

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMÓN**  
**FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS**  
**INGENIERÍA FINANCIERA**



**Aplicación de inteligencia artificial a las finanzas**

**PLAN DE INVESTIGACIÓN PARA  
OBTENER EL GRADO DE  
LICENCIATURA EN INGENIERÍA  
FINANCIERA**

**POSTULANTE:** Solis Peña Luis Alberto

**TUTOR:** XXXXXXXXXX

**COCHABAMBA - BOLIVIA - OCTUBRE - 2022**

# Indice capitular

<b>Antecedentes</b>	<b>4</b>
<b>Planteamiento del problema</b>	<b>5</b>
<b>Formulación del problema central</b>	<b>5</b>
<b>Justificación</b>	<b>5</b>
<b>Alcance y delimitación</b>	<b>6</b>
<b>Objetivos de la investigación</b>	<b>6</b>
General . . . . .	6
Especifico . . . . .	7
<b>Marco teorico</b>	<b>7</b>
Sistema financiero . . . . .	7
Estados financieros . . . . .	7
Inteligencia artificial . . . . .	8
Redes neuronales artificiales . . . . .	9
Sobreajuste y desajuste . . . . .	13
<b>Hipotesis</b>	<b>13</b>
Elementos componentes . . . . .	13
<b>Marco Metodico</b>	<b>13</b>
<b>Fuentes de información</b>	<b>14</b>
Fuentes primarias . . . . .	14
Fuentes secundarias . . . . .	14
Tecnica de recolección de la información . . . . .	14
<b>Estructura capitular tentativo</b>	<b>15</b>
<b>Cronograma del trabajo de investigación</b>	<b>17</b>

## Lista de figuras

1.	Neurona . . . . .	9
2.	Red Neuronal . . . . .	10
3.	Funcion de activación escalonada . . . . .	11
4.	Funcion de activación sigmoide . . . . .	12
5.	Funcion de activación hiperbolica . . . . .	12

**Tema de investigación: Finanzas**

**Tema genérico: Proyección de estados financieros.**

**Tema específico: Proyección de estados financieros por el método de redes neuronales artificiales.**

## **PROYECCION DE ESTADOS FINANCIEROS POR EL MEDOTO DE REDES NEURONALES**

### **Antecedentes**

Los inicios de la inteligencia articial de manera formal se dio en 1943 cuando se coloco la primera piedra angular sobre la que se baso lo que hoy se conoce como inteligencia artificial, de la mano de Warren McCulloch y Walter Pitts, con la presentación del primer modelo matemático de aprendizaje, donde por primera vez se dota a un modelo autonomo la capacidad de aprendizaje.

En 1949 se dio otro aporte al campo de al redes neuronales por parte de Donald Hebb, quien fue el primero en explicar los procesos del aprendizaje desde una perspectiva del campo psicológico, desarrollando una regla de como el aprendizaje ocurría. La idea general que propuso era que el aprendizaje ocurría cuando ciertos cambios en una neurona eran activados.

En 1950 Alam Turing presento lo que se denomino como la “Prueba de Turing”, donde dio una definición operacional y satisfactoria de inteligencia, que dicha prueba consistia en la incapacidad de diferenciar entre entidades inteligentes indiscutibles y seres humanos.

Pero solo 1957, Frank Rosenblatt puedo generalizar las ideas propuesta por Warren McCulloch y Walter Pitts, a dicho modelo lo denomino PERCEPTRON, el cual tiene la capacidad de generalizar problemas lineales por medio de datos de ejemplo, donde reconoce patrones y hace predicciones con datos diferentes con los que habia sido entrenado, es decir esta dotado con la capacidad de generalizar, y 1959 Frank Rosenblatt en su libro “Principios de Neurodinámica” confirmó que, bajo ciertas condiciones, el aprendizaje del Perceptron convergía hacia un estado finito que denomino teorema de convergencia del Perceptron.

En 1960 Bernard Widroff y Marcian Hoff, desarrollaron el modelo ADELIN (ADaptative LINear Elements) que fue la primera aplicación comercial de redes neuronales para eliminar ecos en las lienas telefonicas.

En 1969 se produjo un declive en las redes neuronales, en consecuencia de una publicación de Marvin Minsky y Seymour Papert probaron matematicamente que si bien el perceptron eran capaces de resolver con facilidad problemas lineales, pero su rendimiento decaia cuando intentaba modelar problemas no lineales, sobrecargando la capacidad computo.

Pero en 1985 John Hopfield, hizo que la redes neuronales cobraran nuevamente importancia con su libro “Computación neuronal de decisiones en problemas de optimización” donde

presenta el algoritmo de retropropagación que reduce cantidad de computo en proceso de aprendizaje de las redes neuronales, dotando a esta la capacidad de resolver problemas no lineales. También 1986 David E. Rumelhart y Geoffrey E. Hinton, mejoraron el algoritmo de aprendizaje de propagación hacia atrás, que permitieron recortar el tiempo aun mas el proceso de aprendizaje con respecto a los modelos anteriores.

Y uno de los aportes mas recientes vino por parte de la Universidad de Toronto y la empresa de Google en 2017 con la publicación del artículo titulado “Atención es todo lo que necesitas”, con la presentación de la arquitectura denominada “transforms” que de la mano de las redes neuronales dotan de atención al modelo de inteligencia artificial.

## **Planteamiento del problema**

En un campo financiero cada vez más complejo,

En un mundo cada vez más globalizado, y siendo el entorno financiero el sector que más ha sido impactado por la integración económica multilateral entre países, que implica la globalización, los agentes económicos de cualquier país pueden acceder en la actualidad a una mayor cantidad de productos y/o servicios financieros, lo que implica una oportunidad de incrementar sus rendimientos, pero sin dejar de lado que el riesgo de operar en estos mercados también se ha incrementado.

Una de las alternativas de inversión que ofrecen los mercados financieros, y que es el objeto de estudio en esta investigación que se propone, son las acciones ordinarias, que si bien proporcionan mayores rendimientos que los productos financieros tradicionales, citando un ejemplo, las cajas de ahorro, dichas acciones ordinarias también están sujetas a mayor riesgo, es por esta razón la necesidad de evaluarlas de manera objetiva, por herramientas que están contenidas en las finanzas, como ser el método de flujos descontados.

## **Formulación del problema central**

¿Para qué es importante, realizar proyecciones de estados financieros por el método de redes neuronales?

## **Justificación**

Observando la importancia de las proyecciones para la toma de decisiones, y la capacidad de las redes neuronales de encontrar patrones no visibles al análisis subjetivo, este tipo de modelos podrán dotar de mayor información a agentes internos y externos del sector financiero de donde y como hacer colocaciones o inversiones sobre el dinero que administran.

En síntesis, el presente trabajo de investigación no pretende reemplazar a otros modelos existentes para la toma de decisiones, por el contrario se toma como una alternativa para el modelado de fenómenos no lineales en el campo de las finanzas.

## **Alcance y delimitación**

El presente trabajo de investigación se circunscribirá al estudio de las entidades de intermediación de servicios financieros de Bolivia, definidas en el artículo 151 de la ley 393. Con fines de obtener la información que coadyuve a generar la determinación de pronósticos mediante redes neuronales, como herramienta en la toma de decisiones a nivel gerencial y la evaluación de las mismas.

Para viabilizar la realización del tema de investigación se ha elegido, que se tomará como modelo de análisis a las siguientes entidades:

- Bancos múltiples
- Bancos PYME
- Entidades financieras de vivienda
- Cooperativas de ahorro y crédito abiertas
- Instituciones financieras de desarrollo
- Bancos de desarrollo productivo

por tener acceso a la información homogénea requerida y permita generalizar los resultados obtenidos de las gestiones de 2014 a 2020 y los cinco años proyectados de estas entidades que corresponden al ámbito delimitado. El tema elegido y propuesto, se realizará en un tiempo no mayor a diez meses, a partir de la aprobación y registro del plan de investigación presentado.

## **Objetivos de la investigación**

Entre los objetivos propuestos para viabilizar el tema de investigación y la realización del informe final, se describen los siguientes:

### **General**

Proporcionar la información financiera adecuada y oportuna, para la toma de decisiones gerenciales sobre bases ciertas y debidamente estructuradas, mediante la determinación de pronósticos de estados financieros por redes neuronales artificiales.

## Especifico

- Definir la arquitectura de un modelo de redes neuronales artificiales para la obtención de información confiable y válida para la toma de decisiones.
- Realizar el análisis comparativo de los datos y los resultados obtenidos.
- Determinar las ventajas y desventajas del método redes neuronales artificiales para el análisis financiero de las instituciones financieras.

## Marco teorico

### Sistema financiero

El sistema financiero en general está formado por el conjunto de instituciones, constituidas en mercados, cuyo fin principal es canalizar el ahorro que generan los ahorradores hacia los prestatarios, así como facilitar y otorgar seguridad al movimiento de dinero y al sistema de pagos.

### Sistema financiero boliviano

El sistema financiero boliviano está constituido por tres sectores que atienden al origen de su capital, el sector financiero privado, el público y con participación parcial del estado. El estado boliviano mediante la ley 393 es el rector del sistema financiero, mediante la presente ley a través de 551 artículos definen las limitaciones o restricciones en las actividades de las entidades financieras con ámbito de aplicación en todo el territorio de Bolivia ya sea privadas, públicas o las con participación parcial del estado.

### Estados financieros

En la página oficial de la Autoridad de Supervisión del Sistema Financiero (ASFI), se define que los estados financieros constituyen una representación estructurada de la situación financiera y de las transacciones llevadas a cabo por la empresa. Su objetivo, con propósitos de información general, es suministrar información acerca de la situación y rendimiento financieros, así como de los flujos de efectivo que sea útil a una amplia variedad de usuarios al tomar sus decisiones económicas. Los estados financieros también muestran los resultados de la gestión que los administradores han efectuado con los recursos que se les han confiado. (ASFI, 2022)

Entonces se afirma, que los estados financieros son un resumen del ejercicio económico de una empresa o institución, entendiendo al ejercicio económico como la suma de todas las actividades vinculadas al giro de la empresa en un intervalo de tiempo, dando información,

sobre ingresos, egresos, pasivos, activos, es decir, los estados financieros son una fotografia de la empresa en un punto del tiempo.

## **Pronosticos**

El termino de pronostico de uso común, definido por la Real Academia Española (RAE) como la acción y efecto de pronosticar, la misma RAE define pronosticar como predecir algo en el futuro a partir de indicios. El pronóstico es el proceso de estimación en situaciones de incertidumbre, para los propósitos de esta investigación, un pronóstico es un evento asociado a una distribución de probabilidad.

## **Simulación**

La simulación se entiende como la experimentación con un modelo que imita ciertos aspectos de la realidad, esto permite trabajar en condiciones similares a las reales, pero con variables controladas y en un entorno semejante al real pero que esta creado o acondicionada artificialmente, para los propósitos de esta investigación la simulacion mediante redes neuronales son los indicios que toma como base para realizar los pronosticos de los estados financieros de entidades del sistema financieros boliviano.

## **Inteligencia artificial**

El campo de la inteligencia artificial es relativamente reciente, y cobra atención en la actualidad por su capacidad de resolver problemas que con anterioridad sus resultados se divisaban lejanos, como el pronostico de fenomenos no lineales, procesamiento de lenguaje natural, generador de imagenes, clasificación de objetos, etc. La inteligencia artificial esta compuesta de tres sub campos, en un primer nivel se trata en la interpretación de la información como vectores numericos, que es la unica manera en que puede percibir el mundo las maquinas, en un segundo nivel esta el aprendizaje automatico se centra en los algoritmos que permiten el aprendizaje al automata, y en un nivel mas avanzado se encuentra el aprendizaje profundo donde se dota de mas independencia a los modelos de inteligencia artificial similares a la de los humanos.

## **Aprendizaje supervisado con redes neuronales**

El aprendizaje supervisado una rama del aprendizaje automatico, son algoritmos que permiten aprender a la red neuronal a través de datos de ejemplos que estan compuesta por un vector de entrada que son las variables independientes, y otro vector denomina etiquetas, donde la red se encarga de encontrar la relaciones existentes entre las variables independientes, realizando cambios y adaptando el modelo por medio de variaciones sujetas a una función de coste.



## Aprendizaje no supervisado con redes neuronales

Aprendizaje no supervisado es un método de aprendizaje automático donde la red neuronal se ajusta a las observaciones. Se distingue del aprendizaje supervisado por el hecho de que no hay un conocimiento a priori es decir etiquetas que sirvan como guía, en el aprendizaje no supervisado solo se cuenta con un conjunto de datos de objetos de entrada.

## Redes neuronales artificiales

Una red neuronal es un método del aprendizaje automático que enseña a las computadoras a procesar datos de una manera que está inspirada en la forma en que lo hace el cerebro humano, las redes neuronales artificiales es modelo computacional resultado de diversas aportaciones científicas, consiste en un conjunto de unidades, llamadas neuronas artificiales, inspiradas en las neuronas del cerebro conectadas entre sí para transmitirse señales.



Figura 1: Neurona

Las redes neuronales artificiales son modelos de aprendizaje de problemas no lineales que buscan generalizar información extraída de datos ordenados en vectores, que dotan a dicha red neuronal con la capacidad de realizar clasificaciones o regresiones.

## Elementos de una red neuronal

Los elementos de una red neuronal se resumen en la siguiente figura:

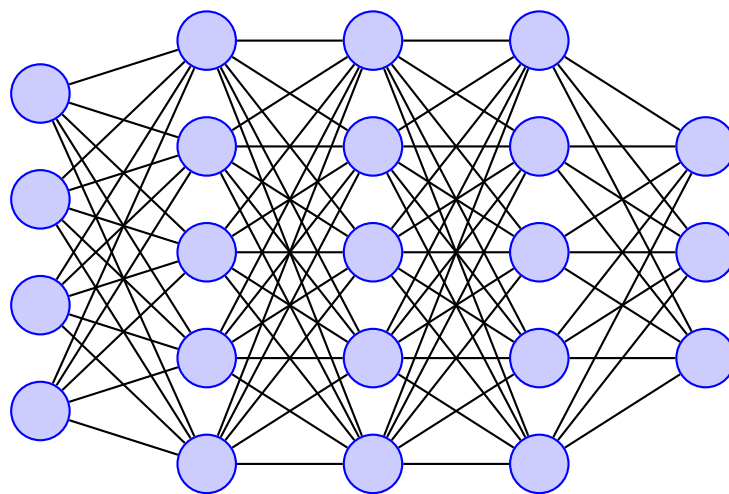


Figura 2: Red Neuronal

Y como todo sistema es el resultado de la interacción de elementos simples tabajando conjuntamente, que se presenta a continuación.

## Neurona artificial

La neurona es la unidad basica de procesamiento de una red neuronal de ahi el nombre, igual que su equivalente biologico una neurona artificial recibe estímulos externos y devuelve otro valor, esta es expresada matematicamente como una función, donde la neurona realiza una suma ponderada con los datos de entrada.

Dado:

$$X = (x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$$

Se tiene:

$$Y = f(X) = \sum_{i=1}^n w_i x_i = \sum W X$$

Donde:

X = Vector de los datos de entrada.

Y = Vector resultado de la suma ponderada.

W = Vector de los pesos las variables independientes.

La arquitectura de la red neuronal corresponde a la manera en que esta ordenas las neuronas, si las neuronas son colocadas de forma verticas, reciben los mismos datos de entrada y sus resultados de salida lo pasan a la siguiente capa, la ultima capa de una red neural se denominan capa de salida y las capas que esten entre la capa de salida y capa de entrada se denominan

capas ocultas. Ahora bien al ser cada neurona una suma ponderada esta equivaldría a una sola capa de la red, a esto se denomina colisión de la red neuronal, para resolver este problema se planteó lo que se conoce como función de activación que es una función no lineal que distorsiona los resultados salientes de cada neurona.

$$A = f(Y)$$

## Funciones de activación

Las funciones de activación distorsionan de forma no lineal las salidas de las neuronas para así no colapsar la red, dentro de las funciones de activación más conocidas tenemos:

**Función escalonada** Esta función asigna el valor de 1 si la salida de la neurona supera cierto umbral y cero si no lo supera.

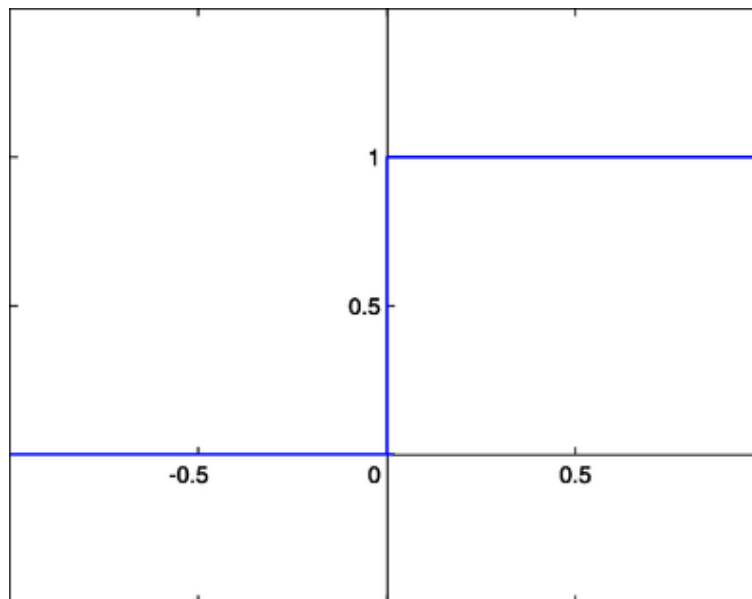


Figura 3: Función de activación escalonada

**Función sigmoide** Esta función genera un rango de valores de salida que están entre cero y uno por lo que la salida es interpretada como una probabilidad.

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}}$$

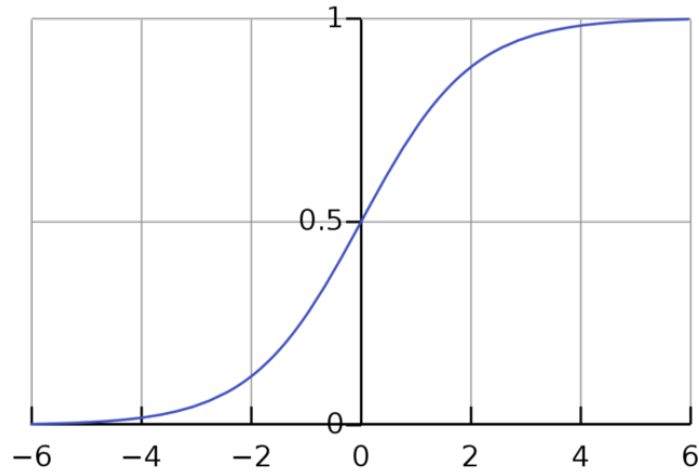


Figura 4: Funcion de activación sigmoide

**Función hiperbolica** Esta función de activación llamada tangente hiperbólica tiene un rango de valores de salida entre -1 y 1.

$$f(x) = \frac{2}{1 + e^{-2x}} - 1$$

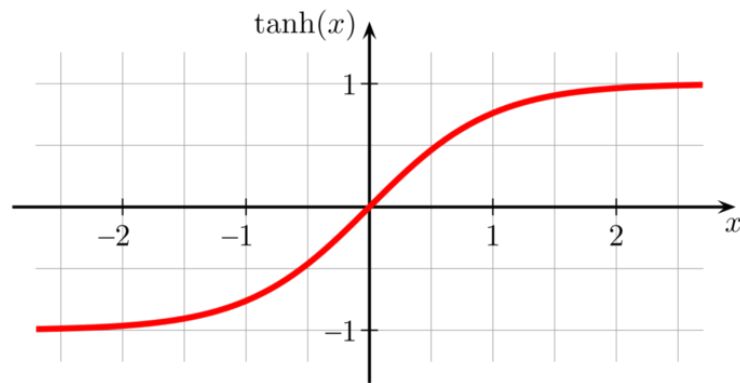


Figura 5: Funcion de activación hiperbolica

## Propagación hacia atrás

El nombre de backpropagation resulta de la forma en que el error es propagado hacia atrás a través de la red neuronal, en otras palabras el error se propaga hacia atrás desde la capa de salida. Esto permite que los pesos sobre las conexiones de las neuronas ubicadas en las capas ocultas cambien durante el entrenamiento. El cambio de los pesos en las conexiones de las

neuronas además de influir sobre la entrada global, influye en la activación y por consiguiente en la salida de una neurona. Por lo tanto, es de gran utilidad considerar las variaciones de la función activación al modificarse el valor de los pesos. Esto se llama sensibilidad de la función activación, de acuerdo al cambio en los pesos.

## **Sobreajuste y desajuste**

En aprendizaje automático, el sobreajuste (overfitting) es el efecto de sobreentrenar un algoritmo de aprendizaje con unos ciertos datos para los que se conoce el resultado deseado. El desajuste (underfitting) ocurre cuando un modelo estadístico o un algoritmo de aprendizaje automático no puede capturar la tendencia subyacente de los datos. Se produciría un desajuste, por ejemplo, al ajustar un modelo lineal a datos no lineales. Un modelo así también tendría un rendimiento predictivo deficiente.

## **Hipotesis**

Con la determinación y análisis de la red neural artificial de estados financieros de entidades financieras de Bolivia se lograra la evaluación de las proyecciones de estados financieros facilitadoras de la toma de decisiones gerenciales acertadas.

## **Elementos componentes**

- Unidad de observación y análisis: Entidades financieras de Bolivia.
- Variable independiente: Determinación y análisis de la red neuronal artificial.
- Variable dependiente: Evaluación de las proyecciones de estados financieros facilitadoras de la toma de decisiones gerenciales acertadas.
- Enlace lógico: Se logrará.

## **Marco Metodico**

El tipo de investigación que se aplicará en el informe final será el descriptivo y analítico, para describir y estudiar la realidad presente de los hechos de las unidades de observación y análisis. Se identificara la arquitectura de la red neuronal, que esta compuesta de las funciones de activación, y ajuste de los datos en formato de tablas. Los procedimientos a ser aplicados en el informe final, estarán orientados a los métodos inductivo, deductivo, analítico fundamentalmente.

# Fuentes de información

Se recurrirá a las fuentes de información siguientes:

## Fuentes primarias

Se recurrirá a la investigación y recopilación de datos relacionados al tema específico, mediante consultas a libros, revistas, textos digitales, apuntes de clases y otras de información histórica.

## Fuentes secundarias

Se recurrirá a las fuentes de compilación de información bibliográfica referente al tema, tales como:

- libros especializados.
- leyes.
- normas.
- resoluciones.
- glosarios.
- páginas de Internet.

## Tecnica de recolección de la información

- Recopilación de información basada en fuentes primarias, secundarias y terciarias.
- Análisis de la información recopilada, con fines de depuración, selección, tabulación mediante lenguajes de programación R y Python orientado al análisis de datos, adecuando a la arquitectura de la red neuronal.

# Estructura capitular tentativo

Agradecimiento  
Dedicatoria  
Resumen  
Abstract  
Índice de contenido  
Índice de tablas, gráficas, cuadros, etc.  
Introducción

## Capítulo I Antecedentes

Históricos  
Legales  
Organizacionales  
Económicos y financieros  
Intermediación financiera  
Sociales

## Capítulo II Diagnóstico de las instituciones financieras del sistema financiero

Sistema financiero nacional  
Organización y administración  
Sistemas de información y toma de decisiones  
Productos financieros  
Justificación e importancia  
Obtención de las conclusiones preliminares y sus soluciones

## Capítulo III Marco teórico

Objetivos del sustento teórico  
Definición de términos financieros básicos  
Intermediación financiera y regulación financiera  
Aprendizaje automatico  
Arquitectura de las redes neuronales artificiales  
Funcion de coste  
Funciones de activación  
Definición de sobreajuste y desajuste de las redes neuronales.

## Capítulo IV Determinación de pronosticos de estados fiancieros por redes neuronales artificiales

Ordenado en vectores de los estados financieros  
Definición de la función de coste de la red neuronal  
Determinación de funciones de activación  
Entrenamiento de la red neuronal  
Evaluación de sobreajuste o desajuste de la red neuronal  
Limitaciones de las redes neuronales

## **Capítulo V Simulación del tema de investigación**

Planteamiento de supuestos

## **Capítulo VI Conclusiones y recomendaciones**

Conclusiones  
Recomendaciones

## **Bibliografía consultada**

## **Anexos y apéndices**

## **Glosario**



## Cronograma del trabajo de investigación

Descripción de la actividad	Duración en semanas
Revisión de fuentes bibliográficas.	4
Recopilación de la información necesaria de la unidad de observación.	3
Estructuración de la información recopilada para la redacción del informe final.	5
Aplicación de método de valoración de acciones por flujos descontados.	4
Descripción de los resultados obtenidos como respuesta a los objetivos planteados.	3
Interpretación de las conclusiones y recomendaciones.	2
Presentación, revisión, aprobación, exposición y defensa del informe final.	6

## Bibliografía a ser consultada

- ASFI. (2022). *Autoridad de supervisión del sistema financiero*. <https://www.asfi.gob.bo>
- R Core Team. (2019). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org>
- Viñuela, P. I., & León, I. M. G. (2004). *Redes de neuronas artificiales un enfoque práctico*. PEARSON EDUCACIÓN S.A.
- Xie, Y., Dervieux, C., & Riederer, E. (2020). *R markdown cookbook*. Chapman; Hall/CRC. <https://bookdown.org/yihui/rmarkdown-cookbook>