



**Tablero de Indicadores y Alertas Financieras - Negocios Corporativos y Empresariales.**

Jose Andrés López Castaño

Práctica empresarial para optar al título de:  
Ingeniero de Sistemas

Asesores:

Sandra Patricia Zabala Orrego, Especialista en gerencia de proyectos  
Lixander Felipe Cadavid Betancur, Magister en administración financiera

Universidad de Antioquia  
Facultad de Ingeniería  
Ingeniería de Sistemas  
Medellín, Colombia  
2022

Cita	López Castaño Jose Andrés [1]
<b>Referencia</b> Estilo IEEE (2020)	[1] J. A. López Castaño, “Tablero de Indicadores y Alertas Financieras - Negocios Corporativos y Empresariales”, Semestre de industria, pregrado, Universidad de Antioquia, Medellín, 2022.



**Repositorio Institucional:** <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - [www.udea.edu.co](http://www.udea.edu.co)

**Rector:** John Jairo Arboleda Céspedes.

**Decano/Director:** Jesús Francisco Vargas Bonilla.

**Jefe departamento:** Diego José Luis Botia Valderrama.

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

## **Agradecimientos**

A la Universidad de Antioquia por mi formación profesional.

A Bancolombia por la oportunidad de crecer personal y profesionalmente.

A los asesores Sandra Zabala y Lixander Cadavid por su acompañamiento, disposición y apoyo en todo el proceso de práctica.

## TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	8
ABSTRACT	9
I. INTRODUCCIÓN	10
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
III. OBJETIVOS	12
IV. MARCO TEÓRICO	13
V. METODOLOGÍA	15
VI. RESULTADOS	16
VII. CONCLUSIONES	20
VIII. REFERENCIAS	21

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Resultados-métricas modelos.

16

## LISTA DE FIGURAS

Fig 1. Arquitectura y metodología	15
Fig 2. Vista tablero de control auditoría de negocios	17
Fig 3. Vista 1 opción Modelo de Alertas Financieras	17
Fig 4. Vista 2 opción Modelo de Alertas Financieras	18
Fig 5. Apoyo automatización Knime	18

## SIGLAS, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

<b>CRISP-DM</b>	Cross Industry Standard Process for Data Mining
<b>IEEE</b>	Institute of Electrical and Electronics Engineers
<b>ML</b>	Machine Learning
<b>ODBC</b>	Open Database Connectivity
<b>SSDT</b>	SQL Server Data Tools
<b>SQL</b>	Structured Query Language
<b>UdeA</b>	Universidad de Antioquia
<b>VAI</b>	Vicepresidencia de Auditoría Interna

---

## RESUMEN

La Gerencia de Auditoría de Negocios Corporativos Empresariales, Leasing, Renta y Uso perteneciente a la VAI del grupo Bancolombia, requiere consultar y analizar grandes volúmenes de datos con el fin de realizar diferentes pruebas de auditoría. Tiene la necesidad de crear un tablero de control con el que pueda monitorear el comportamiento financiero de sus clientes, esto con el fin de predecir o anticipar un posible riesgo de crédito.

Teniendo en cuenta lo enunciado se propone la creación de un modelo predictivo de Machine Learning, que genere una estimación del riesgo de crédito en una cartera de clientes corporativos y empresariales.

Para el desarrollo del proyecto, se tienen en cuenta hitos como: La gestión para obtener los accesos a las fuentes de información, conexión por medio de ODBC a las bases de datos, el diseño de queries que extraen la información financiera de los clientes, el desarrollo de un programa en Python que construye los estados financieros y calcula los indicadores a partir de la información previamente extraída, el análisis descriptivo de las variables e indicadores financieros de los clientes con el fin de reducir la dimensionalidad y descartar variables que se encuentren altamente relacionadas, diseño e implementación del modelo de Machine Learning con los indicadores y alertas financieras de los clientes empresariales y corporativos, Diseño e implementación del reporte para la consulta de los resultados por parte de los auditores y finalmente publicación del manual técnico y de usuario para las personas que se encargan de ejecutar y analizar los resultados en las evaluaciones de auditoría.

***Palabras clave* — Modelo, Machine Learning, predicción, Python, Auditoría, Análisis de Datos.**

---

**ABSTRACT**

The Gerencia de Auditoría de Negocios Corporativos Empresariales, Leasing, Renta y Uso (corporate business, leasing, renting and usage management) belonging to Grupo Bancolombia's VAI needs to consult and analyze large volumes of data in order to carry out different auditing tests. Furthermore, it requires a control dashboard capable of monitoring the financial behavior of their clients, with the intention of predicting or anticipating any possible credit related risk.

Taking this into consideration, the creation of a predictive Machine Learning model capable of generating a credit risk estimation on corporate and business clients' credit portfolios is proposed.

The project's development contains certain milestones, such as: Data source access management, ODBC connection to the database, design of queries which will extract the clients' financial information, development of a Python program capable of building financial states and calculating financial indicators based on the previously extracted data, the descriptive analysis of the variables and financial indicators of the clients in order to reduce the dimensionality and discard variables that are highly related, design and implementation of the ML model with the indicators and financial alerts of the different clients, design and implementation of the auditors' results report and finally the publishing of the technical user manual for the people in charge of running and analyzing the results of the auditing tests.

***Keywords* — Model, Machine Learning, Prediction, Python, Auditing, Data Analysis**

---

## I. INTRODUCCIÓN

La Auditoría Interna es una actividad independiente y objetiva de aseguramiento y asesoría, concebida para agregar valor y mejorar las operaciones de la organización. Ayuda a la organización a cumplir sus objetivos aportando un enfoque sistemático y disciplinado para evaluar y mejorar la eficacia de los procesos de gestión de riesgos, control y gobierno [1]. La Vicepresidencia de Auditoría Interna (VAI) del Grupo Bancolombia brinda servicios de aseguramiento y consultoría innovadores basados en estándares internacionales con un equipo de alto desempeño que fortalece el Gobierno, Riesgo y Control para agregar valor y contribuir con el logro de los objetivos del Grupo Bancolombia, generando confianza en los grupos de interés [2]. El personal de auditoría requiere apoyo y soporte mediante la automatización de pruebas, creación de reportes y análisis de datos con el fin de incrementar la eficiencia y oportunidad de las auditorías realizadas. Sin embargo, el análisis de estos riesgos presenta varios retos, entre ellos la predicción de estos posibles escenarios nocivos para la organización, como el deterioro de la cartera de crédito de los clientes. Esta problemática puede ser aliviada mediante el uso de tecnologías diferentes como el análisis de datos y el ML, estas alternativas nos pueden ayudar a realizar tareas de predicción y serán el enfoque de este trabajo.

---

## II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Dado que la tecnología continuamente presenta cambios y avances, surge la necesidad de fortalecer los procesos de automatización de las herramientas que utiliza la Vicepresidencia de Auditoría Interna (VAI) del Grupo Bancolombia como forma de incrementar la eficiencia y oportunidad de los trabajos de auditoría.

Actualmente es de gran importancia fortalecer y fomentar el desarrollo de los procesos analíticos automatizados, los cuales están relacionados con el manejo de la información y recopilación de los datos como insumo para las auditorías que se llevan a cabo, con el objetivo de incrementar la eficiencia, cobertura de las pruebas de auditoría.

Es por esto que se plantea diseñar, desarrollar e implementar un tablero de control con la herramienta Reporting Services para monitorear el comportamiento financiero de los clientes y su probabilidad de impago, así como prever todas aquellas dificultades que puedan presentarse con el propósito de mitigar el riesgo asociado al deterioro financiero de los clientes.

Entre las estrategias para lograrlo está crear un modelo de ML mediante el cual se realicen predicciones que anticipen a la VAI posibles riesgos de crédito o alertas financieras de los clientes empresariales y corporativos que tienen cartera en Bancolombia.

---

### III. OBJETIVOS

#### *A. Objetivo general*

Diseñar, desarrollar e implementar un tablero de control en la herramienta Reporting Services que permita realizar predicciones sobre el comportamiento financiero de los clientes y su probabilidad de impago, de esta manera fortalecer y facilitar los procesos realizados en la Vicepresidencia de Auditoría Interna del grupo Bancolombia.

#### *B. Objetivos específicos*

- Crear un modelo de ML mediante el cual se realicen predicciones que anticipen a la VAI ante posibles riesgos de crédito o alertas financieras de los clientes empresariales y corporativos que tienen cartera en Bancolombia.
- Diseñar e implementar una herramienta de reportes donde los usuarios finales puedan consultar los resultados del modelo desarrollado con el fin de utilizarlos como insumo para las evaluaciones de auditoría.
- Incrementar la eficiencia y oportunidad de las evaluaciones de auditoría mediante la automatización de pruebas que generen alertas como insumo para los auditores.
- Brindar servicios de soporte al equipo de auditoría para las aplicaciones y automatizaciones que se encuentran implementadas a la fecha, así como la atención de requerimientos específicos por necesidades puntuales de la gerencia de auditoría.

---

#### IV. MARCO TEÓRICO

La Superintendencia Financiera de Colombia define el riesgo de crédito como “la posibilidad de que una entidad incurra en pérdidas y se disminuya el valor de sus activos, como consecuencia de que un deudor o contraparte incumpla sus obligaciones” [3]. Al ser parte de un ecosistema financiero de rápido movimiento, es importante para la Vicepresidencia de Auditoría Interna (VAI) del Grupo Bancolombia crear estrategias automatizadas que contribuyan con la prevención e identificación del riesgo de crédito y mejoren los diferentes procesos que allí se realizan.

El Machine Learning o aprendizaje de máquina es una disciplina del campo de la Inteligencia Artificial que, a través de algoritmos, dota a los ordenadores de la capacidad de identificar patrones en datos masivos y elaborar predicciones (análisis predictivo). Este aprendizaje permite a los computadores realizar tareas específicas de forma autónoma, es decir, sin necesidad de ser directamente programados. Con la implementación de esta disciplina, se podrá ejecutar el trabajo hecho en las auditorías con mayor eficacia, al retomar las predicciones que se pueden generar se conocerán con antelación situaciones como impagos y deterioro de la cartera de los clientes convirtiéndola en una herramienta bastante útil para la auditoría interna.

Su objetivo (Machine Learning) reside en que los sistemas aprendan mediante la exposición a grandes volúmenes de datos. Aprender en este sentido, no se refiere a lo que comúnmente se conoce como aprendizaje humano, basado en la experiencia y la razón, sino a la identificación de patrones complejos dentro de una gran cantidad de datos obtenidos mediante ejemplos, la experiencia o las instrucciones predefinidas. Tras el concepto de aprendizaje se encuentra un algoritmo que revisa los datos y es capaz de predecir comportamientos futuros, adaptándose a la incorporación de información adicional y recalibrando los resultados [4].

Asimismo, entre las estrategias que componen la disciplina que hemos citado se desglosan los siguientes tipos de aprendizaje, todos ellos, enfocados hacia el cumplimiento de objetivos de este trabajo:

**Aprendizaje supervisado:** En el aprendizaje supervisado, los algoritmos trabajan con datos “etiquetados” (*labeled data*), intentando encontrar una función que, dadas las variables de entrada (*input data*), les asigne la etiqueta de salida adecuada. El algoritmo se entrena con un “histórico” de datos y así “aprende” a asignar la etiqueta de salida adecuada a un nuevo valor, es decir, predice el valor de salida [5].

**Aprendizaje no supervisado:** El aprendizaje no supervisado tiene lugar cuando no se dispone de datos “etiquetados” para el entrenamiento. Sólo conocemos los datos de entrada, pero no existen datos de salida que correspondan a un determinado *input*. Por tanto, sólo podemos describir la

---

estructura de los datos, para intentar encontrar algún tipo de organización que simplifique el análisis. Por ello, tienen un carácter exploratorio [6].

**Aprendizaje por refuerzo:** Este tipo aprendizaje se basa en mejorar la respuesta del modelo usando un proceso de retroalimentación. El algoritmo aprende observando el mundo que le rodea. Su información de entrada es el *feedback* o retroalimentación que obtiene del ambiente como respuesta a sus acciones. Por lo tanto, el sistema aprende a base de ensayo-error [6].

Con la implementación del Machine Learning, podremos garantizar la prestación de servicios de soporte al equipo de auditoría que faciliten la aplicación tanto de automatizaciones y atención de requerimientos específicos como de necesidades puntuales.

V. METODOLOGÍA

El proyecto se realizó haciendo uso de algunos fragmentos de la metodología CRISP-DM, la cual nos indica un modelo estándar de referencia con el cual se permite visualizar el ciclo de vida de un proyecto de minería de datos, dando a conocer y explicando cada una de las fases con sus tareas y salidas [7].

Para realizar exitosamente la automatización de Pruebas de Auditoría se llevaron a cabo actividades como:

- conocimiento del dominio.
- Solicitudes de permisos y acceso a la información.
- Procesamiento de la información.
- Pruebas del aplicativo.
- Documentación.
- Optimización.
- Informe y Manual de Usuario.
- Entrega Final del producto.
- Desarrollo y publicación de reportes.

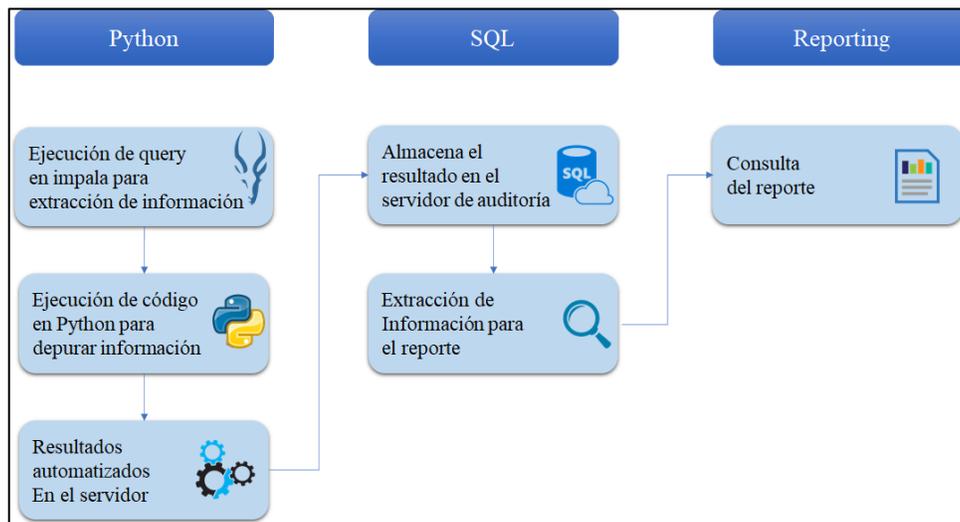


Fig 1. Arquitectura y metodología.

VI. RESULTADOS

Los resultados obtenidos para la Gerencia de Auditoría de Negocios Corporativos Empresariales, Leasing, Renta y Uso son:

➤ Un modelo predictivo que permite a la gerencia anticipar un posible riesgo de crédito o deterioro de cartera de los clientes; para conseguir este resultado se tuvieron en cuenta los siguientes pasos en concordancia con la metodología planteada:

- Accesos a las fuentes de información, que contienen las cuentas contables de los clientes corporativos y empresariales.
- Queries diseñados e implementados, con los cuales se extrae la información financiera de los clientes.
- Programa desarrollado en Python, que construye los estados financieros, calcula los indicadores y alertas de todos los clientes.
- Programa desarrollado en Python, que exporta los resultados de la evaluación de los modelos Random Forest, Árboles de decisión, Regresión Logística, Máquinas de vectores de soporte(SVM), Clustering y Gradient Boosting. Estos modelos se evaluaron con las métricas: Accuracy, Recall, P-Score y F1-Score.

Algoritmo	P_score	Accuracy	Recall	F1	%_Error
Random Forest	0.888889	0.945946	1	0.941176	0.0540541
Gradient Boosting	0.842105	0.918919	1	0.914286	0.0810811
SVM	0.714286	0.810811	0.9375	0.810811	0.189189
Regresión Lógica	0.714286	0.810811	0.9375	0.810811	0.189189
Arboles de decisión	0.681818	0.783784	0.9375	0.789474	0.216216
Clustering(k-means)	0	0.567568	0	0	0.432432

Tabla 1. Resultados-métricas modelos.

- Manual técnico y manual de usuario con la documentación del proyecto.
- Reporte con los resultados obtenidos.

➤ Resultados del modelo desplegados en el servidor de auditoría y consumidos desde el tablero de control auditoría de negocios:

- Se utilizó la herramienta Reporting Services para publicar el reporte con los resultados y tener disponible el insumo para las evaluaciones de auditoría.

En la Fig 2 se puede observar la opción “Modelo Alertas Financieras” en la vista principal del tablero de control de auditoría de negocios.



Fig 2. Vista tablero de control auditoría de negocios.

prediccion 1,0 nit categoria Medio alto,Muy bajo,Alto,Medio,Me nombre gerente

1 de 2? Buscar | Siguiete

**Bancolombia**  
Regresar

nit	codigo tipo de cliente	tipo de cliente	codigo tipo de identificacion	numero de identificacion	tipo de documento	nombre del cliente	sector	calificacion interna	segmento	nombre gerente	oficina gerente	region gerente	zona ge
00000000	B	PERSONA JURIDICA	3	00000000	NIT	M3 DESIGN SAS	CONSTRUCCION	R3	EMPRESARIAL	GERENTE	BANCOLOMBIA	NACIONAL	IMPRESION

Fig 3. Vista 1 opción Modelo de Alertas Financieras.

riesgo	total activo circulante	total activo no circulante	total pasivo circulante	total pasivo no circulante	patrimonio	ingresos operacionales ventas	beneficio neto	utilidad antes de impuestos	utilidad operacional	utilidad bruta	interes pagado	cuentas por pagar vinculados economicos	cuentas por cobrar vinculados economicos x	reservas	capital social	flujo c libre
	1578014	130786	661804	544024	502972	1797746	64245	107954	91634	675601	81603	0	0	15000	30000	70774

Fig 4. Vista 2 opción Modelo de Alertas Financieras.

Las Fig 3 y 4 muestran los estados, indicadores y alertas tras consultar un cliente dentro de la vista de la opción “Modelo Alertas Financieras”.

➤ Transversalmente se realizaron diferentes automatizaciones desde Scripts de Python y algunas realizadas en la herramienta Knime:

En la Fig 5 se puede visualizar una automatización en el programa Knime, allí se descarga información desde una base de datos de auditoria, posteriormente se le realiza el tratamiento hasta obtener el insumo para un trabajo de auditoría.

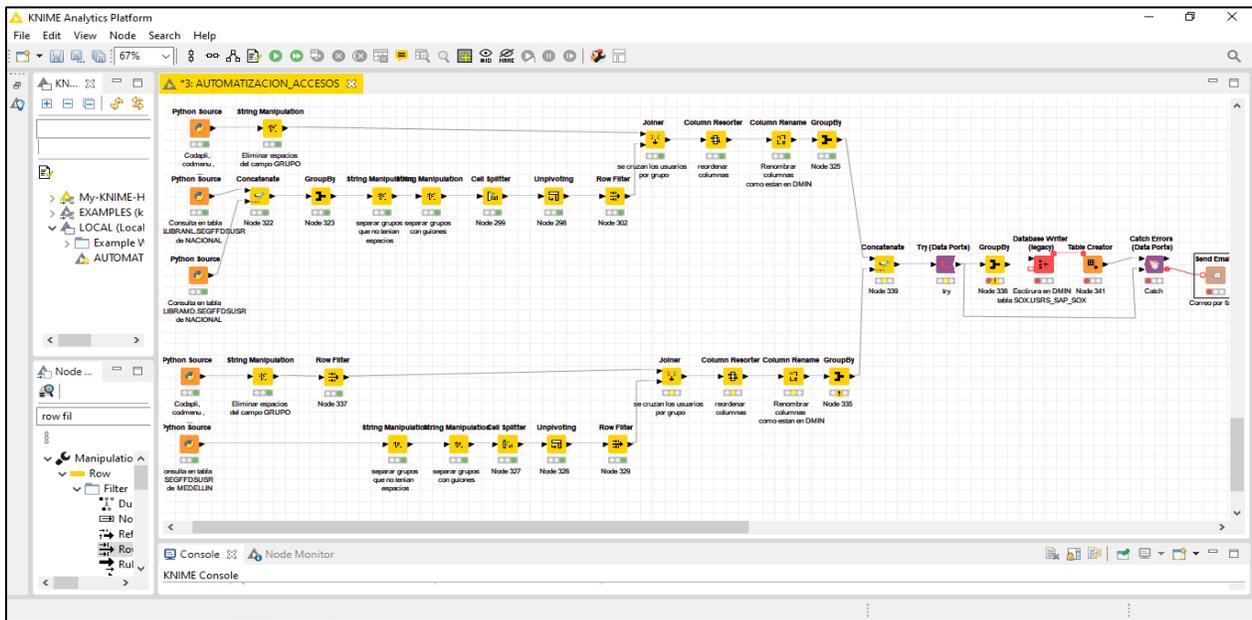


Fig 5. Apoyo automatización Knime.

- Soporte a diferentes automatizaciones existentes en la gerencia con el fin de completar o corregir su funcionamiento, Así como la atención de requerimientos específicos que surgieron dentro de la gerencia durante el transcurso de la práctica.

---

## VII. CONCLUSIONES

- La automatización de la prueba de indicadores y alertas financieras, sirve a la Gerencia de Auditoría de Negocios Corporativos Empresariales, Leasing, Renta y Uso para anticiparse y predecir riesgos de crédito o la posibilidad de impago de los clientes que tienen cartera como corporativos y empresariales con el fin de determinar los planes de acción correspondientes.
- Para la automatización de las pruebas de auditoría, es fundamental conocer las reglas de negocio; para esto se debe indagar y realizar una investigación previa en torno a la temática a trabajar, con el fin de obtener el mejor resultado con las herramientas de las que se dispone.
- Los estados financieros de los clientes pueden determinar o pronosticar su comportamiento financiero en el futuro cercano. Información que puede ser de gran ayuda para realizar proyecciones sobre su rentabilidad y solvencia.
- A nivel profesional, la práctica ha sido una oportunidad enriquecedora para mí ya que me ha permitido potencializar las habilidades que poseo, habilidades como: comunicación asertiva, pensamiento crítico y pensamiento creativo; conocer diferentes campos de acción y permitirme incluso consolidar las relaciones interpersonales, habilidades sociales y comunicativas. El crecimiento a nivel personal hace que como profesional sea mas productivo, mas efectivo y eficaz e incluso me ha permitido descubrir otras habilidades como liderazgo y trabajo en equipo. La práctica me ha permitido reconocer la importancia que tiene para un profesional ser competente en la contemporaneidad; entender que estar a ese nivel implica ser organizado no solo con la labor sino con el tiempo, con la planificación del día a día y que ofrecer a la organización mis conocimientos y experiencia es la base de la vida laboral exitosa que espero tener.

---

VIII. REFERENCIAS

- [1] Vicepresidencia Corporativa de Riesgos (2019). Líneas de defensa funciones y responsabilidades. Wiki Bancolombia.
- [2] Bancolombia (2021). Quienes Somos. Auditoría. Wiki Bancolombia.
- [3] de Colombia, S. F., & Capítulo, I. I. (1995). Reglas relativas a la Gestión del Riesgo Crediticio. Circular Externa, 100, 95. (pp. 1–31).
- [4] Trujillo Fernández, D. (2017). Aplicación de metodologías Machine Learning en la gestión de riesgo de crédito.
- [5] Simeone, O. (2018). A very brief introduction to machine learning with applications to communication systems. *IEEE Transactions on Cognitive Communications and Networking*, 4(4), 648-664.
- [6] de los Santos, P. R. (2017). Tipos de aprendizaje en Machine Learning: supervisado y no supervisado.
- [7] Wirth, R., & Hipp, J. (2000, April). CRISP-DM: Towards a standard process model for data mining. In *Proceedings of the 4th international conference on the practical applications of knowledge discovery and data mining* (Vol. 1, pp. 29-39). London, UK: Springer-Verlag.
- [8] Tom, M. (1997). Mitchell. *Machine Learning*. McGraw-Hill Science/Engineering/Math.