

Riesgo de opcionalidad comportamental en el libro bancario

Rafael Serrano

Universidad del Rosario

22 de mayo de 2024

Riesgos de TI en el LB

Riesgo de reprecio o riesgo de brecha (Gap risk)

Esta es la principal fuente de RTILB. Surge principalmente de las diferencias en las fechas de cambios de TIs, vencimientos y flujos de efectivo de los activos y pasivos que afectan negativamente las ganancias o el capital de una entidad financiera.

Por ejemplo, la entidad puede utilizar depósitos sin plazo fijo para financiar préstamos a tasa fija de largo plazo.

Si las tasas de los depósitos suben, esto incrementa el costo de fondeo y reduce los rendimientos netos de los activos a tasa fija.

Riesgos de TI en el LB

Riesgo de base (Basis risk)

Este riesgo surge por sensibilidad a cambios en diferentes momentos o en diferentes cantidades de las tasas de mercado de los productos o en los índices utilizados para fijar el precio de activos y pasivos.

Por ejemplo, si el financiamiento de un activo está vinculado a la tasa cero-cupón a un año, y el activo está indexado a una tasa comercial preferencial, el riesgo de base ocurre cuando el diferencial entre la tasa cero-cupón a un año y la tasa del activo cambian.

Estos cambios afectan el margen neto de intereses del banco al reducir el diferencial entre las tasas de captación y colocación, y también el VEP al reducir los flujos futuros del activo.

Riesgos de TI en el LB

Riesgo de opcionalidad comportamental

No existe un consenso sobre una decisión precisa de este riesgo. Nosotros, lo dividiremos en dos sub-categorías:

Riesgo de opcionalidad (implícita o explícita) que surge cuando un banco o su cliente tiene el derecho (no la obligación) de alterar el nivel y las fechas de los flujos de efectivo de un activo o pasivo.

Por ejemplo, los depósitos a la vista que no tienen vencimientos fijos conllevan un riesgo dado que se pueden realizar retiros en cualquier momento. Esta es la opcionalidad desde el punto de vista del depositante.

Por otro lado, el banco tiene la opción de cambiar la tasa de interés de estos productos, con previo aviso a los depositantes. Esta es la opcionalidad del lado del banco.

Riesgos de TI en el LB

Riesgo de opcionalidad comportamental

Riesgo comportamental: surge principalmente del lado de los activos y está impulsado por la opción de amortización anticipada (pago anticipado total o parcial) de préstamos o créditos hipotecarios.

Se denomina también riesgo de prepago, riesgo de pago anticipado o riesgo de refinanciamiento.

En Colombia, desde el 2012 los deudores del sector financiero pueden pagar sus créditos de manera anticipada sin ningún tipo de sanción por la entidad.

Riesgos de TI en el LB

Riesgo de opcionalidad comportamental

En el caso de pago anticipado, la opcionalidad es principalmente comportamental y se ejerce en respuesta a cambios en las tasas de interés del mercado.

Por ejemplo, las personas tienden a pagar más de sus préstamos a tasa de interés fija durante períodos de tasas de interés decrecientes y menos durante períodos de tasas de interés crecientes.

La estimación de este riesgo requiere modelar el comportamiento de los clientes, lo cual es extremadamente difícil en algunos casos, por ejemplo, el caso de clientes minoristas.

Metodología estándar del cálculo del VEP

1. Clasificar las posiciones del LB sensibles a las TIs según la susceptibilidad a la estandarización
 - i) susceptibles de estandarización
 - ii) menos susceptibles de estandarización
 - iii) no susceptibles de estandarización.
2. Asignación de los flujos a las bandas de reprecio según la clasificación del paso 1.
3. Calcular el $\Delta VEP_{i,c}$ por cada moneda para los seis escenarios de choques de TI.
4. Agregar los cambios en el VEP por cambios de las opciones automáticas de TI.
5. Calcular la medida de riesgo estandarizada de VEP.

Posiciones susceptibles de estandarización

Posiciones a tasa fija

Posiciones que generan flujos de caja seguros hasta el momento del vencimiento contractual.
Por ejemplo:

- Préstamos a tasa fija sin opciones implícitas de pago anticipado
- Depósitos a plazo sin riesgo de reembolso
- Otros productos amortizables

Todos los flujos de caja provenientes de cupones y los pagos del principal (periódicos o finales) deben asignarse a las bandas de tiempo más cercanas al vencimiento contractual.

Posiciones susceptibles de estandarización

Posiciones a tasa variable

Posiciones cuyos flujos de caja no son predecibles después de la próxima fecha de reprecio, salvo que se establezca que el valor actual se renueve a la par.

Dichos instrumentos pueden tratarse como una serie de pagos de cupones hasta la siguiente fecha de reprecio y un flujo de caja correspondiente al nominal en el punto medio de la banda de tiempo más cercana al siguiente período de revisión de precios.

Posiciones menos susceptibles de estandarización

- Opciones de TI automáticas **explícitas**
- Opciones de TI automáticas **implícitas** que se separan o segregan de los activos o pasivos de la entidad, es decir, del contrato principal.

Por ejemplo, compromisos de préstamos con empresas, así como créditos de vivienda y leasing habitacional con clientes minoristas con disposiciones contractuales muy similares opciones automáticas de TI.

Para esta categoría, los flujos de caja deben ubicarse en las bandas de tiempo en función de su vencimiento contractual si están sujetos a cupones fijos, o en la próxima fecha de reprecio, si los cupones son variables o flotantes.

Posiciones NO susceptibles de estandarización

i) **Depósitos sin vencimiento contractual** (Non-maturity deposits, **NMDs**)

Los clientes de los NMDs pueden retirar los saldos de sus cuentas en cualquier momento y los bancos tienen la oportunidad de ajustar la tasa de depósito, informando previamente a los depositantes.

Estas características los convierten en instrumentos con opcionalidad comportamental.

ii) Otras posiciones con riesgo de opcionalidad comportamental:

- Préstamos a tasa fija con riesgo de prepago
- Depósitos a plazo con riesgo de retiro anticipado

Depósitos sin vencimiento contractual (NMDs)

Dado que los NMDs son una fuente importante del fondeo de los bancos, los supuestos de comportamiento para los NMDs son un determinante esencial de las exposiciones al RTILB.

Por esta razón, la entidad debe

- documentar, monitorear y actualizar regularmente los supuestos clave para los saldos y el comportamiento de los NMD
- realizar una adecuada distribución de los mismos según su propia estimación, atendiendo las reglas de la metodología estandar.

Con este fin, la entidad debe analizar su base de depositantes e identificar la proporción de **depósitos básicos**, es decir, los NMDs para los que son **poco probable un cambio en el precio** incluso bajo cambios significativos en el entorno de tasas de interés.

Categorización de NMDs

Para determinar la proporción de depósitos básicos, la entidad debe tener en cuenta las siguientes características del depositante: minorista o mayorista, y las características de la cuenta: transaccional o no transaccional.

- **Depósitos minoristas transaccionales:** cuentas con transferencias regulares y retiros sin restricciones. Por lo general, estos depósitos no generan intereses.

Para estos depósitos, usualmente el componente de remuneración no es relevante en la decisión del cliente de mantener sus recursos en la cuenta.

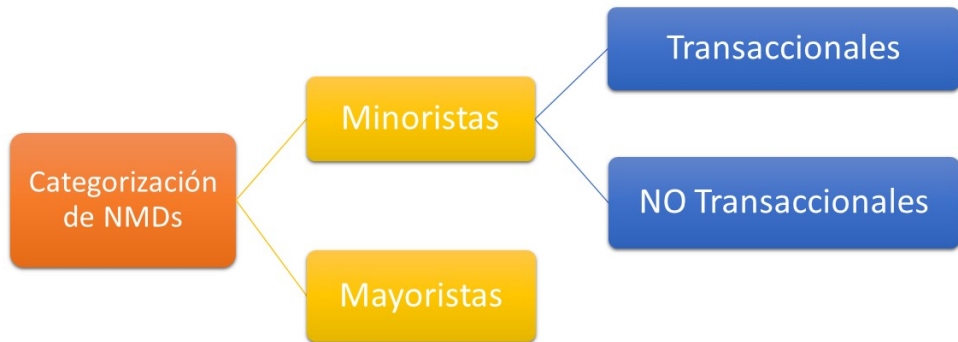
- **Depósitos minoristas no-transaccionales**
- **Depósitos mayoristas:** cuentas de empresas, cuentas interbancarias y otras cuentas mayoristas. Se usan para servicios a gran escala como consultoría, fusiones y adquisiciones, etc.

Categorización de NMDs

En la categoría de clientes mayoristas la entidad debe analizar de forma independiente los depósitos a la vista respecto de

- fondos de inversión colectiva
- depósitos de entidades del sector público
- entidades financieras
- empresas del sector real
- empresas unipersonales

Categorización de NMDs



Segmentación de NMDs

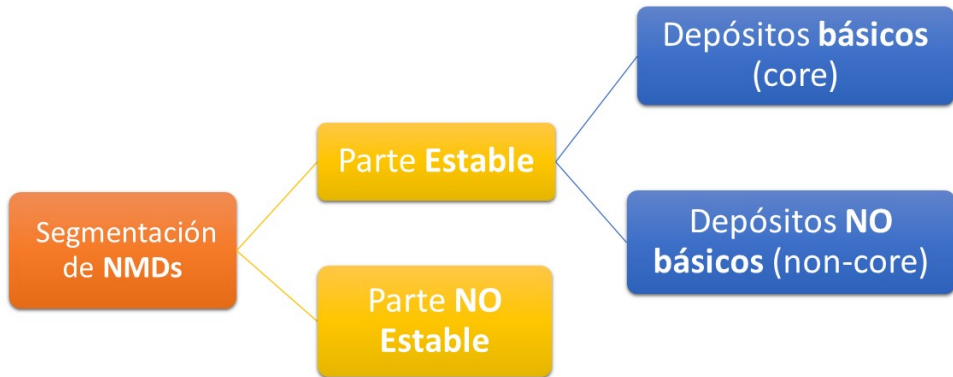
Las posiciones NMD se fraccionan en dos partes: estables y no estable, utilizando los cambios de volumen observados durante los últimos 10 años.

La **porción estable** es aquella que se mantiene sin retirar con un alto grado de probabilidad. La porción restante es la no-estable. La porción estable se divide a su vez en depósitos básicos (core) y no-básicos.

Los **depósitos básicos** de la porción estable son aquellos que con muy baja probabilidad están sujetas a reprecio aún bajo cambios significativos de la tasa de interés.

Una práctica común es asumir que la fracción no-básica de los NMDs estables equivale a la fracción de las variaciones de la TI de mercado que se transfiere a la tasa de los depósitos.

Segmentación de NMDs



Segmentación de NMDs

La metodología establece unos límites (caps) para los depósitos como proporciones de los NMDs sobre los siguientes supuestos

- Los depósitos mayoristas fluctúan más que los depósitos minoristas
- La porción mayorista estable es más sensible a los cambios en las TIs de mercado que los depósitos minoristas estables
- Los depósitos no transaccionales son menos estables y más sensibles a los cambios en las tasas de mercado que los depósitos transaccionales.

Así, la entidad debe estimar su nivel de depósitos básicos y luego agregar los resultados para determinar el volumen general de depósitos básicos sujetos a los límites de la siguiente tabla.

Límites en la proporción de depósitos básicos

Categoría	Límite máximo de depósitos básicos en cada categoría	Límite máximo del plazo promedio de depósitos básicos
Minorista Transaccional	90%	5 años
Minorista no transaccional	70%	4.5 años
Mayorista	50%	4 años

Tasa interna de transferencia

En general, las TIs de los NMDs no están únicamente vinculadas a las TIs del mercado, sino que dependen en gran medida de otros factores, por ejemplo,

- Liquidez del banco
- Estrategias de marketing
- Competitividad del banco en el mercado, etc.

La relación en la que los bancos ajustan sus TIs de NMDs a los cambios de las TIs del mercado se conoce como **Tasa de Transferencia Interna** (TTI). En inglés, pass-through rate.

Tasa interna de transferencia

La TTI se define como

El porcentaje de variación de las tasas de los NMDs con respecto a las tasas de mercado que permite a la institución mantener el mismo nivel de depósitos estables dado el nivel actual de las TIs.

La metodología estándar sugiere usar la TTI para calcular el monto de los depósitos no-básicos

$$\text{Depósitos no-básicos} = \text{TTI} * \text{Depósitos estables}$$

$$\text{Depósitos básicos} = (1 - \text{TTI}) * \text{Depósitos estables}$$

Ejemplo

Una entidad tiene NMDs por un valor de 100 millones, de los cuales se estiman 70 millones son depósitos estables.

Se estima también que para mantener este nivel de depósitos estables, si la tasa de mercado sube +100 pb, la tasa del producto debe aumentar en +40 pb.

Esto es, la tasa de transferencia interna es $40/100 = 40\%$.

De los 70 millones, se tiene

$$\text{NMDs estables no-básicos} = 70 * 40\% = 28 \text{ millones}$$

$$\text{NMDs estables básicos} = 70 * 60\% = 42 \text{ millones}$$

Choques de TIs para NMDs

De acuerdo con la metodología, los valores de los NMDs básicos se deben impactar para choques de TIs de corto plazo

- multiplicar por 0.8 ante incrementos de las TIs de corto plazo
- multiplicar por 1.2 ante disminuciones de las TIs de corto plazo

En el ejemplo anterior, se tiene

FC escenario aumento TIs corto plazo = $0.8 * 42 = 33.6$ millones

FC escenario caída TIs corto plazo = $1.2 * 42 = 50.4$ millones

Tasa de Transferencia Interna

Además de la equivalencia que se asume entre

- la TTI como fracción de la tasa de mercado que se traspasa a los depósitos
- la proporción no básica de depósitos estables

la práctica común para la estimación de la TTI es usar una regresión lineal de las variaciones $\Delta i(t)$ de la tasa de depósito contra las variaciones de la tasa de mercado $\Delta r(t)$

$$\Delta i(t) = \beta \Delta r(t) + \varepsilon(t)$$

y definir $TTI := \beta$. Esto permite motivar la equivalencia, como veremos a continuación.

Tasa de Transferencia Interna

En general, la variación total del interés pagado por el banco sobre los depósitos en un momento dado es

$$\Delta I(t) = \Delta i(t) * D(t)$$

Tomando valores esperados en la regresión lineal

$$\mathbb{E}[\Delta i(t)] = \beta \mathbb{E}[\Delta r(t)]$$

En promedio se obtiene lo siguiente

$$\Delta I(t) = \Delta i(t) * D(t) = \beta \Delta r(t) * D(t) = \Delta r(t) * \beta D(t)$$

Esto es, β representa la fracción de depósitos que se reprecian por cambios en las tasas de interés.

Galindo / Steiner (2020)

Revalorización de los depositos (1 factor simétrico)

$$i_t = c + \beta \Delta TIP_t + \varepsilon_t$$

c es el margen beneficio, $\beta \in (0, 1)$, TIP es la tasa de politica.

Efecto asimétrico para activos y pasivos (Galindo y Steiner, 2020), modelo NARDL

$$\Delta i_t = c + \alpha r_{t-1} + \beta^+ \Delta tip_{t-1}^+ + \beta^- \Delta tip_{t-1}^- + \dots + \varepsilon_t$$

donde α = velocidad de ajuste (50 % 4 meses, total 12 meses).

$$TTI \theta^+ := \frac{-\beta^+}{\alpha} = 0.826$$

$$TTI \theta^- := \frac{-\beta^-}{\alpha} = 0.685$$

Ajuste incompleto < 1 y asimétrico para minoristas.

Bandas de tiempo para NMDs

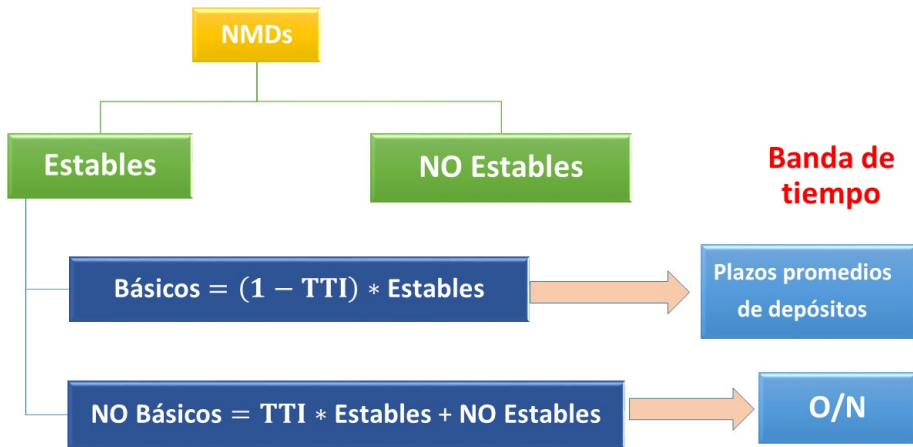
- NMDs básicos deben ubicarse en el intervalo de tiempo apropiado o en el punto medio del intervalo de tiempo, según los vencimientos estimados.
- NMDs no-básicos deben considerarse depósitos a un día.

En consecuencia, se reprecian inmediatamente y deben colocarse en el intervalo de tiempo más corto (overnight).

Es importante notar que esta asignación implica que los NMDs son objeto de reprecio diariamente, lo cual es bastante inusual.

Para hacer frente a este supuesto implícito, el proxy de la tasa de mercado en la regresión lineal para el cálculo de la TTI debe ser a un plazo O/N.

Bandas de tiempo para NMDs



Discusión

Suponga que el saldo del depósito de un cliente es igual a 500 mil.

En este caso, podemos suponer que la duración de este depósito es igual a cero días porque el cliente podría retirar el total de su depósito hoy.

Considere ahora 1.000 clientes, cuyo saldo de depósito es igual a 500 mil cada uno y suponga que la probabilidad de retirar 500 mil es 50 %.

La probabilidad de que se retire el total de 500 millones de todas las cuentas es

$$0.5^{1000} < 10^{-300} \%.$$

Por esta razón, es absurdo pensar que la duración de los depósitos es igual a cero.

Discusión

Dado que

$$P(\text{Saldo total} > 275 \text{ millones}) < 0.1 \%$$

podemos asumir que 55 % de los saldos tienen una duración de cero días, el 24,75 % tiene una duración de un día, el 11,14 % tiene una duración de dos días, etc.

La duración de los depósitos depende del comportamiento promedio de los clientes y del número de titulares de las cuentas, pero también de muchos otros parámetros.

Desde un punto de vista contractual, los depósitos tienen una duración de muy corto plazo.

Desde un punto de vista estadístico, observamos que una parte de estos depósitos son muy estables debido a la ley de los grandes números.

Ejemplo VEP

ACTIVOS		
Producto	Vencimiento promedio	Flujos
Préstamos	1Y	200
Préstamos	5Y	700
Préstamos	13Y	100

PASIVOS		
Producto	Vencimiento Promedio	Flujos
Depósitos NO-BÁSICOS	O/N	100
Depósitos a término fijo	7M	50
Depósitos BÁSICOS	3Y	450
Deuda Corto-Plazo	4Y	100
Deuda Largo-Plazo	8Y	100

Ejemplo VEP

Valor Económico ACTIVOS						
Vencimiento promedio	Flujos	Banda	t_k	Tasa de descuento	Factor de descuento	VE
1Y	200	6	0.875	1.55%	0.9865	197.3058
5Y	700	11	4.5	3.37%	0.8593	601.5023
13Y	100	17	12.5	5.71%	0.4898	48.9804
VE (ACTIVOS)						847.7885

Ejemplo VEP

Valor Económico PASIVOS							
Producto	Vencimiento Promedio	Flujos	Banda	t_k	Tasa de descuento	Factor de descuento	VE
Depósitos NO-BÁSICOS	O/N	100	1	0.0028	1%	0.99997	99.9972
Depósitos a término fijo	7M	50	5	0.625	1.39%	0.99135	49.5675
Depósitos BÁSICOS	3Y	450	9	2.5	2.44%	0.94082	423.3705
Deuda Corto-Plazo	4Y	100	10	3.5	2.93%	0.90253	90.2533
Deuda Largo-Plazo	8Y	100	14	7.5	4.46%	0.71570	71.5696
VE (PASIVOS)							734.7581

Ejemplo VEP

VE ACTIVOS Escenarios choque +/- 200 pb							
Plazo	Flujos	t_k	Tasa de descuento	+200 pb	VE	-200 pb	VE
1Y	200	0.875	1.55%	3.55%	193.8830	-0.45%	200.7891
5Y	700	4.5	3.37%	5.37%	549.7317	1.37%	658.1483
13Y	100	12.5	5.71%	7.71%	38.1460	3.71%	62.8921
VE (ACTIVOS)				781.7607		921.8295	

Ejemplo VEP

VE PASIVOS Escenarios choque +/- 200 pb							
Plazo	Flujos	t_k	Tasa de descuento	+200 pb	VE	-200 pb	VE
O/N	100	0.0028	1%	3.00%	99.9916	-1.00%	100.0028
7M	50	0.625	1.39%	3.39%	48.9518	-0.61%	50.1910
3Y	450	2.5	2.44%	4.44%	402.7224	0.44%	445.0771
4Y	100	3.5	2.93%	4.93%	84.1516	0.93%	96.7974
8Y	100	7.5	4.46%	6.46%	61.6005	2.46%	83.1520
VE (PASIVOS)				697.4179		775.2203	

Ejemplo VEP

Se obtienen los siguientes resultados

$$VEP_0 = VE(\text{Activos})_0 - VE(\text{Pasivos})_0 = 847.7885 - 734.7581 = 113.0304$$

Para el escenario 1 con un choque paralelo hacia arriba de +200 puntos básicos, se tiene una reducción del VEP

$$VEP_1 = VE(\text{Activos})_1 - VE(\text{Pasivos})_1 = 781.7607 - 697.4179 = 84.3427$$
$$\Delta VEP_1 = VEP_0 - VEP_1 = 28.6877$$

Para el escenario 2 con un choque paralelo hacia abajo de -200 puntos básicos, se tiene un aumento del VEP

$$VEP_2 = VE(\text{Activos})_2 - VE(\text{Pasivos})_2 = 921.8295 - 775.2203 = 146.6091$$
$$\Delta VEP_2 = VEP_0 - VEP_2 = -33.5787$$

Riesgo de opcionalidad comportamental

Los bancos están altamente expuestos a riesgos comportamentales en los siguientes productos con clientes minoristas,

- Préstamos a tasa fija sujetos a pago anticipado
- Depósitos a plazo sujetos a riesgo de retiro anticipado.

La opcionalidad en estos productos se debe estimar utilizando el siguiente procedimiento:

1. Primero, se estiman las amortizaciones y retiros anticipados.
2. Segundo, se multiplican estas estimaciones por escalares basados en escenarios que reflejen los probables cambios comportamentales.

Si la cuenta de un cliente mayorista tiene una opcionalidad comportamental que puede cambiar el patrón de los flujos de efectivo de reprecio, estas se incluyen dentro de la categoría de las opciones automáticas de tasa de interés.

Préstamos con riesgo de prepago

El prepago de un crédito se refiere principalmente a un abono a capital mayor que el programado por el plan de amortización original.

Recuerde que en el plan de amortización de una deuda se tiene lo siguiente

- El pago periodico / valor de la **cuota** de una deuda $A(t)$ en la fecha t se compone de los intereses $I(t)$ y el **abono a capital** $P(t)$

$$A(t) = I(t) + P(t)$$

- El **pago de intereses** en la fecha t es igual a la tasa de interés $i(t)$ multiplicada por el saldo de la deuda $N(t-1)$ en la fecha $t-1$

$$I(t) = i(t) N(t-1)$$

- El **saldo de la deuda** $N(t)$ en la fecha t es $N(t) = N(t-1) - P(t)$.

Préstamos con riesgo de prepago

El **pago anticipado** o monto de prepago es el monto por el cual el abono a capital excede la amortización anticipada.

$$\text{Pago anticipado} = \text{Saldo programado} - \text{Saldo reportado después del prepago}$$

Esto requiere comparar los saldos reportados con los saldos programa según el plan original de amortización.

El riesgo de prepago se caracteriza por su baja predecibilidad. Los deudores que deciden pagar por adelantado parcial o totalmente su crédito, lo hacen normalmente

- En periodos cuando las TIs caen. Por ejemplo, si hay una refinanciación de la deuda.
- Por motivos exógenos. Por ejemplo, reubicación laboral o venta de una casa.

Préstamos con riesgo de prepago

Para comprender mejor estos patrones, los analistas hipotecarios recopilan datos sobre préstamos y producen medidas estadísticas de desempeño.

Al estudiar préstamos de forma agregada en vez de préstamos individuales

- se pierde información individual sobre los prestatarios,
- sin embargo, se puede ver cómo factores económicos como las tasas de interés y los precios de las viviendas afectan la acción agregada de los prestatarios.

Dado que los pagos anticipados de préstamos e hipotecas se realizan mensualmente, la práctica estandarizada es calcular primero una **tasa única de mortalidad mensual** (SMM, por sus siglas en inglés)

$$\text{SMM} = \frac{\text{Pago anticipado en el mes}}{\text{Saldo programado para el final del mes}}$$

Préstamos con riesgo de prepago

La SMM se estima a partir de un conjunto de préstamos que probablemente se liquidarán prematuramente.

Esta se interpreta como una tasa mensual anticipada que mide la velocidad en la que se disminuye el saldo por encima del plan de amortización original.

La tasa anual anticipada equivalente se conoce como la **tasa constante de prepago** (CPR, por sus siglas en inglés)

$$1 - \text{CPR} = (1 - \text{SMM})^{12}$$

CPR es el porcentaje anualizado del saldo de capital de una posición que se pagará cada período antes de lo programado contractualmente.

Préstamos con riesgo de prepago

Con el fin asignar los flujos de efectivo anticipados por prepago a las bandas de reprecio, la metodología estandarizada de RTILB exige usar **tasas de prepago condicional** $TPC_{i,c}^p$ de referencia.

Estas se definen para cada cartera p de productos crediticios homogéneos expuestos a prepago y denominados en la moneda c , y para cada escenario de choque $i = 0, 1, \dots, 6$.

EL escenario $i = 0$ correspomnde al escenario base. En este caso la tasa de prepago condicional se define como la tasa constante de prepago CPR estimada para el portafolio de créditos

$$TPC_{0,c}^p = CPR_c^p.$$

Préstamos con riesgo de prepago

Para los escenarios $i = 1, \dots, 6$ la metodología define las tasas de prepago condicional de la siguiente forma

$$\text{TPC}_{i,c}^p = \min \left\{ 1, \gamma_i * \text{TPC}_{0,c}^p \right\}$$

donde γ_i es el ponderador

- $\gamma_i = 0.8$ para los escenarios 1, 3 y 5 (paralelo al alza, inclinación y subida de tasas en el corto plazo)
- $\gamma_i = 1.2$ para los escenarios 2, 4 y 6 (paralelo a la baja, aplanamiento y una baja de tasas en el corto plazo)

Préstamos con riesgo de prepago

Los pagos anticipados de los préstamos a tasa fija deben reflejarse en los flujos de efectivo correspondientes: pagos programados, pagos anticipados y pagos de intereses.

El flujo de caja para la banda de tiempo t_k es la suma de los siguientes dos componentes:

$$FC_{i,c}^p(t_k) = FC_{i,c}^1(t_k) + FC_{i,c}^2(t_k)$$

$FC_{i,c}^1(t_k)$ son los pagos programados de intereses y principal (capital, sin prepago)

$FC_{i,c}^2(t_k)$ son los flujos de caja del prepago.

El flujo de caja del prepago se calcula con la siguiente fórmula:

$$FC_{i,c}^2(t_k) = TPC_{i,c}^p * N_{i,c}^p(t_{k-1})$$

donde $N_{i,c}^p(t_{k-1})$ es el valor del nominal restante en la banda de tiempo t_{k-1} .

Préstamos con riesgo de prepago

Para el cálculo de los saldos pagados anticipadamente $FC_{i,c}^2(t_k)$ en las bandas de tiempo de reprecio, la tasa $TPC_{i,c}^p$ debe multiplicarse por la duración del período aplicable.

Ejemplo Una entidad estima una TPC base anual del 3 % para el portafolio de créditos hipotecarios. El saldo de la cartera es 1000 millones, con un vencimiento residual de 5 años.

En el período de O/N a 1 mes, el saldo de la cartera se multiplica por $\frac{1}{12} * 3 \% = 0.25 \%$.

Esto es, el prepago asignado a la banda de O/N a 1 mes

$$FC^2(t_1) = 1000 * 0.25 \% = 2.5 \text{ millones.}$$

El saldo para el siguiente período es $1000 - 2.5 = 997.5$ millones

Riesgo de opcionalidad comportamental

Para el período de 1 mes a 3 meses, el saldo de la cartera se multiplica por $\frac{2}{12} * 3\% = 0.25\%$.

El pago anticipado para esta banda de tiempo es del

$$FC^2(t_2) = \frac{2}{12} * 3\% * (1000 - 2.5) = 4.9875 \text{ millones}$$

El saldo para el siguiente periodo es $1000 - 2.5 - 4.9875 = 992.512$ millones.

Las TPCs se multiplicará adicionalmente por los ponderadores para cada escenario de choque.

Impacto del pago anticipado

Suponga que un banco cierra varios préstamos hipotecarios a tasa fija con clientes que tienen la posibilidad de prepagar el saldo de la deuda en el futuro.

Los deudores pueden decidir si pagan por adelantado su crédito en tiempos o intervalos aleatorios discretos, que normalmente coinciden con las fechas de pago.

Esta decisión usualmente se toma

- En periodos cuando las TIs caen. Por ejemplo, si hay una refinanciación de la deuda.
- Motivos exógenos. Por ejemplo, reubicación laboral o venta de una casa.

Por esta razón, podemos asumir que la fecha de prepago es una variable aleatoria, y pensar en un análisis de sobrevivencia para el riesgo de prepago.

Impacto del pago anticipado

A nivel individual, definimos la variable aleatoria

$\tau =$ tiempo de pago anticipado de un instrumento de deuda

Esto puede ser la fecha en la que el deudor toma una determinada acción con la cual se termina el préstamo, como pagar por adelantado la hipoteca o refinanciar.

Sea $N^c(t)$ el saldo de la deuda con pago anticipado en la fecha t . Tenemos la siguiente relación

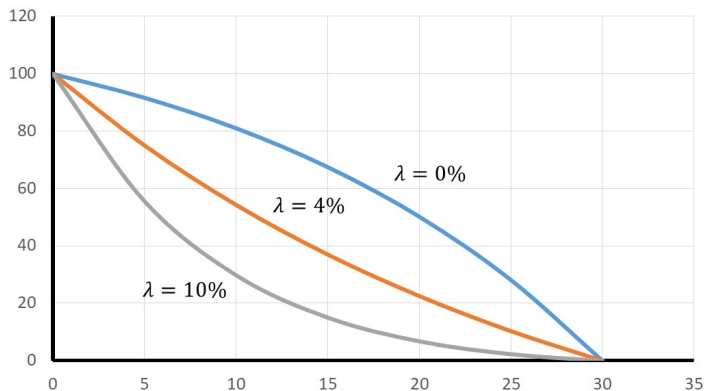
$$N^c(t) = \begin{cases} N(t), & \tau > t \\ 0, & \tau \leq t \end{cases}$$

Por lo tanto, se tiene $\mathbb{E}[N^c(t)] = \mathbf{S}(t) \cdot N(t)$ donde $\mathbf{S}(t) = \mathbb{P}(\tau > t)$ es la función de sobrevivencia de τ .

Por ejemplo, si $\tau \sim \text{Exp}(\lambda)$ se tiene: $\mathbb{E}[N^c(t)] = e^{-\lambda t} \cdot N(t)$.

Impacto del pago anticipado

Amortización cuota fija. Plazo 30 años. Tasa anual $i = 5\%$.



Impacto del pago anticipado

Riesgo de prepago es un riesgo importante para el ALM de un banco porque tiene un gran impacto en los ingresos netos por intereses y en la eficiencia de las estrategias de cobertura.

Por ejemplo, supongamos que el banco financia un crédito a 10 años con un interés del 5 % mediante un bono a 10 años que paga el 4 %.

El margen de este crédito es igual al 1 %. Cinco años después, el prestatario paga anticipadamente debido a una caída de las TIs.

El banco recibe el efectivo pero sigue pagando un cupón del 4 %. Dada la disminución en las tasas, el efectivo producirá probablemente un rendimiento menor, lo que reduce el margen.

Impacto del pago anticipado

Riesgo de prepago comparte algunas características comunes con el riesgo de default.

En efecto, la fecha de pago anticipado puede verse como un tiempo de finalización del contrato, como ocurre con la fecha en la que se declara el default de una contraparte.

Sin embargo, En el caso del riesgo de incumplimiento, los ingresos del banco se reducen porque se suspenden tanto los pagos de intereses como de capital.

En el caso del riesgo de pago anticipado, el banco recupera el capital por completo, pero ya no recibe los intereses adeudados.

El riesgo de incumplimiento aumenta cuando se deterioran las condiciones económicas del entorno o las tasas de interés son altas, mientras que el riesgo de prepago es más pronunciado en un período de tasas de interés a la baja.

Nueva producción de activos y pasivos

Otro fenómeno importante que afecta el impacto de las amortizaciones en el balance es la generación de de activos y pasivos.

En vez de considerar un préstamo o crédito hipotecario individual, considere un portafolio o cuenta en el balance de dichos instrumentos.

Sea $N(t)$ el saldo agregado de dichos productos. En ausencia de prepago, se tiene

$$N(t) = N(t-1) - AM(t) + NP(t)$$

donde

$AM(t)$ = amortización agregada entre $t-1$ y t de los productos de la cuenta

$NP(t)$ = nueva producción en la cuenta en la fecha t

Enfoque dinámico: análisis de flujos y del stock

La relación entre los saldos y la nueva producción permite hacer un análisis dinámico de productos con opcionalidad comportamental (riesgo de prepago, NMDs) así como del gap de liquidez.

Sin embargo, este enfoque dinámico basado en el análisis de los flujos y del stock requiere un marco teórico matemático.

Definimos las siguientes variables:

$NP(t, u)$ = nueva producción en t que está presente en el balance en la fecha $u \geq t$

$S(t, u)$ = función de sobrevivencia de la nueva producción, definida como

$$NP(t, u) = NP(t) \times S(t, u)$$

Esta mide la proporción de producción nueva que está presente en el balance en $u \geq t$.

Enfoque dinámico: análisis de flujos y del stock

Se tiene la siguiente relación

$$N(t) = \int_{-\infty}^t NP(s) \mathbf{S}(s, t) ds$$

De esta ecuación se obtiene

$$\frac{dN(t)}{dt} = - \int_{-\infty}^t NP(s) f(s, t) ds + NP(t)$$

donde

$$f(t, u) = - \frac{\partial \mathbf{S}(t, u)}{\partial u}$$

es la función de densidad de la amortización. Esta es la versión continua de la ecuación

$$N(t) - N(t-1) = -AM(t) + NP(t)$$

Enfoque dinámico: análisis de flujos y del stock

También definimos

$N(t, u)$ = saldo no-amortizado en t presente en el balance en la fecha $u \geq t$

$S^*(t, u)$ = función de sobrevivencia del saldo de la cuenta, definida como

$$N(t, u) = N(t) \times S^*(t, u)$$

Esta mide la proporción del saldo en t que permanece presente en el balance en $u \geq t$.

Se tiene la siguiente relación

$$S^*(t, u) = \frac{\int_{-\infty}^t NP(s) S(s, u) ds}{\int_{-\infty}^t NP(s) S(s, t) ds}$$

Modelos de riesgo de prepago

Modelos estructurales: dinámica de las fechas de prepago, asumiendo información completa sobre el comportamiento de los deudores y factores de riesgo.

Modelos de forma reducida: dinámica de las tasas de prepago usando probabilidades de sobrevivencia.

Es importante que el modelo aborde decisiones de financiación por reducción en las tasas de interés, esto es, cambios en las cuotas o el plazo del crédito.

Para ver esto, consideremos un crédito con cuota dado por

$$\text{Valor de la cuota } A(i, n) = \frac{i}{1 - (1 + i)^{-n}} N_0$$

donde N_0 es el principal, n es el numero de períodos e i es la tasa de interés del período.

Refinanciación por cambios en las TIs

Si la tasa cambia de i_0 a $i(t)$ a i_0 , la diferencia absoluta de la cuota está dada por

$$\mathfrak{D}_A(i_0, i(t)) = A(i_0, n) - A(i(t), n)$$

La diferencia relativa acumulada es

$$\mathfrak{C}(i_0, i(t)) = \frac{\sum_{t=1}^n \mathfrak{D}_A(i_0, i(t))}{N_0}$$

La reducción en el plazo si continua con la misma cuota,

$$\mathfrak{N}(i_0, i(t)) = \{x \in \mathbb{N} : A(i(t), x) \geq A(i(t), n), A(i(t), x+1) < A(i(t), n)\}$$

Impacto de cambios en las TIs

Impacto de reducción de la tasa: plazo 10 años, $N_0 = 100000$ $i_0 = 5\%$ NAMV

i (en %)	A (en \$)	\mathfrak{D}_A (in \$) mensual anual		\mathfrak{D}_R (en %)	\mathfrak{C} (en %)	\mathfrak{N} (en años)
5.0	1 061					
4.5	1 036	24	291	2.3	2.9	9.67
4.0	1 012	48	578	4.5	5.8	9.42
3.5	989	72	862	6.8	8.6	9.17
3.0	966	95	1 141	9.0	11.4	8.92
2.5	943	118	1 415	11.1	14.2	8.75
2.0	920	141	1 686	13.2	16.9	8.50
1.5	898	163	1 953	15.3	19.5	8.33
1.0	876	185	2 215	17.4	22.2	8.17
0.5	855	206	2 474	19.4	24.7	8.00

Prepayment risk

Impacto de reducción de la tasa: plazo 20 años, $N_0 = 100000$ $i_0 = 5\%$ NAMV

i (en %)	A (en \$)	\mathfrak{D}_A (in \$) mensual anual		\mathfrak{D}_R (en %)	\mathfrak{C} (en %)	\mathfrak{N} (en años)
5.0	660					
4.5	633	27	328	4.1	6.6	18.67
4.0	606	54	648	8.2	13.0	17.58
3.5	580	80	960	12.1	19.2	16.67
3.0	555	105	1 264	16.0	25.3	15.83
2.5	530	130	1 561	19.7	31.2	15.17
2.0	506	154	1 849	23.3	37.0	14.50
1.5	483	177	2 129	26.9	42.6	14.00
1.0	460	200	2 401	30.3	48.0	13.50
0.5	438	222	2 664	33.6	53.3	13.00

Prepayment risk

Impacto de reducción de la tasa: plazo 10 años, $N_0 = 100000$ $i_0 = 10\%$ NAMV

i (en %)	A (en \$)	\mathfrak{D}_A (in \$) mensual anual		\mathfrak{D}_R (en %)	\mathfrak{C} (en %)	\mathfrak{N} (en años)
10.0	1 322					
9.0	1 267	55	657	4.1	6.6	9.33
8.0	1 213	108	1 299	8.2	13.0	8.75
7.0	1 161	160	1 925	12.1	19.3	8.33
6.0	1 110	211	2 536	16.0	25.4	7.92
5.0	1 061	261	3 130	19.7	31.3	7.58
4.0	1 012	309	3 709	23.3	37.1	7.25
3.0	966	356	4 271	26.9	42.7	6.92
2.0	920	401	4 816	30.4	48.2	6.67
1.0	876	445	5 346	33.7	53.5	6.50

Función de amortización

Función de amortización o función de supervivencia $\mathbf{S}(t, u)$ está dada por

$$\mathbf{S}(t, u) = \mathbf{S}_c(t, u) \cdot \mathbf{S}_p(t, u)$$

donde

$\mathbf{S}_c(t, u)$ es la función de amortización contractual

$\mathbf{S}_p(t, u)$ es la función de supervivencia por prepago

$$\mathbf{S}_p(t, u) = \mathbb{P}(\tau \geq u \mid \tau > t), \quad u \geq t$$

En tiempo continuo, asumimos la existencia de una tasa de prepago

$$\lambda_p(t, u) = \frac{\partial \ln \mathbf{S}_p(t, u)}{\partial u}$$

Riesgo de prepago

En el contexto de RTILB, se tiene

$$\begin{aligned}\text{CPR}(u, t) &= \mathbb{P}(u < \tau \leq u + 1 \mid \tau \geq u) = \frac{\mathbf{S}_p(t, u) - \mathbf{S}_p(t, u + 1)}{\mathbf{S}_p(t, u)} \\ &= 1 - \exp\left(-\int_u^{u+1} \lambda_p(t, s) \, ds\right)\end{aligned}$$

Si λ_p es constante podemos aproximar la CPR con esta tasa

$$\text{CPR}(u, t) = 1 - e^{-\lambda_p} \approx \lambda_p$$

Riesgo de prepago

En general, es poco realista asumir que λ_p es constante, pues no podemos hacer una distinción entre prepagos estructurales y económicos.

Modelo de la oficina de supervisión del ahorro de Estados Unidos (OTC) propone en 2001 una tasa de prepago con 3 factores

$$\lambda_p(t, u) = \lambda_{\text{age}}(u - t) \cdot \lambda_{\text{seasonality}}(u) \cdot \lambda_{\text{rate}}(u)$$

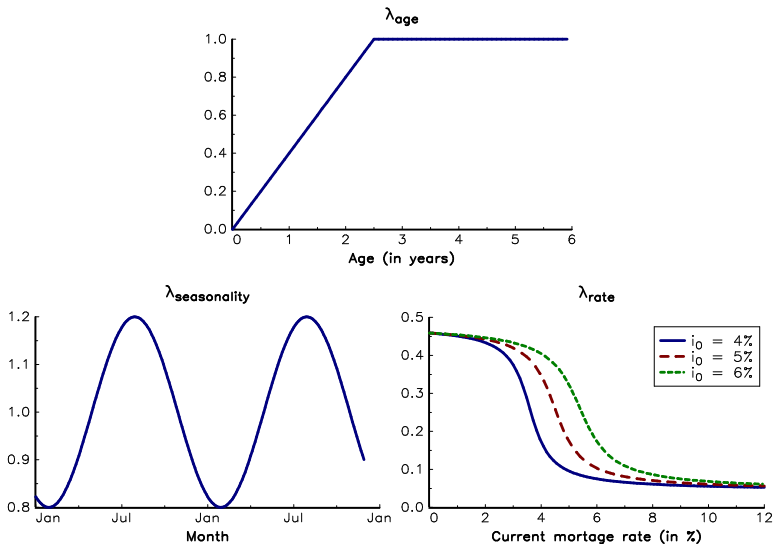
donde

λ_{age} medida el impacto de la vida del préstamo

$\lambda_{\text{seasonality}}$ factor de estacionalidad

λ_{rate} factor de influencia de las tasas de mercado

Riesgo de prepago



NMDs

En el caso de los NMDs, la tasa de amortización de la nueva producción no depende de la entrada t

$$\lambda(t, u) = \lambda(u)$$

y la amortización de nueva producción coincide con la amortización del stock.

Usando esto se tiene lo siguiente

$$dN(t) = (NP(t) - \lambda(t)N(t)) dt$$

Si λ es constante, la duración promedio del balance de un depósito es $1/\lambda$.

Si NP es constante, se puede interpretar como el ingreso anual del cliente. En este caso, se tiene

$$dN(t) = \lambda(N_{\infty} - N(t)) dt, \quad N_{\infty} = NP/\lambda.$$

Extensiones

- Modelo Ornstein-Uhlenbeck

$$dN(t) = \lambda (N_{\infty} - N(t)) dt + \sigma dW(t)$$

- Modelo agregado

$$D(t) = \underbrace{\varphi D_{\infty} e^{g(t-s)}}_{D_{\text{stable}}(s,t)} + \underbrace{(D_s - D_{\infty}) e^{(g-\lambda)(t-s)} + \varepsilon(t) + (1-\varphi) D_{\infty} e^{g(t-s)}}_{D_{\text{non-stable}}(s,t)}$$

donde g es la tasa de crecimiento de los depósitos.