

VENTAJAQUANT

Dashboard Forex EWMA

Documentación Metodológica

Z-Score TC Model v2 + HAR-YZ + Bandas Analíticas

Febrero 2026

ventajaquant.com

1. Visión General

El Dashboard Forex EWMA de VentajaQuant es una plataforma de análisis cuantitativo que combina un modelo de tipo de cambio basado en z-scores con herramientas de gestión de riesgo para operaciones de comercio exterior. La plataforma cubre 5 pares de divisas: EUR/USD, GBP/USD, USD/JPY, USD/MXN y USD/CHF.

El sistema se estructura en tres capas:

Capa	Descripción
1 — Modelo Z-Score TC v2	Estima el tipo de cambio teórico (TC*) a partir de 9 features normalizados, ponderados p
2 — Volatilidad	Yang-Zhang (3 horizontes), HAR walk-forward OOS, Vol Term Structure y clasificación d
3 — Bandas Analíticas + Comercio Exterior	Fórmulas cerradas log-normales centradas en TC*, con ajuste Cornish-Fisher por colas p

Principio fundamental: todas las variables del modelo utilizan datos hasta T-1 (lagged). Ningún cálculo accede a información futura. Este principio anti look-ahead bias se aplica de forma estricta en cada componente.

2. Modelo Z-Score TC v2

2.1 Los 9 Features

El modelo utiliza 9 variables normalizadas como z-scores. Cada variable se transforma usando media y desviación estándar EWMA adaptativos, controlados por $\lambda(t)$. Esto permite que la normalización se adapte automáticamente al régimen de volatilidad.

Categoría	Feature	Descripción
Precio	Spot (T-1)	Precio de cierre del día anterior
Tendencia	SMA 20	Media móvil simple 20 días — corto plazo
Tendencia	SMA 50	Media móvil simple 50 días — medio plazo
Tendencia	SMA 200	Media móvil simple 200 días — tendencia secular
Volatilidad	YZ Vol 20d	Volatilidad Yang-Zhang 20 días
Volatilidad	YZ Vol 60d	Volatilidad Yang-Zhang 60 días
Volatilidad	YZ Vol 126d	Volatilidad Yang-Zhang 126 días (semestral)
Momentum	ROC 20d	Log Rate of Change: $\ln(\text{close} / \text{close}_{-20})$
Estructura	Vol T.S.	Vol Term Structure: $\text{ratio } \text{YZ}_{20} / \text{YZ}_{126}$

2.2 Normalización Z-Score EWMA

Cada feature se normaliza usando media y desviación estándar EWMA adaptativos. A diferencia de una ventana rolling fija, los estadísticos se actualizan exponencialmente con la $\lambda(t)$ adaptativa del modelo:

$$\begin{aligned}\mu_{ewma,i}(t) &= \lambda(t) \cdot X_i(t-1) + (1 - \lambda(t)) \cdot \mu_{ewma,i}(t-1) \\ \sigma_{ewma,i}^2(t) &= \lambda(t) \cdot (X_i(t-1) - \mu_{ewma,i}(t))^2 + (1 - \lambda(t)) \cdot \sigma_{ewma,i}^2(t-1) \\ z_i(t) &= (X_i(t-1) - \mu_{ewma,i}(t)) / \sigma_{ewma,i}(t)\end{aligned}$$

En períodos de estrés, λ sube y los z-scores reaccionan rápidamente. En calma, λ baja y la normalización es más suave. Todos los inputs usan datos hasta T-1 (lagged).

2.3 Ponderación por Inversa de Volatilidad

Los pesos de cada feature son proporcionales a la inversa de la volatilidad de sus cambios diarios en z-score (Δz), estimada también por EWMA con la misma $\lambda(t)$:

$$\begin{aligned}\sigma(\Delta z_i)(t) &= \lambda(t) \cdot |\Delta z_i(t)| + (1 - \lambda(t)) \cdot \sigma(\Delta z_i)(t-1) \\ w_i &= [1/\sigma(\Delta z_i)] / \sum_j [1/\sigma(\Delta z_j)]\end{aligned}$$

Features más estables (SMAs de largo plazo) reciben mayor peso. Features más ruidosos (momentum, vol corto plazo) reciben menor peso. Los pesos se recalculan dinámicamente.

2.4 Signal Agregado y TC Estimado

El signal agregado es la suma ponderada de todos los z-scores. El tipo de cambio estimado se construye como:

$$\begin{aligned}\text{Signal} &= \sum(w_i \cdot z_i) \\ \text{TC}^* &= \mu_{ewma}(\text{spot}) + \text{Signal} \cdot \sigma_{ewma}(\text{spot})\end{aligned}$$

Donde $\mu_{ewma}(\text{spot})$ y $\sigma_{ewma}(\text{spot})$ son la media y desviación estándar EWMA del precio spot, actualizadas con la misma $\lambda(t)$. Esto hace el modelo EWMA end-to-end: z-scores, pesos y desnormalización comparten el mismo parámetro adaptativo.

2.5 Descomposición del Signal (Waterfall)

El dashboard incluye un gráfico de cascada que descompone la contribución individual de cada feature al signal agregado. Cada barra representa $w_i \cdot z_i$, ordenadas por impacto absoluto. Barras verdes indican contribución alcista, rojas bajista.

2.6 Lambda (λ) Adaptativo

Un único parámetro $\lambda(t)$ adaptativo gobierna la reactividad del modelo completo: normalización de z-scores, estimación de pesos, y estadísticos del spot para desnormalización.

Paso 1 — Varianza instantánea: EMA de retornos diarios al cuadrado con $\lambda_0 = 2/(\text{span}+1)$.

Paso 2 — Vol ratio (T-1 lagged): varianza instantánea vs su media rolling, con lag explícito.

Paso 3 — Clipping robusto: acotado a percentiles rolling P5/P95 para evitar distorsiones extremas.

Paso 4 — Lambda adaptativa: λ_0 escalado por el ratio clipeado, acotado entre $\lambda_{\min}$ y $\lambda_{\max}$.

$$\lambda(t) = \text{clamp}(\lambda_{\theta} \cdot \text{VolRatio}(t-1), \lambda_{\min}, \lambda_{\max})$$

En períodos de estrés ($\text{VolRatio} > 1$): λ sube, todo el modelo se adapta rápido. En períodos tranquilos ($\text{VolRatio} < 1$): λ baja, el modelo mantiene su estructura sin reaccionar a ruido. El valor de $\lambda(t)$ se muestra en el dashboard como indicador de reactividad.

3. Volatilidad Yang-Zhang

El estimador Yang-Zhang (2000) es el más eficiente de los estimadores de volatilidad basados en datos OHLC. Combina tres componentes:

Componente	Descripción
$\sigma^2_{_O}$ (overnight)	Varianza de log-returns overnight (close-to-open)
$\sigma^2_{_{OC}}$ (open-to-close)	Varianza de log-returns intradiarios
$\sigma^2_{_{RS}}$ (Rogers-Satchell)	Estimador basado en rango OHLC completo, robusto ante drift

$$\sigma^2_{YZ} = \sigma^2_0 + k \cdot \sigma^2_{OC} + (1-k) \cdot \sigma^2_{RS}$$
$$k = 0.34 / (1.34 + (n+1)/(n-1))$$

El dashboard calcula YZ a tres horizontes (20d, 60d, 126d), anualizando con factor $\sqrt{252}$.

4. Modelo HAR-YZ Walk-Forward OOS

El modelo HAR (Heterogeneous Autoregressive) de Corsi (2009) captura la memoria larga de la volatilidad utilizando tres escalas temporales como predictores:

$$YZ20(t) = \beta_0 + \beta_d \cdot YZ20(t-1) + \beta_w \cdot YZ60(t-1) + \beta_m \cdot YZ126(t-1) + \varepsilon(t)$$

4.1 Validación Walk-Forward

- Ventana de entrenamiento:** 504 días hábiles (rolling, ~2 años).
- Step size:** 21 días (reoptimización mensual).
- Predicción:** cada ventana genera 21 predicciones OOS antes de reentrenar.

4.2 Métricas de Calidad

Métrica	Descripción
R ² OOS	Coefficiente de determinación sobre predicciones genuinamente fuera de muestra.
Direction Accuracy	Porcentaje de predicciones correctas sobre la dirección de volatilidad (sube/baja).
Tendencia σ	Dirección del cambio: forecast vs realizada → expansión o contracción de vol.

4.3 Vol Surprise

$$\text{Vol Surprise} = (\sigma_{\text{realizada}} - \sigma_{\text{HAR}}) / \sigma_{\text{HAR}}$$

Vol Surprise	Interpretación	Implicación
> +10%	Infraestimación significativa	Ampliar coberturas, aumentar márgenes de seguridad.

+3% a +10%	Infraestimación leve	Monitorear evolución de volatilidad.
±3%	Modelo bien calibrado	Alta confianza en las métricas de riesgo.
-3% a -10%	Sobreestimación leve	Coberturas posiblemente sobredimensionadas.
< -10%	Sobreestimación significativa	Oportunidad de reducir costes de cobertura.

5. Clasificación de Régimen de Volatilidad

El sistema clasifica el régimen de volatilidad utilizando el forecast del modelo HAR-YZ como fuente primaria. Los umbrales son percentiles rolling P20/P80 calculados sobre la serie de forecasts OOS del último año (252 días hábiles):

Régimen	Condición	Interpretación
Stress	$\sigma_{\text{HAR}} > P80 \text{ (252d)}$	Volatilidad proyectada anormalmente alta. Señal de tensión.
Normal	$P20 \leq \sigma_{\text{HAR}} \leq P80$	Forecast dentro del rango histórico típico.
Complacent	$\sigma_{\text{HAR}} < P20 \text{ (252d)}$	Forecast de vol anormalmente bajo. Riesgo de subestimación.

La ventaja de usar el forecast HAR frente al VTS estático es que el régimen incorpora información predictiva: anticipa la evolución de la volatilidad, no solo describe el estado actual. Si el modelo HAR no está disponible, el sistema recurre al VTS como fallback.

6. Tipo de Referencia — Bandas Analíticas

El sistema genera el Tipo de Referencia combinando el TC* fair value del modelo Z-Score con la predicción de volatilidad forward-looking del modelo HAR-YZ. Utiliza fórmulas cerradas log-normales centradas en TC*, con ajuste Cornish-Fisher por colas pesadas. Esto es más rápido, reproducible, y matemáticamente transparente que simulaciones Monte Carlo.

6.1 Distribución Log-Normal con Ajuste Cornish-Fisher

La distribución de precios futuros se modela como log-normal centrada en TC*:

$$\ln(S_H) \sim N(\ln(TC^*), \sigma_H^2) \text{ donde } \sigma_H = \sigma_{HAR} \cdot \sqrt{H}$$

Los percentiles se ajustan por exceso de curtosis (colas pesadas) mediante la expansión de Cornish-Fisher, que corrige los cuantiles normales estándar para capturar el comportamiento empírico de los retornos de divisas:

$$z_{\alpha}^* = z_{\alpha} + (z_{\alpha}^3 - 3 \cdot z_{\alpha}) \cdot \kappa / 24$$
$$\text{Percentil}_{\alpha} = TC^* \cdot \exp(z_{\alpha}^* \cdot \sigma_H)$$

Donde κ es el exceso de curtosis muestral de los log-returns. Si $\kappa > 0$ (colas más pesadas que la normal), los percentiles extremos se ensanchan, produciendo bandas más conservadoras.

6.2 Parámetros

Parámetro	Descripción
TC* (fair value)	Tipo de cambio estimado del Z-Score model. Centro (mediana) de la distribución.
σ_{HAR}	Predicción forward-looking de volatilidad del modelo HAR walk-forward OOS.
κ (exceso curtosis)	Mide el peso de las colas. Alimenta el ajuste Cornish-Fisher.
Horizontes	21d (1 mes), 63d (3 meses), 126d (6 meses). Fórmulas cerradas.

6.3 Métricas de Riesgo

Métrica	Definición
VaR 95%	Pérdida máxima no superada en el 95% de escenarios. Percentil 5 con ajuste CF.
VaR 99%	Pérdida máxima en el 99% de escenarios. Captura eventos más extremos.
CVaR 95%	Expected Shortfall: precio esperado en el peor 5% de escenarios. $E[S S \leq VaR]$. Siempre peor que VaR.
Mediana (TC*)	Precio mediano al final del horizonte. 50% por encima, 50% por debajo.
$P(\uparrow)$	Probabilidad de cierre por encima del spot actual: $\Phi(\ln(TC^*/S_0) / \sigma_H)$.
Rango 90%	Intervalo P5-P95: contiene el 90% central de la distribución.

Nominal en riesgo	Factura $\times$ VaR 95% . Traduce riesgo porcentual a valor monetario.
-------------------	--

7. Sección Comercio Exterior

Esta sección traduce el análisis cuantitativo en recomendaciones accionables para importadores y exportadores. Todas las métricas se derivan directamente del motor de bandas analíticas — cero simulaciones independientes, cero discrepancias numéricas.

7.1 Semáforo Direccional Regime-Adaptive

El semáforo evalúa el riesgo cambiario en tres horizontes (1, 3 y 6 meses) combinando la magnitud del riesgo (VaR) con la dirección estimada por el modelo (probabilidad adversa). A diferencia de un semáforo estático, los umbrales se adaptan al régimen de volatilidad:

Componente	Descripción
Score direccional	Combina la magnitud del VaR con la probabilidad de movimiento adverso según la perspectiva (imp
Thresholds adaptativos	Los umbrales verde/amarillo/rojo se escalan por un multiplicador de régimen: en stress el sistema e
Recomendación	Combina el color del semáforo con la probabilidad direccional para generar texto accionable: sin co

7.2 Importador vs Exportador

Importador: compra divisa extranjera (paga en moneda cotizada). Riesgo si el par sube — la factura se encarece. TC Referencia = P85 de la distribución.

Exportador: recibe divisa extranjera (cobra en moneda cotizada). Riesgo si el par baja — los ingresos se reducen al convertir. TC Referencia = P15 de la distribución.

7.3 Calculadora de Cobertura Óptima h^*

El dashboard incluye una calculadora de ratio de cobertura que integra tres dimensiones de análisis para recomendar qué porcentaje del nominal cubrir con instrumentos financieros:

Dimensión	Qué mide
Probabilidad direccional	Probabilidad de que el TC se mueva adversamente más allá de la tolerancia de margen definida p
Régimen de volatilidad	Multiplicador basado en la clasificación HAR: amplifica la cobertura en stress, la reduce en compla
Confianza del modelo	Peso basado en el error de tracking (MAE) del modelo Z-Score. Si TC* trackea bien el precio real

$$h^* = \text{clamp}(P_{\text{adverso}} \cdot w_{\text{régimen}} \cdot w_{\text{confianza}}, 0, 1)$$

El usuario controla la tolerancia de margen (slider) que define el umbral a partir del cual un movimiento se considera adverso. Con tolerancia 0%, cualquier movimiento desfavorable se penaliza. Con tolerancia alta, solo movimientos significativos activan la cobertura.

El dashboard muestra la descomposición completa del cálculo ($P(\text{adverso}) \times w_{\text{rég}} \times w_{\text{conf}}$) junto con el nominal a cubrir y una recomendación contextual.

7.4 Análisis de TC Target

El usuario puede introducir un tipo de cambio objetivo (su tipo presupuestado o el TC al que cerró su operación). El sistema calcula la probabilidad analítica de alcanzar ese tipo en cada horizonte, combinando la posición del target respecto a TC* con la volatilidad HAR forecast. Incluye métricas de ahorro/coste potencial y recomendación por horizonte.

7.5 Nominal en Riesgo

Nominal en riesgo = Monto factura $\times$ |VaR 95%|

La moneda se ajusta automáticamente según la divisa cotizada del par.

8. Anti Look-Ahead Bias

El principio más crítico del dashboard. Todas las variables, coeficientes y parámetros utilizan exclusivamente datos hasta T-1:

$$X(t) = f(\text{datos}[1..t-1])$$

Componente	Mecanismo anti look-ahead
Z-scores	μ_{ewma} y σ_{ewma} actualizados exclusivamente con datos hasta T-1. La $\lambda(t)$ a
λ adaptativa	VolRatio se calcula con lag T-1 explícito. Los percentiles P5/P95 de clipping se computan sobre la serie
Features	SMA _s , YZ, ROC, VTS: lag(1) explícito aplicado antes de normalizar.
HAR	Coeficientes β entrenados con datos T-1 en cada ventana walk-forward.
Bandas analíticas	σ_{HAR} y TC* estimados con datos hasta T-1. Cornish-Fisher κ calculado sobre log-returns históricos

Referencias

Corsi, F. (2009). A simple approximate long-memory model of realized volatility. *Journal of Financial Econometrics*, 7(2), 174-196.

Yang, D., & Zhang, Q. (2000). Drift-independent volatility estimation based on high, low, open, and close prices. *Journal of Business*, 73(3), 477-491.

Rogers, L.C.G., & Satchell, S.E. (1991). Estimating variance from high, low and closing prices. *Annals of Applied Probability*, 1(4), 504-512.

Cornish, E.A., & Fisher, R.A. (1938). Moments and cumulants in the specification of distributions. *Revue de l'Institut International de Statistique*, 5(4), 307-320.