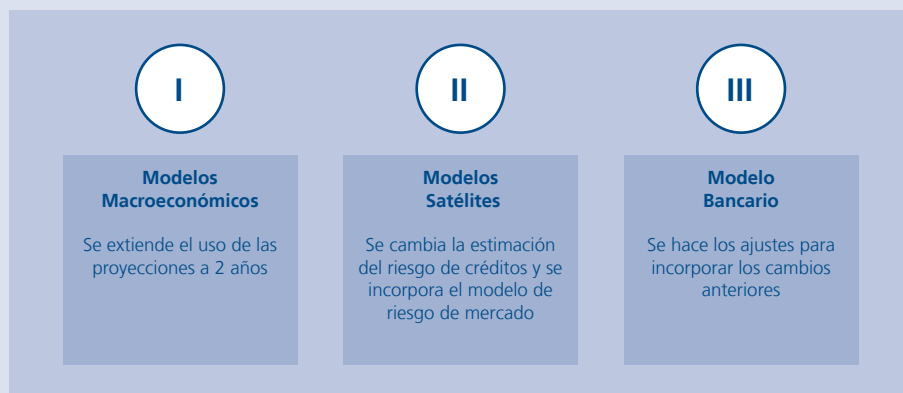




Recuadro 3 REVISIÓN DE METODOLOGÍA DEL MODELO DE PRUEBA DE ESTRÉS DEL BCRP

La metodología del Modelo de Proyección Financiera (MPF) fue presentada en el Recuadro 7 del Reporte de Estabilidad Financiera de mayo de 2014. Desde ese entonces, el BCRP mantuvo una política de revisión y mejora continua de dicha metodología para mantenerla conforme a las prácticas internacionales.

Los modelos de proyección financiera de las instituciones financieras (IFI) se desarrollan en tres etapas: I) implementación de escenarios macroeconómicos, en el cual se ha extendido el horizonte de proyección a dos años; II) estimación de modelos satélites, en el cual se cambió las metodologías de estimación del riesgo de créditos y se incluyó el riesgo de mercado del portafolio de inversión de las entidades bancarias; y, III) proyección de estados financieros de las IFI, en el cual se hicieron los ajustes correspondientes para incorporar las modificaciones anteriores. En tal sentido, la actual metodología respeta dicha estructura; aunque presenta algunas modificaciones¹¹ y revisiones, a fin de tener una mejor medición de los riesgos del sistema financiero.



A. Implementación de modelos macroeconómicos

Estos simulan los efectos de choques exógenos foráneos (por menor crecimiento de socios comerciales, reducción de los términos de intercambio o mayor sentimiento de riesgo hacia economías emergentes) y choques domésticos (por menor crecimiento de la inversión privada o deterioro de las expectativas empresariales) sobre algunas variables macroeconómicas importantes (como el crecimiento económico, el tipo de cambio, la inflación, entre otros). Esta proyección se realiza bajo un escenario base (publicado en el Reporte de Inflación) y bajo un escenario adverso diseñado para las pruebas de estrés.

11 Estas mejoras fueron expuestas y validadas por el Seminario Internacional de Pruebas de Estrés Financiero organizado por el Centro de Estudios Monetarios Latinoamericanos (CEMLA) en noviembre de 2018.

Inicialmente, el escenario de estrés del MPF correspondía al valor extremo inferior de las proyecciones de las variables macroeconómicas consideradas en el Reporte de Inflación (con 1% de probabilidad de ocurrencia de acuerdo a su *fan chart*). Actualmente, el escenario de estrés se construye de acuerdo a la materialización de los factores de riesgo previamente identificados en el Reporte de Inflación y que tienen una baja probabilidad de ocurrencia, pero un gran impacto sobre la situación del sistema financiero.

B. Estimación de modelos satélites

Estos tienen por finalidad medir el impacto de la evolución de las variables macroeconómicas sobre las principales variables financieras. Inicialmente, se contaba solo con modelos de proyección del riesgo de crédito. Estos eran modelos univariados que proyectaban el crédito y la morosidad total por segmento de crédito. Para este Reporte y en adelante se emplea modelos multivariados que cuentan una mejor capacidad predictiva y permiten capturar, en parte, la dinámica distinta de créditos denominados en moneda nacional y en moneda extranjera. Además, se desarrolló un modelo de riesgo de mercado que permite evaluar el desempeño del portafolio de inversiones de las entidades bajo un escenario adverso.

Actualización de Modelos Satélite de Riesgo de Crédito:

La actual metodología continúa considerando un enfoque “*top-down*”, por el cual se estiman primero a nivel del sistema financiero, para luego extenderlo a nivel de cada IFI. Sin embargo, a diferencia de la metodología anterior, ya no se emplean modelos univariados para proyectar las colocaciones y la cartera morosa por segmento de crédito, y más bien se utilizan modelos multivariados semi-estructurales.

Siguiendo la metodología expuesta en Jacobson, Linde y Roszbach (2005)¹² y De Graeve (2007)¹³, se estiman modelos de vectores autorregresivos con un bloque exógeno (VAR-X).

$$Y_t = A_0 + A_1 Y_{t-1} + \dots + A_p Y_{t-p} + B_0 X_t + B_1 X_{t-1} \dots B_q X_{t-q} + \varepsilon_t$$

Donde Y_t es el vector de las variables financieras consideradas como endógenas (cartera total y morosa), X_t es el vector de variables exógenas (variables macroeconómicas como crecimiento del PBI, inflación y tipo de cambio), A y B son matrices de coeficientes, ε_t contiene un término de error que captura factores no considerados en el modelo, y p y q corresponden al número de rezagos máximos.

Estos modelos, además de tener una mayor capacidad predictiva, permiten capturar la retroalimentación de las variables endógenas, por ejemplo, cuando un periodo de rápido crecimiento del crédito no es acompañado de una adecuada gestión del riesgo crediticio, es

12 Jacobson, T., Linde, J. y Roszbach, K. (2005), “Exploring Interactions between Real Activity and the Financial Stance”, *Journal of Financial Stability*, 308–341.

13 De Graeve, Kick, T. y Koetter, M. (2007), “Monetary Policy and Financial (in)Stability: An Integrated Micro-macro Approach”, *Journal of Financial Stability*, 205-231.





seguido por medidas de ajuste orientadas a contraer la cartera morosa. Estos modelos también incorporan la información de las variables exógenas en diferentes escenarios (base y en estrés). Las estimaciones se realizaron con información del periodo 2010-2018. Las especificaciones de los VARX se seleccionaron en base a criterios de información que cuantifican la calidad relativa de un modelo para un mismo conjunto de información y de bondad de predicción (se realizó ejercicios de predicción dentro de la muestra de forma recursiva).

Los modelos son estimados por segmento de crédito (corporativo y gran empresa, medianas empresas, MYPE, consumo e hipotecario) y por moneda (nacional y extranjera). Esto se realizó para capturar la segmentación del mercado de créditos peruano y el diferente grado de exposición al riesgo cambiario crediticio de cada tipo de deudor.

Incorporación del Modelo Satélite de Riesgo de Mercado:

El riesgo de mercado es la posibilidad que la entidad financiera incurra en pérdidas de capital resultado de la volatilidad en los precios de los activos financieros, tales como la volatilidad en las tasas de interés, precio de las acciones y tipo de cambio.

La evaluación del riesgo de mercado por efectos de cambios en la tasa de interés para el portafolio de inversiones de renta fija tiene dos etapas. (i) La modelación de la curva de rendimientos para cada tipo de instrumento (CDBCRP, Deuda Soberana y Deuda Corporativa), utilizando como base el modelo de Nelson y Siegel (1987)¹⁴; y, (ii) la modelación de la curva de rendimiento en función de variables macrofinancieras provenientes de los escenarios "base" y "estrés" utilizando la metodología VAR-X.

(i) Modelación de la curva de rendimientos. El modelo de Nelson y Siegel en un contexto dinámico se representa por la siguiente ecuación:

$$y_t(\tau_i) = \beta_{1t} + \beta_{2t} \left(\frac{1 - \exp(-\eta\tau_i)}{\eta\tau_i} \right) + \beta_{3t} \left(\frac{1 - \exp(-\eta\tau_i)}{\eta\tau_i} - \exp(-\eta\tau_i) \right)$$

Donde $y_t(\tau_i)$ es el *yield* para el i -ésimo bono cupón cero con *time to maturity* $\tau_i = T_i - t$. Los bonos tienen N términos de vencimiento los cuales se compilan en el vector $\mathbf{T} = \{\tau_1; \tau_2; \dots; \tau_N\}$ con dimensión $N \times 1$. Donde los términos $\{\beta_{1t}; \beta_{2t}; \beta_{3t}\}$ son los factores variantes en el tiempo que representan el nivel ('factor de largo plazo'), pendiente ('factor de corto plazo') y curvatura ('factor de mediano plazo'). Asimismo, η representa el grado de suavizamiento de la curva de rendimiento.

(ii) Curva de rendimientos y variables macrofinancieras. Los factores de la curva de rendimiento se resumen en el vector $\beta_t = \{\beta_{1t}; \beta_{2t}; \beta_{3t}\}'$, el cual se modela con la metodología VAR-X, donde las variables macrofinancieras exógenas son la tasa de interés interbancaria y el riesgo país (medido a través del EMBIG).

14 Nelson, C. y Siegel, A. (1987), "Parsimonious modeling of yield curves", *Journal of Business*, 473-489.

En el modelo de riesgo de mercado se muestran la posibilidad de una menor valuación del precio de los bonos ante incrementos en las primas por riesgo o subidas de las tasas de interés. Las pérdidas en el portafolio de las entidades financieras, a su vez, dependen de la composición del portafolio y el término de vencimiento de cada uno de los activos de renta fija. Este modelo se estima para las entidades bancarias, dado que el portafolio de inversión de las entidades no bancarias es reducido.

C. Proyección de estados financieros

Las proyecciones de las colocaciones y cartera morosa y de pérdida de valor de cartera sirven de insumos para proyectar los estados financieros mediante un modelo bancario. Este modelo incorpora, además, las características particulares de las entidades, a fin de reflejar la continuidad del conjunto de políticas y estrategias seguidas por estas. Además, los estados financieros proyectados consideran todas las interrelaciones entre las cuentas contables. El actual MPF considera los ajustes necesarios para incorporar los cambios mencionados anteriormente (riesgo de mercado y de crédito).

Los cambios mencionados han permitido mejorar el MPF tanto en capacidad predictiva como en identificación, análisis y evaluación de los riesgos que enfrenta el sistema financiero peruano. Todo ello enmarcado en estándares internacionales.

