzas, finanzas corporativas, y otros cursos de pre y posgrado. Es importante

aclarar que todo el sistema financiero peruano, utiliza este FRC para sus préstamos hipotecarios que no cumplen con las condiciones para utilizarse ya que las anualidades que utilizan son anualidades generales y adicionalmente utilizan dos tasas efectivas de diferentes magnitudes: una tasa efectiva compensatoria y una tasa efectiva de desgravamen hipotecario, con lo cual violan el principio de equivalencia financiera ya que las cuotas son de diferentes períodos



En esta investigación adicionalmente al FRC1, presentamos el FRC2, el FRC3 y el FRC4 cuyos supuestos son los siguientes.

## **2.3 Definición de términos básicos (Funcionales a la investigación del problema)**

### **2.3.1 Sistema de amortización de préstamo francés**

Es el sistema más generalizado que utilizan los bancos e instituciones financieras para un prestatario cancele un préstamo que se amortiza con dos o más cuotas uniformes, esas cuotas se componen de la cuota principal y la cuota interés. En cada cuota el importe disminuye en la misma cantidad en que aumenta la cuota principal.

### **2.3.2 Factor de recuperación del capital FRC**

Es un factor financiero que multiplicado por el importe inicial del préstamo (saldo) obtiene la cuota uniforme que cancela matemáticamente el préstamo en su última cuota. Se deduce a partir de una anualidad simple en la cual deben cumplirse las siguientes condiciones: a) todos los períodos de cuotas son iguales; b) el período de tasa tiene que ser igual que el período de cuota; c) todas las cuotas (rentas son iguales), y d) la tasa de interés del período de cuota no varía durante el horizonte temporal del préstamo. Si se viola alguna de estas condiciones entonces la cuota uniforme que se obtiene no cancelará el saldo del préstamo de la última cuota del préstamo.

### **2.3.3 Préstamo hipotecario**

Es un tipo de préstamo que se otorga para la adquisición de una propiedad inmobiliaria, como una casa, apartamento o terreno, utilizando la propiedad como garantía o respaldo del préstamo. Es una forma común de financiamiento para la

compra de bienes raíces, ya que permite a las personas obtener fondos considerables que, de otra manera, serían difíciles de conseguir.



### **2.3.4 Tasa efectiva compensatoria**

Según el artículo 1242<sup>o</sup> del código civil peruano el interés es compensatorio cuando constituye la contraprestación por el uso del dinero o de cualquier otro bien. A partir de esta definición la tasa efectiva compensatoria es una tasa efectiva anual TEA de un período de 360 días de acuerdo con lo establecido por el BCRP.

### **2.3.5 Tasa de seguro de desgravamen**

Es una tasa que se aplica sobre saldo deudor de un préstamo hipotecario que otorga cobertura al deudor en caso de fallecimiento natural o accidental, así como invalidez total y permanente, la aplicación de esta tasa es de carácter obligatorio.

### **2.3.6 Tasas paralelas**

Para el presente estudio dado que el saldo deudor del préstamo devenga paralelamente dos tasas de interés: la tasa efectiva compensatoria  $i'$  y la tasa efectiva de desgravamen hipotecario  $i''$  en cada período de cada cuota  $k$  las tasas paralelas constituyen la suma de ambas tasas, de modo que el resultado de la tasa efectiva total  $i_k$  de cada período de cuota se expresan del siguiente modo:  $i_k = i' + i''$  (a). Esta suma de tasas efectivas permite hallar los FSC que pueden ser llevados al futuro y obtener los FRC personalizados que obtienen las cuotas uniformes en períodos variables de los préstamos hipotecarios

Las tasas paralelas son tasas efectivas equivalentes de cada período de cuota, generadas por tasas efectivas anuales, cada una de diferente valor, que no cambian durante el horizonte temporal del préstamo, que simultáneamente devengan interés sobre el saldo deudor del préstamo, como se mostró anteriormente

*$i$  = tasa efectiva resultado de suma de tasas equivalentes de cada período de cuota*

*$i'$  = tasa equivalente de un valor  $\alpha$  del período de cada cuota*

*$i''$  = tasa equivalente de un valor  $\beta$  del período de cada cuota*

La ecuación (a) es una tasa combinada (más de una tasa efectiva de los mismos períodos) cuyo tratamiento es la de una tasa efectiva tradicional. Así, si un préstamo devenga una *TEA* compensatoria de 0.08 y paralelamente una *TEA* de seguro de desgravamen hipotecario de 0.02 y un préstamo cuyo horizonte temporal es de 70 días y se amortiza con dos cuotas uniformes: la primera de 30 días y la segunda de 40 días, se tiene:



Tasa  $i$  de la primera cuota

$$i' = (1 + 0.08)^{30/360} - 1 = 0.006434030$$

$$i'' = (1 + 0.02)^{30/360} - 1 = 0.001651581$$

$$i = 0.006434030 + 0.001651581 = 0.008085611$$

Tasa  $i$  de la segunda cuota

$$i' = (1 + 0.08)^{70/360} - 1 = 0.008587893$$

$$i'' = (1 + 0.02)^{70/360} - 1 = 0.002202714$$

$$i = 0.008587893 + 0.002202714 = 0.010790607$$

### **3 Capítulo III: Hipótesis y variables**

#### **3.1 Hipótesis**

##### **Hipótesis general**

Las cuotas uniformes en períodos variables que devengan tasas efectivas paralelas de diferentes valores sobre sus saldos que se aplican en el sistema financiero peruano obtenidas con el método de “ensayo y error”, pueden calcularse a través de una fórmula deducida analíticamente aplicando el principio de equivalencia financiera comprobable en un cronograma de pagos que cancela el préstamo en la última cuota uniforme.

##### **Hipótesis específica**

Las cuotas uniformes en períodos variables con tasas efectivas paralelas de diferentes valores pueden validarse con el principio de equivalencia financiera, a través de su respectiva tabla de amortización, la misma que debe extinguir el préstamo en la última cuota sin emplear ningún artificio o cuota balloon (cuota diferente a las demás cuotas uniformes).

#### **3.2 Definición conceptual de variables**

##### **Cuotas uniformes en períodos variables con tasas paralelas de diferentes valores sobre los saldos**

Rentas de una anualidad general cuyos períodos no son equidistantes, no contienen necesariamente el mismo número de días durante el horizonte temporal, que se calculan con dos o más tasas efectivas de diferentes magnitudes aplicables al saldo deudor de un préstamo hipotecario, bajo el principio de equivalencia financiera.

##### **Cronograma de pagos**

Tabla de amortización de un préstamo que se cancela con dos o más cuotas de acuerdo con los distintos sistemas de amortización. Muestra los diferentes importes que integran la cuota total del préstamo cuya suma de cuotas capitales suman el importe entregado en préstamo.

#### **3.3 Operacionalización de variables**

La operacionalización de las variables se presenta en la Tabla 2.



**Tabla 2**

*Cuadro de operacionalización de las variables*

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Índices
Cuotas uniformes en períodos variables con tasas paralelas de diferentes valores sobre los saldos.	Rentas de una anualidad general cuyos períodos no son equidistantes, no contienen necesariamente el mismo número de días durante el horizonte temporal, que se calculan con dos o más tasas efectivas de diferentes magnitudes aplicables al saldo deudor de un préstamo hipotecario, bajo el principio de equivalencia financiera.	Importe uniforme expresado en unidades monetarias calculado con los factores simples de capitalización de cada subhorizonte de cuota llevado hacia el final del horizonte temporal, que permiten cancelar matemáticamente un préstamo hipotecario al final de la última cuota.	Tasas efectivas anuales paralelas.	Tasa efectiva anual compensatoria aplicable al saldo deudor del préstamo	Numérica continua
				Tasa efectiva anual de seguro de desgravamen aplicable al saldo deudor del	Numérica continua
				Otras tasas efectivas anuales por cualquier concepto que se aplican al saldo deudor del préstamo	Numérica continua
			Períodos de cada cuota uniforme.	Período de cuota 1	Numérica discreta
				Período de cuota 2	Numérica discreta
				Período de cuota n	Numérica discreta
Gastos y comisiones fijas adicionales en cada cuota uniforme.	Tarifarios vigentes en bancos y compañías financieras	Numérica continua			
Factor de recuperación del capital personalizado.	Factores simples de actualización de cada período de cuota que traen al presente las cuotas uniformes en períodos variables	Numérica continua			
Cronograma de pagos que cancela el préstamo en la última cuota uniforme.	Tabla de amortización de un préstamo que se cancela con dos o más cuotas de acuerdo con los distintos sistemas de amortización. Muestra los diferentes importes que integran la cuota total del préstamo cuya suma de cuotas capitales suman el importe entregado en préstamo.	Cronograma que indica las fechas de vencimiento de cualquier sistema de amortización que muestra la cuota capital, la cuota interés, el saldo de préstamo y otros conceptos fijos y variables que aplican los bancos de acuerdo con su tarifario.	Cuota capital.	Importe de la cuota capital	Numérica continua
			Cuota interés.	Importe de la cuota interés	
			Seguro de desgravamen.	Importe del seguro de desgravamen hipotecario	
			Otras comisiones y gastos.	Importe de otras comisiones y gastos	
			Saldo deudor.	Importe de los saldos deudores	

## 4 Capítulo IV: Diseño metodológico

### 4.1 Tipo y diseño de la investigación

#### Tipo

Cuantitativo, debido a que se aplicaron fórmulas matemáticas-financieros que se comprobaron a través del cronograma de pagos o tabla de amortización.

#### Diseño

Experimental, dado que se manipularon las variables tasas de interés que son más de una tasa efectiva con diferentes valores que se aplican a los saldos deudores.

### 4.2 Método de investigación

Se utilizó el método hipotético-deductivo que parte de la observación de los procedimientos utilizados por el sistema financiero los mismos que son divulgados obligatoriamente por disposición de la SBS, sobre la base de la hipótesis planteada, a través del cual se deducirá una fórmula analítica de cuota uniforme en períodos variables con tasas efectivas paralelas, la misma que se comprobará con el principio de equivalencia financiera y del valor actual de las cuotas uniformes que deberá ser de la misma magnitud del préstamo otorgado por la institución financiera.

### 4.3 Población y muestra

La población son todas las empresas del sistema financiero supervisadas por la SBS y que otorgan préstamos hipotecarios que además de la tasa compensatoria utilizan una tasa de seguro de desgravamen hipotecario.

La muestra estuvo constituida por 19 empresas del sistema financiero: 9 bancos, 5 cajas municipales y 5 financieras.

---

	1	BANBIF
	2	Banco de Comercio
	3	Banco de Crédito del Perú
	4	Banco de la Nación
Bancos	5	Banco GNB
	6	Banco Pichincha
	7	BBVA
	8	Mi Banco
	9	Scotiabank

---

Cajas municipales y de ahorros y créditos	1	Caja Cuzco
	2	Caja Huancayo
	3	Caja Municipal de Ica
	4	Caja Rural de Ahorro y Crédito Raíz
	5	Caja Trujillo
Financieras	1	Financiera Confianza
	2	Financiera Credinka
	3	Financiera Efectiva
	4	Financiera Qapaq
	5	Mi Casita Hipotecaria

#### **4.4 Lugar de estudio y periodo desarrollado**

El estudio se realizó en Lima y el período de estudio fue de un año entre el mes de julio 2022 y junio 2023.

#### **4.5 Técnicas e instrumentos para la recolección de la información**

Se recolectó la información de las páginas web de las empresas de la muestra, las mismas que por obligación deben publicar sus procedimientos de cálculos de las cuotas uniformes de sus préstamos, según lo dispuesto por la SBS.

#### **4.6 Análisis y procesamiento de datos**

Los datos cuantitativos serán procesados y analizados por medios computacionales, clasificados y sistematizados de acuerdo con las unidades correspondientes, respecto a sus variables, a través del programa de Ms Excel.

## 5 Capítulo V: Resultados

### 5.1 Resultados descriptivos

#### 5.1.1 BANBIF: créditos hipotecarios

El (BANBIF, 2020) para cumplir con la Resolución SBS 3274-2017 presenta el ejemplo explicativo que se presenta como BANBIF: fórmulas y ejemplos explicativos de la página 105.

Un cliente adquirió una vivienda con valor comercial de S/150,000, financiando el 80% de su valor con un préstamo hipotecario en BanBif. Este préstamo fue pactado a 180 cuotas a una tasa efectiva anual (TEA fija a 360 días) de 13.00%, en cuotas simples con periodicidad mensual; asimismo, solicita como fecha de pago los días 02 de cada mes. Desea calcular el monto de su primera cuota que vence el 02 de junio, verificar la composición de la cuota (capital, intereses, comisiones y gastos) y en caso de incumplimiento de pago, cuales serían los costos que se generarían.

Para este ejemplo se contrata a través de BanBif un seguro de desgravamen solo para el titular (en la modalidad de Crédito Hipotecario entre Dos, el seguro de desgravamen siempre es mancomunado, considerando a cada codeudor solidario del crédito); así como, un seguro de todo riesgo (el cliente puede contratar su/s póliza/s directamente con una compañía de seguros y solicitar el endoso de la/s misma/s a favor de BanBif, condicionado/s a la evaluación correspondiente y al pago de la comisión según tarifario hasta cancelación total del préstamo). A solicitud del cliente se enviará por medio físico la información sobre pagos, por lo que se cobrará la comisión por envío físico de estado de cuenta ascendente a S/9.00 por ser un préstamo en esta moneda (en caso solicite la puesta a disposición de esta información en medio virtual o no la solicite, el costo es de S/0.00); dicha comisión será cobrada dentro del valor de cada cuota mensual. Para este ejemplo: Si el Cliente eligió como Día de Pago el 02 de cada mes y la fecha desembolso fue el 23/04, la fecha de vencimiento de la primera cuota será el 02/06. Esta fecha es el resultado de considerar el periodo mensual requerido más los días que deberán transcurrir hasta el día de pago elegido (para este ejemplo, serían 9 días de gracia). Solo en caso de que el cliente solicite un periodo de gracia adicional, éste se calculará a partir del 02/06.

La información relevante para el cálculo de la cuota uniforme es la siguiente:

Importe asegurado S/.	114547.00
Valor de la vivienda S/.	150000.00
Importe del préstamo S/.	120387.37
TEA compensatoria (360 días)	0.13
TEA Seg. Desgravamen (360 días) sobre el saldo del préstamo	0.0067407363
TEM todo riesgo (30 días) por un período de cuota	0.0003100
n (cuotas)	180
Comisión por envío de estado de cuenta S/.	9.00
Fecha de inicio de la operación	2/5/2020
Fechas de pago: el 2 de cada mes, se inicia el	2/6/2020
Fecha de término de la operación	2/5/2035
Días de toda la operación	5478

El BANBIF concluye que la cuota uniforme del préstamo hipotecario es de S/. 1535.37, calculo incorrecto porque no aplica el principio de equivalencia y efectúa operaciones sin sustento matemático-financiero como se enumera a continuación:

1. Utiliza inadecuadamente la fórmula a que corresponde al  $FRC = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$  utilizable exclusivamente para cuotas uniformes en períodos uniformes.

$$Factor F = \frac{(1 + Fem)^c \times Fem}{(1 + Fem)^c - 1} \quad \text{Fórmula a}$$

2. Considera 5479 días cuando por el método de los días terminales el horizonte de la operación es de 5478 días.
3. Obtiene meses promedios de 30.4388889 con el objeto de aplicarlo en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, este resultado es una TEM=0.010961201 para un mes de 30.4388889 que no existe en ningún calendario, pero “permite aplicarlo en la fórmula”.
4. Para superar estas deficiencias matemático-financieros utiliza un “cálculo iterativo” de prueba y error que se obtiene con las funciones Buscar objetivo o Solver de Excel con el objeto de que el saldo deudor quede extinguido en la cuota 180.
5. Este “procedimiento” impide a cualquier cliente verificar la transparencia de la información dado que no se detalla el “cálculo iterativo” que realiza el banco. Todo lo anterior se comprueba en el resultado del “simulador” que sólo presenta la primera cuota de las 180 pactadas

**Tabla 3****Resultado de la simulación de un cronograma de pagos de un préstamo hipotecario BANBIF**

Cuota N°	Días	Fecha de Vcto.	Saldo del Principal	Amortización del Principal	Interés por pagar	Seguro Desgravamen	Seguro de Todo Riesgo	Com.envío físico est.cta	Total Cuota
1	31	02/06	120,387.37	191.93	1,273.68	69.66	35.51	9.00	1,579.79

Fuente: Banbif

**5.1.2 Banco de la Nación: crédito hipotecario**

El Banco de la Nación en cumplimiento de la obligación de transparencia de la Información, en su documento “Fórmulas y ejemplos para la liquidación de intereses de los productos activos del Banco de la Nación” presenta un ejemplo de un préstamo hipotecario de compraventa terminada, y datos para la simulación del cronograma de pagos, con los siguientes datos (Banco de la Nación, págs. 39-48).

Fecha del préstamo	01 oct 2020
Importe desembolsado: S/.	105000.00
Valor asegurable del inmueble: S/.	120000.00
Plazo	60 meses
Costo por envío de estado de cuenta electrónico	S/ 0.00
Tasa mensual del seguro de inmueble	0.0176%.
Tasa mensual individual del seguro de desgravamen:	0.0375%
No considera cuotas dobles en los meses de	julio y diciembre.
Día de cobro de cuota	25 de cada mes

**Tabla 4****Información de simulación de un préstamo hipotecario Banco de la Nación**

N°	Detalle	Valor	N°	Detalle	Valor
1	Nombre del producto	Préstamo Hipotecario Compra Vivienda Terminada / Futuro	6.iii	Fecha de pago de cuotas	Días 25 de cada mes
2.i	Monto del principal	105,000.00	6.iv	Importe de cada cuota	S/2,100.23
2.ii	Moneda en la que se pacta el préstamo	Soles	7	Monto total a pagar al cumplimiento del plazo	Detalle en el cronograma
3	Tasa de interés compensatorio e.a. Fija	6.45%	7.i	Tasa mensual Seguro desgravamen	0.0375%
4	Tasa costo efectivo anual	7.36%	7.ii	Tasa de seguro del inmueble	0.0176%
5.i	Fecha de desembolso	01/10/2020	7.iii	Tasa de seguro de cuota protegida	No aplica
5.ii	Plazo del crédito (meses)	60	7.iv	Monto de seguro de cuota protegida	No aplica
6.i	Frecuencia de cuotas	Mensual	7.v	Periodo de Gracia	No
6.ii	Número total de cuotas	60	8.i	Cuotas dobles	No
			8.ii	Estado de cuenta	S/0.00

N° de Cuotas	Fecha	Intereses (S/)	Seguro de Desgravamen (S/)	Seguro del Inmueble (S/)	Envío de Estado de Cta.	Cuotas (S/)	Amortización (S/)	Saldo (S/)
0	01/10/2020							105,000.00
1	25/11/2020	1,007.49	72.20	21.12	-	2,100.23	999.42	999.42
2	25/12/2020	543.13	39.00	21.12	-	2,100.23	1,496.98	1,496.98
3	25/01/2021	553.20	39.72	21.12	-	2,100.23	1,486.19	1,486.19
4	25/02/2021	545.18	39.14	21.12	-	2,100.23	1,494.79	1,494.79
5	25/03/2021	485.01	34.83	21.12	-	2,100.23	1,559.27	1,559.27
6	25/04/2021	528.70	37.96	21.12	-	2,100.23	1,512.45	1,512.45
7	25/05/2021	503.70	36.17	21.12	-	2,100.23	1,539.24	1,539.24
8	25/06/2021	512.23	36.78	21.12	-	2,100.23	1,530.10	1,530.10
9	25/07/2021	487.67	35.02	21.12	-	2,100.23	1,556.42	1,556.42
10	25/08/2021	495.57	35.58	21.12	-	2,100.23	1,547.96	1,547.96
...	...	...	...	...	...	...	...	...
51	25/01/2025	108.79	7.81	21.12	-	2,100.23	1,962.51	1,962.51
52	25/02/2025	96.19	7.05	21.12	-	2,100.23	1,973.87	1,973.87
53	25/03/2025	79.05	5.68	21.12	-	2,100.23	1,994.38	1,994.38
54	25/04/2025	76.78	5.51	21.12	-	2,100.23	1,996.82	1,996.82
55	25/05/2025	63.87	4.59	21.12	-	2,100.23	2,010.65	2,010.65
56	25/06/2025	55.15	3.96	21.12	-	2,100.23	2,020.00	2,020.00
57	25/07/2025	42.82	3.07	21.12	-	2,100.23	2,033.22	2,033.22
58	25/08/2025	33.28	2.39	21.12	-	2,100.23	2,043.44	2,043.44
59	25/09/2025	22.25	1.60	21.12	-	2,100.23	2,055.26	2,055.26
60	25/10/2025	10.79	0.78	21.12	-	2,099.60	2,066.91	2,066.91
<b>Total</b>		<b>18,423.22</b>	<b>1,322.75</b>	<b>1,267.20</b>	<b>-</b>	<b>126,013.17</b>	<b>105,000.00</b>	

Fuente: Banco de la Nación

La Tabla 4 muestra la tabla de amortización del préstamo hipotecario cuyo factor acumulado  $FA$  que permite calcular la cuota uniforme en períodos variables se presenta como la fórmula a.

$$\sum_i^n FA_i = \sum_i^n FSA_i = FSA_1 + FSA_1 + \dots + FSA_{60} = 50.5025 \quad \text{Fórmula a}$$

El Banco de la Nación utiliza una fórmula adecuada al calcular el factor de recuperación del capital  $FRC$  personalizado como el inverso de la fórmula a, sin embargo, en esta fórmula trata a la tasa de seguro de desgravamen como una tasa nominal.

### 5.1.3 Scotiabank: fórmulas y ejemplos de préstamos hipotecarios

El Scotiabank en la versión 14 de sus Fórmulas y ejemplos de préstamos hipotecarios en su acápite h) Capital amortizado afirma que:



La amortización de capital es calculada por el sistema mediante la diferencia entre la cuota, los intereses, seguros y las comisiones mensuales. El sistema realiza el cálculo de la cuota mediante diversas simulaciones que permiten pagar un mismo importe por todo el periodo del préstamo (para el caso en que el cliente elija el pago de cuotas simples durante todo el periodo del préstamo) (Scotiabank, 2021).

El Scotiabank utiliza inadecuadamente la fórmula b para calcular la cuota uniforme en periodos variables y al restarle el interés del período de cuota obtiene la amortización, de este modo la cuota total  $CT = A + I + SD + +C$  que se presenta como se obtiene como una suma de la amortización, interés, seguro de desgravamen, seguro todo riesgo y comisión por envío físico del estado de cuenta (Scotiabank, 2021).

$$A = \left\{ \frac{P * im}{1 - [(1 + im)^{-tm}]} \right\} - I \qquad A = \left\{ \frac{351000 \times 0.005654145}{1 - 1.005654145^{-240}} \right\} - I \qquad \text{Fórmula b}$$

$$CT = A + I + SD + SB + C \qquad CT = 2890.63 \qquad \text{Fórmula c}$$

Para comprobar la validez de sus fórmulas el Scotiabank presenta los siguientes datos:

Moneda del préstamo	Soles
Valor del Inmueble	S/ 390,000.00
Monto del préstamo	S/ 351,000.00 (90% del valor del inmueble)
Cuota Inicial	S/ 39,000.00
TEA (Tasa Efectiva Anual Fija)	7.00%
Comisión por envío físico de Estado de Cuenta	S/ 11.00
Plazo del préstamo	240 meses
Seguro de Desgravamen (S.D. Titular) TEM	0.0285%
Seguro Todo Riesgo	0.028%
Fecha de desembolso	30/03/2019
Fecha de primera cuota	29/04/2019

**Tabla 5**

**Cronograma de pagos de un préstamo hipotecario Scotiabank**

N°	Fecha de pago	Saldo Inicial	Amort.	Interés	Seg. de Desg.	Seguro Vehicular	Com.	Cuota
1	29/04/19	351,000.00	685.82	1,984.60	100.01	109.20	11.00	2,890.63
2	29/05/19	350,314.18	689.86	1,980.73	99.84	109.20	11.00	2,890.63
3	29/06/19	349,624.32	624.56	2,042.91	102.96	109.20	11.00	2,890.63
...								
60	29/03/39	2,753.64	2,753.64	15.05	0.76	109.20	11.00	2,889.65

Fuente: Scotiabank

El Scotiabank concluye que la cuota uniforme del préstamo hipotecario es de S/. 2890.63 como se observa en la fórmula c, calculo incorrecto porque no aplica el principio de equivalencia y efectúa operaciones sin sustento matemático-financiero como se enumera a continuación:

1. Utiliza inadecuadamente la fórmula b que corresponde al  $FRC = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} = \frac{i}{1 - (1+i)^{-n}}$  utilizable exclusivamente para cuotas uniformes en períodos uniformes.
2. La fecha de pago del ejemplo fue fijada el 29 de cada mes en el período de los años 2019-2039 en el cual se presentan cinco años bisiestos que coinciden con la fecha de pago fija (29 de febrero) y 235 meses cuya fecha de pago tendría que ser el 28 de febrero; en este caso existen períodos variables de cuota de 28, 29, 30 y 31 días.
3. La última cuota del 29/03/39 es diferente a las anteriores cuyo importe de 2889.65 es diferente a todas las anteriores con el objeto de cancelar el préstamo al igualar el saldo deudor con la amortización de la cuota.

**5.1.4 BBVA: préstamos hipotecarios**

El utiliza un sistema de cuotas uniformes en períodos variables con adición de gastos fijos que incluye seguro de desgravamen (22.12), seguro de inmueble (24.47) y comisión de envío (3.00) que suman en cada cuota un importe fijo de USD 49.59. Para la demostración de sus fórmulas y tablas de amortización utiliza los datos que se presentan a continuación (BBVA, 2021, octubre).

Fecha de desembolso	30/05/2011
Valor del bien	USD 116500
Cuota inicial	USD 37500

Importe solicitado	USD 79000
Plazo (meses)	120
Tasa efectiva anual	11.90%
Seguros y comisiones fijas USD total	USD 49.59
Seguro desgravamen	USD 22.12
Seguro inmueble	USD 24.47
Comisión envío	USD 3.00
Capital de la cuota 12	USD 705.42



**Tabla 6**

**Cronograma de pagos de un préstamo hipotecario BBVA**

N. Cuota	F. Vencimiento	Saldo	Capital Amortizado	Interés	Com. Env. + Seguros	Cuota Total
1	30/06/2011	78,659.06	340.94	768.59	49.59	1,159.12
2	01/08/2011	78,339.61	319.45	790.08	49.59	1,159.12
3	30/08/2011	77,942.85	396.76	712.77	49.59	1,159.12
4	30/09/2011	77,591.62	351.23	758.3	49.59	1,159.12
5	31/10/2011	77,236.98	354.64	754.89	49.59	1,159.12
118	30/03/2021	2,187.49	1,079.80	29.73	49.59	1,159.12
119	30/04/2021	1,099.24	1,088.25	21.28	49.59	1,159.12
120	31/05/2021	0	1,099.24	10.69	49.59	1,159.52

Fuente: BBVA

El BBVA no detalla como obtiene la fórmula de la cuota total, la misma que la obtiene como la suma del capital amortizado (input), interés y el importe de la comisión de envíos y seguros, se infiere que el input capital amortizado se obtiene por cálculos iterativos de modo tal que el saldo pendiente de la penúltima cuota se cancele totalmente en con la última amortización.

Al considerar que el seguro de desgravamen no se calcula sobre el saldo deudor, sino que es un importe fijo de USD 21.12 el cálculo algebraico de cuota uniforme se facilita ya que esta puede obtenerse con el Factor de Actualización de la Serie  $FAS$  personalizado, que se obtiene como la suma de los factores simples de actualización  $FSA_i$  que corresponden a cada una de las 120 cuotas.

### 5.1.5 Banco de Crédito del Perú: crédito vehicular BCP

El Banco de Crédito del Perú BCP en su documento Crédito vehicular BCP en cumplimiento sobre las disposiciones de transparencia del mercado presenta la forma del cálculo de los componentes del cronograma de pagos de sus créditos hipotecarios con el siguiente ejemplo (Banco de Crédito del Perú, s.f.).



Moneda del crédito: soles

	% sobre el valor del vehículo
Valor del vehículo S/. 54000	100%
Cuota inicial S/ 10800	20%
Monto del préstamo S/ 43200	80%
Tasa efectiva anual	13.49%
Cuotas al año	12
Periodo de Pago	36 meses
Tasa Seguro de Desgravamen Individual (tasa nominal mensual)	0.050%
Tasa Seguro Vehicular Anual (en caso sea un seguro BCP bajo riesgo 1)	4.72%
Envío físico de estado de cuenta	S/. 10
Entonces S1 = importe desembolsado	S/. 43,200

#### *Interés compensatorio con interés simple y una TNA de 365 días*

El BCP convierte la *TEA* en una *TNA* de 365 del siguiente modo:

$$TNA_{365} = [(1 + 0.1349)^{30/360} - 1] \times 12 \times \frac{365}{360} = 0.1289809858$$

De este modo, el interés de la primera cuota es el interés simple de 31 días:

$$Interés_{cuota\ 1} = 43200 \times 0.1289809858 \times \frac{31}{365} = 473.24$$

#### *Seguro de desgravamen SD con interés simple y una TNA de 365 días*

El seguro de desgravamen de la cuota 1 con interés simple es

$$SD_{cuota\ 1} = 43200 \times 0.006 \times \frac{31}{365} = 22.01$$

#### *Seguro del vehicular SV con interés simple y una TNA de 365 días*

El BCP aplica un interés simple con una  $TNA_{365\ días} = 0.0472$ .

$$SV_{cuota\ 1} = 54000 \times 0.0472 \times \frac{31}{365} = 216.47$$

### Cálculo de la cuota uniforme “referencial” con una TEA de 360 días

El BCP obtiene la cuota uniforme de 731.35 con la fórmula del *FRC* (que corresponde a períodos uniformes de cuota) del siguiente modo:

Luego realizamos el cálculo de la cuota:

$$C_i = 43,200 \times \left[ \frac{0.010956164384}{(1 - (1 + 0.010956164384)^{-60})} \right]$$

**$C_i = 731.35$**

Sin embargo, al desarrollar la ecuación anterior se tienen los siguientes valores

$$C_i = 43200 \times \frac{0.010956164384}{0.479931541787} = 43200 \times 0.022828598311 = 986.195$$

De este modo **Tabla 7** presenta el cronograma de pagos final que partió de una fórmula errada y luego de iterar consigue los importes que se muestran.

**Tabla 7**

*Cronograma de pagos de un préstamo vehicular BCP*

#	Fecha	Saldo	Interés	Seguro Desg	Seguro Bien	Amortización	Envío Físico de Estado de cuenta (*)	Cuota
	22/01/2015	43,200.00						
	22/01/2015	43,200.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	22/02/2015	42,705.30	473.24	22.01	216.47	494.70	10.00	1,216.43
2	22/03/2015	42,136.59	422.54	19.66	195.52	568.70	10.00	1,216.43
3	22/04/2015	41,629.70	461.59	21.47	216.47	506.89	10.00	1,216.43
4	22/05/2015	41,094.62	441.32	20.53	209.49	535.08	10.00	1,216.43
5	22/06/2015	40,575.78	450.17	20.94	216.47	518.84	10.00	1,216.43
6	22/07/2015	40,029.00	430.15	20.01	209.49	546.78	10.00	1,216.43
7	22/08/2015	39,497.94	438.50	20.40	216.47	531.06	10.00	1,216.43
8	22/09/2015	38,960.80	432.68	20.13	216.47	537.14	10.00	1,216.43
9	22/10/2015	38,396.10	413.03	19.21	209.49	564.69	10.00	1,216.43
10	22/11/2015	37,846.33	420.61	19.57	216.47	549.78	10.00	1,216.43

Fuente: BCP

### 5.1.6 Caja Municipal Ica

La Caja Municipal de Ica en su documento Fórmulas para el cálculo de crédito hipotecario, demuestra la aplicación de sus fórmulas con el siguiente ejemplo:

Cliente solicita crédito Caja Casa por el monto de S/ 180000 a una tasa de interés anual de 16.77% a un plazo de 10 años; el prestatario paga el seguro de desgravamen aplicable al titular. ¿Cuánto es la cuota a pagar? ¿Cuál es la tasa de interés mensual? ¿En caso de retraso cuánto se debe pagar? (Caja Municipal Ica, 2019).

El resultado de su cronograma de pagos se presenta en la Tabla 8 en donde el valor de construcción del bien  $VCB = 110000$  se determina de la tasación realizada por el perito del Registro de Peritos Valuadores REPEV a cargo de la SBS. A la cuota de S/. 2970.52 calculada incorrectamente con el *FRC* para períodos uniformes le suman S/. 117 de seguro de desgravamen y S/. 27.24 del seguro del bien para obtener la cuota total del préstamo de S/. 3115.26. La Caja Ica sostiene textualmente que: “La cuota calculada (S/. 3115.26) va a diferir con la cuota consignada en el calendario de pagos debido a **iteraciones internas** que ajustan dicho cálculo, por efectos del seguro de desgravamen y seguros optativos”, asimismo “a efectos de facilitar el pago al cliente el sistema efectúa el redondeo de los decimales de la cuota y en **la última cuota se ajusta la diferencia**.”



**Tabla 8**  
**Cronograma de pagos de un préstamo hipotecario de la Caja Municipal Ica**

CUOTA	FECHA PAGO	MONTO CUOTA	CAPITAL	INTERÉS	INTERÉS GRACIA	SEGURO DESGRAV	SEGURO DEL BIEN	SEG. MULT.	SALDO CAPITAL
1	25/05/2018	3,085.74	601.00	2,340.00	0.00	117.00	27.74	0.00	179,399.00
2	24/06/2018	3,085.74	609.20	2,332.19	0.00	116.61	27.74	0.00	178,789.80
3	24/07/2018	3,085.74	617.52	2,324.27	0.00	116.21	27.74	0.00	178,172.28
4	23/08/2018	3,085.74	625.95	2,316.24	0.00	115.81	27.74	0.00	177,546.33
5	22/09/2018	3,085.74	634.49	2,308.10	0.00	115.41	27.74	0.00	176,911.84
6	22/10/2018	3,085.74	643.16	2,299.85	0.00	114.99	27.74	0.00	176,268.68
7	21/11/2018	3,085.74	651.94	2,291.49	0.00	114.57	27.74	0.00	175,616.74
8	21/12/2018	3,085.74	660.83	2,283.02	0.00	114.15	27.74	0.00	174,955.91
9	20/01/2019	3,085.74	669.85	2,274.43	0.00	113.72	27.74	0.00	174,286.06
10	19/02/2019	3,085.74	678.99	2,265.72	0.00	113.29	27.74	0.00	173,607.07

Fuente: Caja Municipal Ica

De acuerdo con lo anterior Caja Municipal Ica no aplica el principio de equivalencia financiera, si no cálculos aproximativos que luego por procesos iterativos computarizados consigue que el saldo deudor del préstamo hipotecario se cancele en la última cuota.

**5.1.7 Caja Rural de Ahorro y Crédito Raíz**

En cumplimiento de la Ley N° 29888 y el Reglamento de Gestión de Conducta de Mercado del Sistema Financiero, aprobado mediante Resolución SBS N° 3274-2017 y modificatorias la CRAC Raíz demuestra la aplicación de sus fórmulas con el siguiente ejemplo:

Tenemos el cronograma de Pagos de un cliente de estado civil viudo, con un Préstamo Hipotecario por US\$ 90,004.50; desembolsado el 08/09/2018 en la ciudad de Lima a una TEA de 18.00 %; a cancelarse en 10 años con 120 cuotas mensuales. La Tasa de desgravamen mensual es 0.0600 %. El valor de la vivienda es US\$ 100,000 y la Tasa de seguro de siniestro es 0.022% mensual (0.2697% anual) (Caja Raíz, 2020).



Del análisis de su cronograma de pagos (Tabla 9) y de la información publicada se observa que el sustento matemático-financiero no cumple con el principio de equivalencia financiera.

**Tabla 9**

**Cronograma de pagos de un préstamo hipotecario de CRAC Raíz**

CRAC RAÍZ		HOJA RESUMEN									PG. 2
Tasa de interés (TEA) 18.00 %											
Costo Efectivo Anual 19.28 %		<u>Cronograma de pagos</u>									
Nro. Cuota	Fecha pago	Period.	Saldo capital	Amortiz. capital	Interés	Desgravamen	Otros Gastos*	Total cuota	ITF (**)	Total a pagar	
DES	08/09/2018	0	90,004.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
001	08/10/2018	30	89,708.35	296.15	1,250.02	54.00	22.47	1,622.64	0.05	1,622.69	
002	08/11/2018	31	89,449.75	258.60	1,287.74	53.83	22.47	1,622.64	0.05	1,622.69	
003	08/12/2018	30	89,145.57	304.18	1,242.32	53.67	22.47	1,622.64	0.05	1,622.69	
004	08/01/2019	31	88,878.55	267.02	1,279.66	53.49	22.47	1,622.64	0.05	1,622.69	
117	08/06/2028	31	4,662.05	1,507.90	88.57	3.70	22.47	1,622.64	0.05	1,622.69	
118	08/07/2028	30	3,129.43	1,532.62	64.75	2.80	22.47	1,622.64	0.05	1,622.69	
119	08/08/2028	31	1,576.06	1,553.37	44.92	1.88	22.47	1,622.64	0.05	1,622.69	
120	08/09/2028	31	0.00	1,576.06	22.62	0.95	22.47	1,622.10	0.05	1,622.15	
<b>RESUMEN</b>			<b>90,004.50</b>	<b>97,848.68</b>	<b>97,848.68</b>	<b>4,166.68</b>	<b>2,696.40</b>	<b>194,716.26</b>	<b>6.00</b>	<b>194,722.26</b>	

Fuente: Caja Raíz

$$Cuota = Amortización + Interés + Desgravamen + Seguro + ITF \quad \text{Fórmula b}$$

1. Utiliza la TEM de seguro de desgravamen en cada período de cuota considerando todos los períodos de 30 días, lo cual no es correcto ya que, en el horizonte temporal de 120 meses, esos períodos son de 28, 29, 30 y 31 días.
2. Caja Raíz calcula la cuota uniforme en períodos variables con la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** sin sustentar el importe de la amortización que para el ejemplo es un input.

3. Se infiere que el proceso del cálculo de la cuota es por procesos iterativos de prueba y error, ya que la última cuota “uniforme” es “no uniforme” ya que difiere de todas las demás y que asciende a S/. 1622.15.



### 5.1.8 Financiera Efectiva

Financiera Efectiva en su documento explicativo “fórmulas aplicables al producto crédito mivivienda” presenta el proceso de obtención del cronograma de pagos del cliente está basado en un algoritmo de 16 iteraciones (pasos repetitivos), el cual se describe a continuación”, para este proceso utiliza los siguientes datos (Financiera Efectiva, 2021, junio).

TEA	11.7%	Día de pago	3
TEA diaria	0.0307%	Capital	117450
Seguro de desgravamen mensual	0.1125%	Suma asegurada	109462.70
Seguro de desgravamen diario	0.0037%	Cuotas	240
Seguro multirriesgo mensual	0.03%	Cuota seguro multirriesgo	32.84
Tasa diaria	0.0345%	Días acumulados	7312
Desembolso	27/01/2017	Factor cuota	86.89
		Valor cuota	1383.06

Fuente: Financiera Efectiva

Los resultados de los cálculos de Financiera Efectiva se muestran en la Tabla 10 en la cual se observa que en la cuota 240 el saldo del capital es negativo -2036.60 con tres cuotas uniformes diferentes.

**Tabla 10**

#### Cronograma de pagos 1 de un préstamo Mivivienda de Financiera Efectiva

Cuota	Vencimiento	Días	Días acumulados	Factor Mensual	Saldo Capital	Capital	Interés	Seguro desgravamen	Seguro multirriesgo (inmueble)	Cuota total
0					117,450.00					
1	03/03/2017	35	35	0.99	117,450.00	-	1,270.27	154.17	32.84	1,457.28
2	03/04/2017	31	66	0.98	117,360.72	89.28	1,124.40	136.54	32.84	1,383.06
3	03/05/2017	30	96	0.97	117,229.66	131.06	1,087.13	132.03	32.84	1,383.06
238	03/12/2036	30	7,250	0.08	664.00	1,329.51	18.47	2.24	32.84	1,383.06
239	03/01/2037	31	7,281	0.08	-679.09	1,343.09	6.36	0.77	32.84	1,383.06
240	03/02/2037	31	7,312	0.08	-2,036.60	1,357.51	-6.50	-0.79	32.84	1,383.06

Fuente: Financiera Efectiva

Después de 16 iteraciones diferentes para encontrar que la cuota uniforme que cancele el préstamo en la cuota 240, sin conseguirlo dado que el saldo de capital continúa siendo negativo: -6.67 Tabla 11.

**Tabla 11**

**Cronograma de pagos 16 de un préstamo Mivivienda de Financiera Efectiva**

Cuota	Vencimiento	Días	Días acumulados	Factor Mensual	Saldo Capital	Capital	Interés	Seguro desgravamen	Seguro multirisgo (inmueble)	I+SD+SM	Cuota Total
0					117,450.00						
1	03/03/2017	35	35	0.99	117,450.00	-	1,270.27	154.17	32.84	1,457.28	1,457.28
2	03/04/2017	31	66	0.98	117,362.62	87.38	1,124.40	136.54	32.84	1,293.78	1,383.16
3	03/05/2017	30	96	0.97	117,233.48	129.14	1,087.15	132.03	32.84	1,252.02	1,383.16
238	03/12/2036	30	7,250	0.08	2,647.30	1,307.24	36.63	4.45	32.84	73.92	1,383.16
239	03/01/2037	31	7,281	0.08	1,327.40	1,319.90	25.34	3.08	32.84	61.26	1,383.16
240	03/02/2037	31	7,312	0.08	-6.67	1,334.07	12.71	1.54	32.84	47.06	1,381.16
		7,312		86.99							

Fuente: Financiera Efectiva

Dado que después de 16 iteraciones los cálculos financieros realizados no cancelan el préstamo "...como no hemos obtenido un saldo de capital final de cero, procedemos a hacer un ajuste en la última cuota del cronograma de pagos de la siguiente manera (Tabla 12):

**Tabla 12**

**Cronograma de pagos: "último ajuste para cancelar el préstamo de Financiera Efectiva"**

N°	Vencimiento	Días	Días acumulados	Factor Mensual	Saldo Capital	Capital	Interés	Seguro desgravamen	Seguro multirisgo (inmueble)	I+SD+SM	Cuota Total
240	03/02/2017	31	7,312	0.08	0.00	1,327.40	12.71	1.54	32.84	47.09	1,374.49

Fuente: Financiera Efectiva

De lo anterior se concluye que este procedimiento de "prueba y error" niega el principio de equivalencia.

**5.1.9 Financiera Confianza**

Financiera Confianza en su documento "Fórmulas para el cálculo de intereses de créditos Construyendo Confianza", presenta ejemplo explicativo de un préstamo con los siguientes datos.

El Sr. Fidel Ramos Anglas solicita un crédito Construyendo Confianza con la finalidad de mejorar su vivienda, por el importe de S/. 4,000.00 a un plazo de 12 meses. El crédito se encuentra asociado a un seguro de desgravamen individual. Se solicita hallar: ¿Cuánto es la cuota fija mensual a pagar? Elaborar el cronograma de pagos. ¿Cuál es la tasa de costo efectivo anual? La TEA es 76%,

el plazo es de 12 cuotas mensuales y el seguro de desgravamen es de 0.0914% (Financiera Confianza, 2017)



**Tabla 13**

**Fechas de pago de Financiera Confianza cuyos períodos son variables**

30/10/17	Desembolso	29/05/18	29
29/11/17	30	30/06/18	32
29/12/17	30	30/07/18	30
29/01/18	31	29/08/18	30
28/02/18	30	29/09/18	31
31/03/18	31	29/10/18	30
30/04/18	30	Total días	364

**Tabla 14**

**Cronograma de pagos Financiera Confianza que no cancela el préstamo.**

PERIODO	FECHA DE PAGO	N° DE DÍAS	SALDO CAPITAL	AMORTIZACIÓN	INTERÉS	CUOTA	SEGURO	MONTO TOTAL
1	29/11/2017	30	4,000.00	253.88	192.95	446.83	3.66	450.49
2	29/12/2017	30	3,746.12	266.37	180.70	447.07	3.42	450.49
3	29/01/2018	31	3,479.75	273.73	173.58	447.31	3.18	450.49
4	28/02/2018	30	3,206.02	292.91	154.65	447.56	2.93	450.49
5	31/03/2018	31	2,913.11	302.51	145.32	447.83	2.66	450.49
6	30/04/2018	30	2,610.60	322.17	125.93	448.10	2.39	450.49
7	29/05/2018	29	2,288.43	341.78	106.62	448.40	2.09	450.49
8	30/06/2018	32	1,946.65	348.39	100.32	448.71	1.78	450.49
9	30/07/2018	30	1,598.26	371.94	77.09	449.03	1.46	450.49
10	29/08/2018	30	1,226.32	390.22	59.15	449.37	1.12	450.49
11	29/09/2018	31	836.10	408.02	41.71	449.73	0.76	450.49
12	29/10/2018	30	428.08	428.08	20.65	448.73	0.39	449.12
<b>TOTAL</b>				<b>4,000.00</b>	<b>1,378.67</b>	<b>5,378.67</b>	<b>25.84</b>	<b>5,404.51</b>

Fuente: Financiera Confianza

Financiera Confianza calcula la cuota uniforme del préstamo con el *FRC* que se aplica a los préstamos con cuotas uniformes en períodos uniformes (método francés), por ese motivo la última cuota de 449.12 (Tabla 14) difiere de todas las anteriores.

**Tabla 15****Cronograma de pagos Financiera Confianza luego de iterar para cancelar el préstamo**

PERIODO	FECHA DE PAGO	N° DE DÍAS	SALDO CAPITAL	AMORTIZACIÓN	INTERÉS	CUOTA	SEGURO	MONTO TOTAL
1	29/11/2017	30	4,000.00	253.79	192.95	446.74	3.66	450.40
2	29/12/2017	30	3,746.21	266.27	180.71	446.98	3.42	450.40
3	29/01/2018	31	3,479.94	273.63	173.59	447.22	3.18	450.40
4	28/02/2018	30	3,206.31	292.81	154.66	447.47	2.93	450.40
5	31/03/2018	31	2,913.50	302.40	145.34	447.74	2.66	450.40
6	30/04/2018	30	2,611.10	322.06	125.95	448.01	2.39	450.40
7	29/05/2018	29	2,289.04	341.66	106.65	448.31	2.09	450.40
8	30/06/2018	32	1,947.38	348.26	100.36	448.62	1.78	450.40
9	30/07/2018	30	1,599.12	371.80	77.14	448.94	1.46	450.40
10	29/08/2018	30	1,227.32	390.08	59.2	449.28	1.12	450.40
11	29/09/2018	31	837.24	407.87	41.76	449.63	0.77	450.40
12	29/10/2018	30	429.37	429.37	20.71	450.08	0.39	450.47
<b>TOTAL</b>				<b>4,000.00</b>	<b>1,379.02</b>	<b>5,379.02</b>	<b>25.85</b>	<b>5,404.87</b>

Fuente: Financiera Confianza

La Tabla 15 utiliza un procedimiento iterativo de “prueba y error” con el objeto de “disminuir las diferencias”, en este caso obtienen una diferencia de 0.47 en la última cuota.

### 5.1.10 Financiera Credinka

Financiera Credinka para sus préstamos que se amortizan con cuotas que vencen en fechas fijas, por lo tanto, los períodos de rentas son variables y además el saldo deudor del préstamo devenga una TEA y adicionalmente una tasa nominal mensual TNM de 30 días, utiliza un procedimiento de prueba y error para obtener la cuota uniforme y a través de un proceso iterativo realizado con Buscar objetivo de Excel, consigue cancelar el préstamo en la última cuota. (Financiera Credinka, 2021).

El proceso iterativo que obtiene la cuota uniforme del préstamo lo detalla con el siguiente caso práctico: Si se realizará un desembolso de S/ 10,000.00 soles el día 25/04/2018, acordándose el día 25/05/2018 como fecha de primer pago, una TEA de 45.00%, un plazo de 12 cuotas mensuales y un seguro de desgravamen individual (0.113%), no se cobra ningún monto por el concepto de otros. ¿Cuál sería su cronograma de pagos?

**Tabla 16**

**Paso 1 del cronograma de pagos Financiera Credinka con el valor de la cuota S/. 0**

N°	Fecha de Pago	Días	Saldo Capital	Amortización de Capital	Interés	Seguro de Desgravamen	Otros	Valor Cuota
0	25/04/2018		10,000.00					
1	25/05/2018	30	9,302.33	697.67	314.48	11.30	0	1,023.454167
2	25/06/2018	31	8,591.83	710.49	302.45	10.51	0	1,023.454167
3	25/07/2018	30	7,848.29	743.54	270.20	9.71	0	1,023.454167
4	25/08/2018	31	7,088.87	759.41	255.17	8.87	0	1,023.454167
5	25/09/2018	31	6,303.91	784.96	230.48	8.01	0	1,023.454167
6	25/10/2018	30	5,485.83	818.08	198.25	7.12	0	1,023.454167
7	26/11/2018	32	4,652.78	833.04	184.21	6.20	0	1,023.454167
8	26/12/2018	30	3,780.91	871.87	146.32	5.26	0	1,023.454167
9	25/01/2019	30	2,880.62	900.28	118.90	4.27	0	1,023.454167
10	25/02/2019	31	1,954.09	926.53	93.66	3.26	0	1,023.454167
11	25/03/2019	28	990.14	963.94	57.30	2.21	0	1,023.454167
12	25/04/2019	31	-	990.14	32.19	1.12	0	1,023.454167

Fuente: Financiera Credinka

**Tabla 17**

**Paso 2 del cronograma de pagos Financiera Credinka con redondeo de cuota**

N°	Fecha de Pago	Días	Saldo Capital	Amortización de Capital	Interés	Seguro de Desgravamen	Otros	Valor Cuota
0	25/04/2018		10,000.00					
1	25/05/2018	30	9,302.33	697.67	314.48	11.30	0	1,023.45
2	25/06/2018	31	8,591.84	710.49	302.45	10.51	0	1,023.45
3	25/07/2018	30	7,848.30	743.54	270.20	9.71	0	1,023.45
4	25/08/2018	31	7,088.89	759.41	255.17	8.87	0	1,023.45
5	25/09/2018	31	6,303.93	784.96	230.48	8.01	0	1,023.45
6	25/10/2018	30	5,485.85	818.08	198.25	7.12	0	1,023.45
7	26/11/2018	32	4,652.35	833.04	184.21	6.20	0	1,023.45
8	26/12/2018	30	3,780.94	871.87	146.32	5.26	0	1,023.45
9	25/01/2019	30	2,880.66	900.28	118.90	4.27	0	1,023.45
10	25/02/2019	31	1,954.13	926.53	93.66	3.26	0	1,023.45
11	25/03/2019	28	990.19	963.94	57.30	2.21	0	1,023.45
12	25/04/2019	31	0.05	990.14	32.19	1.12	0	1,023.45

Fuente: Financiera Credinka

**5.1.11 MiCasita hipotecaria**

MiCasita en su “Metodología para calcular las cuotas a pagar para un crédito hipotecario de micasita crédito nuevo mivivienda” (MiCasita hipotecaria, 2022) obtiene la cuota uniforme en períodos variables con la fórmula f

$$Cuota = C.Princ. + C.Int + SD + STR + Com + ITF$$

Fórmula general  
c

La financiera sostiene que “Sin embargo, para el caso de un cronograma de miCasita, la formula general para el cálculo de cuotas constantes presenta un problema, este es que el supuesto de que entre periodos existe un número exacto de días, 30 días, no se aplica a la realidad”. A partir de esta primera aproximación realiza un proceso iterativo de prueba y error con el objeto de conseguir cancelar el préstamo en la última cuota que se corresponda con los periodos variables del préstamo. Demuestra la aplicación de sus fórmulas con los siguientes datos:



Valor del Inmueble	S/. 50,000.00	Tasa del Préstamo (TEA):	8.00%
Valor Asegurable	S/. 46,000.00	Tasa del Seguro de Desgravamen:	0.040%
Valor del Préstamo	S/. 20,000.00	Tasa del Seguro del Inmueble:	0.023%
Plazo:	30 meses		

La Tabla 18 muestra el cronograma con aplicación del *FRC* para periodos uniformes que obtiene una cuota uniforme de 739.61, y luego en la con el proceso iterativo de “prueba y error” con periodos variables la cuota uniforme se modifica a 740.67 (Tabla 19).

**Tabla 18**  
**Cronograma de pagos de MiCasita con el FRC para periodos uniformes**

N°	Fecha	Amortización	Interés	Desgravamen	Cuota	Saldo Amortizado	Seguro Riesgo	ITF	Cuota Total
0	1/01/2020	Interés de 30 días y son 31 días=132.98 en vez de 128.68				20,000.00			
1	1/02/2020	602.93	128.68	8.00	739.61	19,397.07	10.58	0.04	750.23
2	1/03/2020	607.05	124.80	7.76	739.61	18,790.02	10.58	0.04	750.23
3	1/04/2020	611.19	120.90	7.52	739.61	18,178.83	10.58	0.04	750.23
4	1/05/2020	615.38	116.96	7.27	739.61	17,563.45	10.58	0.04	750.23
5	1/06/2020	619.57	113.01	7.03	739.61	16,943.88	10.58	0.04	750.23
6	1/07/2020	623.82	109.01	6.78	739.61	16,320.06	10.58	0.04	750.23

Fuente: Micasita

**Tabla 19****Cronograma de pagos de MiCasita luego del proceso de iteración**

N°	Fecha	Amortización	Interés	Desgravamen	Cuota	Saldo Amortizado	Seguro Riesgo	ITF	Cuota Total
0	1/01/2020					20,000.00			
1	1/02/2020	599.42	132.98	8.27	740.67	19,400.58	10.58	0.04	751.29
2	1/03/2020	612.53	120.64	7.50	740.67	18,788.05	10.58	0.04	751.29
3	1/04/2020	607.98	124.92	7.77	740.67	18,180.07	10.58	0.04	751.29
4	1/05/2020	616.43	116.97	7.27	740.67	17,563.64	10.58	0.04	751.29
5	1/06/2020	616.63	116.78	7.26	740.67	16,947.01	10.58	0.04	751.29
6	1/07/2020	624.86	109.03	6.78	740.67	16,322.15	10.58	0.04	751.29

Fuente: Micasita

**5.1.12 Caja Cuzco: crédito hipotecario**

Caja Cuzco para calcular la cuota uniforme de un préstamo hipotecario con períodos de cuota variable obtiene el *FAS* personalizado como la sumatoria de los *FSA* que corresponden a cada uno de los períodos de cuota, pero este *FAS* sólo considera la *TEA* compensatoria dejando de lado la tasa de seguro de desgravamen que no la define como tasa efectiva o tasa nominal. Aplica sus fórmulas con el siguiente caso práctico: el 13 de mayo se realiza el desembolso de un crédito por un monto de S/ 100,000, a una tasa efectiva anual (TEA) de 12.95% a un plazo de 60 meses y con fecha de pago fija. Valor de la edificación: S/ 80,000 (Caja Cuzco, 2018).

**Tabla 20****Cronograma de pagos de Caja Cuzco**

Fecha de pago	Amortización	Interés	Desgravamen	Multiriesgo	Saldo Capital	Cuota Final	Cuota sin gastos
-	0.00	0.00	0.00	0.00	100,000.00	0.00	-
13/06/2016	1,191.91	1,054.14	55.00	28.00	98,808.09	2,329.15	2,246.15
13/07/2016	1,238.25	1,007.80	54.34	28.00	97,569.84	2,328.50	2,246.15
13/08/2016	1,217.53	1,028.52	53.66	28.00	96,352.30	2,327.82	2,246.15
13/09/2016	1,230.37	1,015.68	52.99	28.00	95,121.93	2,327.15	2,246.15
13/10/2016	1,275.85	970.20	52.32	28.00	93,846.08	2,326.47	2,246.15
13/11/2016	1,256.78	989.27	51.62	28.00	92,589.30	2,325.77	2,246.15
13/12/2016	1,301.68	944.37	50.92	28.00	91,287.62	2,325.08	2,246.15
13/01/2017	1,283.75	962.30	50.21	28.00	90,003.86	2,324.36	2,246.15
13/02/2017	1,297.29	948.76	49.50	28.00	88,706.57	2,323.65	2,246.15
13/03/2017	1,401.88	844.17	48.79	28.00	87,304.69	2,322.94	2,246.15
13/04/2017	1,325.74	920.31	48.02	28.00	85,978.95	2,322.17	2,246.15
13/05/2017	1,369.10	876.95	47.29	28.00	84,609.85	2,321.44	2,246.15

Fuente: Caja Cuzco

### 5.1.13 Banco GNB

El Banco GNB en su documento “Fórmulas crédito hipotecario” calcula las cuotas uniformes en períodos variables con el *FRC* para períodos uniformes aplicando el método francés (Banco GNB, 2019), lo cual demuestra en un ejemplo con los siguientes datos.

Monto del Préstamo	S/ 300,000.00
Valor Asegurado	S/ 172,410.00
Moneda	Soles
T asa de Interés Efectiva Anual Fija	9.50%
T CEA	10.16%
Fecha de desembolso	03/06/2019
Plazo	240 meses
Cuota Mensual	S/ 2,839.26
Comisión por envío de información periódica	Sin costo
Seguro de Desgravamen individual	0.027%
Seguro de Todo Riesgo	0.0219%
Periodo de Gracia	30 días
Fecha de Pago	03 de cada mes
Monto Total Por Pagar	S/ 681,423.55

El resultado de la aplicación del *FRC* se transcribe a continuación.

$$Ci = S * (im / (1 - (1 + im)^{-p}))$$

$$Ci = (300,000 * 0.007592)/(1-(1+0.007592)^{-240})) = \text{S/ } 2,720.41$$

Termina su informe afirmando que la cuota antes calculada sólo sirve como referencia:

Debido a que los intereses y el Seguro de Desgravamen se calculan en base a los días exactos de cada mes, ya sean 28, 30 ó 31, la fórmula de cuota constante utilizada tradicionalmente sirve solo como referencia, ya que hace el cálculo como si los meses tuvieran el mismo número de días. Por ello es que el sistema, mediante una serie de iteraciones, calcula lo que debe ser amortizado para llegar a una cuota constante y es finalmente esa cuota la que se cobra”.

### 5.1.14 Financiera Qapaq

Financiera Qapaq en su documento “Fórmulas y ejemplos crédito hipotecario” presenta el caso de un préstamo cuyos datos son los siguientes (Financiera Qapaq, 2021):

Monto del Préstamo	S/ 400,000.00
Plazo	240 meses
Tipo de cuota	Simple
TEA	11.00%
Tasa de interés moratorio	12.50%
Tasa S. Desgravamen (1)	0.0875% mensual
Tasa S. Inmueble	0.0140% mensual
Suma Asegurada	S/ 500,000.00
Fecha de Desembolso	18/11/2021
Fecha de Pago	30 de cada mes
Envío de EECC	Virtual ( S/ 0.00)



Según los datos al ser la fecha de pago los 30 de cada mes, durante el período de 20 años se originan las siguientes fechas de pago: 30 de cada mes, 28 para los meses de febrero y 29 para los meses de febrero en los años bisiestos, asimismo el horizonte temporal en ese período es de 7317 días.

Según la **Tabla 21** Qapaq considera períodos uniformes de 30 días a pesar de que los esos períodos verdaderamente tienen 28, 29 30 ó 31 días, de acuerdo con este tratamiento la cuota financiera  $CF$  es de 3988.55.

**Tabla 21**  
*Cuota uniforme Financiera Qapaq*

Cuota	F.Vencimiento	Días Acum. (d)	Tasa	Fórmula	Factor	
1	30/12/2021	30	11%	$f_j = \frac{1}{(1+TEA)^{\frac{d}{360}}}$	0.9913	
2	30/01/2022	60	11%		0.9828	
3	28/02/2022	90	11%		0.9742	
4	30/03/2022	120	11%		0.9658	
5	30/04/2022	150	11%		0.9574	
6	30/05/2022	180	11%		0.9492	
7	30/06/2022	210	11%		0.9409	
8	30/07/2022	240	11%		0.9328	
...					...	
239	30/10/2041	7170	11%		0.1251	
240	30/11/2041	7200	11%	0.1240		
<b>Σ factores</b>					<b>100.2870</b>	

$$CF = \frac{P}{\sum_{j=1}^n f_j} \quad CF = \frac{400,000}{(0.9913 + 0.9828 + 0.9742 + \dots + 0.1240)} = \frac{400,000}{100.2870}$$

$$CF = 3,988.55$$

Fuente: Financiera Qapaq

La cuota de 3988.55 es el resultado de aplicar el *FRC* del siguiente modo:

$$Cuota = 400000 \left[ \frac{0.00873459382 \times 1.00873459382^{240}}{1.00873459382^{240} - 1} \right] = 3988.55$$



La **Tabla 22** muestra el cronograma de pagos en el cual la suma de las columnas Capital e Interés asciende al importe uniforme de 3988.55, pero las cuotas totales son decrecientes debido a que el seguro de desgravamen que se aplica sobre el saldo disminuye en cada cuota, de este modo las cuotas dejan de ser uniforme para convertirse en cuotas variables.

**Tabla 22**

*Cronograma de pagos Financiera Qapaq*

# Cuota	F.Vencimiento	Saldo	Capital	Interés	Seg.Desg.	Seg. Inm.	Portes	Cuota
1	30/12/2021	400,000.00	494.72	3,493.84	350.00	70.00	0.00	<b>4,408.55</b>
2	30/01/2022	399,505.28	499.04	3,489.52	349.57	70.00	0.00	<b>4,408.12</b>
3	28/02/2022	399,006.25	503.40	3,485.16	349.13	70.00	0.00	<b>4,407.68</b>
4	30/03/2022	398,502.85	507.79	3,480.76	348.69	70.00	0.00	<b>4,407.24</b>
5	30/04/2022	397,995.06	512.23	3,476.33	348.25	70.00	0.00	<b>4,406.80</b>
6	30/05/2022	397,482.83	516.70	3,471.85	347.80	70.00	0.00	<b>4,406.35</b>
7	30/06/2022	396,966.13	521.22	3,467.34	347.35	70.00	0.00	<b>4,405.90</b>
8	30/07/2022	396,444.91	525.77	3,462.79	346.89	70.00	0.00	<b>4,405.44</b>
...								
239	30/10/2041	7,873.80	3,919.78	68.77	6.89	70.00	0.00	<b>4,065.44</b>
240	30/11/2041	3,954.02	3,954.02	34.54	3.46	70.00	0.00	<b>4,062.01</b>

Fuente: Financiera Qapaq

### 5.1.15 Banco de Comercio

El Banco de Comercio en su documento “Préstamos nuevo crédito mivivienda conceptos, fórmulas y ejemplos” explica sus fórmulas con el **Producto: préstamo nuevo crédito mivivienda con bono del buen pagador** (Banco de Comercio, 2020 julio) para lo cual presenta los siguientes datos:

Concepto	Parámetro
Valor del Bien o Edificación (Vb):	S/ 190,000
Tipo de edificación:	Tradicional
Cuota inicial (7.5%):	S/ 14,250
Cuota inicial Bono del Buen Pagador (BBP):	S/ 18,300
Monto del crédito a financiar: (P0)	S/ 157,450
Período de gracia: (G)	31 días
Tasa de interés efectiva anual: (TEA)	9.50%
Tasa de seguro desgravamen: (tsd)	0.066% mensual

Modalidad de seguro de desgravamen	Individual (Titular)
Tasa de seguro del bien o inmueble: (tsb)	0.304% anual
Número de cuotas del crédito: (N)	180
Fecha de desembolso (FD)	30/06/2020
Fecha de pago de primera cuota (FP1)	31/08/2020
Frecuencia de pago	Último día útil de cada mes
Comisión de envío de físico de E/C (Co)	S/ 2.50



El procesamiento de la información con la normatividad vigente y las fórmulas establecidas permiten obtener el cronograma de pagos que se presentan en la **Tabla 23**, la misma que no puede comprobarse en su verdadera magnitud debido a que las fechas de fin de mes durante 180 meses se han personalizado y por lo tanto no se pueden calcular exactamente los *FSC* de cada período de cuota. Para el seguro de desgravamen hipotecario utiliza la ecuación g.

$$Sd = \frac{\sum_{i=1}^{180} Sd_i \times f_i}{\sum_{i=1}^{180} f_i} = \frac{7188.74}{96.46267} = 74.52$$

Seguro de desgravamen  
mensual fórmula (d)

**Tabla 23**

*Cronograma de pagos Banco de Comercio*

Periodo	Fecha Vemto	Dias Mes	Saldo inicial	Saldo final	Amortizac	Interés	Cuota	Seg desg	Seg bien	Env.Fis.E/C	Cuota Total
1	31/08/2020	62	157,450.00	157,450.00	-	1,632.24	1,632.24	74.52	50.95	2.50	1,760.21
2	30/09/2020	30	157,450.00	157,450.00	-	1,632.24	1,632.24	74.52	50.95	2.50	1,760.21
3	30/10/2020	30	157,450.00	157,433.73	16.27	1,615.97	1,632.24	74.52	50.95	2.50	1,760.21
4	30/11/2020	31	157,433.73	157,036.65	397.08	1,235.16	1,632.24	74.52	50.95	2.50	1,760.21
5	31/12/2020	31	157,036.65	156,636.45	400.20	1,232.04	1,632.24	74.52	50.95	2.50	1,760.21
6	29/01/2021	29	156,636.45	156,153.54	482.91	1,149.33	1,632.24	74.52	50.95	2.50	1,760.21
-----											
175	28/02/2035	28	9,536.35	7,971.66	1,564.69	67.55	1,632.24	74.52	50.95	2.50	1,760.21
176	30/03/2035	30	7,971.66	6,399.94	1,571.72	60.52	1,632.24	74.52	50.95	2.50	1,760.21
177	30/04/2035	31	6,399.94	4,817.91	1,582.03	50.21	1,632.24	74.52	50.95	2.50	1,760.21
178	31/05/2035	31	4,817.91	3,223.47	1,594.44	37.80	1,632.24	74.52	50.95	2.50	1,760.21
179	28/06/2035	28	3,223.47	1,614.06	1,609.41	22.83	1,632.24	74.52	50.95	2.50	1,760.21
180	31/07/2035	33	1,614.06	-	1,614.06	13.48	1,627.54	74.52	50.95	2.50	1,755.51
					157,450.00	136,348.50	293,798.50	13,413.60	9,171.00	450.00	316,833.10

Fuente: Banco de Comercio

**5.1.16 Banco Pichincha**

El Banco Pichincha en su documento “Crédito hipotecario tradicional: fórmulas y

ejemplos” demuestra la aplicación de sus fórmulas con el siguiente ejemplo (Banco Pichincha, 2021):

Valor de la Vivienda (VV):	S/ 125,000
Monto Solicitado (M):	80% = S/ 100,000
Plazo (n):	240 meses
Tasa de Interés Compensatoria Anual:	0.5% TEA
Tasa de Seguro de Desgravamen Individual (td):	0.050% mensual
Tasa de Seguro de Todo Riesgo del Bien (ttr):	0.026% mensual
Comisión por envío físico de estado de cuenta:	S/ 10

Aunque en los datos del ejemplo no indica que las cuotas financieras vencen en fecha fija, se infiere de las ecuaciones que presenta:  $C = M * ((1 - (1 + i)^{-n})^{-1})$  que se trata de cuotas uniformes con períodos de cuota uniforme, cuyo resultado de 966.76 corresponde a la aplicación del *FRC*.

### 5.1.17 Caja Huancayo

La Caja Huancayo de acuerdo con lo estipulado en la Ley N° 28587 y el Reglamento de Gestión de Conducta de Mercado del Sistema Financiero aprobado mediante Resolución N° 3274-2017 presenta su documento “Crédito hipotecario para vivienda fórmulas y ejemplo explicativo”, el cual presenta con el siguiente ejemplo:

Calcular la cuota mensual a pagar por un préstamo hipotecario para vivienda, “Mivivienda”, por la suma de S/ 80000.00, que se desembolsa el 01.01.2021; por el plazo de 120 meses (10 años) y una Tasa Efectiva Anual (TEA) de 10.80%. El ITF = 0.005%, T. Seg. Desgravamen = 0.080 %, T. Seg. Todo Riesgo = 0.0207 % (Caja Huancayo, 2022).

Caja Huancayo considera a la tasa de seguro de desgravamen de 0.0008 como una tasa nominal mensual *TNM* y aplica esta tasa con el régimen de interés simple sobre el valor del bien de S/. 80000, este interés sólo es uniforme en los meses de 28, 29, 30 y 31 días.

Como se observa en la **Tabla 24** Caja Huancayo utiliza el *FRC* para períodos uniformes con lo cual obtiene una cuota uniforme de S/ 68123.39 la misma que no cancela el préstamo al dejar pendiente un saldo de S/ 13524.57, a partir de esta primera aproximación realiza muchas pruebas de acercamiento (iteraciones) hasta llegar a la **Tabla 30** que obtiene la cuota uniforme en períodos variables con un importe

de S/. 1137.03.

**Tabla 24**

*Cronograma referencial de pagos 1 Caja Huancayo*

N° Cuota	Fecha Pago	DE	CMS	CapitalCuo (Redondeo)	CapitalCuo	Monto Seg	Seg. Y Com	IntCuo	saldo capital (Redondeo)	Saldo Capital	DA
	01/01/2021									80,000	
1	01/02/2021	31	1076.931353	284.06	284.061353	66.13	17.11	709.63	79715.94	79715.938647	31
2	01/03/2021	28	1076.931353	363.54	363.541353	59.52	15.46	638.41	79352.40	79352.397294	59
3	01/04/2021	31	1076.931353	290.34	290.341353	65.60	17.11	703.88	79062.06	79062.055941	90
4	01/05/2021	30	1076.931353	318.53	318.531353	63.25	16.56	678.59	78743.52	78743.524588	120
5	01/06/2021	31	1076.931353	296.25	296.251353	65.09	17.11	698.48	78447.27	78447.273235	151
118	01/11/2030	31	1076.931353	902.12	902.121353	13.44	17.11	144.26	15360.56	15360.560346	3591
119	01/12/2030	30	1076.931353	916.24	916.241353	12.29	16.56	131.84	14444.32	14444.318993	3621
120	01/01/2031	31	1076.931353	919.75	919.751353	11.94	17.11	128.13	<b>13524.57</b>	<b>13524.567640</b>	<b>3652</b>
				<b>66475.27</b>							

Fuente: Caja Huancayo

**Tabla 25**

*Cronograma referencial de pagos 2 primera iteración Caja Huancayo*

N° Cuota	Fecha Pago	DE	CMS	CapitalCuo (Redondeo)	CapitalCuo	Monto Seg	Seg. Y Com	IntCuo	saldo capital (Redondeo)	Saldo Capital	DA
	01/01/2021									80,000	
1	01/02/2021	31	1084.338017	291.47	291.468017	66.13	17.11	709.63	79708.53	79708.531983	31
2	01/03/2021	28	1084.338017	371.01	371.008017	59.52	15.46	638.35	79337.52	79337.523966	59
3	01/04/2021	31	1084.338017	297.89	297.888017	65.59	17.11	703.75	79039.64	79039.635949	90
4	01/05/2021	30	1084.338017	326.15	326.148017	63.23	16.56	678.40	78713.49	78713.487932	120
5	01/06/2021	31	1084.338017	303.94	303.938017	65.07	17.11	698.22	78409.55	78409.549915	151
118	01/11/2030	31	1084.338017	924.84	924.838017	12.14	17.11	130.25	13758.43	13758.433994	3591
119	01/12/2030	30	1084.338017	938.68	938.678017	11.01	16.56	118.09	12819.76	12819.755977	3621
120	01/01/2031	31	1084.338017	942.91	942.908017	10.60	17.11	113.72	<b>11876.85</b>	<b>11876.847960</b>	<b>3652</b>
				<b>68123.39</b>							

Fuente: Caja Huancayo

**Tabla 26**

*Cronograma referencial de pagos 7 luego de 16 iteraciones Caja Huancayo*

N° Cuota	Fecha Pago	DE	CMS	CapitalCuo (Redondeo)	CapitalCuo	Monto Seg	Seg. Y Com	IntCuo	saldo capital (Redondeo)	Saldo Capital	DA
	01/01/2021									80,000	
1	01/02/2021	31	1137.713420	344.84	344.843420	66.13	17.11	709.63	79655.16	79655.156580	31
2	01/03/2021	28	1137.713420	424.85	424.853420	59.48	15.46	637.92	79230.30	79230.303160	59
3	01/04/2021	31	1137.713420	352.30	352.303420	65.50	17.11	702.80	78878.00	78877.999740	90
4	01/05/2021	30	1137.713420	381.04	381.043420	63.10	16.56	677.01	78496.96	78496.956320	120
5	01/06/2021	31	1137.713420	359.41	359.413420	64.89	17.11	696.30	78137.54	78137.542900	151
118	01/11/2030	31	1137.713420	1088.58	1088.583420	2.73	17.11	29.29	2213.19	2213.186440	3591
119	01/12/2030	30	1137.713420	1100.38	1100.383420	1.77	16.56	19.00	1112.80	1112.803020	3621
120	01/01/2031	31	1137.713420	1109.81	1109.813420	0.92	17.11	9.87	<b>2.99</b>	<b>2.989600</b>	<b>3652</b>
				<b>79996.60</b>							

Fuente: Caja Huancayo



**Tabla 27**

*Cronograma referencial de pagos 8 luego de 32 iteraciones Caja Huancayo*

N° Cuota	Fecha Pago	DE	CMS	CapitalCuo (Redondeo)	CapitalCuo	Monto Seg	Seg. Y Com	IntCuo	saldo capital (Redondeo)	Saldo Capital	DA
	01/01/2021									80,000	
1	01/02/2021	31	1137.739616	344.87	344.869616	66.13	17.11	709.63	79655.13	79655.130384	31
2	01/03/2021	28	1137.739616	424.88	424.879616	59.48	15.46	637.92	79230.25	79230.250768	59
3	01/04/2021	31	1137.739616	352.33	352.329616	65.50	17.11	702.80	78877.92	78877.921152	90
4	01/05/2021	30	1137.739616	381.07	381.069616	63.10	16.56	677.01	78496.85	78496.851536	120
5	01/06/2021	31	1137.739616	359.44	359.439616	64.89	17.11	696.30	78137.41	78137.411920	151
118	01/11/2030	31	1137.739616	1088.67	1088.669616	2.72	17.11	29.24	2207.32	2207.315312	3591
119	01/12/2030	30	1137.739616	1100.46	1100.459616	1.77	16.56	18.95	1106.86	1106.855696	3621
120	01/01/2031	31	1137.739616	1109.89	1109.889616	0.92	17.11	9.82	-3.03	-3.033920	3652
				80003.08							

Fuente: Caja Huancayo

**Tabla 28**

*Cronograma referencial de pagos 9 (nueva iteración) Caja Huancayo*

N° Cuota	Fecha Pago	DE	CMS	CapitalCuo (Redondeo)	CapitalCuo	Monto Seg	Seg. Y Com	IntCuo	saldo capital (Redondeo)	Saldo Capital	DA
	01/01/2021									80,000	
1	01/02/2021	31	1137.726518	344.86	344.856518	66.13	17.11	709.63	79655.14	79655.143482	31
2	01/03/2021	28	1137.726518	424.87	424.866518	59.48	15.46	637.92	79230.28	79230.276964	59
3	01/04/2021	31	1137.726518	352.32	352.316518	65.50	17.11	702.80	78877.96	78877.960446	90
4	01/05/2021	30	1137.726518	381.06	381.056518	63.10	16.56	677.01	78496.90	78496.903928	120
5	01/06/2021	31	1137.726518	359.43	359.426518	64.89	17.11	696.30	78137.48	78137.477410	151
118	01/11/2030	31	1137.726518	1088.63	1088.626518	2.73	17.11	29.26	2210.16	2210.160876	3591
119	01/12/2030	30	1137.726518	1100.43	1100.426518	1.77	16.56	18.97	1109.73	1109.734358	3621
120	01/01/2031	31	1137.726518	1109.86	1109.856518	0.92	17.11	9.84	-0.12	-0.122160	3652
				80003.08							

Fuente: Caja Huancayo

**Tabla 29**

*Cronograma referencial de pagos 10 Caja Huancayo con ajustes de interés en última cuota*

N° Cuota	Fecha Pago	DE	CMS	CapitalCuo (Redondeo)	Monto Seg	Seg. Y Com	IntCuo	saldo capital (Redondeo)	DA
	01/01/2021								
1	01/02/2021	31	1137.73	344.86	66.13	17.11	709.63	79655.14	31
2	01/03/2021	28	1137.73	424.87	59.48	15.46	637.92	79230.28	59
3	01/04/2021	31	1137.73	352.32	65.50	17.11	702.80	78877.96	90
4	01/05/2021	30	1137.73	381.06	63.10	16.56	677.01	78496.90	120
5	01/06/2021	31	1137.73	359.43	64.89	17.11	696.30	78137.48	151

118	01/11/2030	31	1137.73	1088.63	2.73	17.11	29.26	2210.16	3591
119	01/12/2030	30	1137.73	1100.43	1.77	16.56	18.97	1109.73	3621
120	01/01/2031	31	1137.07	1109.32	0.92	17.11	9.72	0.00	3652
				<b>80,000.00</b>					

Fuente: Caja Huancayo

### Tabla 30

#### Cronograma final de pagos 11 Caja Huancayo

Cuota	Fecha Pago	CAPITAL	INTERÉS	SEGURO DESGRAVAMEN	SEG. Y COM	ITF	MONTO CUOTA	DÍAS
	01/01/2021							
1	01/02/2021	344.86	709.63	66.13	17.11	0.00	1137.73	31.00
2	01/03/2021	424.87	637.92	59.48	15.46	0.00	1137.73	28.00
3	01/04/2021	352.32	702.80	65.50	17.11	0.00	1137.73	31.00
4	01/05/2021	381.06	677.01	63.10	16.56	0.00	1137.73	30.00
5	01/06/2021	359.43	696.30	64.89	17.11	0.00	1137.73	31.00
118	01/11/2030	1088.63	29.26	2.73	17.11	0.00	1137.73	31.00
119	01/12/2030	1100.43	18.97	1.77	16.56	0.00	1137.73	30.00
120	01/01/2031	1109.32	9.72	0.92	17.11	0.00	1137.07	31.00
<b>***TOTALES***</b>		<b>80000.00</b>	<b>49863.77</b>	<b>4647.37</b>	<b>2015.80</b>	<b>0.00</b>	<b>136526.94</b>	

Fuente: Caja Huancayo

### 5.1.18 Caja Trujillo

Caja Trujillo en su documento "Producto: crédito hipotecario mi vivienda e hipotecaja, demuestra la aplicación de aplicación de sus fórmulas de crédito hipotecario con el siguiente ejemplo:

Cliente desembolsa un crédito hipotecario por el monto de S/.60,000.00 el día 02/11/2017 a pagar mediante 180 cuotas y solicita que sus fechas de pagos sea el día 02 de cada mes. La TEA aplicada al crédito solicitado es 14.50%. La tasa mensual del seguro de desgravamen es 0.098%, la tasa mensual del seguro de inmueble 0.034% y el valor de edificación es de S/ 75,000.00 (Caja Trujillo, 2021).

Caja Trujillo considera la tasa mensual de seguro de desgravamen de 0.098% como una tasa nominal y la anualiza al multiplicarla por 12 (año de 365 días) para luego tratarla como una TEA de 365 días y convertirla nuevamente a TED y conseguir una tasa efectiva agregada diaria de tasa efectiva compensatoria más tasa efectiva de seguro de desgravamen como se muestra a continuación:

$$SD_d = (1 + 0.00098 \times 12)^{1/365} - 1 = 0.00003203$$

$$TED = (1 + 0.145)^{1/360} - 1 = 0.00037619$$

$$Tasa\ total\ diaria = 0.00003203 + 0.00037619 = 0.00040823$$

Con la tasa total diaria obtiene el  $FDIA_{cn} = factor\ de\ la\ cuota\ "n"$  para los días acumulados al vencimiento de cada una de las 180 cuotas:

$$FDIA_{c1} = \left( \frac{1}{1 + 0.00040823} \right)^{30} = 0.98783036$$

$$FDIA_{c2} = \left( \frac{1}{1 + 0.00040823} \right)^{61} = 0.97541064$$

$$FDIA_{c180} = \left( \frac{1}{1 + 0.00040823} \right)^{5479} = 0.10686207$$

La cuota uniforme del préstamo la obtiene al sumar los  $FDIA$  de todas las cuotas del préstamo (71.46521769), así la cuota es de 865.09 que incluye un promedio de 25.52 por seguro de inmueble (**Tabla 31**), sin embargo, esta cuota es referencial “pues debido al uso de decimales, operaciones exponenciales y divisiones fraccionarias se generarán diferencias por defecto o por exceso en la última cuota por lo que será necesario un ajuste. El sistema mediante una serie de iteraciones calcula lo que se debe amortizar para llegar a una cuota constante, y es finalmente esa cuota la que se cobra” (**Tabla 32**).

**Tabla 31***Cronograma de pagos Caja Trujillo*

N° de Cuota	Fecha de Vencimiento	Cuota	Capital	Interés	Seguro de Desgravamen	Seguro de Inmueble	Saldo de Capital
1	02/12/2017	865.09	101.09	680.86	57.99	25.15	59,898.91
2	02/01/2018	865.09	76.77	702.50	59.83	25.99	59,822.14
3	02/02/2018	865.09	77.75	701.60	59.75	25.99	59,744.39



178	02/09/2032	865.09	810.19	26.64	2.27	25.99	1,461.51
179	02/10/2032	865.09	821.95	16.58	1.41	25.15	639.56
180	02/11/2032	673.69	639.56	7.50	0.64	25.99	-

Fuente: Caja Trujillo

**Tabla 32***Cronograma final de pagos Caja Trujillo*

N° de Cuota	Fecha de Vencimiento	Cuota	Capital	Interés	Seguro de Desgravamen	Seguro de Inmueble	Saldo de Capital
1	02/12/2017	864.80	100.80	680.86	57.99	25.15	59,899.20
2	02/01/2018	864.80	76.48	702.50	59.83	25.99	59,822.72
3	02/02/2018	864.80	77.45	701.61	59.75	25.99	59,745.27



178	02/09/2032	864.80	807.53	28.83	2.45	25.99	1,650.29
179	02/10/2032	864.80	819.32	18.73	1.60	25.15	830.97
180	02/11/2032	867.50	830.97	9.71	0.83	25.99	-

Fuente: Caja Trujillo

**5.1.19 MiBanco**

MiBanco en su documento: "Fórmulas y ejemplos créditos a medianas, pequeñas, microempresas y consumo" (MiBanco, 2018) presenta el ejemplo cuyos datos son los siguientes:

Monto Neto a Recibir (N):	S/ 5,000.00
Plazo:	12 meses
Tasa efectiva anual (TEA):	36.71%
Tasa de Costo Efectivo Anual (TCEA):	40.05%
Tasa efectiva diaria (TED):	0.086896%
Tasa efectiva moratoria anual (i Mora):	194.46%
Año de	360 días
Factor del seguro de desgravamen:	:0.6346% (Según tarifario vigente)
Factor del seguro de Protección Financiera:	0.7826% (Según tarifario vigente)
I.T.F:	.0.005% = 0.00005
Fecha de desembolso:	10/05/2018
Periodo de pago:	Periodo Fijo

Tipo de gracia:  
Gracia:

Relativa  
2 meses



El préstamo al tener un período de gracia de 2 meses las dos primeras cuotas sólo contienen interés y la cuota uniforme en períodos variables de S/ 585.40 se aplican a partir de la tercera cuota como se muestra en la **Tabla 33**, puede verificarse que la última cuota de S/ 586.25 difiere de las demás “cuotas uniformes”. Esta cuota uniforme MiBanco lo obtiene con la siguiente fórmula cuyos valores están difundidos en su documento de Fórmulas:

$$Cuota = \frac{Préstamo}{\sum_1^n F_i} = \frac{5072.13}{8.67} = 585.40$$

**Tabla 33**

*Cronograma de pagos MiBanco con cuotas uniformes que no son uniformes*

N° Cuota	Fecha	Saldo Capital (I)	Interes (II)	Cuota (III)	Amortización IV = (III-II)	Saldo Final (I-IV)	Días
1	11/06/2018	5,072.13	142.96	142.96	0.00	5,072.13	32
2	10/07/2018	5072.13	129.38	129.38	0.00	5072.13	29
3	10/08/2018	5072.13	138.43	585.40	446.97	4625.16	31
4	10/09/2018	4625.16	126.23	585.40	459.17	4165.99	31
5	10/10/2018	4165.99	109.98	585.40	475.42	3690.57	30
6	12/11/2018	3690.57	107.31	585.40	478.09	3212.48	33
7	10/12/2018	3212.48	79.09	585.40	506.31	2706.17	28
8	10/01/2019	2706.17	73.86	585.40	511.54	2194.63	31
9	11/02/2019	2194.63	61.85	585.40	523.55	1671.08	32
10	11/03/2019	1671.08	41.14	585.40	544.26	1126.82	28
11	10/04/2019	1126.82	29.75	585.40	555.65	571.17	30
12	10/05/2019	571.17	15.08	586.25	571.17	0.00	30
<b>Total</b>				6,127.19	5,072.13		

Fuente: Mibanco

**Tabla 34**

Cálculo de los factores de cada cuota para obtener la cuota uniforme MiBanco

N° Cuota	Fecha	Saldo	Amortización	Int. Calc.	Cuota	Días Transcurridos del desembolso	Factores
1	11/06/2018	?	?	?	?	32	
2	10/07/2018	?	?	?	?	61	
3	10/08/2018	?	?	?	?	92	0.92
4	10/09/2018	?	?	?	?	123	0.9
5	10/10/2018	?	?	?	?	153	0.88
6	12/11/2018	?	?	?	?	186	0.85
7	10/12/2018	?	?	?	?	214	0.83
8	10/01/2019	?	?	?	?	245	0.81
9	11/02/2019	?	?	?	?	277	0.79
10	11/03/2019	?	?	?	?	305	0.77
11	10/04/2019	?	?	?	?	335	0.75
12	10/05/2019	?	?	?	?	365	0.73
							<b>10.15</b>

Fuente: MiBanco

Observe que en la **Tabla 34** la suma de los factores consignadas es de 10.15, cuando en verdad la suma es de 8.23, pero la cantidad tomada para el cálculo de la cuota es 8.67. Con estos datos todos diferentes es imposible validar el cálculo de la cuota uniforme de MiBanco.

## 5.2 Resultados inferenciales

### 5.2.1 Factor de recuperación del capital 1 FRC1

Supuestos del modelo que obtiene el FRC1

- Sólo el importe del préstamo devenga una tasa efectiva  $i$ .
- Todas las rentas son del mismo importe de efectivo.
- La tasa  $i$  no varía en el horizonte temporal  $H$  de vigencia del préstamo  $P$ .
- Los períodos de cada una de todas las rentas  $R$  son *constantes*, y necesariamente deben coincidir con el período de  $i$  y con el período de cada una de todas las cuotas  $n$ .
- Si se incumple alguno de estos supuestos se viola el principio de equivalencia financiera y, por lo tanto, la última amortización NO cancela el préstamo en el último día de la última cuota uniforme del préstamo.
- La demostración del FRC1 de acuerdo con los supuestos anteriores, se muestra a continuación a partir de la ecuación de equivalencia financiera del valor presente

de una *anualidad simple vencida*.



$$P = \frac{R}{1+i} + \frac{R}{(1+i)^2} + \frac{R}{(1+i)^3} + \dots + \frac{R}{(1+i)^{n-1}} + \frac{R}{(1+i)^n}$$

$$P = \frac{\frac{R}{1+i} \left[ \frac{(1+i)^n - 1}{(1+i)^n} \right]}{\frac{1}{1+i}}$$

$$P = R \left[ \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right]$$

$$R = P \left[ \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right]$$

$$R = P \cdot FRC1_{i;n}$$

$$FRC1 = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

Fórmula (1)

El FRC1 es el punto de partida del presente estudio, aunque su aplicación es de uso limitado en el sistema financiero peruano, debido a que la gran mayoría de préstamos se amortizan con cuotas uniformes en fechas fijas, lo que genera períodos variables de amortización ya que los meses tienen períodos variables de días. El flujograma de la Figura 1 muestra el proceso para la obtención del FRC1.

**Tabla 35**

*Factor de recuperación del capital 1 FRC1 y tabla de amortización de un préstamo con cuotas uniformes en períodos uniformes*

	Préstamo	20000	Períodos de cuota			Cuota uniforme con tasa efectiva sobre saldos			
			k	Fecha	Días	Cuota	Amortización	Interés	Saldo
	TE compensatoria	0.08	0	03/07/23					20000.00
	Período TE (días)	360	1	02/08/23	30	4077.54	3948.86	128.68	16051.14
	Período de cuota	30	2	01/09/23	30	4077.54	3974.26	103.27	12076.88
	TEM de 30 días	0.006434030	3	01/10/23	30	4077.54	3999.84	77.70	8077.04
	n	5	4	31/10/23	30	4077.54	4025.57	51.97	4051.47
	FRC1	0.203876923	5	30/11/23	30	4077.54	4051.47	26.07	0.00
	Cuota	4077.54							
	Fecha	03/07/23			<b>150</b>	<b>20387.69</b>	<b>20000.0</b>	<b>387.69</b>	

La Tabla 35 muestra los datos de un préstamo de 20000 um que devenga una tasa efectiva anual TEA de 0.08, que se amortiza cada 30 días en un período 150 días con cuotas uniformes que se pagan cada 30 días. En este caso el FRC1 es de 0.203876923 que genera una cuota uniforme de 4077.54 um.

$$TEM = i = (1 + 0.08)^{30/360} - 1 = 0.00643403$$

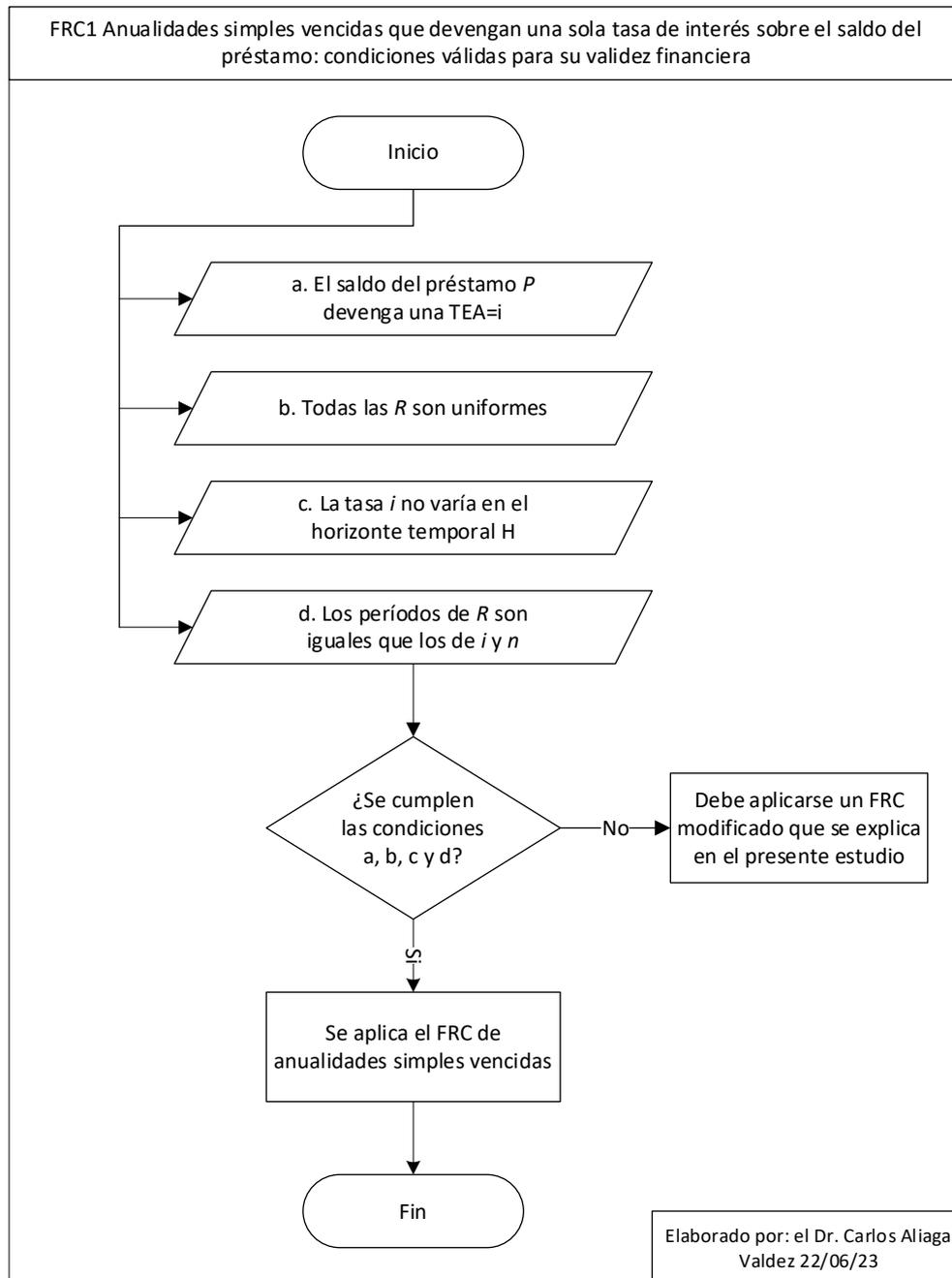
$$20000 = R \left[ \frac{(1+0.00643403)^5 - 1}{0.00643403(1+0.00643403)^5} \right] \quad 20000 = R[4.9049200037]$$

$$R = 20000[0.2038769234] = 4077.54 \quad FRC = 0.2038769234$$



**Figura 1**

*Supuestos necesarios para demostrar el factor de recuperación del capital 1 FRC1*



Como se observa, el FRC1 obtiene la cuota uniforme en períodos uniformes y con sólo una tasa efectiva, que en el presente caso es la tasa compensatoria, este caso no corresponde a la presente investigación y sólo se detalla como punto de partida para modificarlo por equivalencia financiera para el caso de anualidades generales.



### 5.2.2 Factor de recuperación del capital 2 FRC2

Supuestos del modelo que obtiene el FRC2

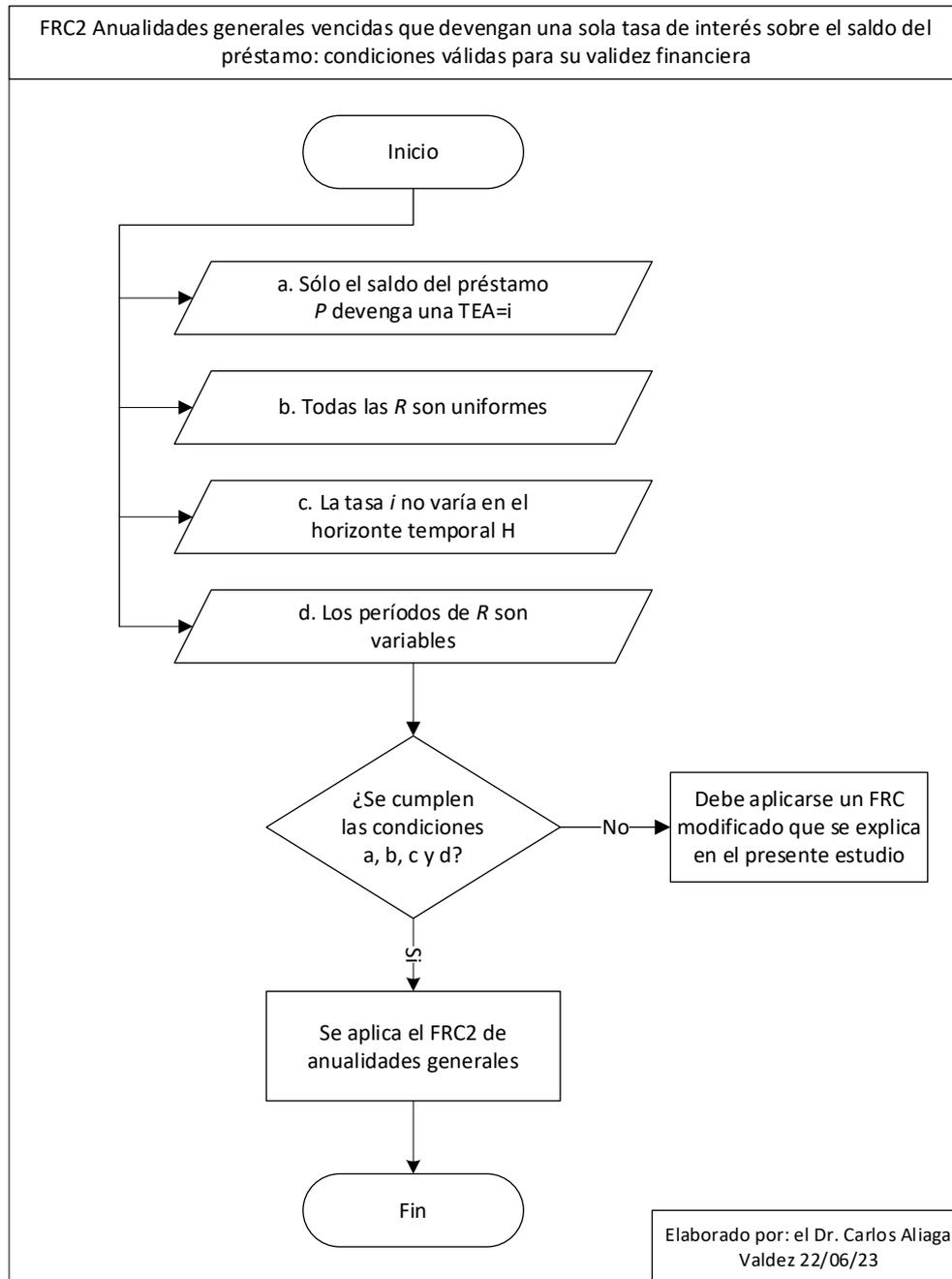
- Sólo el importe del préstamo devenga *una* tasa efectiva  $i$ .
- Todas las rentas son del mismo importe de efectivo.
- La tasa  $i$  no varía en el horizonte temporal  $H$  de vigencia del préstamo  $P$ .
- Los períodos de cada una de todas las rentas  $R$  son *variables*, y necesariamente deben coincidir con el período de  $i$  y con el período de cada cuota  $k$ .
- Si se incumple alguno de estos supuestos se viola el principio de equivalencia financiera y, por lo tanto, la última amortización NO cancela el préstamo en el último día de la última cuota uniforme del préstamo.
- La demostración del FRC2 de acuerdo con los supuestos anteriores, se presenta a continuación a partir de la ecuación de equivalencia financiera del valor presente de una *anualidad general*.

$$\begin{aligned}
 P &= \frac{R}{(1+i)^{t_1/360}} + \frac{R}{(1+i)^{t_2/360}} + \frac{R}{(1+i)^{t_3/360}} + \dots + \frac{R}{(1+i)^{t_{n-1}/360}} + \frac{R}{(1+i)^{t_n/360}} \\
 P &= R \left[ \frac{1}{(1+i)^{t_1/360}} + \frac{1}{(1+i)^{t_2/360}} + \frac{1}{(1+i)^{t_3/360}} + \dots + \frac{1}{(1+i)^{t_{n-1}/360}} + \frac{1}{(1+i)^{t_n/360}} \right] \\
 P &= R [ FSA_1 + FSA_2 + FSA_3 + \dots + FSA_{n-1} + FSA_n ] \\
 P &= R \left[ \sum_{t=1}^n FSA_t \right] \\
 R &= P \left[ \sum FSA_t \right]^{-1} \\
 R &= P \cdot FRC2_{i;n} \\
 FRC2 &= \left[ \sum FSA_t \right]^{-1} \qquad \qquad \qquad \text{Fórmula (2)}
 \end{aligned}$$

El FRC2 es la primera variación del tradicional FRC que en la presente investigación lo renombramos como FRC1, cuya variación es que los períodos de cuotas son variables, en el presente caso esto se origina porque los vencimientos de cuota tienen fecha fija. El flujograma de la Figura 2 muestra el proceso para la obtención del FRC2.

**Figura 2**

Supuestos necesarios para demostrar el factor de recuperación del capital 2 FRC2



**Tabla 36**

Factor de recuperación del capital 2 FRC2 y tabla de amortización de un préstamo con cuotas uniformes en períodos variables

Préstamo	20000	k	Fecha	Días	FSA	Cuota	Amortiz	Interés	Saldo
TE	0.08	0	3/07/23						20000.00
Período TE	360	1	3/08/23	31	0.99339471	4079.45	3946.47	132.98	16053.53
FAS	4.902620465	2	3/09/23	31	0.98683305	4079.45	3972.71	106.74	12080.83
FRC'	0.203972550	3	3/10/23	30	0.98052433	4079.45	4001.72	77.73	8079.10

Préstamo	20000	k	Fecha	Días	FSA	Cuota	Amortiz	Interés	Saldo	
Cuota uniforme	4079.45	4	3/11/23	31	123	0.97404768	4079.45	4025.73	53.72	4053.37
Fecha	03/07/23	5	3/12/23	30	153	0.96782069	4079.45	4053.37	26.08	0.00
				153	FAS'	<b>4.90262047</b>	<b>16317.80</b>	<b>15946.63</b>	<b>371.18</b>	



La Tabla 36 muestra los datos de un préstamo de 20000 um que devenga una tasa efectiva anual TEA de 0.08, que se amortiza el 3 de julio de cada mes en un período de 153 días con cuotas uniformes que se pagan en períodos variables. En este caso el FRC2 es de 0.2039725504 que genera una cuota uniforme de 4079.45 um.

$$20000 = \frac{R}{(1+0.08)^{31/360}} + \frac{R}{(1+0.08)^{62/360}} + \frac{R}{(1+0.08)^{92/360}} + \frac{R}{(1+0.08)^{123/360}} + \frac{R}{(1+0.08)^{153/360}}$$

$$20000 = R[0.99339471 + 0.98683305 + 0.98052433 + 0.97404768 + 0.96782069]$$

$$20000 = R[4.90262047]$$

$$R = 20000[4.90262047]^{-1}$$

$$R = 20000[0.2039725504] = 4079.45$$

$$FRC2 = [4.90262047]^{-1} = 0.2039725504$$

El FRC2 se aplica para anualidades generales donde los períodos de cuota son variables, pero utiliza sólo una tasa efectiva que la tasa efectiva compensatoria.

### 5.2.3 Factor de recuperación del capital 3 FRC3

Supuestos del modelo que obtiene el FRC3

- Sólo el importe del saldo del préstamo devenga *dos* tasas efectivas  $i_1$  e  $i_2$ .
- Todas las rentas son del mismo importe de efectivo.
- Las tasas  $i_1$  e  $i_2$  no varían en el horizonte temporal  $H$  de vigencia del préstamo  $P$ .
- Los períodos de cada una de todas las rentas  $R$  son *variables*, y necesariamente deben coincidir con los períodos de  $i_1$  e  $i_2$  y con el período de cada cuota  $k$ .
- Si se incumple alguno de estos supuestos se viola el principio de equivalencia financiera y, por lo tanto, la última amortización NO cancela el préstamo en el

último día de la última cuota uniforme del préstamo.

- f. La demostración del FRC3 de acuerdo con los supuestos anteriores, se presenta a continuación a partir de la ecuación de equivalencia financiera del valor futuro de una *anualidad general*.

Sea  $D$  el importe de desembolso de un préstamo otorgado para ser cancelado en  $n$  cuotas uniformes vencidas, cada una de un importe  $R$ .

Defínase como momento 0 el momento en que se produce el desembolso del importe total del préstamo. Asimismo, para cualquier entero  $k$  tal que  $0 < k \leq n$  se define como momento  $k$  el momento en el cual se paga la  $k$ -ésima cuota uniforme de amortización del préstamo.

Sea  $j$  un entero en el intervalo  $[0; n]$ .

Sea  $k$  un entero en el intervalo  $[1; n]$ .

Sea  $\alpha$  un entero en el intervalo  $[1; n]$ .

Sea  $\beta$  un entero en el intervalo  $[\alpha; n]$ .

Simbolícense:

$F_k$  el factor de capitalización del  $k$ ésimo período el cual se inicia en el momento  $k - 1$  y termina en el momento  $k$ .

$F_{j;k}$  el factor de capitalización acumulado desde el momento  $j$  hasta el momento  $k$ .

$VF_{j;k}^X$  el valor equivalente en el momento  $k$  de un importe  $X$  ubicado en el momento  $j$ .

$VFD$  el valor futuro (ubicado en el momento  $n$ ) del desembolso por un importe  $D$  realizado en el momento 0.

$S_j$  el saldo del préstamo en el momento  $j$ .

**Obtención de la fórmula para el cálculo del importe  $R$  de la cuota uniforme (para períodos uniformes o no uniformes)**

$$S_0 = D$$

$$S_1 = S_0 F_1 - R$$



$$S_1 = DF_1 - R$$

$$S_2 = S_1 F_2 - R$$

$$S_2 = (DF_1 - R)F_2 - R$$

$$S_2 = DF_1 F_2 - RF_2 - R$$

$$S_3 = S_2 F_3 - R$$

$$S_3 = (DF_1 F_2 - RF_2 - R)F_3 - R$$

$$S_3 = DF_1 F_2 F_3 - RF_2 F_3 - RF_3 - R$$

$$S_4 = S_3 F_4 - R$$

$$S_4 = (DF_1 F_2 F_3 - RF_2 F_3 - RF_3 - R)F_4 - R$$

$$S_4 = DF_1 F_2 F_3 F_4 - RF_2 F_3 F_4 - RF_3 F_4 - RF_4 - R$$

$$S_4 = VF_{0;4}^D - VF_{1;4}^R - VF_{2;4}^R - VF_{3;4}^R - VF_{4;4}^R$$

$$S_4 = VF_{0;4}^D - [VF_{1;4}^R + VF_{2;4}^R + VF_{3;4}^R + VF_{4;4}^R]$$

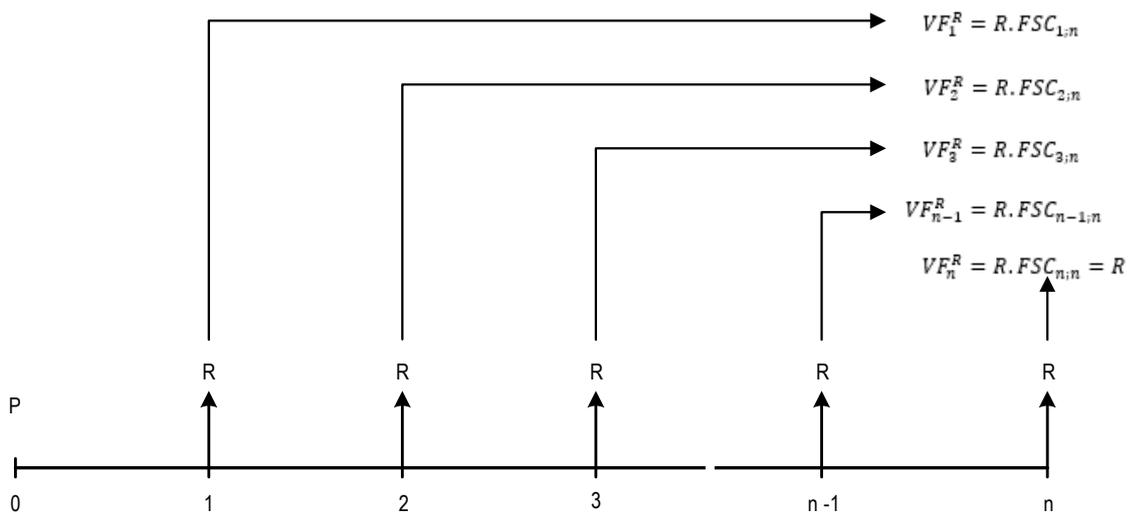
⋮

$$S_n = VF_{0;n}^D - [VF_{1;n}^R + VF_{2;n}^R + \dots + VF_{n;n}^R]$$

$$0 = VF_{0;n}^D - \sum_{k=1}^n VF_{k;n}^R$$

$$\sum_{k=1}^n VF_{k;n}^R = VF_{0;n}^D$$

Sumandos del lado izquierdo de la ecuación anterior



$$\sum_{k=1}^n (R.F_{k;n}) = VF_{0;n}^D$$

$$R \sum_{k=1}^n F_{k;n} = VF_{0;n}^D$$

$$R = \frac{VF_{0;n}^D}{\sum_{k=1}^n F_{k;n}}$$

$$R = \frac{VFD}{\sum_{k=1}^n F_{k;n}}$$

$$R = \frac{D \prod_{k=1}^n F_k}{\sum_{k=1}^n F_{k;n}}$$



Si  $n > 1$  entonces

$$R = \frac{D \prod_{k=1}^n F_k}{\sum_{\alpha=2}^n (\prod_{\beta=\alpha}^n F_{\beta}) + 1}$$

$$R = D \left[ \frac{\prod_{k=1}^n F_k}{\sum_{\alpha=2}^n (\prod_{\beta=\alpha}^n F_{\beta}) + 1} \right] \quad (a)$$

La fórmula (a) obtiene la cuota uniforme en función del importe del desembolso y de los factores de capitalización de cada período de cuota que cancela el préstamo. El factor de capitalización de cada período de cuota puede estar en función de una tasa de interés o de múltiples tasas que se aplican paralelamente sobre el saldo insoluto del préstamo (por ejemplo, una tasa efectiva de interés más una tasa proporcional por seguro de desgravamen que se aplican en paralelo sobre dicho saldo insoluto).

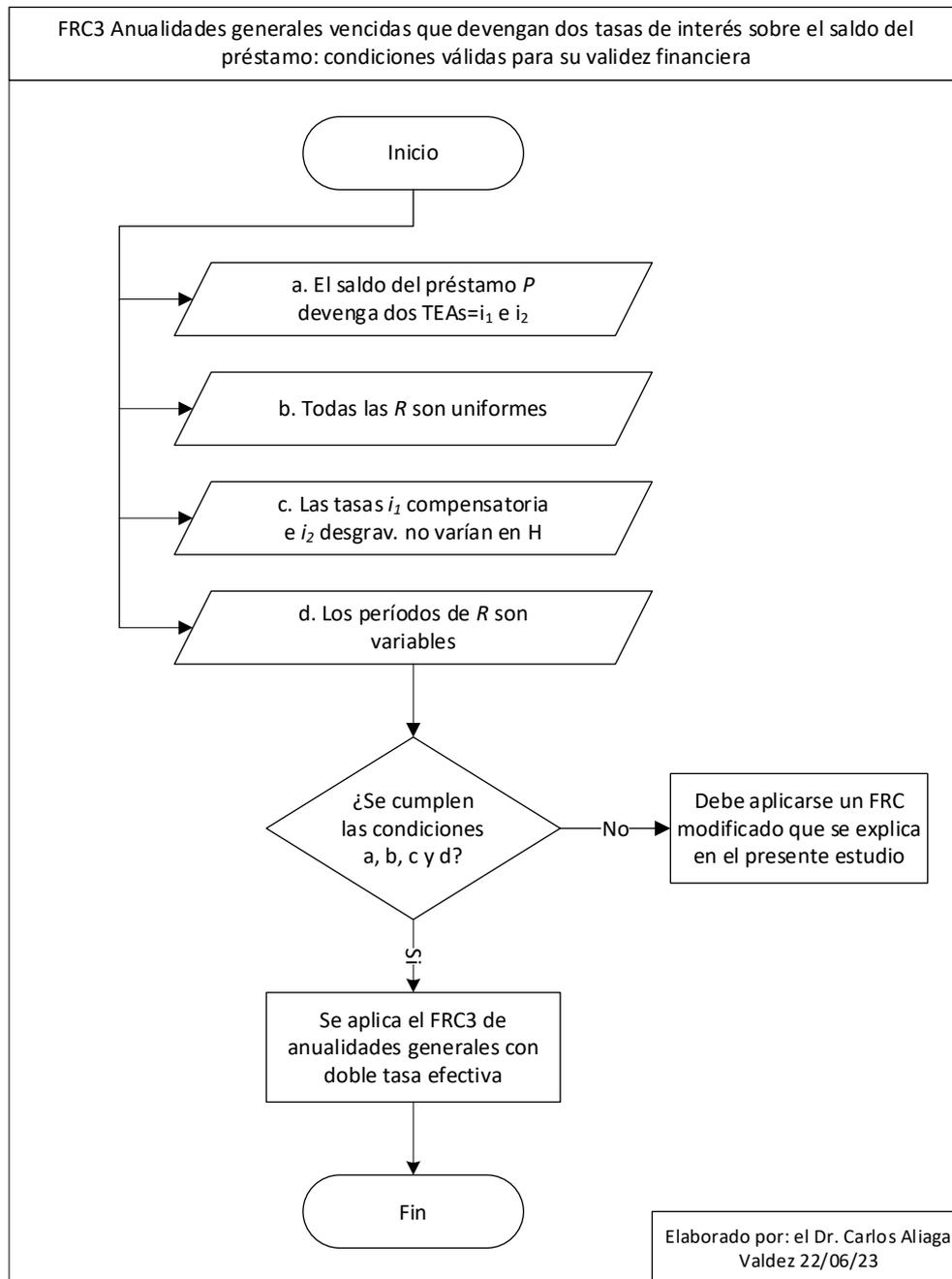
El FRC3 es la segunda variación del tradicional FRC, que se diferencia del FRC2 en que los períodos de cuotas son variables, debido a que así se fijó en el contrato de préstamo; los vencimientos de cuota tienen fecha fija (esto origina períodos variables); u otros motivos. Asimismo, el saldo del préstamo devenga dos tasas efectivas de diferente magnitud.

$$FRC3 = \left[ \frac{\prod_{k=1}^n F_k}{\sum_{\alpha=2}^n (\prod_{\beta=\alpha}^n F_{\beta}) + 1} \right] \quad \text{Fórmula 3}$$

El flujograma de la Figura 3 muestra el proceso para la obtención del FRC3.

**Figura 3**

Supuestos necesarios para demostrar el factor de recuperación del capital 3 FRC3



**Tabla 37**

Factor de recuperación del capital 3 FRC3 y tabla de amortización de un préstamo con cuotas uniformes en períodos variables que devengan dos diferentes tasas efectivas

k	Fecha	Días	Cuota total	ITF	Seg. TR	Com.	Cuota	Amort.	Interés	Seg. Des	Saldo
0	03/07/23										20000.00
1	03/08/23	31	4095.19	0.20	10.58	0	4084.41	3943.16	132.98	8.27	16056.84

k	Fecha	Días	Cuota total	ITF	Seg. TR	Com.	Cuota	Amort.	Interés	Seg. Des	Saldo
2	03/09/23	31	4095.19	0.20	10.58	0	4084.41	3971.0	106.77	6.64	12085.83
3	03/10/23	30	4095.19	0.20	10.58	0	4084.41	4001.82	77.76	4.83	8084.01
4	03/11/23	31	4095.19	0.20	10.58	0	4084.41	4027.32	53.75	3.34	4056.69
5	03/12/23	30	4095.19	0.20	10.58	0	4084.41	4056.69	26.10	1.62	0.00
		<b>153</b>	<b>20475.97</b>	<b>1.00</b>	<b>52.9</b>	<b>0</b>	<b>20422.07</b>	<b>20000.00</b>	<b>397.36</b>	<b>24.70</b>	



La Tabla 37 muestra los datos de un préstamo hipotecario de 20000 um que devenga una tasa efectiva anual TEA de 0.08 (tasa efectiva compensatoria) y adicionalmente devenga una tasa efectiva mensual TEM de 0.0004 (tasa efectiva de desgravamen hipotecario), que se amortiza el día 3 de cada mes en un período de 153 días con cuotas uniformes que se pagan en períodos variables. Adicionalmente la cuota uniforme tiene un cargo fijo por seguro de todo riesgo generado por el valor del bien de S/ 46000 que devenga una TEM de 0.00023 y otro cargo fijo por seguro a las transacciones financieras ITF de 0.00005 por el período de cada cuota aplicado al valor de bien.

### Tabla 38

#### *Datos del préstamo hipotecario con doble tasa efectiva*

Préstamo	20000
Valor del bien	46000
TEA compensatoria	0.08
TEM Seguro de desgravamen	0.0004
Tasa efectiva de cada cuota del seguro todo riesgo*	0.00023
ITF (tasa)*	0.00005
Comisión estado cuenta	0
n° cuotas (meses)	5
Fecha desembolso	03/07/23
Fecha de pago de cuotas	día 3 de cada mes

\* La tasa efectiva de todo riesgo es por el período de cuota independientemente de los días que tenga el período de cuota.

En este caso el FRC3 es de 0.204220652 que genera una cuota uniforme de S/ 4084.41. A esta cuota uniforme se le adiciona en cada cuota los importes de S/ 10.58 más S/ 0.2 por ITF con lo cual la cuota uniforme total alcanza el importe de S/ 4095.19.

**Tabla 39**

*Cálculo de las tasas efectivas paralelas  $i_k$  de los períodos no uniformes de cuotas*

k	Fechas	Días	$i' = 0.08$	$i'' = 0.0004$	$i_k = i' + i''$	$1 + i_k$	FA al futuro
0	03/07/23						
1	03/08/23	31	$1.08^{31/360} - 1 = 0.00664921$	$1.0004^{31/30} - 1 = 0.00041334$	0.00706255	1.00706255	1.028084141
2	03/09/23	31	$1.08^{31/360} - 1 = 0.00664921$	$1.0004^{31/30} - 1 = 0.00041334$	0.00706255	1.00706255	1.020874171
3	03/10/23	30	$1.08^{30/360} - 1 = 0.00643403$	$1.0004^{30/30} - 1 = 0.00040000$	0.00683403	1.00683403	1.013944841
4	03/11/23	31	$1.08^{31/360} - 1 = 0.00664921$	$1.0004^{31/30} - 1 = 0.00041334$	0.00706255	1.00706255	1.006834030
5	03/12/23	30	$1.08^{30/360} - 1 = 0.00643403$	$1.0004^{30/30} - 1 = 0.00040000$	0.00683403	1.00683403	1.000000000
		153				1.03534503	5.069737183
						$\prod_{k=1}^n (1 + i_k)$	$1 + \sum_{\alpha=2}^n \left[ \prod_{\beta=\alpha}^n (1 + i_\beta) \right]$

**Tabla 40**

*Producto de factores simples de capitalización  $(1+i_k)$  y suma de factores acumulados hasta el final del horizonte temporal del préstamo con tasas efectivas paralelas*

k	Fechas	Días	$\prod (1 + i_k)$	Factor al futuro: $\sum_{\alpha=2}^n (\prod_{\beta=\alpha}^n F_\beta) + 1$
0	03/07/23			
1	03/08/23	31	1.00706255	$1.00706255 \times 1.00683403 \times 1.00706255 \times 1.00683403 = 1.028084141$
2	03/09/23	31	1.00706255	$1.00683403 \times 1.00706255 \times 1.00683403 = 1.020874171$
3	03/10/23	30	1.00683403	$1.00706255 \times 1.00683403 = 1.013944841$
4	03/11/23	31	1.00706255	$1.00683403 = 1.006834030$
5	03/12/23	30	1.00683403	$= 1.000000000$
		153	1.03534503	Suma = 5.069737183

$$FRC3 = \left[ \frac{\prod_{k=1}^n F_k}{\sum_{\alpha=2}^n (\prod_{\beta=\alpha}^n F_\beta) + 1} \right] \quad FRC3 = \left[ \frac{1.035345032}{5.069737183} \right] = 0.204220652$$

$$R = D \left[ \frac{\prod_{k=1}^n F_k}{\sum_{\alpha=2}^n (\prod_{\beta=\alpha}^n F_\beta) + 1} \right] \quad R = 20000 \left[ \frac{1.035345032}{5.069737183} \right]$$

$$R = 20000 \times 0.204220652 = 4084.41$$

La Tabla 40 obtiene el numerador y denominador que insume el FRC3. El numerador (1.035345032) es el producto de los FSC de la tasa  $i_k$  personalizado para cada período de cuota (29 días, 30 días, 31 días u otros períodos que se fijan previamente antes de firmar el contrato de préstamo). El denominador (5.069737183) son los productos de los FSC llevado al final del horizonte temporal del préstamo, en este caso el último FSC la se encuentra al final del horizonte temporal y por lo tanto el FSC es 1.

El FRC3 de la fórmula 3 se aplica para préstamos con cuotas uniformes en períodos variables con dos tasas efectivas: una tasa efectiva compensatoria y una tasa efectiva de seguro de desgravamen que se aplican sobre los saldos deudores del préstamo hipotecario.



#### 5.2.4 Factor de recuperación del capital 4 FRC4

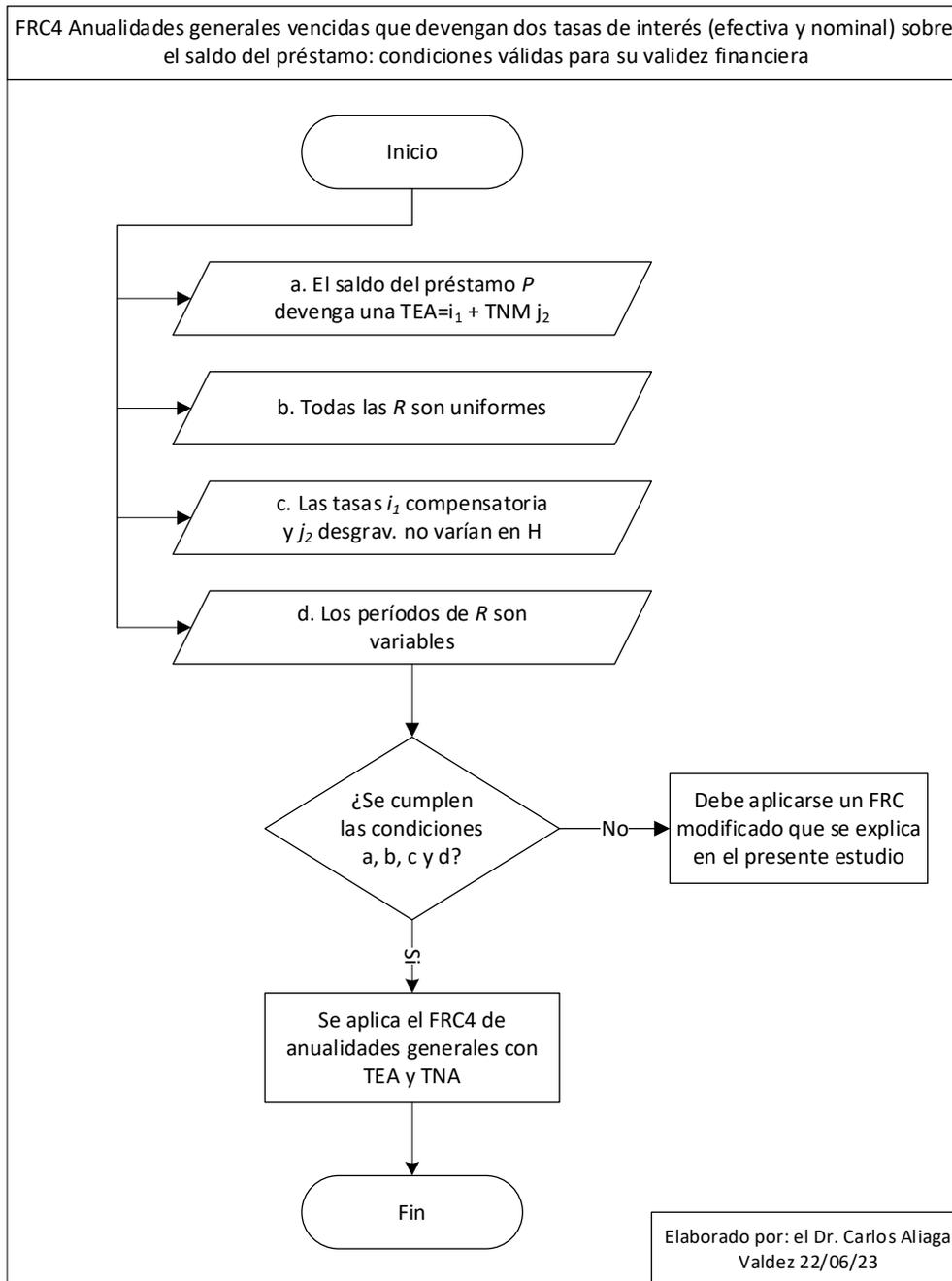
Supuestos del modelo que obtiene el FRC4

- a. Sólo el importe del saldo del préstamo devenga *dos* tasas efectivas  $i_1$  y  $j_2$ .
- b. Todas las rentas son del mismo importe de efectivo.
- c. Las tasas  $i_1$  y  $j_2$  no varían en el horizonte temporal  $H$  de vigencia del préstamo  $P$ .
- d. Los períodos de cada una de todas las rentas  $R$  son *variables*, y necesariamente deben coincidir con los períodos de  $i_1$  y  $j_2$  y con el período de cada cuota  $k$ .
- e. Si se incumple alguno de estos supuestos se viola el principio de equivalencia financiera y, por lo tanto, la última amortización NO cancela el préstamo en el último día de la última cuota uniforme del préstamo.
- f. La demostración del FRC4 de acuerdo con los supuestos anteriores, se presenta a continuación a partir de la ecuación de equivalencia financiera del valor futuro de una *anualidad general*.

La demostración del FRC4 es similar al FRC3, con la única diferencia de que el seguro de desgravamen devenga una tasa nominal mensual  $TNM=0.0004$  que se simboliza con la variable  $j$ , su aplicación en el siguiente ejemplo se efectúa con los mismos datos del FRC3.

**Figura 4**

*Supuestos necesarios para demostrar el factor de recuperación del capital 4 FRC4*



**Tabla 41**

*Factor de recuperación del capital 4 FRC4 y tabla de amortización de un préstamo con cuotas uniformes en períodos variables que devengan dos diferentes tasas: una efectiva y una nominal*

k	Fecha	Días	Cuota total	ITF	Seg. TR	Com.	Cuota	Amort.	Interés	Seg. Des	Saldo
0	03/07/23										20000.00
1	03/08/23	31	4095.19	0.20	10.58	0	4084.41	3943.16	132.98	8.266667	16056.84

k	Fecha	Días	Cuota total	ITF	Seg. TR	Com.	Cuota	Amort.	Interés	Seg. Des	Saldo
2	03/09/23	31	4095.19	0.20	10.58	0	4084.41	3971.0	106.77	6.636826	12085.83
3	03/10/23	30	4095.19	0.20	10.58	0	4084.41	4001.82	77.76	4.834331	8084.01
4	03/11/23	31	4095.19	0.20	10.58	0	4084.41	4027.32	53.75	3.341390	4056.69
5	03/12/23	30	4095.19	0.20	10.58	0	4084.41	4056.69	26.10	1.622676	0.00
		<b>153</b>	<b>20475.97</b>	<b>1.00</b>	<b>52.9</b>	<b>0</b>	<b>20422.07</b>	<b>20000.00</b>	<b>397.36</b>	<b>24.70189</b>	



En este caso el FRC4 es de 0.2042206505 que genera una cuota uniforme de S/ 4084.41. A esta cuota uniforme se le adiciona en cada cuota los importes de S/ 10.58 más S/ 0.2 por ITF con lo cual la cuota uniforme total alcanza el importe de S/ 4095.19.

**Tabla 42**

*Cálculo de las tasas paralelas  $i_k$  (efectiva y nominal) de los períodos no uniformes de cuotas*

k	Fechas	Días	$i' = 0.08$	$j'' = 0.0004$	$i_k = i' + j''$	$1 + i_k$	FA al futuro
0	03/07/23						
1	03/08/23	31	$1.08^{31/360} - 1 = 0.00664921$	$0.0004 \times 31/30 = 0.00041333$	0.00706254	1.00706254	1.028084135
2	03/09/23	31	$1.08^{31/360} - 1 = 0.00664921$	$0.0004 \times 31/30 = 0.00041333$	0.00706254	1.00706254	1.020874168
3	03/10/23	30	$1.08^{30/360} - 1 = 0.00643403$	$0.0004 \times 31/30 = 0.00040000$	0.00683403	1.00683403	1.013944838
4	03/11/23	31	$1.08^{31/360} - 1 = 0.00664921$	$0.0004 \times 31/30 = 0.00041333$	0.00706254	1.00706254	1.006834030
5	03/12/23	30	$1.08^{30/360} - 1 = 0.00643403$	$0.0004 \times 31/30 = 0.00040000$	0.00683403	1.00683403	1.000000000
		<b>153</b>				$1.035345023$	$5.0697371715$
						$\prod_{k=1}^n (1 + i_k)$	$1 + \sum_{\alpha=2}^n \left[ \prod_{\beta=\alpha}^n (1 + i_\beta) \right]$

**Tabla 43**

*Producto de factores simples de capitalización  $(1+i_k)$  a interés compuesto e interés simple y suma de factores acumulados hasta el final del horizonte temporal del préstamo con tasas efectivas paralelas:  $i$  y  $j$*

k	Fechas	Días	$\prod (1 + i_k)$	Factor al futuro: $\sum_{\alpha=2}^n (\prod_{\beta=\alpha}^n F_\beta) + 1$
0	03/07/23			
1	03/08/23	31	1.00706254	$1.00706254 \times 1.00683403 \times 1.00706254 \times 1.00683403 = 1.028084135$
2	03/09/23	31	1.00706254	$1.00683403 \times 1.00706254 \times 1.00683403 = 1.020874168$
3	03/10/23	30	1.00683403	$1.00706254 \times 1.00683403 = 1.013944838$
4	03/11/23	31	1.00706254	$1.00683403 = 1.006834030$
5	03/12/23	30	1.00683403	$= 1.000000000$
		<b>153</b>	<b>1.035345023</b>	<b>Suma = 5.0697371715</b>

$$FRC4 = \frac{\prod_{k=1}^n F_k}{\sum_{\alpha=2}^n (\prod_{\beta=\alpha}^n F_\beta) + 1} \quad FRC4 = \frac{1.035345023}{5.0697371715} = 0.2042206505$$

$$R = D \left[ \frac{\prod_{k=1}^n F_k}{\sum_{\alpha=2}^n (\prod_{\beta=\alpha}^n F_{\beta}) + 1} \right] \quad R = 20000 \left[ \frac{1.035345023}{5.0697371715} \right]$$

$$R = 20000 \times 0.2042206505 = 4084.41$$

La **Tabla 43** obtiene el numerador y denominador que insume el FRC4. El numerador (1.035345023) es el producto de los FSC de la tasa  $i_k$  personalizado para cada período de cuota (29 días, 30 días, 31 días u otros períodos que se fijan previamente antes de firmar el contrato de préstamo). El denominador (5.0697371715) son los productos de los FSC llevado al final del horizonte temporal del préstamo, en este caso el último FSC la se encuentra al final del horizonte temporal y por lo tanto el FSC es 1.

El FRC4 es el mismo FRC3 con la única diferencia en su aplicación que considera una tasa efectiva compensatoria y una tasa nominal.

### 5.3 Otro tipo de resultados de acuerdo a la naturaleza del problema y la hipótesis

La Tabla 44 muestra que el 100% de la muestra de estudio no aplica una fórmula analítica que obtenga una cuota uniforme en períodos variables que pueda ser replicada por el prestatario, analistas, especialistas, investigadores y personal interesado, tal como lo dispone la Resolución SBS 3274-2017 Reglamento de Gestión de Conducta de Mercado del Sistema Financiero en su artículo 20 “Mecanismos de difusión de información”.

**Tabla 44**

*Resultados de los cálculos de cuotas uniformes en períodos variables con tasas paralelas de la muestra de estudio en el sistema financiero peruano*

Nº	Institución financiera	¿Prueba y error?	Observaciones
1	BANBIF	Si	Utiliza incorrectamente el FRC1 de períodos uniformes y obtiene meses promedios de 30.44 días
2	Banco de la Nación	Si	Utiliza el FRC2 de períodos no uniformes
3	Scotiabank	Si	Utiliza incorrectamente el FRC1 de períodos uniformes, su última cuota es diferente a las demás
4	BBVA	Si	No detalla que fórmula utiliza
5	BCP	Si	Convierte una TEA en TNA de 365 días

N°	Institución financiera	¿Prueba y error?	Observaciones
6	Caja Municipal Ica	Si	Realiza cálculos de prueba y error
7	Caja rural de ahorro y crédito Raíz	Si	Utiliza incorrectamente el FRC1 para cuotas de períodos variables
8	Financiera Efectiva	Si	Utiliza incorrectamente el FRC1 y luego realiza 16 cálculos aproximativos
9	Financiera Confianza	Si	Utiliza incorrectamente el FRC1 de períodos uniformes y luego corrige la cuota con "prueba y error"
10	Financiera Credinka	Si	Utiliza incorrectamente el FRC1 de períodos uniformes y luego corrige la cuota con "prueba y error"
11	MiCasita Hipotecaria	Si	Utiliza incorrectamente el FRC1 de períodos uniformes y luego corrige la cuota con "prueba y error"
12	Caja Cuzco	Si	Utiliza el FRC2 de períodos no uniformes, sin embargo, la cuota final uniforme es variable
13	Banco GNB	Si	Utiliza el FRC1 y luego corrige la cuota con "prueba y error"
14	Financiera Qapaq	Si	Los períodos de pago de pago son variables sin embargo considera todas las cuotas de 30 días
15	Banco de Comercio	Si	Utiliza el procedimiento de prueba y error
16	Banco Pichincha	Si	Utiliza incorrectamente el FRC1 para cuotas de períodos variables
17	Caja Huancayo	Si	Utiliza incorrectamente el FRC1 y luego corrige la cuota con 11 iteraciones cuya última cuota difiere de las demás
18	Caja Trujillo	Si	Aunque utiliza el FRC2 realiza aproximaciones sucesivas, sin embargo, la última cuota difiere de las anteriores
19	MiBanco	Si	Con los datos que presenta no es posible verificar el procedimiento de cálculo

## 6 Capítulo VI: Discusión de resultados

### 6.1 Contratación y demostración de la hipótesis con los resultados

De lo investigado se pudo verificar que el 100% de entidades tomadas en la muestra aplican en mayor o menor el método de “ensayo y error” en sus préstamos hipotecarios amortizables en cuotas uniformes de períodos variables con tasas paralelas, luego de efectuar un primer acercamiento con la aplicación del FRC1 que corresponde exclusivamente a una anualidad simple, para posteriormente con una herramienta financiera de BUSCAR OBJETIVO, SOLVER u otra de naturaleza similar, conseguir que la última cuota extinga el préstamo en su última cuota, lo que se comprueba con su tabla de amortización que muestra un valor diferente a todas las anteriores.

#### Contratación con la hipótesis general

*Las cuotas uniformes en períodos variables que devengan tasas efectivas paralelas de diferentes valores sobre sus saldos que se aplican en el sistema financiero peruano obtenidas con el método de “ensayo y error”, pueden calcularse a través de una fórmula deducida analíticamente aplicando el principio de equivalencia financiera comprobable en un cronograma de pagos que cancela el préstamo en la última cuota uniforme.*

Para contrastar la hipótesis, aleatoriamente se eligió la equivalencia financiera del Banco de la Nación actualizada al 11/10/22 que textualmente dice: “En el punto 3.2.6.1 Compra vivienda terminada / futuro (sin periodo de gracia ni cuota doble) de su página 46, presenta el siguiente ejemplo: si el día 1 de febrero del 2022 un cliente solicita un crédito hipotecario compra vivienda terminada de S/ 105000 a un plazo de 05 años (60 meses), con envío de estado de cuenta electrónico (gratuito), sin periodo de gracia y sin cuota doble, se obtendría la siguiente información de simulación”:

N°	Detalle	Valor	N°	Detalle	Valor
1	Nombre del producto	Crédito Hipotecario Compra Vivienda Terminada / Futuro	6.iii	Fecha de pago de cuotas	Días 25 de cada mes
2.i	Monto del principal	105,000.00	6.iv	Importe de cada cuota	S/2,099.81
2.ii	Moneda en la que se pacta el préstamo	Soles	7	Monto total a pagar al cumplimiento del plazo	Detalle en el cronograma
3	Tasa de interés compensatorio e.a. Fija	6.45%	7.i	Tasa mensual Seguro desgravamen	0.0375%
4	Tasa costo efectivo anual	7.36%	7.ii	Tasa de seguro del inmueble	0.0176%
5.i	Fecha de desembolso	01/02/2022	7.iii	Tasa de seguro de cuota protegida	No aplica
5.ii	Plazo del crédito (meses)	60	7.iv	Monto de seguro de cuota protegida	No aplica
6.i	Frecuencia de cuotas	Mensual	7.v	Periodo de Gracia	No
6.ii	Número total de cuotas	60	8.i	Cuotas dobles	No
			8.ii	Estado de cuenta	S/0.00

### 6.1.1 El análisis de los cálculos efectuados por el Banco de la Nación

Cálculo del FAS de una anualidad con períodos no uniformes con doble tasa, la compensatoria TEA=0.0645 (360 días) y una tasa de seguro de desgravamen hipotecario TNM de 0.000375 (30 días).

$$\sum_i^n FA_i = \sum_i^n FSA_i = FSA_1 + FSA_2 + \dots + FSA_{60}$$

FAS con doble tasa (compensatoria + seguro de desgravamen hipotecaria) y períodos variables

$$FSA_1 = [(1 + 0.0645)^{-52/360} - 1] + [(1 + 0.000375)^{-52/360} - 1] = 0.0090694098 + 0.00065 = 0.9903741478$$

$$FSA_2 = [(1 + 0.0645)^{-83/360} - 1] + [(1 + 0.000375)^{-83/360} - 1] = 0.0145152603 + 0.0010375 = 0.9846854236$$

$$FSA_{59} = [(1 + 0.0645)^{-1819/360} - 1] + [(1 + 0.000375)^{-1819/360} - 1] = 0.3713901215 + 0.0227375 = 0.7172944461$$

$$FSA_{60} = [(1 + 0.0645)^{-1850/360} - 1] + [(1 + 0.000375)^{-1850/360} - 1] = 0.3787913820 + 0.023125 = 0.7133093049$$

$$FAS = 0.9903741478 + 0.9846854236 + \dots + 0.7172944461 + 0.7133093049 = 50.61836679993$$

Prima mensual del seguro del bien sería (valor constante en cada cuota):

$$\text{Seguro del bien} = 120000 \times 0.000176 = S/ 21.12$$

## Seguro de desgravamen cuota 1

$$SD = 105000 \times 0.000375 \times \frac{52}{30} = 68.25$$

## Cálculo de la cuota uniforme

$$Cuota = \frac{\text{Préstamo}}{\sum_i^n FA_i} + SB + EC$$

$$Cuota = \frac{105000}{50.61836679993} + 21.12 + 0 = 2074.35 + 21,12 = 2095.47$$

Con los datos anteriores el BN presenta la tabla del servicio de la deuda de préstamo hipotecario que se presenta en la **Tabla 45**.

**Tabla 45**

*Servicio de la deuda de un préstamo hipotecario del BN*

Nº de Cuotas	Fecha	Intereses (S/)	Seguro de Desgravamen (S/)	Seguro del Inmueble (S/)	Envío de Estado de Cta.	Cuotas (S/)	Amortización (S/)	Saldo (S/)
0	01/02/2022							105,000.00
1	25/03/2022	952.29	68.25	21.12	-	2,099.81	1,058.15	103,941.85
2	25/04/2022	560.96	40.28	21.12	-	2,099.81	1,477.45	102,464.40
3	25/05/2022	535.11	38.42	21.12	-	2,099.81	1,505.16	100,959.24
4	25/06/2022	544.87	39.12	21.12	-	2,099.81	1,494.70	99,464.54
5	25/07/2022	519.44	37.30	21.12	-	2,099.81	1,521.95	97,942.59
6	25/08/2022	528.59	37.95	21.12	-	2,099.81	1,512.15	96,430.44
7	25/09/2022	520.43	37.37	21.12	-	2,099.81	1,520.89	94,909.55
8	25/10/2022	495.65	35.59	21.12	-	2,099.81	1,547.45	93,362.10
9	25/11/2022	503.87	36.18	21.12	-	2,099.81	1,538.64	91,823.46
10	25/12/2022	479.53	34.43	21.12	-	2,099.81	1,564.73	90,258.73
...	...	...	...	...	...	...	...	...
51	25/05/2026	105.23	7.56	21.12	-	2,099.81	1,965.90	18,183.75
52	25/06/2026	98.14	7.05	21.12	-	2,099.81	1,973.50	16,210.25
53	25/07/2026	84.66	6.08	21.12	-	2,099.81	1,987.95	14,222.30
54	25/08/2026	76.76	5.51	21.12	-	2,099.81	1,996.42	12,225.88
55	25/09/2026	65.98	4.74	21.12	-	2,099.81	2,007.97	10,217.91
56	25/10/2026	53.36	3.83	21.12	-	2,099.81	2,021.50	8,196.41
57	25/11/2026	44.24	3.18	21.12	-	2,099.81	2,031.27	6,165.14
58	25/12/2026	32.20	2.31	21.12	-	2,099.81	2,044.18	4,120.96
59	25/01/2027	22.24	1.60	21.12	-	2,099.81	2,054.85	2,066.11
60	25/02/2027	11.15	0.80	21.12	-	2,099.18	2,066.11	-
<b>Total</b>		<b>18,399.72</b>	<b>1,321.05</b>	<b>1,267.20</b>	-	<b>125,987.97</b>	<b>105,000.00</b>	

### 6.1.2 Observaciones al modelo del BN

Las principales observaciones al modelo del Banco de la Nación se presentan a continuación.

- Acumula tasas efectivas con tasas nominales para el cálculo de la cuota uniforme con doble tasa y períodos variables; así el FAS utiliza una tasa efectiva compensatoria y una tasa nominal para el seguro de desgravamen  $TSD = \frac{(f_i - f_{i-1})}{30}$ , sin embargo, al efectuar el cálculo del seguro de desgravamen el Banco de la Nación utiliza esa tasa proporcional como una tasa efectiva mensual.
- Mutila las tasas de interés a 4 decimales, es por eso que en el presente trabajo se obtiene una cuota de S/ 2095.47 que difiere de la obtenida por el Banco de la Nación que asciende a S/ 2099.81.
- Al no considerar el principio de equivalencia financiera, la cuota del préstamo deja de ser uniforme, ya que no logra cancelar el préstamo en la última cuota la misma que tiene un importe de S/ 2099.18.

### 6.1.3 Aplicación del FRC3 propuesto en la presente investigación

El caso del préstamo hipotecario del BN lo desarrollaremos con el sistema de Cuotas uniformes en períodos variables con tasas paralelas de diferentes valores sobre los saldos cuya consistencia matemático financiera se presenta en la Tabla 46.

**Tabla 46**

*Cálculos que obtiene el FRC3 con tasas efectivas paralelas en períodos no uniformes BN*

k	Fecha	Días		TE Compensatoria	TE Seg. Desg	Suma de tasas	$\prod_{k=1}^n (1 + i_k)$	Factor al futuro
		Mes	Acum	$i' = 0.0645$	$i'' = 0.000375$	$i_k = i' + i''$		
0	01/02/22							
1	25/03/22	52	52	0.00906940977	0.00065008937	0.00971949914	1.00971949914	1.39728480390
2	25/04/22	31	83	0.00539690378	0.00038750242	0.00578440620	1.00578440620	1.38924882438
3	25/05/22	30	113	0.00522235632	0.00037500000	0.00559735632	1.00559735632	1.38151598713
4	25/06/22	31	144	0.00539690378	0.00038750242	0.00578440620	1.00578440620	1.37357069628
5	25/07/22	30	174	0.00522235632	0.00037500000	0.00559735632	1.00559735632	1.36592512663
6	25/08/22	31	205	0.00539690378	0.00038750242	0.00578440620	1.00578440620	1.35806950099
7	25/09/22	31	236	0.00539690378	0.00038750242	0.00578440620	1.00578440620	1.35025905414
8	25/10/22	30	266	0.00522235632	0.00037500000	0.00559735632	1.00559735632	1.34274324176
9	25/11/22	31	297	0.00539690378	0.00038750242	0.00578440620	1.00578440620	1.33502093836
10	25/12/22	30	327	0.00522235632	0.00037500000	0.00559735632	1.00559735632	1.32758994439
11	25/01/23	31	358	0.00539690378	0.00038750242	0.00578440620	1.00578440620	1.31995478972
12	25/02/23	31	389	0.00539690378	0.00038750242	0.00578440620	1.00578440620	1.31236354588
13	25/03/23	28	417	0.00487335231	0.00034999563	0.00522334794	1.00522334794	1.30554423410

k	Fecha	Días		TE Compensatoria	TE Seg. Desg	Suma de tasas	$\prod_{k=1}^n (1 + i_k)$	Factor al futuro
		Mes	Acum	$i' = 0.0645$	$i'' = 0.000375$	$i_k = i' + i''$		
14	25/04/23	31	448	0.00539690378	0.00038750242	0.00578440620	1.00578440620	1.29803586738
15	25/05/23	30	478	0.00522235632	0.00037500000	0.00559735632	1.00559735632	1.29081073972
16	25/06/23	31	509	0.00539690378	0.00038750242	0.00578440620	1.00578440620	1.28338710737
17	25/07/23	30	539	0.00522235632	0.00037500000	0.00559735632	1.00559735632	1.27624351765
18	25/08/23	31	570	0.00539690378	0.00038750242	0.00578440620	1.00578440620	1.26890366343
19	25/09/23	31	601	0.00539690378	0.00038750242	0.00578440620	1.00578440620	1.26160602173
20	25/10/23	30	631	0.00522235632	0.00037500000	0.00559735632	1.00559735632	1.25458366989
21	25/11/23	31	662	0.00539690378	0.00038750242	0.00578440620	1.00578440620	1.24736838447
22	25/12/23	30	692	0.00522235632	0.00037500000	0.00559735632	1.00559735632	1.24042528217
23	25/01/24	31	723	0.00539690378	0.00038750242	0.00578440620	1.00578440620	1.23329142361
24	25/02/24	31	754	0.00539690378	0.00038750242	0.00578440620	1.00578440620	1.22619859286
25	25/03/24	29	783	0.00504783917	0.00036249773	0.00541033690	1.00541033690	1.21960014519
26	25/04/24	31	814	0.00539690378	0.00038750242	0.00578440620	1.00578440620	1.21258605489
27	25/05/24	30	844	0.00522235632	0.00037500000	0.00559735632	1.00559735632	1.20583655801
28	25/06/24	31	875	0.00539690378	0.00038750242	0.00578440620	1.00578440620	1.19890162402
29	25/07/24	30	905	0.00522235632	0.00037500000	0.00559735632	1.00559735632	1.19222829742
30	25/08/24	31	936	0.00539690378	0.00038750242	0.00578440620	1.00578440620	1.18537162643
31	25/09/24	31	967	0.00539690378	0.00038750242	0.00578440620	1.00578440620	1.17855438911
32	25/10/24	30	997	0.00522235632	0.00037500000	0.00559735632	1.00559735632	1.17199431929
33	25/11/24	31	1028	0.00539690378	0.00038750242	0.00578440620	1.00578440620	1.16525401673
34	25/12/24	30	1058	0.00522235632	0.00037500000	0.00559735632	1.00559735632	1.15876797945
35	25/01/25	31	1089	0.00539690378	0.00038750242	0.00578440620	1.00578440620	1.15210374341
36	25/02/25	31	1120	0.00539690378	0.00038750242	0.00578440620	1.00578440620	1.14547783432
37	25/03/25	28	1148	0.00487335231	0.00034999563	0.00522334794	1.00522334794	1.13952569513
38	25/04/25	31	1179	0.00539690378	0.00038750242	0.00578440620	1.00578440620	1.13297212415
39	25/05/25	30	1209	0.00522235632	0.00037500000	0.00559735632	1.00559735632	1.12666577435
40	25/06/25	31	1240	0.00539690378	0.00038750242	0.00578440620	1.00578440620	1.12018616256
41	25/07/25	30	1270	0.00522235632	0.00037500000	0.00559735632	1.00559735632	1.11395098199
42	25/08/25	31	1301	0.00539690378	0.00038750242	0.00578440620	1.00578440620	1.10754449474
43	25/09/25	31	1332	0.00539690378	0.00038750242	0.00578440620	1.00578440620	1.10117485210
44	25/10/25	30	1362	0.00522235632	0.00037500000	0.00559735632	1.00559735632	1.09504549229
45	25/11/25	31	1393	0.00539690378	0.00038750242	0.00578440620	1.00578440620	1.08874773314
46	25/12/25	30	1423	0.00522235632	0.00037500000	0.00559735632	1.00559735632	1.08268754517
47	25/01/26	31	1454	0.00539690378	0.00038750242	0.00578440620	1.00578440620	1.07646085830
48	25/02/26	31	1485	0.00539690378	0.00038750242	0.00578440620	1.00578440620	1.07026998198
49	25/03/26	28	1513	0.00487335231	0.00034999563	0.00522334794	1.00522334794	1.06470863831
50	25/04/26	31	1544	0.00539690378	0.00038750242	0.00578440620	1.00578440620	1.05858535064
51	25/05/26	30	1574	0.00522235632	0.00037500000	0.00559735632	1.00559735632	1.05269305252
52	25/06/26	31	1605	0.00539690378	0.00038750242	0.00578440620	1.00578440620	1.04663886816
53	25/07/26	30	1635	0.00522235632	0.00037500000	0.00559735632	1.00559735632	1.04081306656
54	25/08/26	31	1666	0.00539690378	0.00038750242	0.00578440620	1.00578440620	1.03482720565
55	25/09/26	31	1697	0.00539690378	0.00038750242	0.00578440620	1.00578440620	1.02887577026
56	25/10/26	30	1727	0.00522235632	0.00037500000	0.00559735632	1.00559735632	1.02314884162
57	25/11/26	31	1758	0.00539690378	0.00038750242	0.00578440620	1.00578440620	1.01726457013
58	25/12/26	30	1788	0.00522235632	0.00037500000	0.00559735632	1.00559735632	1.01160227176
59	25/01/27	31	1819	0.00539690378	0.00038750242	0.00578440620	1.00578440620	1.00578440620

k	Fecha	Días		TE Compensatoria $i' = 0.0645$	TE Seg. Desg $i'' = 0.000375$	Suma de tasas $i_k = i' + i''$	$\prod_{k=1}^n (1 + i_k)$	Factor al futuro
		Mes	Acum					
60	25/02/27	31	1850	0.00539690378	0.00038750242	0.00578440620	1.00578440620	1.00000000000
		1850					1.41086571236	71.2667952839



$$R = P \left[ \frac{\prod_{k=1}^n (1 + i_k)}{1 + \sum_{\alpha=2}^n [\prod_{\beta=\alpha}^n (1 + i_{\beta})]} \right] = 105000 \left[ \frac{1.41086571236}{71.26679528391} \right] = 105000 \times 0.01979695743 = 2078.68$$

$$R_{total} = R' + ITF + Seg. Bien + Comisión$$

$$R_{Total} = 2078.68 + 0.1 + 21.12 + 0 = 2099.90$$

### 6.1.4 Contrastación con la hipótesis específica

Las cuotas uniformes en períodos variables con tasas efectivas paralelas de diferentes valores pueden validarse con el principio de equivalencia financiera, a través de su respectiva tabla de amortización, la misma que debe extinguir el préstamo en la última cuota sin emplear ningún artificio o cuota balloon (cuota diferente a las demás cuotas uniformes).

Una vez aplicado el FRC3 que obtiene la cuota uniforme en períodos variables con tasas paralelas, podemos contrastar la validez de la fórmula deducida analíticamente en la presente investigación con su respectiva tabla de amortización o cronograma de pagos que se muestra en la Tabla 47.

**Tabla 47**

*Cálculos que obtiene el FRC3 con tasas efectivas paralelas en períodos no uniformes BN*

k	Fecha	Días	Acum	Cuota total	ITF	Seg. TR Com.	Cuota	Amort.	Interés	Seg. Des	Saldo	
0	01/02/22										105000.00	
1	25/03/22	52	52	2099.90	0.10	21.12	0	2078.68	1058.13	952.29	68.26	103941.87
2	25/04/22	31	83	2099.90	0.10	21.12	0	2078.68	1477.44	560.96	40.28	102464.43
3	25/05/22	30	113	2099.90	0.10	21.12	0	2078.68	1505.15	535.11	38.42	100959.28
4	25/06/22	31	144	2099.90	0.10	21.12	0	2078.68	1494.69	544.87	39.12	99464.59
5	25/07/22	30	174	2099.90	0.10	21.12	0	2078.68	1521.94	519.44	37.30	97942.64
6	25/08/22	31	205	2099.90	0.10	21.12	0	2078.68	1512.14	528.59	37.95	96430.50
7	25/09/22	31	236	2099.90	0.10	21.12	0	2078.68	1520.89	520.43	37.37	94909.62
8	25/10/22	30	266	2099.90	0.10	21.12	0	2078.68	1547.44	495.65	35.59	93362.18
9	25/11/22	31	297	2099.90	0.10	21.12	0	2078.68	1538.64	503.87	36.18	91823.54
10	25/12/22	30	327	2099.90	0.10	21.12	0	2078.68	1564.71	479.54	34.43	90258.83
11	25/01/23	31	358	2099.90	0.10	21.12	0	2078.68	1556.59	487.12	34.98	88702.25

k	Fecha	Días	Acum	Cuota total	ITF	Seg. TR	Com.	Cuota	Amort.	Interés	Seg. Des	Saldo
12	25/02/23	31	389	2099.90	0.10	21.12	0	2078.68	1565.59	478.72	34.37	87136.65
13	25/03/23	28	417	2099.90	0.10	21.12	0	2078.68	1623.54	424.65	30.50	85513.12
14	25/04/23	31	448	2099.90	0.10	21.12	0	2078.68	1584.04	461.51	33.14	83929.08
15	25/05/23	30	478	2099.90	0.10	21.12	0	2078.68	1608.90	438.31	31.47	82320.18
16	25/06/23	31	509	2099.90	0.10	21.12	0	2078.68	1602.51	444.27	31.90	80717.67
17	25/07/23	30	539	2099.90	0.10	21.12	0	2078.68	1626.87	421.54	30.27	79090.80
18	25/08/23	31	570	2099.90	0.10	21.12	0	2078.68	1621.19	426.85	30.65	77469.61
19	25/09/23	31	601	2099.90	0.10	21.12	0	2078.68	1630.56	418.10	30.02	75839.05
20	25/10/23	30	631	2099.90	0.10	21.12	0	2078.68	1654.18	396.06	28.44	74184.87
21	25/11/23	31	662	2099.90	0.10	21.12	0	2078.68	1649.57	400.37	28.75	72535.30
22	25/12/23	30	692	2099.90	0.10	21.12	0	2078.68	1672.67	378.81	27.20	70862.63
23	25/01/24	31	723	2099.90	0.10	21.12	0	2078.68	1668.78	382.44	27.46	69193.84
24	25/02/24	31	754	2099.90	0.10	21.12	0	2078.68	1678.44	373.43	26.81	67515.41
25	25/03/24	29	783	2099.90	0.10	21.12	0	2078.68	1713.40	340.81	24.47	65802.01
26	25/04/24	31	814	2099.90	0.10	21.12	0	2078.68	1698.05	355.13	25.50	64103.95
27	25/05/24	30	844	2099.90	0.10	21.12	0	2078.68	1719.87	334.77	24.04	62384.09
28	25/06/24	31	875	2099.90	0.10	21.12	0	2078.68	1717.83	336.68	24.17	60666.26
29	25/07/24	30	905	2099.90	0.10	21.12	0	2078.68	1739.11	316.82	22.75	58927.15
30	25/08/24	31	936	2099.90	0.10	21.12	0	2078.68	1737.82	318.02	22.83	57189.33
31	25/09/24	31	967	2099.90	0.10	21.12	0	2078.68	1747.87	308.65	22.16	55441.45
32	25/10/24	30	997	2099.90	0.10	21.12	0	2078.68	1768.35	289.54	20.79	53673.10
33	25/11/24	31	1028	2099.90	0.10	21.12	0	2078.68	1768.21	289.67	20.80	51904.89
34	25/12/24	30	1058	2099.90	0.10	21.12	0	2078.68	1788.15	271.07	19.46	50116.74
35	25/01/25	31	1089	2099.90	0.10	21.12	0	2078.68	1788.78	270.48	19.42	48327.95
36	25/02/25	31	1120	2099.90	0.10	21.12	0	2078.68	1799.13	260.82	18.73	46528.82
37	25/03/25	28	1148	2099.90	0.10	21.12	0	2078.68	1835.64	226.75	16.28	44693.17
38	25/04/25	31	1179	2099.90	0.10	21.12	0	2078.68	1820.16	241.20	17.32	42873.02
39	25/05/25	30	1209	2099.90	0.10	21.12	0	2078.68	1838.70	223.90	16.08	41034.31
40	25/06/25	31	1240	2099.90	0.10	21.12	0	2078.68	1841.32	221.46	15.90	39192.99
41	25/07/25	30	1270	2099.90	0.10	21.12	0	2078.68	1859.30	204.68	14.70	37333.69
42	25/08/25	31	1301	2099.90	0.10	21.12	0	2078.68	1862.73	201.49	14.47	35470.96
43	25/09/25	31	1332	2099.90	0.10	21.12	0	2078.68	1873.50	191.43	13.75	33597.46
44	25/10/25	30	1362	2099.90	0.10	21.12	0	2078.68	1890.62	175.46	12.60	31706.83
45	25/11/25	31	1393	2099.90	0.10	21.12	0	2078.68	1895.28	171.12	12.29	29811.56
46	25/12/25	30	1423	2099.90	0.10	21.12	0	2078.68	1911.81	155.69	11.18	27899.74
47	25/01/26	31	1454	2099.90	0.10	21.12	0	2078.68	1917.30	150.57	10.81	25982.45
48	25/02/26	31	1485	2099.90	0.10	21.12	0	2078.68	1928.39	140.22	10.07	24054.06
49	25/03/26	28	1513	2099.90	0.10	21.12	0	2078.68	1953.04	117.22	8.42	22101.02
50	25/04/26	31	1544	2099.90	0.10	21.12	0	2078.68	1950.84	119.28	8.56	20150.18
51	25/05/26	30	1574	2099.90	0.10	21.12	0	2078.68	1965.89	105.23	7.56	18184.29
52	25/06/26	31	1605	2099.90	0.10	21.12	0	2078.68	1973.50	98.14	7.05	16210.79
53	25/07/26	30	1635	2099.90	0.10	21.12	0	2078.68	1987.94	84.66	6.08	14222.85
54	25/08/26	31	1666	2099.90	0.10	21.12	0	2078.68	1996.41	76.76	5.51	12226.44
55	25/09/26	31	1697	2099.90	0.10	21.12	0	2078.68	2007.96	65.98	4.74	10218.48
56	25/10/26	30	1727	2099.90	0.10	21.12	0	2078.68	2021.48	53.36	3.83	8197.00
57	25/11/26	31	1758	2099.90	0.10	21.12	0	2078.68	2031.27	44.24	3.18	6165.73
58	25/12/26	30	1788	2099.90	0.10	21.12	0	2078.68	2044.17	32.20	2.31	4121.57
59	25/01/27	31	1819	2099.90	0.10	21.12	0	2078.68	2054.84	22.24	1.60	2066.73
60	25/02/27	31	1850	2099.90	0.10	21.12	0	2078.68	2066.73	11.15	0.80	0.00
<b>1850</b>			<b>125994.03</b>	<b>6.00</b>	<b>1267.2</b>	<b>0</b>	<b>124720.83</b>	<b>105000.00</b>	<b>18399.78</b>	<b>1321.06</b>		

### 6.1.5 Sistematización de los FRC deducidos en la presente investigación

La Figura 5 muestra la función financiera CuotaUniformeTasasEfecPerDif (cuotas uniformes con tasas efectivas en períodos de cuotas diferentes<sup>1</sup> cuyos argumentos son: las fechas de vencimiento de las cuotas el importe del préstamo, la tasa efectiva compensatoria, la tasa efectiva de seguro de desgravamen, el período de la tasa efectiva compensatoria y el período de tasa efectiva de seguro de desgravamen.

**Figura 5**

*Función en Excel que sistematiza los algoritmos de los FRC3 y obtiene la cuota uniforme*

The screenshot shows the 'Argumentos de función' (Function Arguments) dialog box for the function 'CuotaUniformeTasasEfecPerDif'. The arguments are as follows:

Argumento	Valor	Resultado
Fechas	E3:E63	{44593;44645;44676;44706;44737;44767;44798;
Desembolso	B6	= 105000
TasaEfec1	B7	= 0.0645
TasaEfec2	B9	= 0.000375
PeríodoTasaEfec1	B8	= 360
		= 2078.68053

Below the arguments, there is a message: 'No hay ayuda disponible.' and the word 'Fechas' is centered. At the bottom, it shows 'Resultado de la fórmula = 2078.68' and buttons for 'Aceptar' and 'Cancelar'.

## 6.2 Definición conceptual de variables

### Cuotas uniformes en períodos variables con tasas paralelas de diferentes valores sobre los saldos

Rentas de una anualidad general cuyos períodos no son equidistantes, no contienen necesariamente el mismo número de días durante el horizonte temporal, que se calculan con dos o más tasas efectivas de diferentes magnitudes aplicables al saldo deudor de un préstamo hipotecario, bajo el principio de equivalencia financiera.

### Cronograma de pagos

Tabla de amortización de un préstamo que se cancela con dos o más cuotas de

<sup>1</sup> Propiedad intelectual de Carlos Aliaga registrada en INDECOPI.

acuerdo con los distintos sistemas de amortización. Muestra los diferentes importes que integran la cuota total del préstamo cuya suma de cuotas capitales suman el importe entregado en préstamo.



### **6.3 Contrastación de los resultados con otros estudios similares**

La contrastación con otros estudios similares corresponde a lo desarrollado en el punto 5.1 Resultados descriptivos donde se muestran los estudios desarrollados por las empresas del sistema financiero peruano que utilizan inadecuadamente el FRC1 para las cuotas de períodos variables con tasas paralelas, en vez de aplicar el algoritmo que se presenta. Aunque las diferencias en términos monetarios no son significativas, las metodologías financieras no son adecuadas lo que obliga a corregir los cálculos financieros efectuados con el procedimiento de la caja negra de “prueba y error”.

### **6.4 Responsabilidad ética de acuerdo con los reglamentos vigentes (el autor de la investigación se responsabiliza por la información emitida en el informe)**

La presente investigación tuvo como objetivo deducir una fórmula general analítica que obtenga una cuota uniforme en períodos variables que matemáticamente cancele el saldo deudor de un préstamo que devenga dos o más tasas efectivas en forma paralela, evitando los procedimientos actuales de ensayo y error que aplica el sistema financiero peruano, verificable a través del cronograma de pago, del principio de equivalencia financiera y de su valor actual neto, y un objetivo específico de aplicar esa fórmula analítica en los ejemplos de bancos y empresas financieras disponibles en sus páginas web y contrastar sus resultados con los obtenidos con la fórmula analítica, en cumplimiento de lo dispuesto en la Resolución SBS 3274-2017.

Este trabajo se realizó consultando las fuentes bibliográficas y sobre todo la información de cada banco de la muestra de estudio, y me responsabilizo de la deducción de la fórmula analítica que presento cuya validez financiera se corrobora al aplicarlo a cualquier caso consultado cuya tabla de amortización corrobora la validez de la equivalencia financiera al cancelar matemáticamente el saldo deudor en la última cuota del préstamo.

## Conclusiones

1. En el presente estudio se planteó como objetivo general cómo deducir una fórmula general analítica que obtenga el importe de cuotas uniformes en períodos variables de préstamos hipotecarios que devengan una tasa efectiva compensatoria y paralelamente una tasa efectiva de seguro de desgravamen sobre los saldos deudores, ya que las metodologías que utilizan y publican las instituciones bancarias y financieras que otorgan préstamos hipotecarios utilizan inadecuadamente el FRC y corrigen la última cuota con métodos iterativos de “prueba y error” que no pueden ser comprobados por prestatarios y especialistas. Producto de la presente investigación se dedujo la siguiente fórmula analítica:

$$R = P \left[ \frac{\prod_{k=1}^n F_k}{\sum_{\alpha=2}^n (\prod_{\beta=\alpha}^n F_{\beta}) + 1} \right]$$

2. La expresión entre corchetes de la ecuación anterior es el FRC que tiene validez tanto para el FRC3 (que utiliza tasas efectivas: compensatoria y de desgravamen hipotecario) y para el FRC4 (que utiliza una tasa efectiva compensatoria y una tasa nominal o de interés simple para el seguro de desgravamen)
3. En cuanto al objetivo general de que esa fórmula general analítica que obtiene las referidas cuotas uniformes se verifique a través su respectivo cronograma de pago, se estructuró un modelo de tabla de amortización o cronograma de pagos que se desarrolló ampliamente en el punto 6.1.4.
4. Con el objetivo de que el presente estudio pueda replicarse por toda la comunidad interesada en la presente investigación, se elaboraron los flujogramas que especifican los supuestos necesarios para demostrar y aplicar el FRC1, el FRC2, el FRC3 y el FRC4, los mismos que se detallan en la Figura 1, Figura 2, Figura 3 y Figura 4 que se encuentran en el punto 5.2 Resultados inferenciales.
5. Con relación al objetivo específico aplicar esa fórmula en los ejemplos de bancos y empresas financieras disponibles en sus páginas web y contrastar sus resultados con los obtenidos con la fórmula analítica, en cumplimiento de lo

dispuesto en la Resolución SBS 3274-2017, se sistematizaron los algoritmos matemático-financieros en una función de Excel que sólo requiere las siguientes variables o argumentos: las fechas de vencimiento de las cuotas, el importe del préstamo, la tasa efectiva compensatoria, la tasa efectiva de seguro de desgravamen, el período de la tasa efectiva compensatoria y el período de tasa efectiva de seguro de desgravamen, desarrollado en el punto 6.1.5 y Figura 5.



## Recomendaciones

1. Incluir en los libros de matemática financiera, finanzas, administración bancaria, ingeniería económica u otros de carácter relacionado un punto específico que abarque la mayoría de variaciones del método francés que se apliquen no solo a anualidades simples, sino también a anualidades generales en el cual los períodos de renta son variables y que utilicen una, dos o más tasa efectivas, de modo que se eviten utilizar cuotas balloon que son la prueba en la mayoría de los casos de que no se empleó adecuadamente la equivalencia financiera. De este modo los académicos podrían emitir opinión técnica a las fórmulas planteadas y optimizar el aporte que he realizado en la presente investigación.
2. Que se emitan opiniones técnicas de los FRC2, FRC3 y FRC4 de acuerdo con los supuestos que se plantearon en el presente estudio, de tal modo que las unidades financieras de las entidades financieras optimicen su metodología del cálculo de cuotas uniformes en períodos variables para sus préstamos hipotecarios, de acuerdo con las normas del BCRP y la normatividad de la SBS.
3. En cuanto al objetivo general de que esa fórmula general deducida analíticamente y que obtiene las referidas cuotas uniformes, se verifique a través su respectivo cronograma de pago, se estructuró un modelo de tabla de amortización o cronograma de pagos que se desarrolló ampliamente en el punto 6.1.4.
4. Perfeccionar los flujogramas que he presentado de modo que se identifiquen más supuestos o se optimicen los propuestos y se puedan personalizar y optimizar para una nueva casuística de los FRC2, FRC3 y FRC4.

5. Crear funciones personalizadas add-in para sistematizar los algoritmos presentados FRC2, FRC3 y FRC4 de tal modo que se incorporen a la biblioteca de Excel y procese y automatice los cálculos que obtienen las cuotas uniformes para cada uno de esos casos, de forma similar a la función financiera PAGO de Excel.

6. Proponer a la SBS en mérito a la Resolución SBS 3274-2017 respecto a los Mecanismos de difusión de información, para que la presente metodología sea revisada por sus expertos y de ser procedentes con los cambios que propongan, uniformizar los diferentes criterios que utilizan los bancos para calcular la cuota uniforme de los préstamos hipotecarios. El artículo 20 de esa Resolución dice a la letra:

**3. Folletos informativos cuantitativos** utilizados para difundir las características de un producto activo o pasivo, incorporando información cuantitativa referida a tasas de interés y/o montos del crédito o depósito, o la cuota mensual que le resultaría aplicable, según corresponda, considerando, adicionalmente, lo siguiente:

a. ***Para los productos activos bajo el sistema de cuotas, debe presentarse un ejemplo explicativo que considere las características del producto ofrecido y desagregue los componentes que contribuyen a la determinación de la TCEA***, utilizando la fórmula señalada en el Anexo N° 1 del Reglamento, así como los cargos por cuenta del cliente en el supuesto de incumplimiento de sus obligaciones.

b. Para los productos activos bajo el sistema revolvente, debe presentarse un ejemplo explicativo que desagregue los componentes que contribuyen a la determinación de la TCEA, utilizando la fórmula señalada en el Anexo N° 1-A del Reglamento, así como los cargos por cuenta del cliente en el supuesto de incumplimiento de sus obligaciones.

c. Para el caso de productos pasivos, debe presentarse un ejemplo explicativo que desagregue los componentes que contribuyen a la determinación de la TREA, utilizando la fórmula señalada en el Anexo N° 2 del Reglamento, así como las penalidades aplicables en el supuesto de incumplimiento por parte del cliente de las condiciones pactadas, en caso corresponda.

## Referencias bibliográficas

- Aldana Aldana, J. (2019). Sumas y restas financieras. *Trabajo de grado para optar el título de matemático*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá. Obtenido de <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/23740/AldanaAldana%20%281%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ayres, F. (s.f.). *Matemáticas Financieras*. Bogotá: McGraw-Hill.
- BANBIF. (2020). *Formulas y ejemplos explicativos - credito hipotecario. Modalidad Nuevo Crédito MiVivienda*. Obtenido de [https://www.banbif.com.pe/Portals/0/PortalOld/simuladores/Ejemplo\\_Explicativo\\_Hipotecario.pdf](https://www.banbif.com.pe/Portals/0/PortalOld/simuladores/Ejemplo_Explicativo_Hipotecario.pdf)
- Banco Central de Reserva del Perú. (2011). *Glosario de términos económicos*. Obtenido de <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Glosario/Glosario-BCRP.pdf>
- Banco de Comercio. (2020 julio). *Préstamos nuevo crédito mivivienda conceptos, fórmulas y ejemplos*. Obtenido de [https://www.bancomercio.com/repositorioaps/0/1/jer/creditomivivienda-documentos/files/Formulas%20y%20ejemplos%20Prestamo%20Mivivienda%20Hipotecario%2027\\_07\\_20%20\(3\).pdf](https://www.bancomercio.com/repositorioaps/0/1/jer/creditomivivienda-documentos/files/Formulas%20y%20ejemplos%20Prestamo%20Mivivienda%20Hipotecario%2027_07_20%20(3).pdf)
- Banco de Crédito del Perú. (s.f.). *Formulas+y+Ejemplos+de+Credito+Vehicular+BCP.pdf*. Obtenido de <https://bit.ly/3lk17Mq>
- Banco de la Nación. (2021, 14 de octubre). *Fórmulas y ejemplos para la liquidación de intereses de los productos activos del Banco de la Nación*. Obtenido de <https://www.bn.com.pe/clientes/tarjetas/formatos/formulas-liquidacion-intereses-productos-activos.pdf>
- Banco GNB. (2019). *Fórmulas crédito hipotecario E000216 v8 07/2019*. Obtenido de [https://www.bancognb.com.pe/web/files/peru/banca\\_personas/prestamos/formulascreditohipotecariooctubre2019.pdf](https://www.bancognb.com.pe/web/files/peru/banca_personas/prestamos/formulascreditohipotecariooctubre2019.pdf)
- Banco Pichincha. (2021). *Crédito hipotecario tradicional: fórmulas y ejemplos*. Obtenido de <https://pichincha-pe-portal.s3.amazonaws.com/s3fs-public/documents/formulas-y-ejemplos-hipotecario-tradicional.pdf>

- BBVA. (2021, octubre). *BBVA préstamos hipotecarios*. Obtenido de [https://www.bbva.pe/content/dam/public-web/peru/documents/personas/prestamos/credito-hipotecario/prestamo-hipotecario-sostenible/Formulas\\_Hipotecarios-Oct-2021.pdf](https://www.bbva.pe/content/dam/public-web/peru/documents/personas/prestamos/credito-hipotecario/prestamo-hipotecario-sostenible/Formulas_Hipotecarios-Oct-2021.pdf)
- Buelvas Parra, J. (2016). Análisis de los métodos de amortización utilizados en Argentina, Chile y Perú. *Revista Pensamiento Gerencial Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas*(4). Obtenido de <https://www.recia.edu.co/index.php/rpg/article/view/543>
- Caja Cuzco. (2018). *Fórmulas y ejemplos explicativos para el cálculo de intereses crédito hipotecario*. Obtenido de <http://www.cmac-cusco.com.pe:8050/userfiles/pdf/Ejemplo%20Credito%20Hipotecario.pdf>
- Caja Huancayo. (2022). *Crédito hipotecario para vivienda fórmulas y ejemplo explicativo V6*. Obtenido de [https://www.cajahuancayo.com.pe/PCM\\_Archivos/PCM\\_ArcTraTasInt/F%C3%93RMULAS%20Y%20EJEMPLO%20DE%20CR%C3%89DITO%20HIPOTECARIOS%202022-V6.pdf](https://www.cajahuancayo.com.pe/PCM_Archivos/PCM_ArcTraTasInt/F%C3%93RMULAS%20Y%20EJEMPLO%20DE%20CR%C3%89DITO%20HIPOTECARIOS%202022-V6.pdf)
- Caja Municipal Ica. (2019). *Fórmulas para el cálculo de crédito hipotecario: versión 01-2019*. Obtenido de <https://www.cmacica.com.pe/cmacica/webcmacica/userfiles/file/servicios/Formulas/credito/Formulas%20Credito%20Hipotecario.pdf>
- Caja Raíz. (2020). *Crédito consumo no revolvente Fórmulas y ejemplos Versión 2020*. Obtenido de <https://www.raiz.pe/Content/pdfs/FORMULAS%20LIQUIDACION%20AHORRO%20Y%20CREDITOS.pdf>
- Caja Trujillo. (2021). *Producto crédito hipotecario mivivienda e hipotecaja*. Obtenido de [https://www.cajatrujillo.com.pe/portalnew/Tarifarios%20Para%20Publicaci%C3%B3n/Formulas%20Creditos/Creditos\\_Hipotecarios.pdf](https://www.cajatrujillo.com.pe/portalnew/Tarifarios%20Para%20Publicaci%C3%B3n/Formulas%20Creditos/Creditos_Hipotecarios.pdf)
- Cubero Romero, P., & Peñas Moyano, M. (2018). El préstamo hipotecario y el proyecto de ley reguladora de los contratos de crédito inmobiliario. *Trabajo de fin de grado*. Universidad de Valladolid, Valladolid, España. Obtenido de <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/34369/TFG-E-612.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Fernández Izquierdo, M., Muñoz Torres, M., Rivera Lirio, J., Ferrero Ferrero, I., &

- Escrig Olmedo, E. (2018). *Manual de las operaciones financieras*. Universitat Jaume I. Obtenido de [http://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/171891/Manual\\_MOF\\_2018.pdf?sequence=7](http://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/171891/Manual_MOF_2018.pdf?sequence=7)
- Financiera Confianza. (2017). *Fórmulas para el cálculo de intereses de créditos. Construyendo Confianza*. Obtenido de <https://confianza.pe/negocios/docs/F%C3%B3rmulas-CONSUMO-NO-REVOLVENTE-C.Personal-Construyendo-C.-Vigente-a-partir-del-01.11.2017.pdf>
- Financiera Credinka. (2021). *Crédito consumo documento de cálculo de intereses, comisiones y gastos*. Obtenido de [https://www.credinka.com/credinka/archivos/transparencia\\_financiera/formulas\\_programas/14\\_Credito\\_Consumo.pdf](https://www.credinka.com/credinka/archivos/transparencia_financiera/formulas_programas/14_Credito_Consumo.pdf)
- Financiera Efectiva. (2021, junio). *Fórmulas aplicables al producto crédito mi vivienda. Versión 03*. Obtenido de <https://www.efectiva.com.pe/wp-content/uploads/2017/12/Hipotecario.pdf>
- Financiera Qapaq. (2021). *Fórmulas y ejemplo crédito hipotecario*. Obtenido de <https://www.qapaq.pe/wp-content/uploads/2022/02/F%C3%B3rmulas%20y%20ejemplos.pdf>
- García Pérez, J., Cruz Rambaud, S., & Andújar Rodríguez, A. (febrero de 2001). Métodos de amortización de capital asociados a operaciones de inversión. *Dirección y Organización Revista de Ingeniería de Organización*. doi:<https://doi.org/10.37610/dyo.v0i25.216>
- García Santillan, A., Moreno García, E., & Silva Montes, M. (2017). International Journal of Developmental and Educational Psychology. (N. M. Revista de Psicología, Ed.) *International Journal of Developmental and Educational Psychology INFAD*(ISSN 0214-9877), 243-256. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/230061522.pdf>
- Gastesi, N. (2021). *iahorro*. Recuperado el 17 de mayo de 2022, de <https://www.iahorro.com/hipotecas/analisis/tipos-hipotecas>
- González Carbonero, M. (2022). Valoración financiera de préstamos con fraccionamiento en el pago de los intereses. *Trabajo de fin de grado en ADE*. Universidad de Valladolid, Valladolid, España. Obtenido de [99](https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/58766/TFG-E-</a></p>
</div>
<div data-bbox=)

1677.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Iniesta Soria, F. (2018). Combinaciones de préstamos e innovación financiera. (F. C. Financers, Ed.) *Premios de investigación Rafael Termes Carreró*. Obtenido de [https://www.ieaf.es/images/premios-termes-carrero/2018/I\\_Premio\\_de\\_la\\_III\\_edicin\\_\\_Premios\\_Rafael\\_Termes.pdf](https://www.ieaf.es/images/premios-termes-carrero/2018/I_Premio_de_la_III_edicin__Premios_Rafael_Termes.pdf)
- MiBanco. (2018). *Fórmulas y ejemplos créditos a medianas, pequeñas microempresas y consumo*. Obtenido de <https://www.mibanco.com.pe/repositorioaps/data/1/1/1/jer/producto-matriz-archivos/files/Formulas%20y%20ejemplos.pdf>
- MiCasita hipotecaria. (2022). *Metodología para calcular las cuotas a pagar para un crédito hipotecario de micasita (crédito nuevo mivivienda)*. Obtenido de <http://www.micasita.com.pe/Descargas/CreditoMiVivienda/Formula%20para%20Calculo%20de%20Cuotas%20Credito%20MiVivienda.pdf>
- Mirman Hernández, R. (2019). Ecuaciones en diferencias, una aplicación al cálculo de saldos pendientes en operaciones de préstamos. *Trabajo de fin de grado en administración y dirección de empresas*. Universidad de Sevilla, Sevilla. Obtenido de <https://idus.us.es/handle/11441/96319>
- Moore, J. (1981). *Manual de matemáticas financieras*. México DF: UTEHA.
- Narro, J. (2019). Crédito Hipotecario en la Argentina: la Aplicación del Sistema UVA. *Tesis de grado*. Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina. Obtenido de <https://bit.ly/3KDM3Cd>
- Narro, J. (s.f.). Tesis de grado. *Crédito Hipotecario en la Argentina: la Aplicación del Sistema UVA*. Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires. Obtenido de [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/64142719/Cr%C3%A9dito\\_hipotecario\\_en\\_la\\_Argentina.\\_Sistema\\_UVA-libre.pdf?1597084271=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DCredito\\_hipotecario\\_en\\_la\\_Argentina\\_la\\_a.pdf&Expires=1690170931&Signature=MdJp1Kbk](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/64142719/Cr%C3%A9dito_hipotecario_en_la_Argentina._Sistema_UVA-libre.pdf?1597084271=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DCredito_hipotecario_en_la_Argentina_la_a.pdf&Expires=1690170931&Signature=MdJp1Kbk)
- Olivi, T., & Tolosa, L. (2020). *Matemática financiera* (2da ed.). Córdoba, Argentina: Asociación Cooperadora de la Facultad de Ciencias Económicas de la UNC.
- Ossa, D., & Boada, A. (2020). Suma aritmética de tasas efectivas frente tasas indexadas: diferencia matemática y particularidades pedagógicas. (F. E. CEIPA, Ed.) Obtenido de <https://bit.ly/39RXr0L>
- Pamplona Ramírez, J., & Cano Giraldo, J. (2020). Adquisición de créditos hipotecarios en las entidades bancarias de la ciudad de Medellín. *Trabajo de grado*.

Tecnológico de Antioquia Institución Universitaria Facultad de Ciencias Administrativas y Económicas, Medellín, Colombia.

- Pascual Burillo, F., & Romero Ramos, A. R. (2005). Las hipotecas y la tasa anual equivalente. *Suma*, 25-32. Obtenido de <https://redined.educacion.gob.es/xmlui/bitstream/handle/11162/14155/025-032.pdf?sequence=1>
- Pozo Carrero, E., & Zúñiga Rodríguez, J. (1992). *Análisis y formulación de las operaciones financieras*. Madrid: ESIC Editorial. Obtenido de <https://bit.ly/3PI9NbU>
- Rodríguez, A. M. (2020). Rentabilidad financiera en la inversión compleja. (R. A. Financieras, Ed.) *Anales de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras 2018-2019, Tomo XLI*, 61. Obtenido de [https://racef.es/archivos/publicaciones/web\\_anales\\_18\\_19\\_tomo\\_xli.pdf](https://racef.es/archivos/publicaciones/web_anales_18_19_tomo_xli.pdf)
- Scotiabank. (2021). *Scotiabank: fórmulas y ejemplos de créditos hipotecarios*. Obtenido de [https://scotiabankfiles.azureedge.net/scotiabank-peru/PDFs/personas/prestamos/2018/FFEE\\_Pre%CC%81stamos\\_Hipotecarios-V14.pdf](https://scotiabankfiles.azureedge.net/scotiabank-peru/PDFs/personas/prestamos/2018/FFEE_Pre%CC%81stamos_Hipotecarios-V14.pdf)
- Serrano Heredia, J., & Serrano Heredia, G. (2023). El proceso financiero de extensión de deuda: caso alemán, americano y francés. En *Investigaciones sobre desarrollo empresarial, educación, finanzas y perspectivas de género* (págs. 209-224). México: Casia Creaciones, SA de CV. Obtenido de <file:///D:/Trabajo/A%20Modelos%20hipotecarios%20al%2023-07-23/Referencias/Cap%2011%20el%20proceso%20financiero%20pag%20209.pdf>
- Superintendencia de Banca Seguros y AFP. (2017, 18 de agosto). *Resolución S.B.S N° 3274-2017 Reglamento de Gestión de Conducta de Mercado del Sistema Financiero*. Diario El Peruano. Obtenido de [https://intranet2.sbs.gob.pe/intranet/INT\\_CN/DV\\_INT\\_CN/1731/v1.0/Adjuntos/3274-2017.R.pdf](https://intranet2.sbs.gob.pe/intranet/INT_CN/DV_INT_CN/1731/v1.0/Adjuntos/3274-2017.R.pdf)
- Urquijo de la Puente, J., & Gismera Tierno, L. (2014). Responsabilidad financiera en la crisis. *ICADE Revista cuatrimestral de las facultades de derecho y ciencias económicas y empresariales*(93), 163-175. Obtenido de <https://revistas.comillas.edu/index.php/revistaicade/article/view/4727>
- Valls Martínez, M., & Ramírez Orellana, A. (2014). El criterio de valoración de coste

amortizado: análisis y aplicación a través de un préstamo concertado por el sistema de amortización francés con tipo de interés indiciado. *Harvard Deusto Business Research*, Volumen III(Número 2. Páginas), 86-100. doi:<http://dx.doi.org/10.3926/hdbr.52>

Valls Martínez, M., Cruz Rambaud, S., & Abad Segura, E. (2020). La inclusión del seguro de amortización en las operaciones de préstamo. *Estudios de economía aplicada*(Vol 38-2), 1-12. doi:<http://dx.DOI.org/10.25115/eea.v38i2.2951>

**Anexos**

**Matriz de consistencia**



Cuotas uniformes en períodos variables con tasas paralelas de diferentes valores sobre los saldos y cronograma de pagos de préstamos en el sistema financiero peruano año 2022



Problema	Objetivos	Hipótesis	Variable	Metodología
<p><b>Problema General</b> ¿Cómo deducir una fórmula general analítica que obtenga el importe de cuotas uniformes en períodos variables de préstamos hipotecarios que devengan una tasa efectiva compensatoria y paralelamente una tasa efectiva de seguro de desgravamen sobre los saldos deudores, que evite las aproximaciones de “prueba y error” por medio de iteraciones de programas informáticos, verificable a través de su cronograma de pagos?</p>	<p><b>Objetivo general</b> Deducir una fórmula general analítica que obtenga una cuota uniforme en períodos variables que matemáticamente cancele el saldo deudor de un préstamo que devenga dos o más tasas efectivas en forma paralela, evitando los procedimientos actuales de ensayo y error que aplica el sistema financiero peruano, verificable a través del cronograma de pago.</p>	<p><b>Hipótesis general</b> Las cuotas uniformes en períodos variables que devengan tasas efectivas paralelas de diferentes valores sobre sus saldos que se aplican en el sistema financiero peruano obtenidas con el método de “ensayo y error”, pueden calcularse a través de una fórmula deducida analíticamente aplicando el principio de equivalencia financiera comprobable en un cronograma de pagos que cancela el préstamo en la última cuota uniforme</p>	<p><b>Independiente</b> Cuota uniforme en períodos variables que matemáticamente cancele el saldo deudor de un préstamo que devenga dos o más tasas efectivas en forma paralela</p> <p><b>Dependiente</b> Cronograma de pagos que cancela el préstamo en la última cuota uniforme</p>	<p><b>Método</b> Hipotético-deductivo</p> <p><b>Población</b> empresas del sistema financiero supervisadas por la SBS</p> <p><b>Muestra</b> Bancos: 9 Cajas municipales: 5 Financieras: 5</p> <p><b>Técnicas e instrumentos</b> Metodologías publicadas en la web de las empresas de la muestra</p> <p><b>Línea de investigación:</b> 5.02.04 -- Negocios, Administración Finanzas empresariales</p>
<p><b>Problemas específicos</b></p>	<p><b>Objetivo específico</b></p>	<p><b>Hipótesis específica</b></p>		
<p>¿Cómo aplicar esa fórmula analítica en los préstamos hipotecarios del sistema financiero peruano, de modo que sea consistente y verificable a través de su respectivo cronograma de pago o tabla de amortización?</p>	<p>Aplicar esa fórmula analítica en los ejemplos de bancos y empresas financieras disponibles en sus páginas web y contrastar sus resultados con los obtenidos con la fórmula analítica, en cumplimiento de lo dispuesto en la Resolución SBS 3274-2017</p>	<p>Las cuotas uniformes en períodos variables con tasas efectivas paralelas de diferentes valores pueden validarse con el principio de equivalencia financiera, a través de su respectiva tabla de amortización, la misma que debe extinguir el préstamo en la última cuota sin emplear ningún artificio o cuota balloon (cuota diferente a las demás cuotas uniformes).</p>		

## Instrumentos validados

No se requiere ningún instrumento de recolección dado que por transparencia los bancos y empresas financieras obligatoriamente deben publicar los procedimientos utilizados de modo de tanto prestatarios como público interesado puedan evaluar técnicamente la validez financiera de la aplicación de las fórmulas utilizadas que generan los cronogramas de pago, esta información está disponible en las siguientes direcciones electrónicas.

BANBIF: fórmulas y ejemplos explicativos:

[https://www.banbif.com.pe/Portals/0/PortalOld/simuladores/Ejemplo\\_Explicativo\\_Hipotecario.pdf](https://www.banbif.com.pe/Portals/0/PortalOld/simuladores/Ejemplo_Explicativo_Hipotecario.pdf)

Banco de la Nación: fórmulas de préstamos hipotecarios

<https://www.bn.com.pe/clientes/tarjetas/formatos/formulas-liquidacion-intereses-productos-activos.pdf>

Scotiabank: fórmulas y ejemplos de préstamos hipotecarios

[https://scotiabankfiles.azureedge.net/scotiabank-peru/PDFs/personas/prestamos/2018/FFEE\\_Pre%CC%81stamos\\_Hipotecarios-V14.pdf](https://scotiabankfiles.azureedge.net/scotiabank-peru/PDFs/personas/prestamos/2018/FFEE_Pre%CC%81stamos_Hipotecarios-V14.pdf)

BBVA: préstamos hipotecarios

[https://www.bbva.pe/content/dam/public-web/peru/documents/personas/prestamos/credito-hipotecario/prestamo-hipotecario-sostenible/Formulas\\_Hipotecarios-Oct-2021.pdf](https://www.bbva.pe/content/dam/public-web/peru/documents/personas/prestamos/credito-hipotecario/prestamo-hipotecario-sostenible/Formulas_Hipotecarios-Oct-2021.pdf)

Banco de Crédito

<file:///C:/Users/PERSONAL/Downloads/Formulas+y+Ejemplos+de+Credito+Vehicular+BCP.pdf>



Caja Municipal Ica

<https://www.cmacica.com.pe/cmatica/webcmatica/userfiles/file/servicios/Formulas/cr edito/Formulas%20Credito%20Hipotecario.pdf>

Caja Rural de Ahorro y Crédito Raíz

<https://www.raiz.pe/Content/pdfs/FORMULAS%20LIQUIDACION%20AHORRO%20Y%20CREDITOS.pdf>

Financiera Efectiva

<https://www.efectiva.com.pe/wp-content/uploads/2017/12/Hipotecario.pdf>

Financiera Confianza

<https://confianza.pe/negocios/docs/F%C3%B3rmulas-CONSUMO-NO-REVOLVENTE-C.Personal-Construyendo-C.-Vigente-a-partir-del-01.11.2017.pdf>

Financiera Credinka

[https://www.credinka.com/credinka/archivos/transparencia\\_financiera/formulas\\_programas/14\\_Credito\\_Consumo.pdf](https://www.credinka.com/credinka/archivos/transparencia_financiera/formulas_programas/14_Credito_Consumo.pdf)

MiCasita hipotecaria

<http://www.micasita.com.pe/Descargas/CreditoMiVivienda/Formula%20para%20Calculo%20de%20Cuotas%20Credito%20MiVivienda.pdf>

Caja Cuzco

<http://www.cmac-cusco.com.pe:8050/userfiles/pdf/Ejemplo%20Credito%20Hipotecario.pdf>

Banco GNB

[https://www.bancognb.com.pe/web/files/peru/banca\\_personas/prestamos/formulascreditohipotecariooctubre2019.pdf](https://www.bancognb.com.pe/web/files/peru/banca_personas/prestamos/formulascreditohipotecariooctubre2019.pdf)

Financiera Qpaq

<https://www.qapaq.pe/wp-content/uploads/2022/02/F%C3%B3rmulas%20y%20ejemplos.pdf>



