

Simulación Monte Carlo del CCL con Bandas Móviles

Máximo Caprari

7 Agosto

Simulación Estocástica del Tipo de Cambio CCL

El análisis comienza a partir del comportamiento del tipo de cambio contado con liquidación (CCL). Para modelar su dinámica se calculan los rendimientos logarítmicos diarios, definidos como:

$$r_t = \ln \left(\frac{P_t}{P_{t-1}} \right)$$

donde P_t representa el precio del CCL en el día t y r_t es el rendimiento logarítmico correspondiente. Esta transformación permite estabilizar la varianza y convertir la serie en aditiva, facilitando su análisis estadístico.

A partir de esta serie se estima la volatilidad diaria histórica, calculada como la desviación estándar de los rendimientos:

$$\sigma = \text{std}(r_1, r_2, \dots, r_n)$$

Esta volatilidad representa la magnitud promedio de las fluctuaciones diarias del tipo de cambio y constituye el insumo principal para la simulación estocástica.

Utilizando la volatilidad obtenida, se proyecta el comportamiento futuro del CCL mediante una simulación de Monte Carlo basada en un movimiento browniano geométrico (GBM). Este modelo estocástico es ampliamente utilizado en finanzas para representar la evolución de precios de activos bajo incertidumbre. La dinámica del proceso se define por la siguiente expresión:

$$P_{t+\Delta t} = P_t \cdot e^{(\mu - \frac{1}{2}\sigma^2)\Delta t + \sigma\sqrt{\Delta t} \cdot Z}$$

donde μ es el rendimiento promedio esperado (que puede asumirse nulo), σ es la volatilidad diaria, Δt el paso temporal (1 día en este caso) y $Z \sim N(0, 1)$ es una variable aleatoria normal estándar. Este mecanismo genera trayectorias futuras del tipo de cambio de forma acumulativa, replicando el comportamiento histórico observado.

En este estudio se generaron 1000 caminos simulados, cada uno con una longitud de 300 días. Todas las trayectorias parten del último valor observado del CCL, y se construyen sumando los incrementos estocásticos sobre esa base inicial. El objetivo es capturar un conjunto de escenarios futuros posibles, manteniendo la varianza empírica observada.

Para evaluar el riesgo cambiario se definen bandas de intervención: una inferior y otra superior, por ejemplo en 1000 y 1400 ARS/USD respectivamente. Estas bandas se ajustan diariamente a una tasa efectiva anual del 1 %, según la siguiente fórmula de crecimiento compuesto:

$$\text{Ajuste diario} = (1 + 0,01)^{1/30} \approx 0,00033$$

A partir de una fecha de referencia (como el 11 de abril), ambas bandas se actualizan exponencialmente cada día. El objetivo es detectar cuándo alguna trayectoria simulada vulnera estos límites, lo que permite analizar la robustez de un régimen cambiario con intervención acotada o bandas móviles.

El análisis posterior permite extraer métricas clave, como la proporción de trayectorias que superan la banda superior o inferior, el valor esperado del CCL al cabo de los 300 días, o los percentiles de su distribución futura. También se construye un histograma de valores finales, útil para visualizar la dispersión y asimetría de los resultados simulados.

Entre las medidas de riesgo, se destaca el cálculo del VaR (Valor en Riesgo) y el CVaR (Valor Condicional en Riesgo) al 95 %, que permiten estimar pérdidas potenciales en escenarios adversos. El retorno y la volatilidad anualizada complementan el análisis financiero, junto con el drawdown máximo promedio, que informa sobre la magnitud de caídas relativas al pico de cada trayectoria.

Este enfoque permite cuantificar el riesgo cambiario bajo condiciones de incertidumbre estocástica, capturando no sólo un valor esperado, sino un rango completo de resultados posibles. Es especialmente útil para evaluar la efectividad de regímenes de intervención cambiaria, diseñar escenarios de estrés o analizar la necesidad de instrumentos de cobertura.

Ejemplo de visualización:

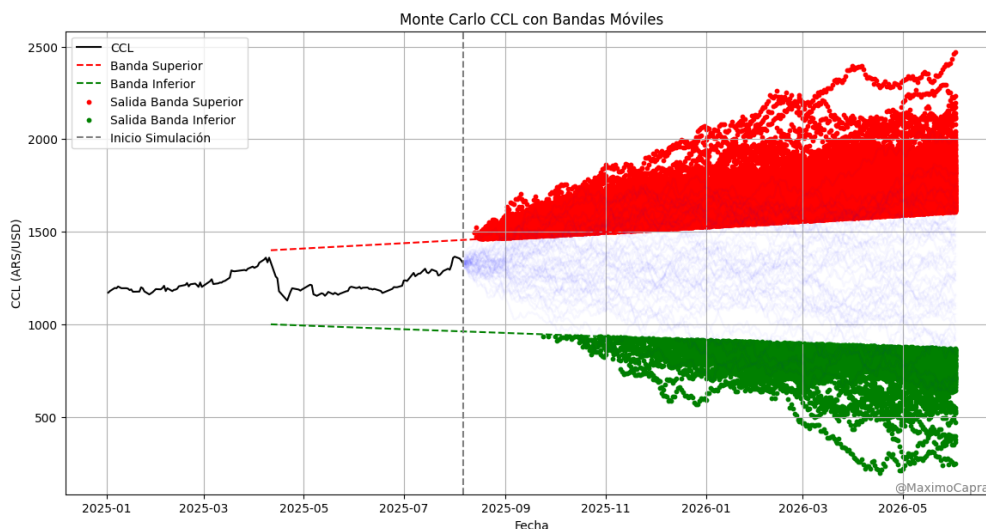


Figura 1: Evolución simulada del CCL con bandas móviles

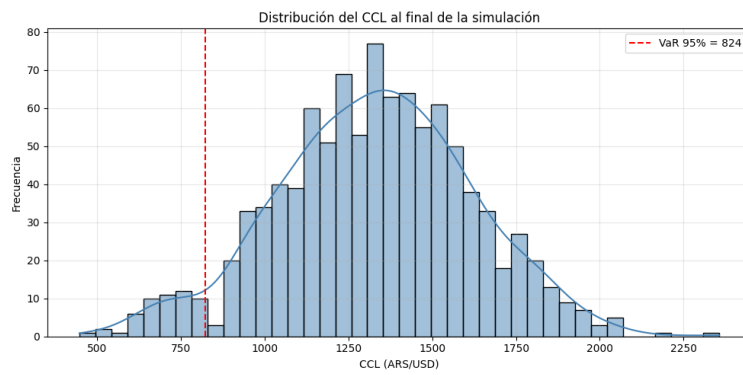


Figura 2: Distribución de precios simulados del CCL al día 300