

IFRS 9: Modelización del Riesgo Crédito II

Ejercicios más Potentes, Modelos Avanzados para escenarios macroeconómicos adversos

Material:

- Presentaciones PDF
- Ejercicios en Excel, R, Python y Jupyterlab
- Se entrega el vídeo grabado del curso de 40 horas.

Duración: 40 h

Precio: 8.900 €

OBJETIVO DEL CURSO

Curso intensivo de metodologías de IFRS 9 de riesgo de crédito aplicando modelos tradicionales econométricos y de machine learning así como novedosos modelos de machine learning probabilístico y computación cuántica.

La pandemia de COVID-19 surgió solo dos años después de la implementación en 2018 del IFRS 9. La pandemia estresó y afectó el poder predictivo de los modelos y metodologías, planteando desafíos significativos para la creación de provisiones de activos deteriorados. A raíz del *shock* pandémico, las posteriores medidas regulatorias y gubernamentales, así como el reciente conjunto, sin precedentes, de eventos de riesgo, tales como la guerra, la inseguridad en el suministro energético europeo y las presiones inflacionarias mundiales, los bancos han planeando gradualmente recalibrar los modelos de pérdida de crédito esperada (ECL) de la IFRS 9 para mejorar su precisión e incorporar las lecciones aprendidas. No obstante, aunque sean necesarios ajustes a los modelos, siguen apareciendo nuevos *shocks* macroeconómicos influidos por una elevada incertidumbre.

Las entidades han enfrentaron varios desafíos. El primero, fue el incremento significativo del riesgo de crédito (SICR) que se basó en información inexacta o incompleta. Segundo, la probabilidad de incumplimiento (PD) no era lo suficientemente sensible a la información prospectiva y no lineal. Tercero, los bancos aplicaron *overlays* con mayor frecuencia, pero no los justificaban ni cuantificaban.

Algunas firmas prestigiosas de consultoría proponen automatizar más procesos, desarrollar modelos desafiantes de PDs y pérdidas esperadas crediticias ECL.

Por lo anterior, hemos creado un curso, con un mayor número de modelos de estimación y calibración de la lifetime PD, hemos incrementado los modelos de inteligencia artificial y añadido modelos basado en algoritmos cuánticos que por un lado pueden ser modelos desafiantes de los tradicionales y que ayudarán a medir las relaciones no lineales.

No obstante, el *core* del curso es explicar pormenorizadamente metodologías de riesgo de crédito para estimar y calibrar los parámetros tipo lifetime de PD, LGD y EAD ajustados a la norma IFRS 9 empleando modelos econométricos, enfoque bayesiano, machine learning tradicional, machine learning cuántico y algoritmos cuánticos.

Todos los modelos deben cuantificar la incertidumbre inherente a las inferencias y predicciones financieras para que sean útiles en la toma de decisiones y gestión de riesgos financieros. Los parámetros y resultados del modelo pueden tener un rango de valores con probabilidades asociadas. Por lo que se necesitan modelos probabilísticos matemáticamente sólidos que se adapten a las imprecisiones y que cuantifican las incertidumbres con coherencia lógica. Por lo anterior hemos incluido modelos de machine learning probabilístico, es decir algoritmos de aprendizaje automático junto con modelización probabilística y teoría de decisión bayesiana. Estos algoritmos ofrecen modernas y potentes soluciones en este complejo entorno financiero y económico de hoy en día.

Este curso incluye más de 12 metodologías y ejercicios para estimar la PD Lifetime en carteras de retail, hipotecas, pymes y corporate, por ejemplo, el modelo Exogenous Maturity Vintage EMV, modelos de Markov, modelos de supervivencia, matrices de transición, Deep Learning, algoritmos cuánticos de simulación de Monte Carlo entre otros.

Se han incorporado metodologías de *forecasting* y *stress testing* para generar escenarios económicos forward looking. Respecto al tema, hay varios módulos dedicados al diseño de escenarios donde se exponen la interacción entre las variables macroeconómicas y la Lifetime PD. Además, se explican metodologías de stress testing de las provisiones de riesgo crédito IFRS 9.

En cuanto a la LGD Lifetime, se muestran modelos de machine learning para mejorar la exactitud de los parámetros. Y respecto a la EAD Lifetime se explican modelos vintage para líneas de crédito, además de modelos econométricos de prepago.

Se entrega, una herramienta de pricing, que incluye la estimación del ECL 12m y ECL Lifetime, capital regulatorio, Raroc y Hurdle rate.

El Machine Learning cuántico es la integración de algoritmos cuánticos dentro de programas de Machine Learning. Los algoritmos de machine learning se utilizan para calcular inmensas cantidades de datos, el aprendizaje automático cuántico utiliza qubits y operaciones cuánticas o sistemas cuánticos especializados para mejorar la velocidad de cálculo y el almacenamiento de datos realizado por algoritmos en un programa. Por ejemplo, algunas técnicas matemáticas y numéricas de la física cuántica son aplicables al deep learning clásico. Una red neuronal cuántica tiene capacidades computacionales para disminuir la cantidad de pasos, los qubits utilizados y el tiempo de cómputo.

El objetivo del curso es mostrar el uso de la computación cuántica y redes tensoriales para mejorar el cálculo de algoritmos de machine learning.

Mostramos como los algoritmos cuánticos aceleran el cálculo de la simulación de Monte Carlo, la herramienta más potente para desarrollar modelos de riesgo crédito, representando una ventaja importante para el cálculo del capital económico, lifetime PD y creación de escenarios de stress testing.

El objetivo del curso es exponer modelos clásicos frente a modelos cuánticos, explicar los alcances, beneficios y oportunidades.

Para facilitar el aprendizaje la mayoría de macros se entregan en Jupyter Notebook, un entorno interactivo web de ejecución de código R y Python, donde se incluyen, vídeos, imágenes, formulas, etc. que ayudan al análisis y explicación de las metodologías.

¿QUIÉNES DEBEN ASISTIR?

Este programa está dirigido a responsables, analistas y consultores de riesgos que estén inmersos en el desarrollo, validación o auditoría de los modelos de riesgo crédito IFRS 9 o para todos aquellos interesados. Para la mejor comprensión de los temas es recomendable que el participante tenga conocimientos de estadística.

COMPUTACIÓN CUÁNTICA

Módulo 0: Computación Cuántica y algoritmos (Opcional)

- Futuro de la computación cuántica en la banca
- ¿Es necesario saber mecánica cuántica ?
- Aplicaciones y hardware de QIS
- Operaciones cuánticas
- Representación de Qubit
- Medición
- Superposición
- Multiplicación de matrices
- Operaciones de Qubits
- Múltiples Circuitos cuánticos
- Entanglement
- Algoritmo de Deutsch
- Transformada cuántica de Fourier y algoritmos de búsqueda
- Algoritmos híbridos cuánticos-clásicos
- Quantum annealing, simulación y optimización de algoritmos
- Algoritmos cuánticos de machine learning
- **Ejercicio 1: Operaciones cuánticas**

CREDIT SCORING

Módulo 1: Análisis Exploratorio

- Exploratory Data Analysis EDA
- Fuentes de datos
- Revisión del dato
- Definición del Target
- Horizonte temporal de la variable objetivo
- Muestreo
 - Muestreo Aleatorio
 - Muestreo Estratificado
 - Muestreo Rebalanceado
- Análisis Exploratorio:
 - Histogramas
 - Q-Q Plot
 - Análisis de momentos
 - Box Plot
- Tratamiento de los valores Missing
 - Modelo Multivariante de Imputación
- Técnicas avanzadas de detección de Outliers y tratamiento
 - Técnica univariante: winsorized y trimming
 - Técnica Multivariante: Distancia de Mahalanobis

- Técnicas de Over and Undersampling
 - Random oversampling
 - Synthetic minority oversampling technique (SMOTE)

Módulo 2: Feature engineering

- Feature engineering
- Estandarización de los Datos
- Categorización de variables
 - Equal Interval Binning
 - Equal Frequency Binning
 - Prueba Ji-Cuadrada
- Binary Coding
- WOE Coding
 - Definición WOE
 - Análisis Univariante con variable Target
 - Selección de variables
 - Tratamiento de Variables continuas
 - Tratamiento de Variables Categóricas
 - Gini
 - Information Value
 - Optimización de variables continuas
 - Optimización de variables categóricas
- **Ejercicio 2:** Análisis Exploratorio EDA
- **Ejercicio 3:** Detección y tratamiento de Outliers Avanzado
- **Ejercicio 4:** Modelo multivariante de imputación de valores missing
- **Ejercicio 5:** Análisis univariante en percentiles en R
- **Ejercicio 6:** Análisis univariante óptimo variable continua en Excel

AI CREDIT SCORING

Aprendizaje No Supervisado

Módulo 3: Modelos no supervisados

- Clusters Jerárquicos
- K-Means
- Algoritmo estándar
- Distancia Euclídea
- Análisis de Componentes principales (PCA)
- Visualización avanzada de PCA
- Eigenvectores e Eigenvalores
- **Ejercicio 7:** Segmentación de la data con K-Means R

Módulo 4: Support Vector Machine SVM

- SVM con variables dummy
- SVM
- Hiperplano óptimo
- Support Vectors
- Añadir costes
- Ventajas e Inconvenientes
- Visualización del SVM
- Tuning SVM
- Truco de Kernel
- **Ejercicio 8: Credit Scoring Support Vector Machine**

Módulo 5: Ensemble Learning

- Modelos de conjuntos
- Bagging
- Bagging trees
- Random Forest
- Boosting
- Adaboost
- Gradient Boosting Trees
- Ventajas e inconvenientes
- **Ejercicio 9: Credit Scoring Boosting en R**
- **Ejercicio 10: Credit Scoring Bagging en R**
- **Ejercicio 11: Credit Scoring Random Forest, R y Python**
- **Ejercicio 12: Credit Scoring Gradient Boosting Trees**

DEEP LEARNING

Módulo 6: Deep Learning Redes Neuronales Feed Forward

- Single Layer Perceptron
- Multiple Layer Perceptron
- Arquitecturas de redes neuronales
- Función de activación
 - Sigmoidal
 - Rectified linear unit (Relu)
 - Elu
 - Selu
 - Hipertangente hiperbólica
 - Softmax
 - Otras
- Back-propagation

- Derivadas direccionales
- Gradientes
- Jacobianos
- Regla de la cadena
- Optimización y mínimos locales y globales

- **Ejercicio 14:** Credit Scoring usando Deep Learning Feed Forward

Módulo 7: Deep Learning Redes Neuronales Convolucionales CNN

- CNN para imagenes
- Diseño y arquitecturas
- Operación de convolución
- Gradiente Descendiente
- Filter
- Strider
- Padding
- Subsampling
- Pooling
- Fully connected
- Credit Scoring usando CNN
- Estudios recientes de CNN aplicados al riesgo crédito y scoring
- **Ejercicio 15:** Credit Scoring usando Deep Learning CNN

Módulo 8: Deep Learning Redes Neuronales Recurrentes RNN

- Natural Language Processing
- Natural Language Processing (NLP) text classification
- Long Term Short Term Memory (LSTM)
- Hopfield
- Bidirectional associative memory
- Gradiente Descendiente
- Metodos de optimización globales
- RNN y LSTM para credit scoring
- Modelos unidireccionales y bidireccionales
- Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding
- **Ejercicio 16:** Credit Scoring usando Deep Learning LSTM

Módulo 9: Generative Adversarial Networks (GANs)

- Generative Adversarial Networks (GANs)
- Componentes fundamentales de la GANs
- Arquitecturas de la GANs
- Bidirectional GAN
- Training generative models
- Credit Scoring usando GANs
- **Ejercicio 17:** Credit Scoring usando GANs

Módulo 10: Calibración del Machine Learning y Deep Learning

- Hiperparametrización
- Grid Search
- Random Search
- Optimización Bayesiana
- Train-test split ratio
- Tasa de aprendizaje en algoritmos de optimización (e.g. gradient descent)
- Selección de algoritmo de optimización (e.g., gradient descent, stochastic gradient descent, or Adam optimizer)
- Selección de la función de activación en una red neuronal (nn) layer (e.g. Sigmoid, ReLU, Tanh)
- Selección de la función de pérdida, coste y personalizada
- Número de capas ocultas en una NN
- Number of activation units in each layer
- The drop-out rate in nn (dropout probability)
- Number of iterations (epochs) in training a nn
- Number of clusters in a clustering task
- Kernel or filter size in convolutional layers
- Pooling size
- Batch size
- Interpretación del modelo Shap
- **Ejercicio 18:** Optimización Credit Scoring Xboosting, Random forest y SVM
- **Ejercicio 19:** Credit Scoring Deep Learning optimizado e interpretación de modelo

Módulo 11: Construcción del Scorecard

- Asignación de puntuación
- Clasificación del Scorecard
 - Scorecard WOE
 - Scorecard Binario
 - Scorecard Continuo
- Reescalamiento del Scorecard
 - Análisis del Factor y Offset
 - Scorecard WOE
 - Scorecard Binario
- Técnicas de Reject Inference
 - Cut-Off
 - Parcelling
 - Fuzzy Augmentation
 - Machine Learning
- Técnicas Avanzadas de punto de corte
 - Optimización del punto de corte usando curvas ROC
- **Ejercicio 20:** Construcción de Tarjeta de Puntuación en Excel, R y Python

MACHINE LEARNING CUÁNTICO

Módulo 12: Credit Scoring Cuántico y PD

- ¿Qué es el machine learning cuántico?
- Qubit y Quantum States
- Algoritmos de Machine automático cuántico
- Circuitos cuánticos
- K means cuántico
- Support Vector Machine
- Support Vector Machine cuánticos
- Clasificador cuántico variacional
- Entrenamiento de modelos de machine learning cuántico
- Redes Neuronales Cuánticas
- Quantum GAN
- Máquinas Quantum Boltzmann
- Machine learning cuántico en Riesgo Crédito
- Machine learning cuántico en credit scoring
- Software cuántico
- **Ejercicio 21:** K-means cuántico
- **Ejercicio 22:** Support Vector Machine cuántico para desarrollar modelo de credit scoring
- **Ejercicio 23:** Redes Neuronales feed forward cuánticas para desarrollar modelo de credit scoring y estimación de PD
- **Ejercicio 24:** Redes Neuronales convolucionadas cuánticas para desarrollar modelo de credit scoring y estimación de PD

Módulo 14: Redes Tensoriales para Machine Learning

- ¿Qué son las redes tensoriales ?
- Entrelazamiento Cuántico
- Redes tensoriales en machine learning
- Redes tensoriales en modelos no supervisados
- Redes tensoriales en SVM
- Redes tensoriales en NN
- Tensorización de NN
- Aplicación de redes tensoriales en modelos de credit scoring
- **Ejercicio 25:** Construcción de credit scoring y PD usando redes tensoriales

PROBABILISTIC MACHINE LEARNING

Módulo 15: Probabilistic Machine Learning

- Probabilidad
- Modelos gaussianos
- Estadística Bayesiana
- Regresión logística bayesiana

- Familia de Kernels
- Procesos gaussianos
 - Procesos gaussianos para regresión
- Hidden Markov Model
- Markov chain Monte Carlo (MCMC)
 - Metropolis Hastings algorithm
- Modelo Probabilístico de Machine Learning
- Boosting bayesiano
- Redes Neuronales bayesianas
- **Ejercicio 26:** Proceso gaussiano para regresión
- **Ejercicio 27:** Redes neuronales bayesianas

IFRS 9 : EXPECTED CREDIT LOSSES

Probabilidad de Default

Módulo 16: Probabilidad de Default PD

- **Estimación de la PD**
 - Modelos econométricos
 - Modelos de Machine Learning
 - Requerimiento de datos
 - Risk drivers y criterio del credit scoring
 - Filosofía del rating
 - Tratamiento de los Pools
- **Calibración de la PD**
 - Definición de Default
 - Long run average for PD
 - Defaults técnicos y filtros técnicos del default
 - Requerimiento de datos
 - Cálculo de tasa de default a un año
 - Cálculo de Tasa de default a largo plazo
- **Riesgo de Modelo de la PD**
 - Margen de Conservadurismo
- **Técnicas de calibración de PD**
 - Estimación Anchor Point
 - Mapping de Score a PD
 - Ajuste al Ciclo Económico de la PD
 - Filosofía del Rating
 - Modelos PD Trough The Cycle (PD TTC)
 - Modelos PD Point in Time PD (PD PIT)
- **Calibración de PD de modelos usando Machine y Deep Learning**
- **Margen de Cautela**

- [**Ejercicio 27:** Modelos de calibración de PD](#)
- [**Ejercicio 28** Calibración de PD en modelos de Machine Learning](#)
- [**Ejercicio 29:** Modelización del Margen de Cautela PD](#)

Módulo 17: Modelos econométricos y de AI de PD

- Estimación de la PD
- Tratamiento de los datos de Panel
- Modelos Econométricos para estimar la PD
 - PD Regresión Logística
 - PD Regresión Probit
 - PD Regresión COX de supervivencia
 - PD Log-log Complementary
 - PD Regresión Data Panel
 - PD Regresión Logística Bayesiana
 - PD Regresión Lasso
 - PD Redes Neuronales
 - PD Redes Neuronales Cuánticas
- Calibración de la PD
- Calibración de modelos econométricos
- Estimación Anchor Point
- Calibración de PD por Añadas o cosechas
- Análisis Vintage
 - PD Marginal
 - PD Forward
 - PD Acumulada
- [**Ejercicio 30:** Calibración de la PD con regresión COX](#)
- [**Ejercicio 31:** Calibración de PD con regresión logística con datos de panel en R](#)
- [**Ejercicio 32:** Calibración de PD con Redes Neuronales en R](#)
- [**Ejercicio 33:** Calibración de PD con regresión logística bayesiana en Python](#)
- [**Ejercicio 34:** Calibración de la PD regresión LASSO](#)
- [**Ejercicio 35:** Calibración de la PD con redes neuronales cuánticos en Python](#)

Módulo 18: Calibración de la PD

- Concepto de ajuste a la tendencia central
- Enfoque Bayesiano
- Calibración de PD en países desarrollados
- Calibración de PD en países emergentes
- Calibración Scaled PD
- Calibración Scaled Likelihood ratio
- Suavizamiento de las curvas de PD
- Quasi moment matching
- Métodos de aproximación
 - Scaled beta distribution

- Asymmetric Laplace distribution
- Función Cauchit
- Platt scaling
- Broken curve model
- Isotonic regression
- Gaussian Process Regression
- **Ejercicio 36:** Calibración de PD usando Platt scaling y regresión isotónica
- **Ejercicio 37:** Calibración de la PD usando Gaussian Process Regression
- **Ejercicio 38:** Calibración de PD asymmetric Laplace distribution

Módulo 19: PD Bayesiana y Proceso Gaussiano

- Enfoque bayesiano y determinista
- Criterio experto
- Distribuciones a priori
- Teorema de Bayes
- Distribuciones a posteriori
- Estimación de PD Bayesiana
- Enfoque Markov Chain-Monte Carlo MCMC
- Intervalos de credibilidad
- PD Bayesiana en la práctica
- Calibración con enfoque bayesiano
- Process Gaussian regresión
- **Ejercicio 39:** PD Bayesiana de modelo logístico en Python
- **Ejercicio 40:** PD usando MCMC en R
- **Ejercicio 41:** PD usando Process Gaussian Regresión

Módulo 20: Low Default Portfolio PD (PD LDP)

- Enfoque de intervalo de confianza para PD LDP
 - Estimación de PD sin correlaciones
 - Estimación de PD con correlaciones
 - Estimación de un periodo y multiperiodo
- Estimación Bayesiana de PD para LDP
 - Neutral Bayesian
 - Conservative Bayesian
 - Criterio experto
- Análisis real de PD de carteras Corporates, Soberanos y Retail
- Regresión LASSO para medir la tasa de default en corporativos
- **Ejercicio 42:** Enfoque de intervalo de confianza PD LDP en R
- **Ejercicio 43:** Enfoque intervalo de confianza multiperiodo PD LDP
- **Ejercicio 44:** PD Bayesiana Neutral en R
- **Ejercicio 45:** PD Bayesiana Conservadora en R

Módulo 21: Matrices de Transición y Estructura temporal de PD

- Estructura temporal de PD en IFRS 9
- Propiedades de las matrices de transición
- Cadenas de Markov
- Multi-year transition matrix
 - Tiempo discreto
 - Tiempo continuo
 - Matriz Generatriz
 - Exponencial de una matriz
- Método de duración
- Método Cohort
- Gestión del error
- Estructura temporal de PD
- Calibración de la estructura temporal de la PD
- Levenberg-Marquardt Algoritmo
- Ciclos Económicos
- Calibración de la estructura temporal de la PD para LDP
- **Ejercicio 46:** Ejercicio análisis y error de Matriz de transición usando enfoque cohort y duration en Python
- **Ejercicio 47:** Calibración de la estructura temporal de la PD

Módulo 22: Modelos PD Lifetime

- PD Lifetime cartera consumo
- PD Lifetime cartera hipotecas
- PD Lifetime cartera Tarjeta de crédito
- PD Lifetime cartera Pymes
- Modelo Vintage
 - Modelo Exogenous Maturity Vintage EMV
 - Análisis decomposition
 - Ventajas e inconvenientes
- Modelo ASRF de Basilea
 - Modelo ASRF matricial
 - Aprovechamiento de IRB en IFRS 9
 - Ventajas e inconvenientes
- Modelos de Regresión
 - Regresión Multinomial Logística
 - Regresión Probit Ordinal
- Modelos de Supervivencia
 - Kaplan-Meier
 - Regresión Cox
 - Ventajas e inconvenientes

- Modelos de Markov
 - Modelo Multi State Markov
 - Modelo Semiparamétrico Cox
 - Ventajas e inconvenientes
- Modelo de Machine Learning
 - SVM: Definición de función Kernel
 - Red Neuronal: definición de hiperparámetros y función de activación
- Modelos de Machine Learning Cuánticos
- Modelos de Extrapolación de PD Lifetime
- [Ejercicio 48: PD Lifetime usando modelo vintage EMV Decomposition](#)
- [Ejercicio 49: PD Lifetime usando regresión multinomial en R](#)
- [Ejercicio 50: PD Lifetime usando modelo de Markov](#)
- [Ejercicio 51: PD Lifetime usando modelo ASRF matricial](#)
- [Ejercicio 52: PD Lifetime usando SVM en Python](#)
- [Ejercicio 53: PD Lifetime usando Red Neuronal en Python](#)
- [Ejercicio 54: PD Lifetime usando Red Neuronal Cuántica en Python](#)
- [Ejercicio 55: PD Lifetime usando SVM Cuántico en Python](#)

Módulo 23: Calibración Avanzada Lifetime PD

- Calibración por sistemas de ecuación no lineales
- Calibración de estructura temporal con modelo de Vasicek
- Calibración de matrices de transición usando Vasicek
- Calibración bayesiana
- Ajuste de distribuciones de curvas
- Calibración de extrapolación
 - Ajuste Gamma
 - Acelerador exponencial
- Recalibración de Lifetime PD
- Calibración Nelson Siegel
- [Ejercicio 56: Modelos de Calibración avanzada de Lifetime PD Nelson Siegel](#)
- [Ejercicio 57: Modelos de Calibración avanzada de Lifetime PD Ajuste Gamma](#)
- [Ejercicio 58: Calibración de ajuste de factor](#)
- [Ejercicio 59: Calibración de modelo Vasicek](#)

LIFETIME PD CUÁNTICO

Módulo 24: Lifetime PD

- Modelización de la lifetime PD
- Exogenous Maturity Vintage
- Age Period Cohort
- Simulación clásica de Monte Carlo
- Simulación de Monte Carlo cuántico
- Aceleración cuadrática sobre la simulación clásica de Monte Carlo

- Modelización de la lifetime PD
- Monte Carlo Markov Chain MCMC
- Mejora cuántica en MCMC
- **Ejercicio 60:** Estimación Lifetime PD IFRS 9 usando mejoras cuánticas

LGD IFRS 9

Módulo 25: LGD en carteras Retail y empresas IRB

- Impacto del COVID-19 en la LGD
 - Definición del default
 - Moratorias
 - Renovaciones y reestructuras
 - Ciclo del Default
 - Ciclos Reales del Default
- Expected Loss y Unexpected Loss en la LGD
- LGD in Default
- Defaulted Weighted Average LGD o Exposure-weighted average LGD
- LGD para performing y no performing exposures
- Tratamiento de los colaterales en el IRB
- Enfoque Workout
 - Técnicas para determinar la tasa de descuento
 - Tratamiento de las recuperaciones, gastos y costes de recuperación
 - Ciclos de Default
 - Gastos de recuperación
- Downturn LGD en carteras de consumo
- Downturn LGD en hipotecas
- LGD en consumo
- LGD en Hipotecas
- LGD en empresas
- LGD para carteras con reposición

Módulo 26: Modelos Econométricos y de Machine Learning de la LGD

- Ventajas e inconvenientes de los Modelos Predictivos de LGD
- Modelos Forward Looking incorporando variables Macroeconómicas
- Modelos paramétricos, no paramétricos y transformation regressions
- Tipología de Modelos Multivariantes de LGD
 - Regresión Lineal y transformación Beta
 - Regresión Lineal y transformación Logit
 - Regresión Línea y trasnsformación Box Cox
 - Regresión Logística y Lineal
 - Regresión Logística y no Lineal
 - Censored Regression
 - Generalized Additived Model

- Regresión Beta
- Inflated beta regression
- Support Vector Regression
- Support Vector Classification
- Random Forest Regression
- XGBoosting Regression
- Redes Neuronales
- Deep Learning
- **Ejercicio 61:** Modelos econométricos de LGD
- **Ejercicio 62:** Modelos de Machine Learning y Deep Learning de LGD
- **Ejercicio 63:** Comparativo del performance de los modelos usando test de Calibración y precisión.

Módulo 27: LGD para IFRS 9

- Comparativa de LGD IRB frente a IFRS 9
- Impacto en el COVID-19
- Requerimientos IFRS 9
 - Probability Weighted
 - Forward Looking
- Ajustes en la LGD IRB
 - Selección de Tipos de Interés
 - Imputación de Costes
 - Floors
 - Tratamiento del colateral en el tiempo
 - Duración del COVID-19
- Modelización LGD PIT
- Modelización del Colateral
- LGD IFRS 9 para cartera de empresas
- LGD IFRS 9 para cartera de hipotecas
- LGD IFRS 9 para carteras corporate
 - Ciclo de crédito
 - Regresión Tobit
- LGD IFRS 9 usando Regresión LASSO
- Modelos de Machine Learning
 - Support Vector Machine
 - Neural Networks
- **Ejercicio 64:** Estimación y ajustes para LGD IFRS 9 usando regresión Tobit en R
- **Ejercicio 65:** Estimación LGD usando Redes Neuronales Bayesianas en R
- **Ejercicio 66:** Estimación LGD IFRS 9 SVM
- **Ejercicio 67:** Estimación LGD IFRS 9 NN

Módulo 28: Modelización avanzada EAD y CCF

- Impacto del COVID-19 en las líneas de crédito
- Directivas para la estimación del CCF
- Directivas para la estimación del CCF Downturn
- Horizonte temporal
- Transformaciones para modelizar el CCF
- Enfoques para estimar el CCF
 - Enfoque Fixed Horizon
 - Enfoque Cohort
 - Enfoque Variable time horizon
- Modelos Econométricos
 - Regresión Beta
 - Inflated beta regression
 - Fractional Response Regression
 - Mixed Effect Model
- Modelos de Machine Learning
 - Redes Neuronales
 - SVM
- Modelo de intensidad para medir el retiro de líneas de crédito
- [Ejercicio 68: Modelo de regresión OLS en CCF en Excel](#)
- [Ejercicio 69: Modelo de regresión logística del CCF en Python](#)
- [Ejercicio 70: Redes Neuronales y SVM CCF en R](#)
- [Ejercicio 71: Comparativo del performance de los modelos de EAD](#)

Módulo 29: Pre pago

- Pre pago y otras opciones
- Requerimientos IFRS 9
- Probability Weighted
- Forward Looking
- Modelización del pre pago IFRS 9
 - Regresión Cox
 - Regresión Logística
- Estimación tasa de Supervivencia
- Modelo de probabilidad conjunta con PD Lifetime
- [Ejercicio 72: Modelo de pre pago IFRS 9 para hipoteca en R y Excel](#)

Módulo 30: EAD Lifetime para Líneas de crédito

- Impacto de la pandemia en la utilización de las líneas de crédito
- Medición del Lifetime en tarjetas de crédito
- Lifetime EAD
- Requerimientos IFRS 9

- Probability Weighted
- Forward Looking
- Ajustes en la EAD
- Interest Accrual
- Estimación CCF PIT
- Estimación de CCF Lifetime
- Modelización de la EAD lifetime
- Modelo del uso de línea de crédito con variables macroeconómicas
- Ajuste del abandono en tarjetas de crédito
- Modelo de EAD Lifetime para pool de líneas de crédito
 - Modelo Vintage
 - Enfoque Chain Ladder
- **Ejercicio 73:** Modelo econométrico de uso de línea de crédito en R
- **Ejercicio 74:** Modelo EAD Lifetime para línea de crédito individual
- **Ejercicio 75:** Modelo Vintage de EAD Lifetime para pool de líneas de crédito en R y Excel

STRESS TESTING

DISEÑO DE ESCENARIOS

Módulo 31: Preparación de Modelos Econométricos

- Revisión de supuestos de los modelos econométricos
- Revisión de los coeficientes y errores estándar de los modelos
- Medidas de la confiabilidad del modelo
- Gestión de los errores
- No normalidad
- Heterocedasticidad
- Outliers
- Autocorrelación
- Uso de la Correlación para detectar colinealidad bivariante
- Detección de colinealidad multivariante en regresión lineal
- Detección de colinealidad multivariante en regresión logística
- **Ejercicio 76:** Detección series no estacionarias, cointegración y outliers
- **Ejercicio 77:** Medición de colinealidad,
- **Ejercicio 78:** Medición de heterocedasticidad
- **Ejercicio 79:** Medición de Autocorrelación serial

AI STRESS TESTING

Módulo 32: Modernización de la dinámica macroeconómica usando Deep Learning

- Modelos de macroeconomía
- Modelo de crecimiento neoclásico
- Ecuaciones diferenciales parciales
- DSGE Modelos de equilibrio general dinámico estocástico
- Arquitecturas de deep learning

- Reinforcement Learning
- Análisis de Escenarios avanzados
- **Ejercicio 80:** Modelo macroeconómico de ecuación de Bellman usando redes neuronales

Módulo 33: Forecasting PD y LGD

- Estrategias de Trading con modelos de forecasting
- Modelos Multivariantes
 - Modelos de Vectores Autoregresivos VAR
 - Modelos ARCH
 - Modelos GARCH
 - Modelos GARCH Multivariante Copulas
 - Modelo de Vector de Corrección de Error VEC
 - Método de Johansen
- Modelos de Machine Learning
 - Supported Vector Machine
 - Red Neuronal
 - Multivariate Adaptive Regression Splines
 - Base de desarrollo y validación
- Deep Learning
 - Redes Neuronales Recurrentes RNN
 - Red Neuroal de Elman
 - Red Neuronal de Jordan
 - Estructura básica de RNN
 - Long short term memory LSTM
 - Ventanas temporales
 - Muestra de desarrollo y validación
 - Regresión
 - Modelización de la secuencia
- Análisis de series temporales con Prophet de facebook
- Predicción de la propagación del Covid-19
- **PD Machine Learning**
 - **Ejercicio 81:** PD Forecasting con Random Forest
 - **Ejercicio 82:** PD Forecasting con Redes Neuronales
 - **Ejercicio 83:** PD Forecasting con regresión Lasso
 - **Ejercicio 84:** PD Forecasting usando Redes Neuronales Recurrentes en Python
- **PD Probabilistic Machine Learning**
 - **Ejercicio 85:** PD Forecasting Gaussian Process
 - **Ejercicio 86:** PD Forecasting Bayesian Additive Regression Trees
 - **Ejercicio 87:** PD Forecasting con Support Vector Machine Bayesiano
 - **Ejercicio 88:** PD Forecasting usando Redes Neuronales Bayesianas
- **Ejercicio 89:** Forecasting de la PD usando variables de Pandemia y cambio climático usando RNN LSTM en Python
- **Ejercicio 90:** Modelo de charge-off con VAR y VEC
- **Ejercicio 91:** Modelo de charge-off con RNN LSTM

MODELOS DE STRESS TESTING

Módulo 34: Stress Testing PD y LGD

- Horizonte temporal
- Enfoque Multiperíodo
- Data requerida
- Impacto en P&L, RWA y Capital
- Modelos de Machine Learning
- Modelos de Probabilistic Machine Learning
- Escenarios Macroeconómicos de Estrés en consumo
 - Experto
 - Estadístico
 - Regulatorio
- Stress Testing de la PD:
 - Credit Portfolio View
 - Multiyear Approach
 - Reverse Stress Testing
 - Rescaling
 - Regresión Cox
- Stress Testing de la Matriz de Transición
 - Enfoque Credit Portfolio View
 - Índice de ciclo de crédito
 - Extensión Multifactorial
- Stress Testing de la LGD:
 - LGD Downturn: Enfoque Mixtura de distribuciones
 - Modelización PD/LGD Multiyear Approach
 - Stress test de LGD para carteras hipotecarias
- Stress Testing de:
 - Defaults
 - Charge-Off
 - Net Charge Off
 - Roll Rates
 - Matrices de transición de Rating/Scoring
 - Matrices de transición de buckets de morosidad
 - Tasa de Recuperación Y LGD
 - Pérdidas por activos deteriorados nuevos
 - Pérdidas por activos deteriorados antiguos
- [**Ejercicio 92:** Stress Testing PD en Excel y SAS modelo multifactorial Credit Portfolio Views](#)
- [**Ejercicio 93:** Stress Testing PD en SAS enfoque Multiyear Approach](#)
- [**Ejercicio 94:** Stress test de PD y Vectores Autoregresivos](#)
- [**Ejercicio 95:** Stress Test LGD](#)
- [**Ejercicio 96:** Stress Test conjunto de la PD y LGD](#)

Módulo 35: Stress Testing en carteras corporate

- Horizonte temporal
- Data requerida
- Principales variables Macroeconómicas

- Impacto en P&L, RWA y Capital
- Modelo ASRF
- Modelo de Creditmetrics
- Uso de Matrices de transición
- Uso del indice de ciclo de crédito
- Forecasting del default
- Metodología de Stress Test para portfolios corporate
- Impacto en el RWA y Capital
- **Ejercicio 97:** Stress Testing PD y matrices de transición de cartera corporativa usando matriz de transición y modelo ASRF en SAS, R y Excel

STRESS TESTING ECL IFRS 9

Módulo 36: Stress Testing del ECL IFRS 9

- Stress testing IFRS 9 y COVID-19
- Escenarios de la pandemia aplicada al cálculo del ECL
- Stress Testing de parámetros IFRS 9
- EBA Stress Testing 2023
- Tratamiento de la moratoria
- Posibles escenarios regulatorios
- Impacto en P&L
- Parámetros de partida PIT
- Parámetros proyectados PIT
- Cálculo de activos no productivos y deterioros
- Cambios en el stock de provisiones
- Cambios en el stock de provisiones de exposiciones fase S1
- Cambios en el stock de provisiones de exposiciones fase S2
- Cambios en el stock de provisiones de exposiciones fase S3
- Pérdidas por deterioro de exposiciones soberanas
- Impacto en el capital
- Modelo interno de Stress Testing para ECL IFRS 9
- Stage Migration
- Stage Transition Matrix
- Stress testing de la PDs y de las migraciones crediticias
- Stress testing de las exposiciones
- Stress testing de las recuperaciones
- **Ejercicio 98:** Ejercicio global interno de Stress Testing del ECL en R y Excel

STRESS TESTING CUÁNTICO

Módulo 37: Stress Testing Cuántico

- Economía cuántica
- Simulación de Monte Carlo clásica
- Monte Carlo Cuántico
- Codificar problema de Monte Carlo
- Estimación de Amplitud
- Aceleración aplicando el algoritmo de estimación de amplitud

- Modelo DGSE usando redes neuronales
- Simulación de Monte Carlo Cuántica vs Simulación de Monte Carlo normal
- **Ejercicio 99:** Modelo DGSE usando deep learning
- **Ejercicio 100:** Simulación de Monte Carlo Cuántica vs Simulación de Monte Carlo Clásica

INCREMENTO DE RIESGO SICR IFRS 9

Módulo 38: Incremento de Riesgo Crédito SICR

- Significant increase in credit risk (SICR)
- Impacto del COVID-19 en el incremento al riesgo SICR
- Recomendaciones Basilea, EBA, ESMA, IFRS
- Criterios cualitativos y cuantitativos en función del COVID-19
- Incremento de riesgo crédito colectivo
- Incremento de riesgo crédito IFRS 9 individual
- Matrices de migración de fases
 - Modelos de roll rates
 - Modelo de Markov
- Impacto del COVID-19 en las migraciones
- Estimación de umbrales de PD Lifetime y PD Originación
- Variación de Rating
- Determinación de umbrales
- KRLs para retail, hipotecas y corporate
- Incremento de riesgo crédito IFRS 9 colectivo
 - Uso de test discriminante
 - Curva ROC
 - Tasa de falsa alarma
 - Hit Rate objetivo
 - Tamaño del S2
- **Ejercicio 101:** Estimación de incremento de riesgo crédito SICR usando test de poder discriminante ROC en R y Excel

MODELO DE ECL IFRS 9

Módulo 39: Modelos de Lifetime Expected Credit Losses

- Escenarios Macroeconómicos impactados por COVID-19
- Lifetime Loss Forecasting usando variables macroeconómicas
- **Ejercicio Global 102:** Estimación Provisiones Lifetime Expected Loss de una cartera de crédito de consumo en R y Excel con VBA:
 - Definición de escenarios macroeconómicos COVID-19
 - Impacto de los escenarios en la estimación por COVID-19
 - Modelización de LGD usando escenarios económicos
 - Modelización del CCF usando escenarios económicos
 - Modelización del Abandono
 - Modelización del Prepago
 - Modelización PD PIT con escenarios económicos

- Modelización Lifetime PD
- Estimación de ingresos financieros
- Modelización flujos de caja
- Estimación tasa de supervivencia
- Estimación Pérdida Esperada ECL a 12 meses
- Estimación de ECL a 12 meses efecto COVID-19
- Estimación Pérdida Esperada ECL Lifetime IFRS 9 COVID-19
- Stress Testing de pérdidas de riesgo crédito
- Análisis de asignación de los 3 stages
- Comparativo de las estimaciones de ECL
- Interpretación de Resultados en cuadro de mando

Validación Expected Credit Loss IFRS 9

Módulo 40: Validación ECL

- Validación inicial
- Validación periódica
- Monitorización
- Principales hitos de la validación cualitativa
 - Calidad de los datos
 - Definición del Default
 - Relevancia del proceso de calificación
 - Override Analysis
 - Dinámica ambiental
 - User-Test
- Principales hitos de la validación cuantitativa
 - Muestras utilizadas con fines de validación
 - Poder Discriminante
 - Population Stability
 - Characteristic Stability
 - Análisis de concentración
 - Staging analysis
 - Calibración de parámetros
 - ECL backtesting
- Principio 5 – Validación del modelo ECL en Basilea III
 - Gobernanza
 - Model inputs
 - Diseño de modelo
 - Model output/performance
- Metricas de validación
 - Bayesian/Akaike/Schwartz/Deviance information criteria
 - Receiver operating characteristic (ROC) curve or AUROC statistic
 - Lorenz curve, Gini coefficient, Kolmogorov-Smirnov test
 - T-tests, F-tests, Wald test, log likelihood test
 - RMSE, MAPE, MAD
 - R-squared, Adjusted R-squared
 - Out-of-sample testing
 - Benchmarking
 - Population stability index (PSI)
- Problemas estadísticos
 - Sampling bias
 - Survivorship bias
 - Disproportionately high model weights
 - Términos autorregresivos y rezagados que no capturan los efectos macroeconómicos

- Correlación espuria
- Los métodos de suavizado que alteran la integridad de los datos
- modelos lineales simples en relaciones no lineales
- Volatilidad del ECL
- Metodología de capital económico para medir la volatilidad del ECL
- **Ejercicio Global 103: Validación Integral del ECL**
- **Ejercicio Global 104: Volatilidad y simulación del ECL**