

Estructuración de portafolios de energía eléctrica

Alfredo Trespalacios

Características energía eléctrica

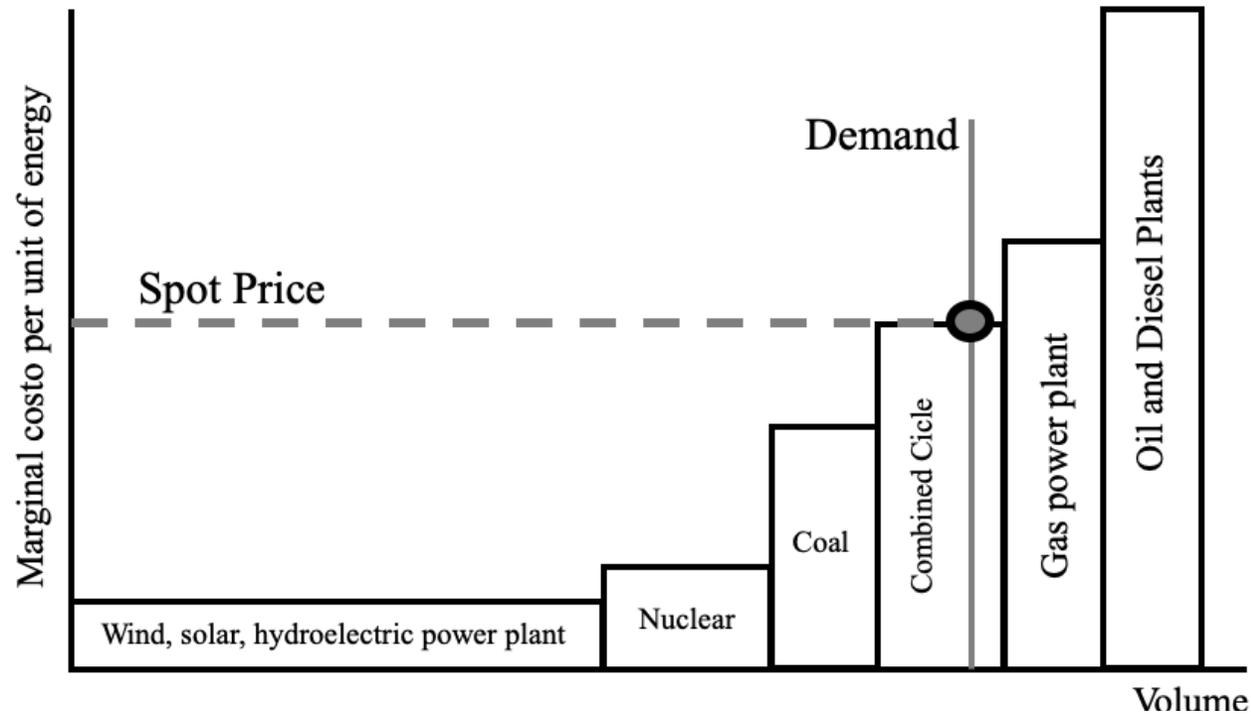
La corriente eléctrica solo fluye si hay conexión entre proveedor y consumidor en cada instante de tiempo (**mercado 7x24**)

Los sistemas de almacenamiento aún no están en capacidad de almacenar grandes cantidades de energía por tiempos prolongados (**no almacenabilidad**)

Existen limitaciones técnicas para el transporte de energía eléctrica por largas distancias (**no referencia de precio internacional**)

Sin posibilidad de arbitraje en tiempo o espacio

Características energía eléctrica



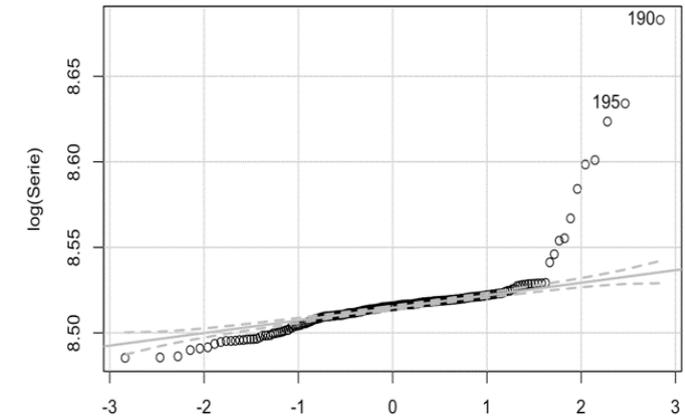
Mercados con baja elasticidad por parte de la demanda (**algunos inelásticos**)

Curva de oferta en función de tipo de tecnología, con crecimiento exponencial (**oferta no lineal**)

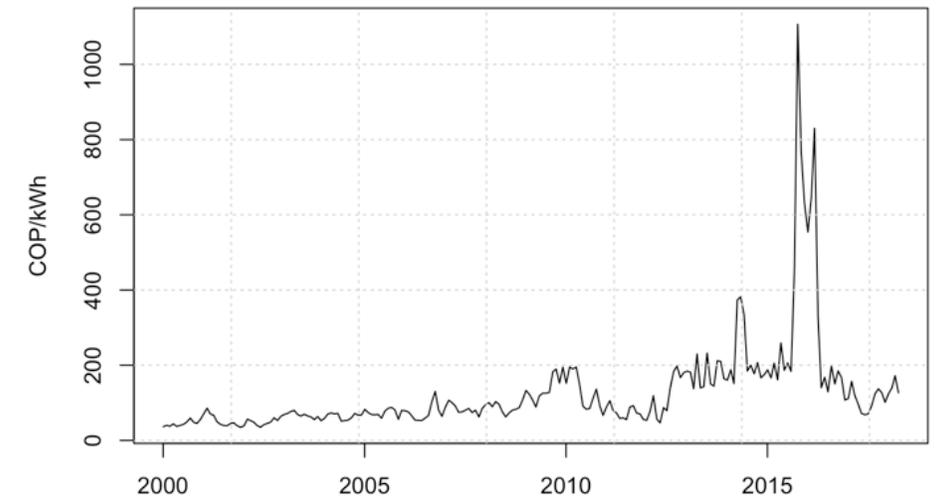
Movimientos pequeños de la demanda puede aumentar rápidamente el precio (**saltos y asimetría**)

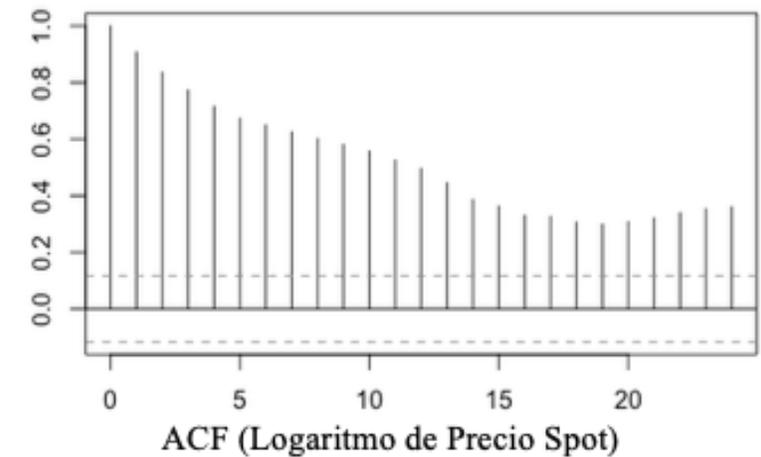
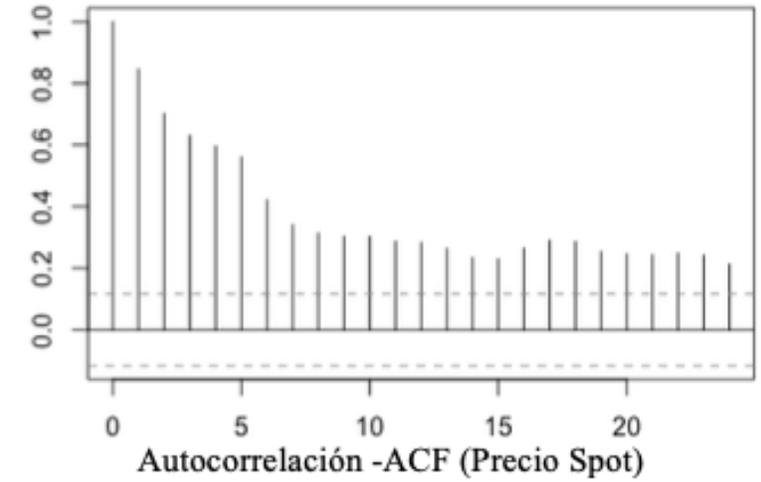
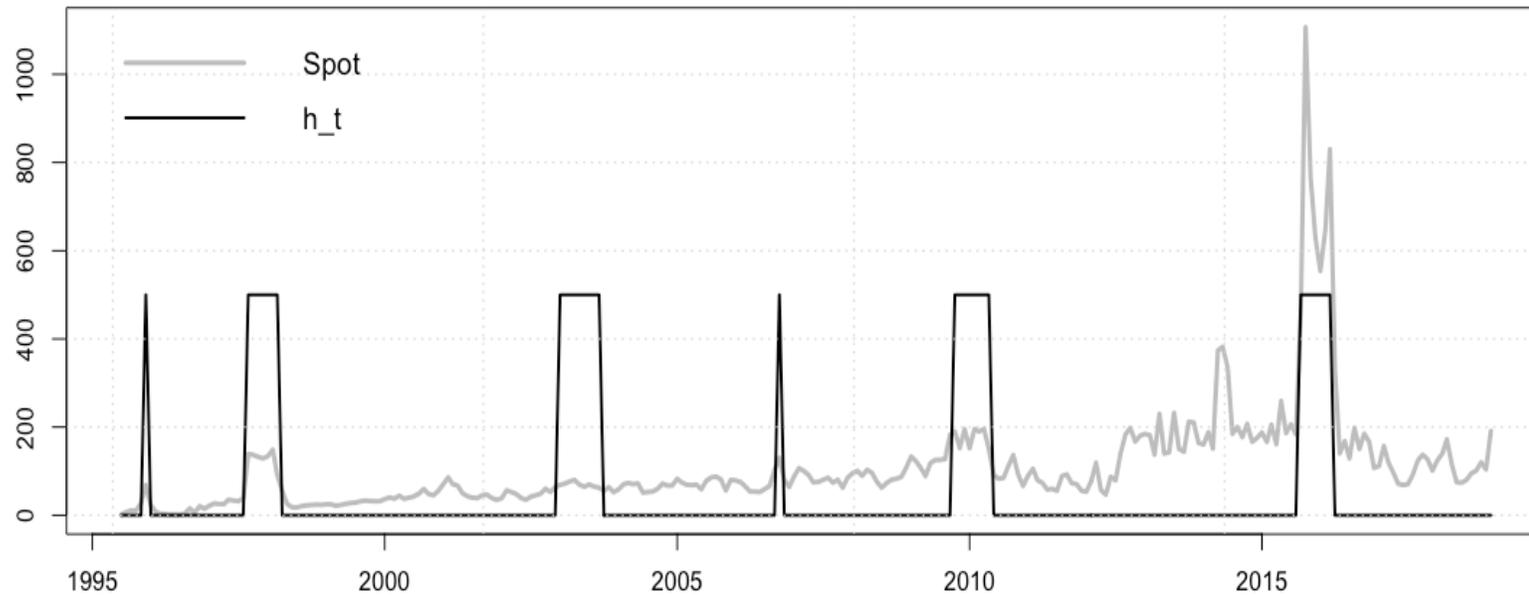
- Tendencia
 - Estacionalidad
 - Reversión a la media
 - Volatilidad condicionada
 - Afectación por El Niño
-
- Sesgo
 - Curtosis
 - ¿Algún otro momento?

LogNormal Q-Q Plot - Monthly Monthly Spot without tendency(since 2001)



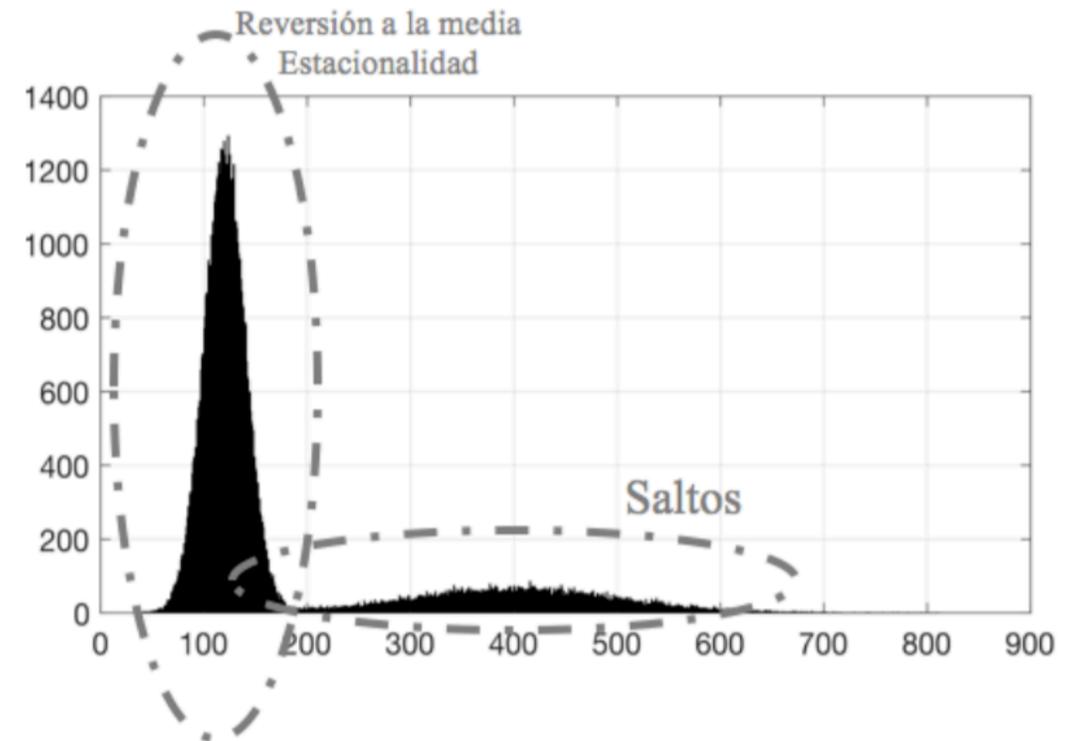
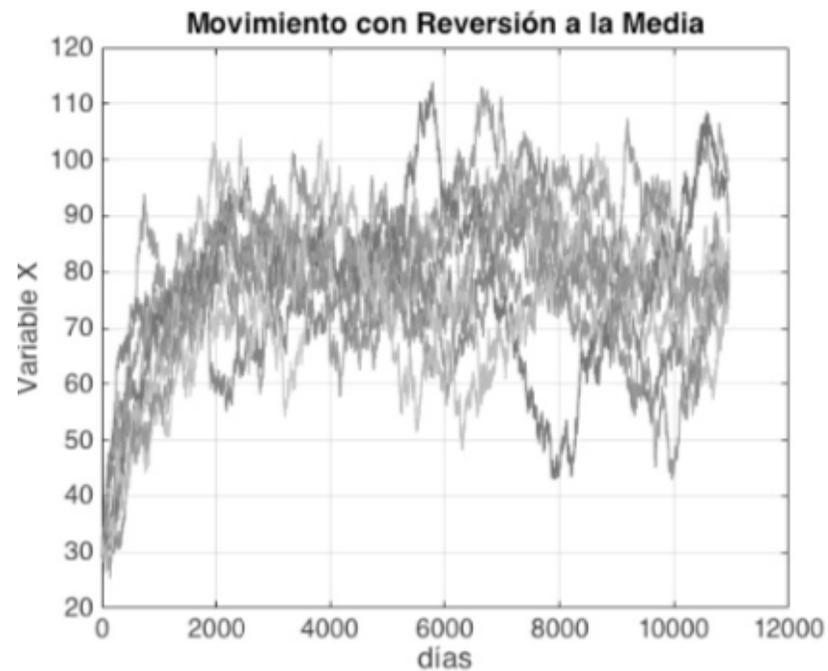
Monthly Spot Price (since 2000)



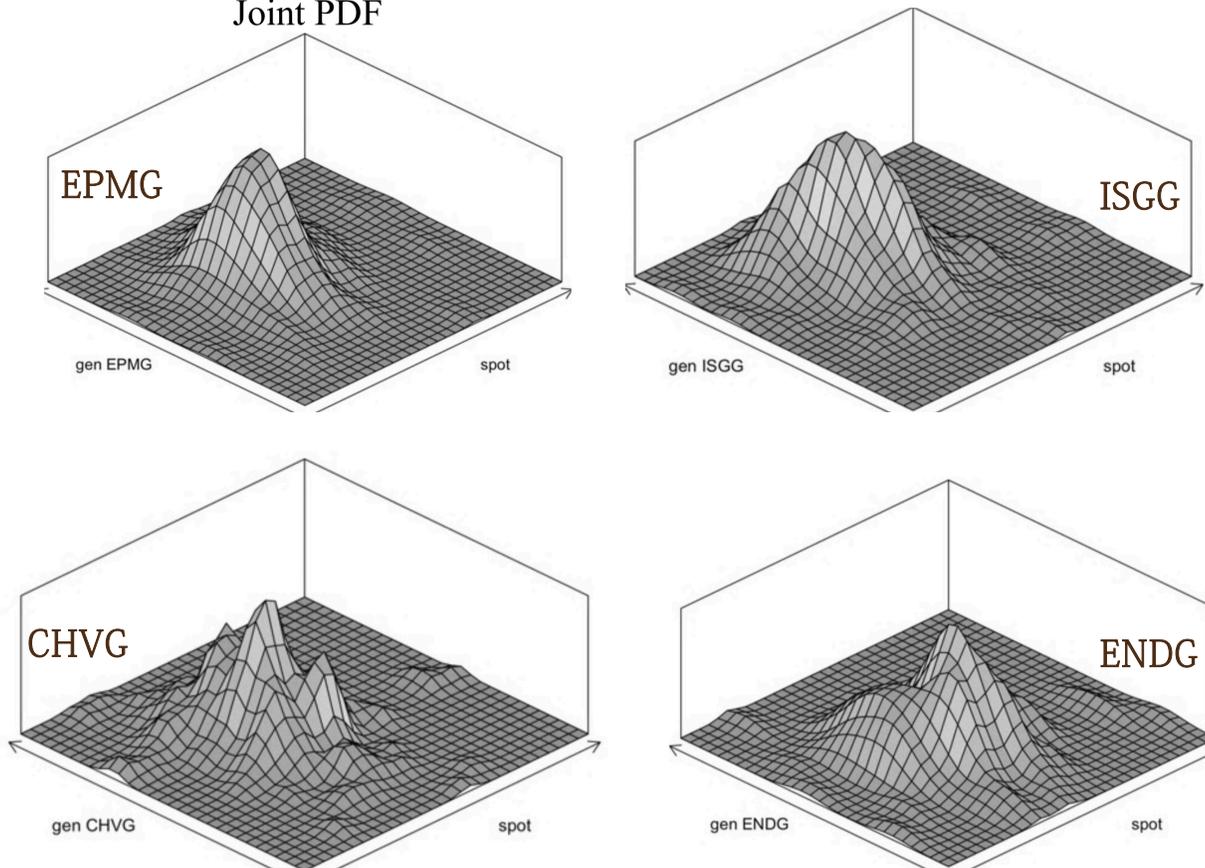


Modelación Energía eléctrica

$$S_t = \text{Fundamentales} + \text{Estacionalidad} + \text{Reversión a la media} + \text{Saltos}$$



Joint PDF



Precio spot

$$p_t = \ln(P_t)$$

$$p_t = \mu_p(t) + x_t^p$$

$$x_t^p = \phi_p \cdot x_{t-1}^p + \epsilon_t^p$$

Generación

$$q_t^i = \ln(Q_t)$$

$$q_t^i = \mu_{q^i}(t) + x_t^{q^i}$$

$$x_t^{q^i} = \phi_{q^i} \cdot x_{t-1}^{q^i} + \epsilon_t^{q^i}$$

Estructuración del portafolio

$$I_T^i = P_T \cdot Q_T^i)$$

- Ventas en precio spot
- Precio que multiplica cantidad
- Cantidades aleatorias
- Precio aleatorio
- Estructuración habitual de portafolios financieros no aplica

$$I_T^i = P_T \cdot Q_T^i + \phi^T$$

Efecto de cobertura

$$\phi_{CompraForward}^T = K - S_T$$

$$\phi_{VentaForward}^T = S_T - K$$

$$\phi_{CompraFuturo}^T = K - S_T$$

$$\phi_{VentaFuturo}^T = S_T - K$$

$$\phi_{CompraCall}^T = (\phi_{CompraForward}^T)^+ - c_T$$

$$\phi_{CompraCall}^T = \max(S_T - K, 0) - c_T$$

$$\phi_{VentaCall}^T = c_T - \max(S_T - K, 0)$$

$$\phi_{CompraPut}^T = (\phi_{VentaForward}^T)^+ - c_T$$

$$\phi_{CompraPut}^T = \max(K - S_T, 0) - p_T$$

$$\phi_{VentaPut}^T = p_T - \max(K - S_T, 0)$$

$$\phi_{Swap}^{1,2} = \phi_{CompraForward_1}^{T1} + \phi_{VentaForward_2}^{T2}$$

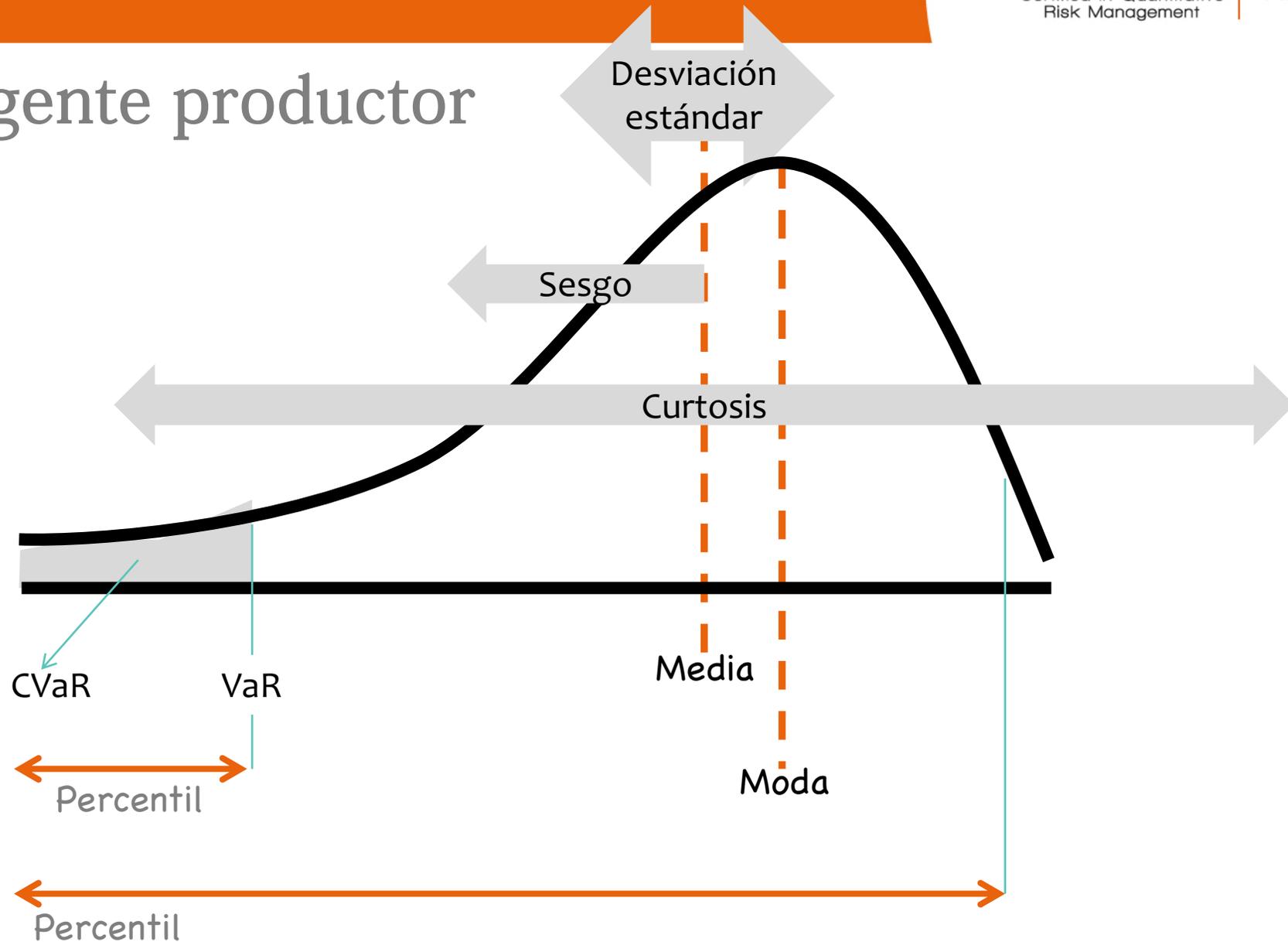
Ingresos agente productor

$$I_T^i = P_T \cdot Q_T^i + C_T^{t_0} \cdot (F_T^{t_0} - P_T)$$

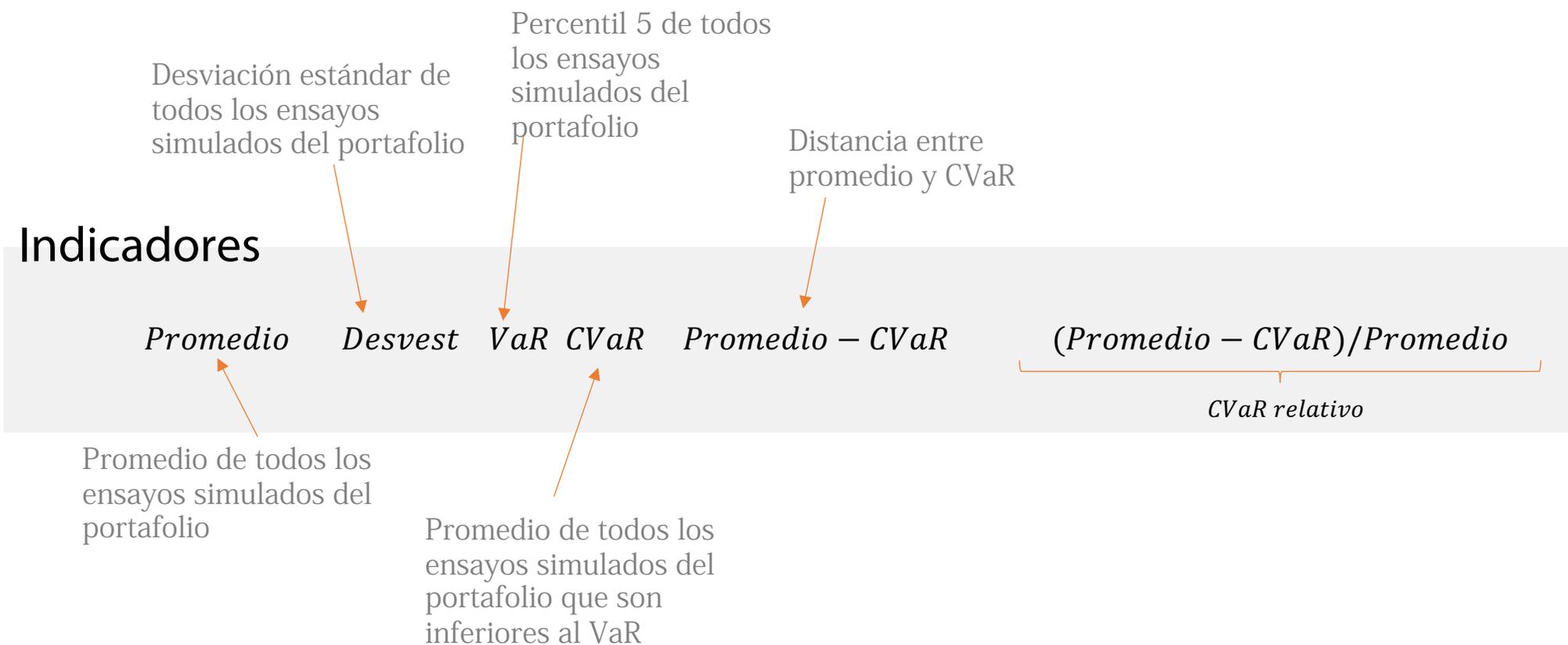
Variable de gestión

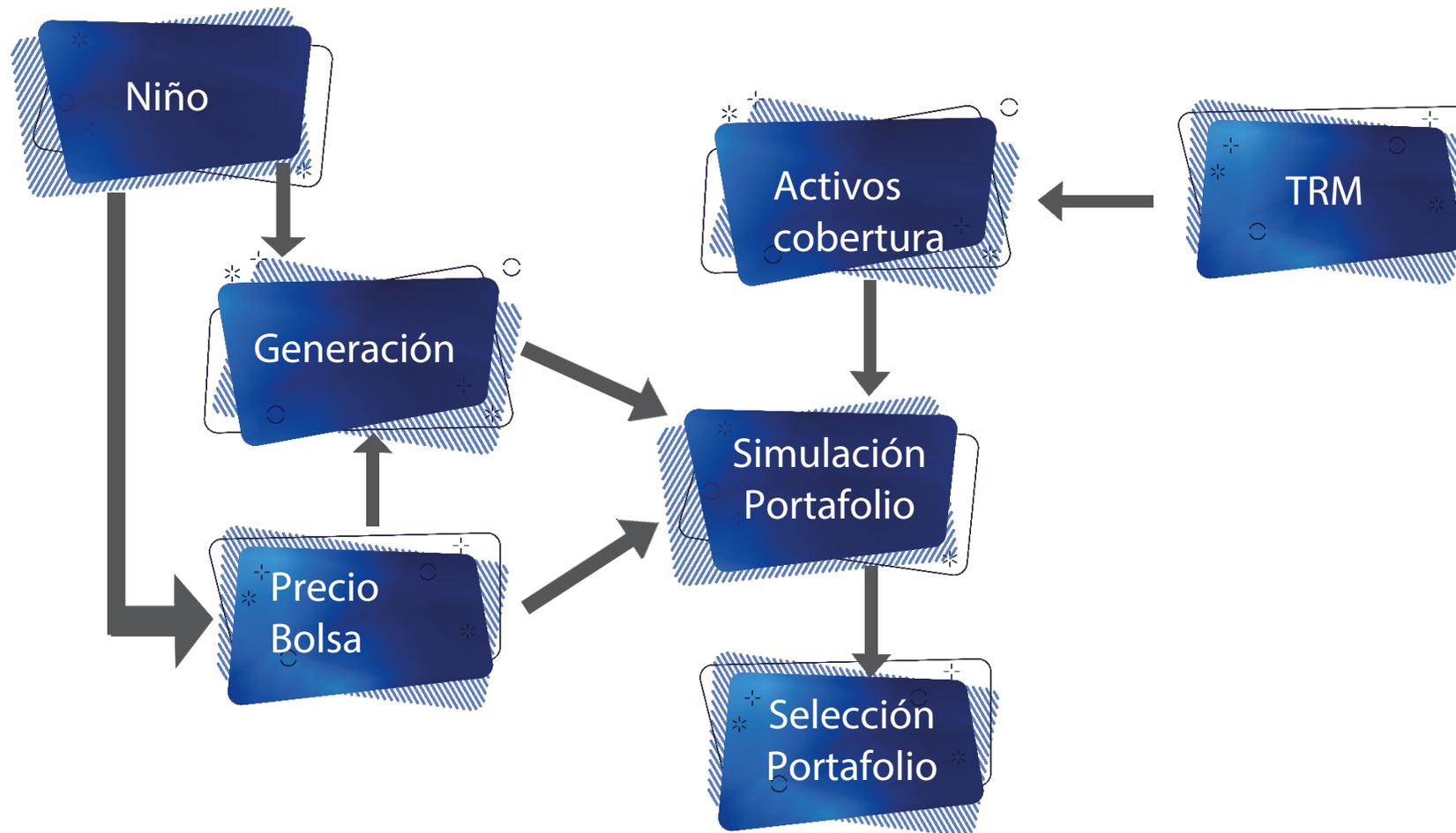
View de mercado

Ingresos agente productor

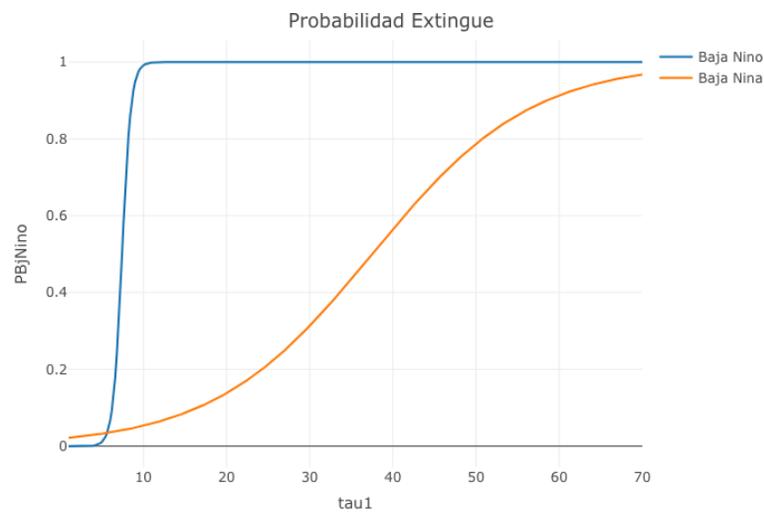
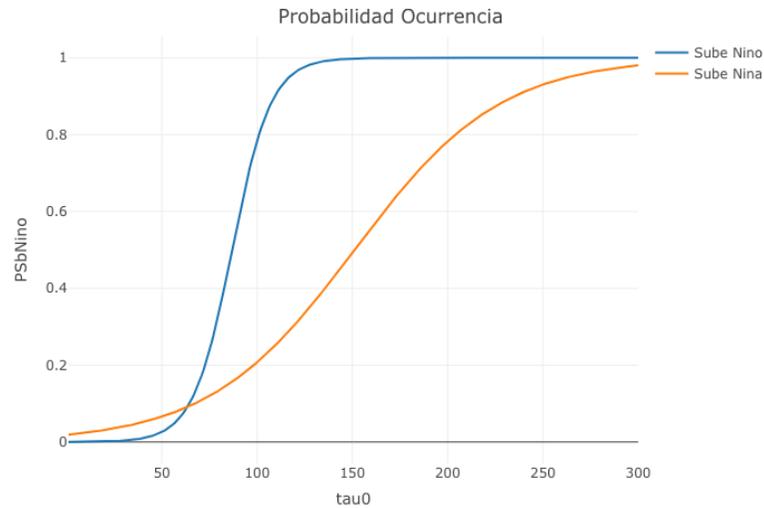


Indicadores de riesgo





Ocurrencia niño



$$W_0 = \frac{1}{1 - e^{-(\lambda_0^0 + \lambda_1^0 \cdot \tau_1)}}$$

Probabilidad de que el fenómeno se extinga, luego de una duración de τ_1 meses

Precio spot

Tendencia de largo plazo Distorsión de corto plazo

$$P_t = f(t, h) + X_t$$

Efectos estacional y Niño

$$f(t) = \underbrace{\beta_0 + \beta_{trend} \cdot t}_{\text{Tendencia de largo plazo}} + \underbrace{\sum_{i=2}^{12} \beta_m D_m}_{\text{Efecto mes}} + \underbrace{\sum_{i=2}^7 \beta_d D_d}_{\text{Efecto día}} + \underbrace{\sum_{i=2}^7 \beta_h D_h}_{\text{Efecto hora}} + \underbrace{\beta_{nino} D_{nino} P_{Om}}_{\text{Efecto Niño}} + \underbrace{\beta_{nina} \cdot D_{nina}}_{\text{Efecto Niña}}$$

Precio oferta máximo cuando hay niño

Distorsión actual

$$X_t = \phi \cdot X_{t-1} + a_t$$

Reversión a la media

Generación

Serie de generación para cada mes

Generación promedio para cada mes del año

$$Z_t = \frac{G_t - \overline{G_{mes}}}{\sigma_{mes}}$$

Serie desestacionalizada

Desviación estándar para cada mes del año

Efecto Niño y Niña

Componente autorregresiva, reversión a la media

$$Z_t = g(t) + y_t$$

$$y_t = \phi_1 y_{t-1} + \epsilon_t$$

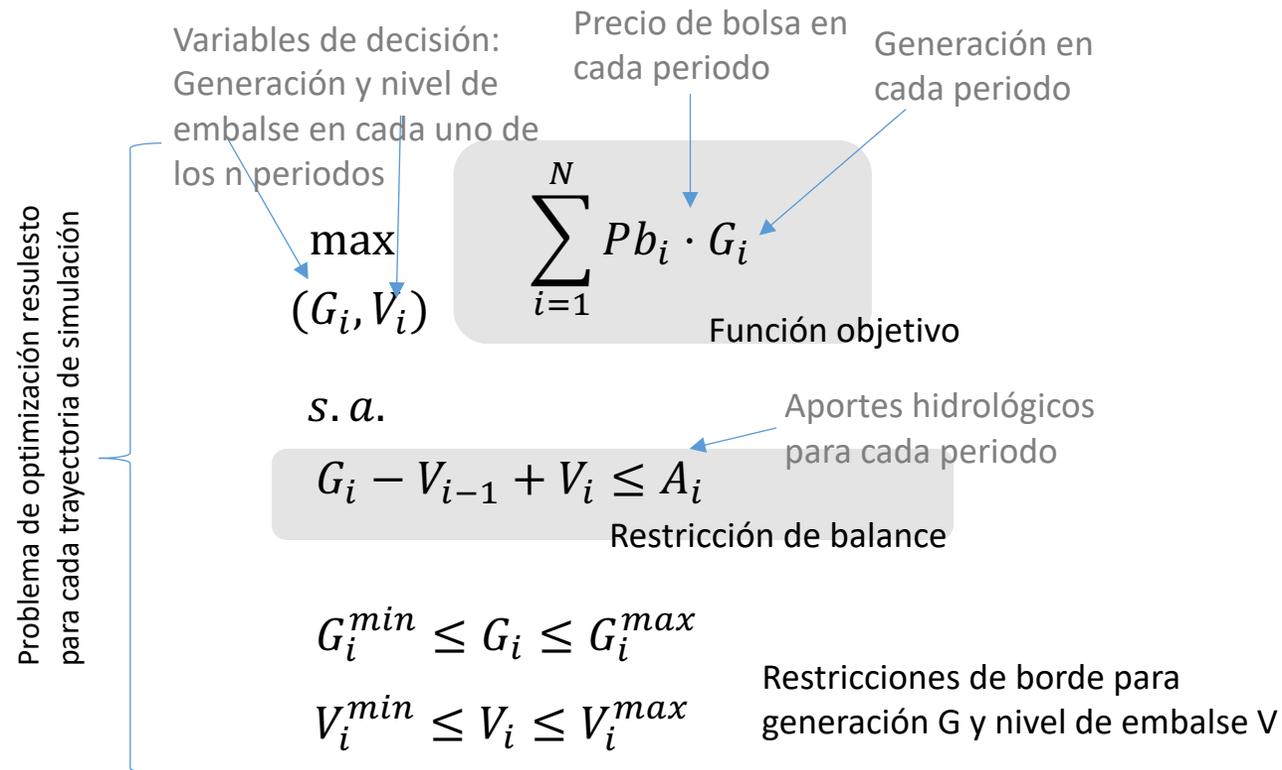
Coefficiente rezago de orden 1

Número aleatorio normal con media cero y varianza constante

$$g(t) = \beta_{nino} \cdot D_{nino} + \beta_{nina} \cdot D_{nina}$$

Dummies Nino y Nina, con coeficientes de su efecto

Generación



Evolución de precio de contrato

$$P_c^T = P_c^{t_0} \left[w_{usd} \cdot \frac{TRM_T}{TRM_{t_0}} + (1 - w_{usd}) \right]$$

Precio de contrato en el momento de firma (fecha inicial simulación)

Precio de contrato en el momento de vencimiento (COP/kWh) en pesos constantes

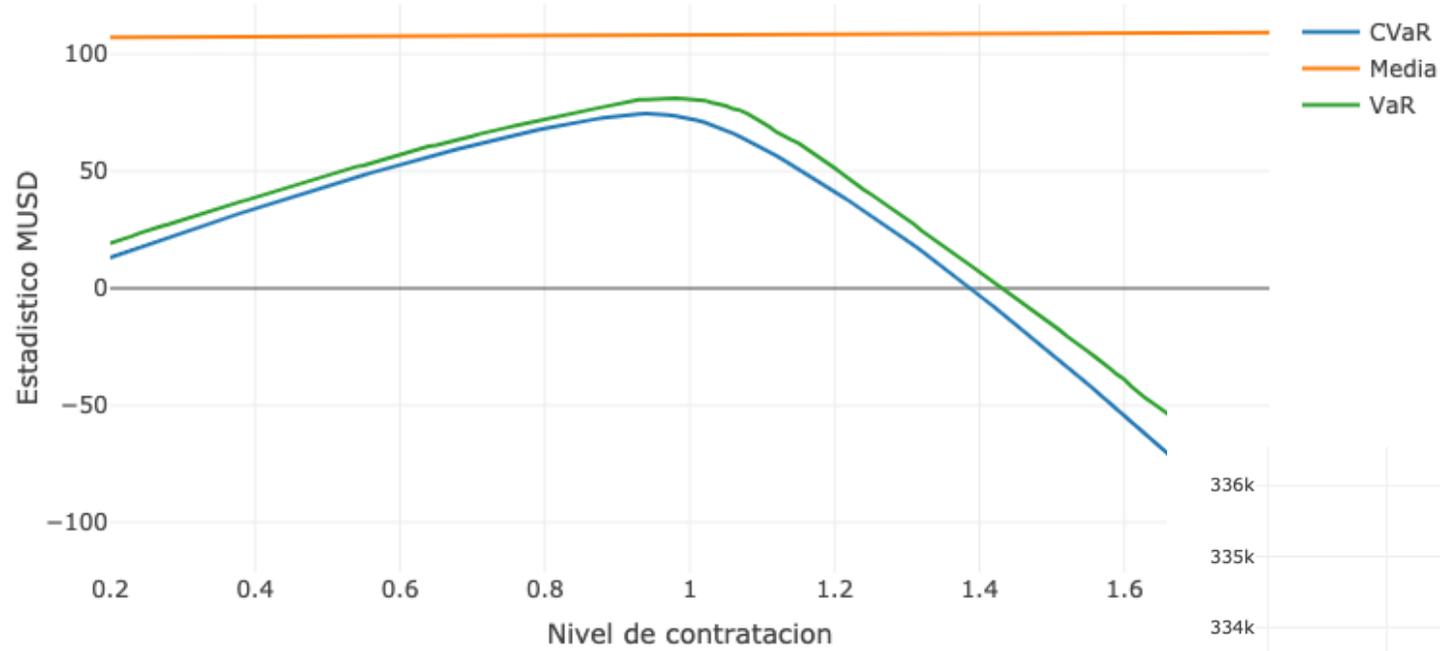
Dólar en momento de vencimiento

Dólar en momento inicial

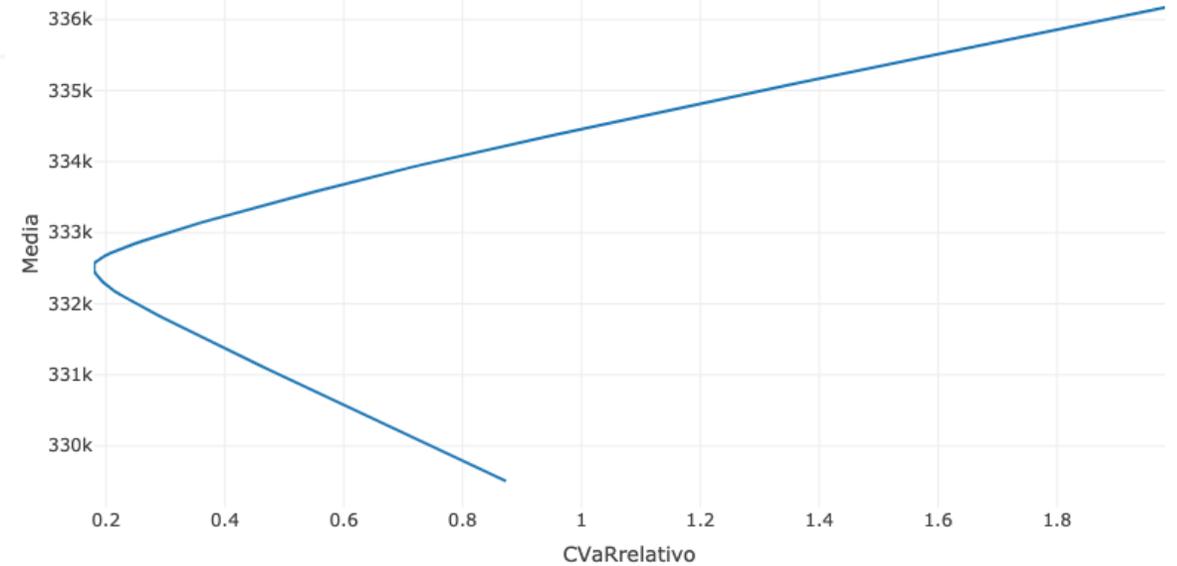
Proporción en dólares (Entre cero y uno)

Decisión

Sensibilidad nivel contratacion MUSD 2021



Beneficio Riesgo COP 2021



Niveles de cobertura dependen de:

- Volatilidad de corto plazo de precio y generación
- Impacto y duración de niño y niña
- Memoria del precio y generación
- Prima de riesgo de largo plazo del mercado
- Indexador del precio de los contratos
- Correlación precio generación
- Indicador de riesgo seleccionado
- Tiempo que falte al momento de vencimiento

Gracias

alfredo.trespalacios@gmail.com