

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 1 de 99</b>

Código de la dependencia. 21.1

<b>FECHA</b>	martes, 12 de julio de 2022
--------------	-----------------------------

Señores  
**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA**  
 BIBLIOTECA  
 Ciudad

<b>UNIDAD REGIONAL</b>	Sede Fusagasugá
<b>TIPO DE DOCUMENTO</b>	Trabajo De Grado
<b>FACULTAD</b>	Ingeniería
<b>NIVEL ACADÉMICO DE FORMACIÓN O PROCESO</b>	Pregrado
<b>PROGRAMA ACADÉMICO</b>	Ingeniería de Sistemas

El Autor(Es):

<b>APELLIDOS COMPLETOS</b>	<b>NOMBRES COMPLETOS</b>	<b>No. DOCUMENTO DE IDENTIFICACIÓN</b>
Perilla Domínguez	Oscar David	1069767967
Villalba Perdomo	Carlos Eduardo	1007596322

Director(Es) y/o Asesor(Es) del documento:

<b>APELLIDOS COMPLETOS</b>	<b>NOMBRES COMPLETOS</b>
Lanza Bayona	Gustavo Adolfo

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
 Teléfono: (091) 8281483 Línea Gratuita: 018000180414  
[www.ucundinamarca.edu.co](http://www.ucundinamarca.edu.co) E-mail: [info@ucundinamarca.edu.co](mailto:info@ucundinamarca.edu.co)  
 NIT: 890.680.062-2

*Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad  
 Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional*

 <b>UDECA</b> UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 2 de 99</b>

### TÍTULO DEL DOCUMENTO

Desarrollo de prototipo web para la predicción del dólar estadounidense y el euro respecto al peso colombiano y Bitcoin respecto al dólar estadounidense a través de series temporales y técnicas de Deep Learning.

### SUBTÍTULO

(Aplica solo para Tesis, Artículos Científicos, Disertaciones, Objetos Virtuales de Aprendizaje)

### EXCLUSIVO PARA PUBLICACIÓN DESDE LA DIRECCIÓN INVESTIGACIÓN

INDICADORES	NÚMERO
ISBN	
ISSN	
ISMN	

### AÑO DE EDICION DEL DOCUMENTO

01/06/2022

### NÚMERO DE PÁGINAS

77

### DESCRIPTORES O PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS (Usar 6 descriptores o palabras claves)

ESPAÑOL	INGLÉS
1. Series de tiempo	Time Series
2. Patrón de diseño MVC	MVC design pattern
3. Aprendizaje profundo	Deep Learning
4. Métricas de calidad	Evaluation of quality metrics
5. ARIMA	ARIMA
6. Python	Python

### FUENTES (Todas las fuentes de su trabajo, en orden alfabético)

BBC. (Mayo 14,2021). *Bitcoin: 6 preguntas para entender la más grande de las criptomonedas, cómo funciona y por qué es peligrosa*. BBC.  
<https://www.bbc.com/mundo/noticias-57066481>  
 Álvarez, Miguel. (Julio 28,2020). *Qué es MVC*. desarrolloweb.  
 ¿Qué es el web scraping? IONOS  
 Digitalguide. <https://www.ionos.es/digitalguide/paginas-web/desarrollo-web/que-es-el-web-scraping/>

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 3 de 99</b>

<https://desarrolloweb.com/articulos/que-es-mvc.html>  
 Quora. (Mayo, 2012). *What are temporal convolutional neural networks?*. Quora.  
<https://www.quora.com/What-are-temporal-convolutional-neural-networks>

Herrera, Dennys. (Septiembre 22,2020). Predicción para el mercado de acciones con Redes Neuronales LSTM. , 1, 30.  
[https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/13673/T\\_rabajo%20de%20grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/13673/T_rabajo%20de%20grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

González, Federico. (). Análisis predictivo en Bitcoin utilizando técnicas de aprendizaje profundo. *Utadeo*, 1, 127.  
[https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/13673/T\\_rabajo%20de%20grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/13673/T_rabajo%20de%20grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Huertas, Alejandro. (2015). Modelos predictivos para el mercado FOREX. *Talentum*, 1, 74.  
[https://www.um.es/documents/118351/2874787/TFM\\_HUERTAS+LOPEZ.pdf/a132c94c-a04d-483b-ba1c-a05521e7c132](https://www.um.es/documents/118351/2874787/TFM_HUERTAS+LOPEZ.pdf/a132c94c-a04d-483b-ba1c-a05521e7c132)

Rodríguez, Harbey. (2017). Modelación de series temporales de precio internacional del oro y producción de oro en Colombia para la generación de pronósticos. , 1, 79.  
[https://repositorio.libertadores.edu.co/bitstream/handle/11371/2787/Mill%C3%A1n\\_Harbey\\_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.libertadores.edu.co/bitstream/handle/11371/2787/Mill%C3%A1n_Harbey_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Flores, Jorge. (2018). Implementación de Redes Neuronales en Serie de Tiempo para generar un portafolio de inversión en Criptomonedas. , , 52.  
<http://190.169.30.62/bitstream/10872/19753/1/PrincipalTEG-1.pdf>

Torres, Wendy, & Verdugo, Marien. (2019). Las Criptomonedas y su aplicación en Colombia. *Repositorio uniagustina*, , 58.  
[https://repositorio.uniagustiniana.edu.co/bitstream/handle/123456789/1014/Torres\\_Largo-Wendylsabel-2019.pdf?sequence=12&isAllowed=y](https://repositorio.uniagustiniana.edu.co/bitstream/handle/123456789/1014/Torres_Largo-Wendylsabel-2019.pdf?sequence=12&isAllowed=y)

¿Qué es log-verosimilitud? (a). [https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/modeling-statistics/regression/supporting-topics/regression-models/what-is-log-likelihood/#:~:text=La%20log%2Dverosimilitud%20es%20la,los%20coeficient es%20estimados%20\(%CE%B2\).](https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/modeling-statistics/regression/supporting-topics/regression-models/what-is-log-likelihood/#:~:text=La%20log%2Dverosimilitud%20es%20la,los%20coeficient es%20estimados%20(%CE%B2).) <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/modeling-statistics/regression/supporting-topics/regression-models/what-is-log-likelihood/>

¿Qué es log-verosimilitud? (b). <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/modeling-statistics/regression/supporting-topics/regression-models/what-is-log-likelihood/>

¿Qué es una serie de tiempo? <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/modeling-statistics/time-series/supporting-topics/basics/what-is-a-time-series/>

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 4 de 99</b>

- ▷ Metodología kanban: Definición, funcionamiento y fases. (2020, -07-17T19:27:39+00:00). <https://blog.comparasoftware.com/metodologia-kanban/>
- 📊 Series temporales con R → autocorrelación. (2018, -03-23T11:53:58+00:00). <https://finanzaszone.com/analisis-y-prediccion-de-series-temporales-con-r-iii-autocorrelacion/>
- 54cuatro - ¿Y ahora MLOPS? (2020). 54cuatro. <https://go.54cuatro.com/y-ahora-mlops/>
- Arya, N. (2022, Mayo 25,). Data science, statistics and machine learning dictionary. <https://www.kdnuggets.com/data-science-statistics-and-machine-learning-dictionary.html/>
- C, R. C. (2017, -10-21T18:55:31+00:00). El dólar estadounidense (USD) - características principales. <https://www.tecnicasdetrading.com/2017/10/dolar-estadounidense-usd.html>
- Cofre, H., & Fabian, D. (2020). Predicción para el mercado de acciones con redes neuronales LSTM. *Instname: Universidad De Bogotá Jorge Tadeo Lozano, 1* <https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/handle/20.500.12010/13673>
- Datalab, A. *Colombia le apuesta a los bitcoins*. Colombiafintech. <https://colombiafintech.co/lineaDeTiempo/articulo/colombia-le-apuesta-a-los-bitcoins>
- Descentrología y bitcoin*. Cripto247. <https://cripto247.com/opinion/descentrologia-y-bitcoin-182765/>
- Especial bitcoin: ¿qué es bitcoin? ¿cómo funciona esta moneda virtual?* Especial Bitcoin: ¿qué es Bitcoin? ¿cómo funciona esta moneda virtual?. <http://especiales.dinero.com/bitcoin/index.html>
- Lopez, P. *¿Qué es un archivo CSV y para qué sirve? - definición*. GEEKNETIC. <https://www.geeknetic.es/Archivo-CSV/que-es-y-para-que-sirve>
- LSTM vs GRU network: Which has better performance? - deep learning tutorial. (2020, -07-14T01:17:21+00:00). <https://www.tutorialexample.com/lstm-vs-gru-network-which-has-better-performance-deep-learning-tutorial/>
- Marroquín Martínez, G., & Chalita Tovar, L. E. (2011). Aplicación de la metodología box-jenkins para pronóstico de precios en jitomate. *Revista Mexicana De Ciencias Agrícolas, 2(4)*, 573-577. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S2007-09342011000400008&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2007-09342011000400008&lng=es&nrm=iso&tlng=es)

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 5 de 99</b>

Merritt, R. (2020). *¿Qué es ML Ops?* Blog oficial de NVIDIA Latino América. <https://la.blogs.nvidia.com/2020/09/08/que-es-mlops/>

*Modelo autorregresivo integrado de media móvil* (2020).

Modelos ARIMA. (4 de mayo de 2018). *R Pubs*, . <https://rpubs.com/Meca/386432>

Pedrosa, S. *Euro - definición, qué es y concepto*. Economipedia. <https://economipedia.com/definiciones/euro.html>

Rodo Paula. (2020). *Criterio de información bayesiano*. Economipedia. <https://economipedia.com/definiciones/criterio-de-informacion-bayesiano.html>

Sanahuja, P. M. (). Métricas de evaluación de rendimiento para predicciones de series temporales – pol martí sanahuja. <https://polmartisanahuja.com/metricas-de-evaluacion-de-rendimiento-para-predicciones-de-series-temporales/>

Scikit-learn, herramienta básica para el data science en python. (2018, -08-06T07:00:40+00:00). <https://www.master-data-scientist.com/scikit-learn-data-science/>

Series de Tiempo. (s.f.). *Departamento de matemáticas de México*. <http://www.estadistica.mat.uson.mx/Material/seriesdetiempo.pdf>

Spider Financial. (2016). *Apéndice B: Criterio de información akaike (AIC)*. Centro de ayuda. <https://support.numxl.com/hc/es/articles/215531083-Ap%C3%A9ndice-B-Criterio-de-Informaci%C3%B3n-Akaike-AIC->

What is figma? (and how to use figma for beginners). (2020, -09-17T09:00:26+00:00). <https://www.theme-junkie.com/what-is-figma/>

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 6 de 99</b>

## RESUMEN DEL CONTENIDO EN ESPAÑOL E INGLÉS

(Máximo 250 palabras – 1530 caracteres, aplica para resumen en español):

### RESUMEN EN ESPAÑOL

Actualmente el interés por la inversión en la bolsa de valores ha venido en aumento tanto a nivel nacional como internacional debido a preconceptos de fácil obtención ganancias. Lo anterior, es ajeno a la realidad, ya que los mercados de divisas toman tendencias que no son fácilmente modelables a simple vista. En ese contexto, es importante entender la necesidad de una herramienta robusta que apoye a los inversores en momentos de decisión. En este trabajo se presenta una herramienta enfocada en la estimación/predicción de los diversos precios que pueden tomar el euro, el bitcoin y el dólar; esto se realiza a través de algoritmos de aprendizaje automático, empleando arquitecturas como lo son el LSTM (Long Short Term Memory), GRU (Gated Recurrent Unit), TCN (Temporal Convolutional Networks), ARIMA (Modelo Autorregresivo Integrado de Medias Móviles) y una combinación de capas recurrentes LSTM y unidades recurrentes GRU. A través de diversas métricas de evaluación y de una metodología previamente seleccionada y enfocada en los algoritmos de machine Learning, se realizó una clasificación de los mejores modelos a partir de la generación de resultados óptimos, enfatizando que cada selección se hace con base a cada moneda que se describe. Se encontró que los modelos ajustados a cada moneda son: (i) dólar, modelo ARIMA (4, 1, 2) con un RMSE de 28.24 y error porcentual de 0.62%, (ii) euro, modelo GRU con un RMSE de 31.85 y error porcentual de 0.57%, (iii) bitcoin modelo LSTM con un RMSE de 367.72 y error porcentual de 0.63%.

### RESUMEN EN INGLÉS

Interest in investing in the stock exchange has been increasing nationally and internationally due to preconceptions of easy profit-making. However, the previous is alien to reality since the currency markets take trends that are not easily modeled at first glance. In this context, it is essential to understand the need for a robust tool that supports investors in moments of decision. This work presents a tool focused on the estimation/prediction of the different prices that the euro, bitcoin, and dollar can take; This is done through machine learning algorithms, using architectures such as LSTM (Long Short Term Memory), GRU (Gated Recurrent Unit), TCN (Temporal Convolutional Networks), ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) and a combination of LSTM recurring layers and GRU recurring units. Through various evaluation metrics and a previously selected methodology focused on machine learning algorithms, a classification of the best models was made based on the generation of optimal results, emphasizing that each selection is made based on each coin that is described. As a result, it was found that the models adjusted to each currency are: (i) dollar, ARIMA model (4, 1, 2) with an RMSE of 28.24 and percentage error of 0.62%, (ii) euro, GRU model with an RMSE of 31.85 and percentage error of 0.57%, (iii) bitcoin model LSTM with an RMSE of 367.72 and percentage error of 0.63%.

## AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Por medio del presente escrito autorizo (Autorizamos) a la Universidad de Cundinamarca para que, en desarrollo de la presente licencia de uso parcial, pueda ejercer sobre mí (nuestra) obra las atribuciones que se indican a continuación,

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
 Teléfono: (091) 8281483 Línea Gratuita: 018000180414  
[www.ucundinamarca.edu.co](http://www.ucundinamarca.edu.co) E-mail: [info@ucundinamarca.edu.co](mailto:info@ucundinamarca.edu.co)  
 NIT: 890.680.062-2

*Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad  
 Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional*

 <b>UDECA</b> UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 7 de 99</b>

teniendo en cuenta que, en cualquier caso, la finalidad perseguida será facilitar, difundir y promover el aprendizaje, la enseñanza y la investigación.

En consecuencia, las atribuciones de usos temporales y parciales que por virtud de la presente licencia se autoriza a la Universidad de Cundinamarca, a los usuarios de la Biblioteca de la Universidad; así como a los usuarios de las redes, bases de datos y demás sitios web con los que la Universidad tenga perfeccionado una alianza, son: Marque con una "X":

<b>AUTORIZO (AUTORIZAMOS)</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
1. La reproducción por cualquier formato conocido o por conocer.	X	
2. La comunicación pública, masiva por cualquier procedimiento o medio físico, electrónico y digital.	X	
3. La inclusión en bases de datos y en sitios web sean éstos onerosos o gratuitos, existiendo con ellos previa alianza perfeccionada con la Universidad de Cundinamarca para efectos de satisfacer los fines previstos. En este evento, tales sitios y sus usuarios tendrán las mismas facultades que las aquí concedidas con las mismas limitaciones y condiciones.	X	
4. La inclusión en el Repositorio Institucional.	X	

De acuerdo con la naturaleza del uso concedido, la presente licencia parcial se otorga a título gratuito por el máximo tiempo legal colombiano, con el propósito de que en dicho lapso mi (nuestra) obra sea explotada en las condiciones aquí estipuladas y para los fines indicados, respetando siempre la titularidad de los derechos patrimoniales y morales correspondientes, de acuerdo con los usos honrados, de manera proporcional y justificada a la finalidad perseguida, sin ánimo de lucro ni de comercialización.

Para el caso de las Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, de manera complementaria, garantizo(garantizamos) en mi(nuestra) calidad de estudiante(s) y por ende autor(es) exclusivo(s), que la Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi(nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro (aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general,

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 8 de 99</b>

contenidos de la Tesis o Trabajo de Grado es de mí (nuestra) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

Sin perjuicio de los usos y atribuciones otorgadas en virtud de este documento, continuaré (continuaremos) conservando los correspondientes derechos patrimoniales sin modificación o restricción alguna, puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación de los derechos patrimoniales derivados del régimen del Derecho de Autor.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, “*Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores*”, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables. En consecuencia, la Universidad de Cundinamarca está en la obligación de RESPETARLOS Y HACERLOS RESPETAR, para lo cual tomará las medidas correspondientes para garantizar su observancia.

**NOTA:** (Para Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía):

**Información Confidencial:**

Esta Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, contiene información privilegiada, estratégica, secreta, confidencial y demás similar, o hace parte de la investigación que se adelanta y cuyos resultados finales no se han publicado.

**SI \_\_\_ NO X.**

En caso afirmativo expresamente indicaré (indicaremos) en carta adjunta, expedida por la entidad respectiva, la cual informa sobre tal situación, lo anterior con el fin de que se mantenga la restricción de acceso.

**LICENCIA DE PUBLICACIÓN**

Como titular(es) del derecho de autor, confiero(erimos) a la Universidad de Cundinamarca una licencia no exclusiva, limitada y gratuita sobre la obra que se integrará en el Repositorio Institucional, que se ajusta a las siguientes características:

a) Estará vigente a partir de la fecha de inclusión en el repositorio, por un plazo de 5 años, que serán prorrogables indefinidamente por el tiempo que dure el derecho patrimonial del autor. El autor podrá dar por terminada la licencia solicitándolo a la Universidad por escrito. (Para el caso de los Recursos Educativos Digitales, la Licencia de Publicación será permanente).

 <b>UDEC</b> UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 9 de 99</b>

b) Autoriza a la Universidad de Cundinamarca a publicar la obra en formato y/o soporte digital, conociendo que, dado que se publica en Internet, por este hecho circula con un alcance mundial.

c) Los titulares aceptan que la autorización se hace a título gratuito, por lo tanto, renuncian a recibir beneficio alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente licencia y de la licencia de uso con que se publica.

d) El(Los) Autor(es), garantizo(amos) que el documento en cuestión es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi (nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro(aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos es de mí (nuestro) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

e) En todo caso la Universidad de Cundinamarca se compromete a indicar siempre la autoría incluyendo el nombre del autor y la fecha de publicación.

f) Los titulares autorizan a la Universidad para incluir la obra en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

g) Los titulares aceptan que la Universidad de Cundinamarca pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.

h) Los titulares autorizan que la obra sea puesta a disposición del público en los términos autorizados en los literales anteriores bajo los límites definidos por la universidad en el "Manual del Repositorio Institucional AAAM003"

i) Para el caso de los Recursos Educativos Digitales producidos por la Oficina de Educación Virtual, sus contenidos de publicación se rigen bajo la Licencia Creative Commons: Atribución- No comercial- Compartir Igual.



j) Para el caso de los Artículos Científicos y Revistas, sus contenidos se rigen bajo la Licencia Creative Commons Atribución- No comercial- Sin derivar.

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 10 de 99</b>



**Nota:**

Si el documento se basa en un trabajo que ha sido patrocinado o apoyado por una entidad, con excepción de Universidad de Cundinamarca, los autores garantizan que se ha cumplido con los derechos y obligaciones requeridos por el respectivo contrato o acuerdo.

La obra que se integrará en el Repositorio Institucional está en el(los) siguiente(s) archivo(s).

<b>Nombre completo del Archivo Incluida su Extensión (Ej. Nombre completo del proyecto.pdf)</b>	<b>Tipo de documento (ej. Texto, imagen, video, etc.)</b>
1. Proyecto de grado Oscar Perilla y Carlos Villalba.pdf	Texto
2. Manual Tecnico.pdf	Texto
3. Manual de usuario.pdf	Texto
4. Pruebas Caja Negra y Blanca.xlsx	Texto

En constancia de lo anterior, Firmo (amos) el presente documento:

<b>APELLIDOS Y NOMBRES COMPLETOS</b>	<b>FIRMA (autógrafa)</b>
PERILLA DOMINGUEZ OSCAR DAVID	
VILLALBA PERDOMO CARLOS EDUARDO	

21.1-51-20.

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 11 de 99</b>

Desarrollo de prototipo web para la predicción del dólar estadounidense y el euro respecto al peso colombiano y Bitcoin respecto al dólar estadounidense a través de series temporales y técnicas de Deep Learning.

Presentado Por:

Oscar David Perilla Domínguez  
Carlos Eduardo Villalba Perdomo

Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero de Sistemas

Director:

Gustavo Adolfo Lanza Bayona  
Magister en Física

Universidad de Cundinamarca  
Facultad de Ingeniería  
Ingeniería de Sistemas  
Fusagasugá  
2022

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
Teléfono: (091) 8281483 Línea Gratuita: 018000180414  
[www.ucundinamarca.edu.co](http://www.ucundinamarca.edu.co) E-mail: [info@ucundinamarca.edu.co](mailto:info@ucundinamarca.edu.co)  
NIT: 890.680.062-2

*Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad  
Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional*

 <b>UDECA</b> UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 12 de 99</b>

### **Dedicatoria Carlos Eduardo Villalba Perdomo**

Quiero dedicarle principalmente este trabajo a mi madre María Cristina Perdomo García y mi padre Eduardo Villalba Castro quienes fueron una pieza fundamental para seguir adelante en mi proceso como profesional apoyándome día a día en este difícil pero gratificante trayecto. De igual forma, quiero dedicárselo a mi hermana Valeria Villalba Perdomo que siempre ha estado a mi lado apoyándome desde niño a hoy día en estas instancias y por último a mis mascotas quienes también forman parte fundamental de mi vida.

### **Dedicatoria Oscar David Perilla Domínguez**

Este trabajo se lo dedico a mi madre María Domínguez quien ha sido un apoyo emocional en todo el proceso de formación y que estuvo ahí para acompañarme en los procesos más difíciles y estresantes; al mismo tiempo se lo dedico a mis hermanos Milton e Iván que han estado para darme sus ánimos y sus mejores deseos al realizar este proyecto y por último, pero no menos importante, se lo dedico a mi padre Benigno Perilla, que, aunque no esté conmigo sé que estaría muy orgulloso por mis logros hasta este momento.

 <b>UDECA</b> UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 13 de 99</b>

## **Agradecimientos**

Agradecemos a la profesora Eva Patricia Vásquez Gómez quien en muchos momentos nos brindó su ayuda al asesorarnos en varios aspectos que desconocíamos y fue pieza fundamental para poder llevar a cabo el desarrollo de este proyecto

También agradecemos a nuestro tutor Gustavo Adolfo Lanza Bayona quien guio y apoyo en este proceso de investigación.

Y, por último, a nuestros compañeros más cercanos, con quienes pasamos buenos momentos. Haciendo la estancia en la universidad más agradable.

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 14 de 99</b>

## Contenido

Introducción .....	23
Planteamiento del problema .....	23
Justificación.....	25
Objetivos .....	27
Objetivo general.....	27
Objetivo específico.....	27
Marco referencial.....	28
Antecedentes.....	28
<i>Internacional</i> .....	28
<i>Nacional</i> .....	30
Marco Teórico .....	33
<i>Series de tiempo</i> .....	33
<i>Deep Learning</i> .....	35
<i>Métricas de rendimiento</i> .....	37
<i>Bitcoin</i> .....	38
<i>Dólar Estadounidense</i> .....	39
<i>Euro</i> .....	39
<i>MLOps (Machine Learning Operations)</i> .....	39
Metodología Box-Jenkins.....	43
Metodología Kanban .....	45
Desarrollo de las metodologías .....	47
Ingesta datos hacia un almacenamiento:.....	48
Desarrollo de los modelos .....	53
ARIMA.....	53
LSTM .....	57
GRU.....	58
LSTM – GRU.....	59
TCN .....	61

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 15 de 99</b>

Despliegue de los modelos: .....	62
Monitoreo de los modelos .....	63
Diseño Web .....	64
Modelo .....	64
Vista.....	65
Controlador.....	66
Resultados .....	67
Discusión .....	73
Conclusiones.....	75
Recomendaciones.....	78
Referencias bibliografía.....	80
Anexos.....	86
Anexo A – Mockups de la página web.....	86
Anexo B - Tablero de trabajo Kanban.....	94
Anexo C – Tablero Kanban del desarrollo web .....	97
Anexo D – Resultados de pruebas de caja blanca y negra .....	99

 <b>UDECA</b> UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAr113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 16 de 99</b>

### Lista de tablas

Tabla 1. Resultados de los modelos para el bitcoin .....	68
Tabla 2. Resultados de los modelos para el euro .....	70
Tabla 3. Resultados de los modelos para el dólar .....	72

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAr113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 17 de 99</b>

## Listas de figuras

Figura 1. Trabajos reportados sobre los antecedentes en el marco nacional e internacional ...	31
Figura 2. Arquitectura de LSTM .....	35
Figura 3. Arquitectura de GRU.....	36
Figura 4. Arquitectura de TCN .....	37
Figura 5. Procesos de la metodología.....	41
Figura 6. Fases de MLOps.....	43
Figura 7. Tablero de actividades .....	47
Figura 8. Dependencia Secuencial del euro.....	49
Figura 9. Filtro de Hodrick-Prescott .....	50
Figura 10. División del conjunto de datos .....	52
Figura 11. Modelo ARIMA (4,1,2) dólar .....	55
Figura 12. Modelo ARIMA (4,1,4) Bitcoin.....	56
Figura 13. Modelo LSTM Para El Euro .....	57
Figura 14. Modelo LSTM Para El dólar y el Bitcoin.....	58
Figura 15. Modelo GRU.....	59
Figura 16 Modelo LSTM – GRU.....	60
Figura 17. Modelo TCN .....	61
Figura 18. Despliegue de modelos en el Backend .....	62

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 18 de 99</b>

## Glosario

**Series temporales:** es un conjunto de datos de observaciones a través del tiempo

**Deep Learning:** es un subconjunto del aprendizaje automático donde se compone de redes neuronales artificiales, aprenden de grandes cantidades de datos.

**Redes Neuronales Artificiales:** modelos computacionales que permite simular parte del comportamiento del cerebro humano.

**LSTM (Long short-term memory):** Las redes son un tipo de red neuronal recurrente capaz de aprender la dependencia del orden en problemas de predicción de secuencias.

**GRU:** es una arquitectura de red neuronal recurrente artificial utilizada en el campo del aprendizaje profundo, donde comparte funciones con LSTM a diferencia que usa una puerta menos y es más rápida

**TCN (time convolutional network):** es una arquitectura de red convolucional temporal utilizada en el campo del aprendizaje profundo

**ARIMA (autoregressive integrated moving average):** es un modelo estadístico que hace uso de las variaciones y regresiones de datos estadísticos con el fin de encontrar patrones para realizar una predicción hacia el futuro.

**MSE (Error cuadrático medio):** mide el error cuadrado promedio de la predicción. Para cada punto, con el fin de calcular las diferencias cuadradas entre las predicciones y el valor objetivo, para luego promedia esos valores.

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 19 de 99</b>

**AIC (criterio información de Akaike):** es una medida de calidad de un modelo estadístico, para un conjunto de datos. Que funciona como un parámetro a tener en cuenta al momento de hacer la selección de un modelo

**BIC (criterio información bayesiano):** es uno de los criterios a tomar en cuenta al momento de seleccionar un modelo entre un conjunto finito de modelos

**Log-verosimilitud:** es otro de los criterios a tomar en cuenta en el momento de seleccionar un modelo al determinar los valores óptimos de los coeficientes estimados.

**Autocorrelación:** es un término estadístico que se usa con la finalidad de describir la presencia o ausencia de correlación en los datos de las series temporales

**CSV (Comma Separated Values):** es un archivo de texto el cual está separado por comas, haciendo una especie de **tabla en filas y columnas**.

**Valor-p:** es un número calculado a partir de una prueba estadística, que tiene como finalidad describir la probabilidad de que haya encontrado un conjunto particular de observaciones si la hipótesis nula fuera cierta.

**Bitcoin:** es una moneda virtual descentralizada y activo financiero, la cual sirve como medio digital de intercambio.

**Modelo estadístico:** son un conjunto de ecuaciones matemáticas que sirven para codificar la información extraída a partir de un conjunto de datos.

**Parámetros en ciencia de datos:** son las variables que son estimadas durante un proceso de entrenamiento con un determinado conjunto de datos.

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 20 de 99</b>

**Scikit-Learn:** es una librería para Python que permite llevar a cabo muchas funcionalidades al momento de estar trabajando con modelos de Machine y Deep Learning.

**Web Scraping:** es una técnica implementada mediante programas que permiten extraer la información de sitios web

**Framework:** es una abstracción en la que proporciona una funcionalidad genérica, donde el usuario puede cambiar el código, proporcionando así un software específico de la aplicación

**Figma:** es una herramienta de diseño que sirve para crear maquetación de sitios web, logotipos y para realizar otros procesos que están relacionados con el diseño.

**Notion:** Es una página web que nos permite realizar tableros de actividades, planeaciones, blogs y otros diversos procesos relacionados a la planeación y la publicación de información.

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 21 de 99</b>

## Resumen

Actualmente el interés por la inversión en la bolsa de valores ha venido en aumento tanto a nivel nacional como internacional debido a preconceptos de fácil obtención ganancias. Lo anterior, es ajeno a la realidad, ya que los mercados de divisas toman tendencias que no son fácilmente modelables a simple vista. En ese contexto, es importante entender la necesidad de una herramienta robusta que apoye a los inversores en momentos de decisión. En este trabajo se presenta una herramienta enfocada en la estimación/predicción de los diversos precios que pueden tomar el euro, el bitcoin y el dólar; esto se realiza a través de algoritmos de aprendizaje automático, empleando arquitecturas como lo son el LSTM (Long Short Term Memory), GRU (Gated Recurrent Unit), TCN (Temporal Convolutional Networks), ARIMA (Modelo Autorregresivo Integrado de Medias Móviles) y una combinación de capas recurrentes LSTM y unidades recurrentes GRU. A través de diversas métricas de evaluación y de una metodología previamente seleccionada y enfocada en los algoritmos de machine Learning, se realizó una clasificación de los mejores modelos a partir de la generación de resultados óptimos, enfatizando que cada selección se hace con base a cada moneda que se describe. Se encontró que los modelos ajustados a cada moneda son:

- (i) dólar, modelo ARIMA (4,1,2) con un RMSE de 28.24 y error porcentual de 0.62%,
- (ii) euro, modelo GRU con un RMSE de 31.85 y error porcentual de 0.57%,
- (iii) bitcoin modelo LSTM con un RMSE de 367.72 y error porcentual de 0.63%.

## Palabras clave

Modelado de algoritmos con aprendizaje profundo, series de tiempo, Patrón de diseño MVC, Evaluación de métricas de calidad, Python, LSTM, ARIMA, GRU, TCN.

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 22 de 99</b>

## Abstrac

Interest in investing in the stock exchange has been increasing nationally and internationally due to preconceptions of easy profit-making. However, the previous is alien to reality since the currency markets take trends that are not easily modeled at first glance. In this context, it is essential to understand the need for a robust tool that supports investors in moments of decision. This work presents a tool focused on the estimation/prediction of the different prices that the euro, bitcoin, and dollar can take; This is done through machine learning algorithms, using architectures such as LSTM (Long Short Term Memory), GRU (Gated Recurrent Unit), TCN (Temporal Convolutional Networks), ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) and a combination of LSTM recurring layers and GRU recurring units. Through various evaluation metrics and a previously selected methodology focused on machine learning algorithms, a classification of the best models was made based on the generation of optimal results, emphasizing that each selection is made based on each coin. that is described. As a result, it was found that the models adjusted to each currency are: (i) dollar, ARIMA model (4,1,2) with an RMSE of 28.24 and percentage error of 0.62%, (ii) euro, GRU model with an RMSE of 31.85 and percentage error of 0.57%, (iii) bitcoin model LSTM with an RMSE of 367.72 and percentage error of 0.63%.

## Keywords

Algorithm modeling with deep learning, time series, MVC design pattern, Evaluation of quality metrics, Python, LSTM, ARIMA, GRU, TCN.

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 23 de 99</b>

## Introducción

La siguiente investigación tiene como objetivo evaluar aspectos económicos, enfocados principalmente al mercado de divisas con énfasis a tres diferentes monedas, las cuales son el dólar, el euro y el bitcoin. Dentro de la problemática se evidencia la falta de herramientas para usuarios que no poseen conocimientos avanzados en el tema de las inversiones, basados en esto, se procede a contextualizar este trabajo de la siguiente manera.

### Planteamiento del problema

El mercado de las divisas es un mercado que se ha venido popularizando en Colombia, principalmente en las grandes ciudades del país (mayormente en Bogotá), sin embargo, se ha evidenciado una falta de herramientas que analicen los posibles valores que pueden tomar los mercados y las monedas (Andragne, 2021).

Diferentes autores concuerdan en que Colombia tiene un gran potencial en la inversión de diferentes activos de divisas y cada vez son más las personas que ven las bondades y beneficios en las nuevas monedas como lo son las criptomonedas debido a que son más seguras y trazables.

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 24 de 99</b>

El comercio electrónico es un factor determinante en la economía global, contribuyendo de manera significativa al desarrollo de nuevos mercados mediante la comercialización de bienes y servicios. En este sentido, y con el crecimiento tecnológico que se está viviendo en el mundo, las Criptomonedas han venido ganando espacio en las economías de diversos países, posicionándose como una nueva forma de pago (Mosquera et al.,2019).

En Colombia se han realizado estudios donde se evidencian que diariamente se intercambian alrededor de US\$500.000 y más de 20 empresas u organizaciones aceptan Bitcoins en el país en rubros como turismo, gastronomía y servicios digitales. Brasil, Argentina, México, Venezuela y Colombia son los países con mayor actividad y crecimiento en el uso de criptomonedas (Fintech ,2021).

Lo anterior indica el potencial que tendría la incorporación de una herramienta que sirva para evaluar o proyectar los precios de las diferentes monedas como los son el dólar estadounidense, el euro y el Bitcoin; evaluándolos en intervalos de tiempos regulares con el fin de predecir sus posibles valores.

Teniendo en cuenta lo anterior, es importante pensar en las diversas soluciones a las cuales se pueden llegar, pero buscando un enfoque desde el ámbito de la inteligencia artificial y el Deep Learning; preguntándose. ¿Qué modelos de

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 25 de 99</b>

Deep Learning pueden hacer una predicción óptima y eficiente del euro y el dólar con respecto al peso colombiano y el Bitcoin con relación al dólar estadounidense?

Para darle solución a las cuestiones anteriormente planteadas, este trabajo considera las siguientes hipótesis

La aplicación de modelos de Deep Learning servirán para identificar de manera óptima patrones de comportamiento en los precios del bitcoin, euro y el dólar.

El acople y los resultados de tendencia están fuertemente ligados a las características propias del modelo usado.

#### Justificación

En vista de la falta de herramientas que realicen un análisis en los diferentes mercados de divisas como lo son el euro, dólar estadounidense y Bitcoin, las cuales crecen exponencialmente y que han generado ingresos al país; se ha evidenciado una necesidad en los inversores de tener una visión futura que pronostique sus posibles valores en dichos mercados.

De acuerdo con López, “los modelos predictivos permiten al usuario estar preparado frente a posibles eventos futuros, aportándole estimaciones de lo que sucederá. De esta forma, cuando se habla de modelos predictivos para el

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 26 de 99</b>

mercado de divisas, se hace referencia a las herramientas que pronostiquen el movimiento futuro de los elementos del mercado” (López,2015).

Con base a lo anterior, se logra determinar que, con este tipo de herramientas se puede brindar una ayuda al usuario puesto que se le indicará una estimación del precio y así cuando la persona desee realizar una inversión, tengan más clara las posibles tendencias que la moneda pueda llegar a tener.

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 27 de 99</b>

## Objetivos

A continuación, se identifican cuáles son los objetivos esperados en este proyecto, tanto de manera general, como de manera específica.

### Objetivo general

Desarrollar prototipo web para la predicción del dólar estadounidense y el euro respecto al peso colombiano y Bitcoin respecto al dólar estadounidense a través de series temporales y técnicas de Deep Learning.

### Objetivo específico

Seleccionar un modelo estadístico óptimo para la predicción del dólar estadounidense y el euro respecto al peso colombiano y el bitcoin respecto al dólar estadounidense.

Calcular los parámetros que mejor se ajusten al modelo seleccionado.

Validar el modelo para identificar los errores.

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 28 de 99</b>

## Marco referencial

### Antecedentes

A continuación, se relacionan investigaciones internacionales y nacionales concernientes al problema de investigación en función de la predicción a través de series temporales y técnicas de Deep Learning en el cambio del euro, dólar estadounidense y el Bitcoin.

#### *Internacional*

Br. Jorge y Flores S (2018) realizaron la investigación “Implementación de Redes Neuronales en Serie de Tiempo para generar un portafolio de inversión en Criptomonedas “esta investigación fue llevada a cabo con la finalidad de implementar dos tipos de redes neuronales las cuales se encargan de predecir el comportamiento. Los autores proponen su aplicación en el campo de las Criptomonedas, siendo un tema de gran importancia en la actualidad debido al desarrollo tecnológico que va avanzando de manera exponencial y la economía se ve inmersa en este.

Gracias a este estudio se determinó que de acuerdo con el objetivo propuesto se obtuvieron resultados positivos con la implementación de la red neuronal MLP, con la finalidad de predecir si el precio de la moneda aumentaba o disminuía al día siguiente. El modelo que tuvo mejores resultados fue el implementado para el

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 29 de 99</b>

Bitcoin, de esta forma éste será pilar fundamental para realizar futuras inversiones, debido a que esta moneda es altamente cotizada en la actualidad

Gonzales F. (2019) realizó la investigación “Análisis predictivo en Bitcoin utilizando técnicas de aprendizaje profundo” esta investigación se llevó a cabo para evaluar y comparar el desempeño de una gama de diversas técnicas de aprendizaje automático a la tarea de realizar pronósticos a corto plazo del precio de Bitcoin. Entre las soluciones planteadas, entra en consideración la aplicación de algoritmos tradicionales como lo son las máquinas de soporte vectorial para regresión (SVR), así como modelos de aprendizaje profundo cuya literatura reporta excelentes resultados en problemas análogos de pronósticos sobre series temporales, como redes neuronales recurrentes LSTM, GRU y TCN.

A través de esta investigación se logró establecer que se desarrolló satisfactoriamente una serie de experimentos para evaluar la efectividad de cada tipo de modelo en la tarea de realizar pronósticos a corto plazo sobre el precio de Bitcoin. Todas las implementaciones reportaron una precisión significativamente mayor al modelo base. Se destaca la efectividad de los modelos de aprendizaje profundo empleados: redes neuronales recurrentes LSTM, GRU, redes neuronales convolucionales y, en particular, el desempeño comparativamente superior alcanzado por la arquitectura híbrida que combina capas convolucionales y LSTM

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAr113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 30 de 99</b>

### *Nacional*

Rodríguez H. (2020) en su investigación “Modelación de series temporales de precio internacional del oro y producción de oro en Colombia para la generación de pronósticos”

En esta obra, el autor buscaba describir los procesos para realizar un análisis de series temporales con un enfoque a la producción del oro en Colombia y a su vez, observar si la creación de modelos como ARIMA lograban modelar las diferentes tendencias en la producción de oro y si también podían identificar el precio internacional del mismo.

La metodología implementada se basa en BOX-JENKINS la cual tiene un enfoque analítico y descriptivo donde se evalúan diferentes modelos para tener las mejores selecciones posibles, además de las configuraciones óptimas para los modelos que se tiene.

Con este estudio se pudo analizar que enfoque y que relación se tiene respecto a los panoramas en los que se evaluó, además de esto se recalca que dentro de las conclusiones se pueden encontrar fallos respecto a las metodologías que se han usado, dando a entender que en el panorama de las series de tiempo se debe tener en cuenta diferentes variables como por ejemplo las estacionalidades, las configuraciones y las técnicas que se implementan.

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 31 de 99</b>

Herrera Cofre (2020) en su investigación “Predicción para el mercado de acciones con Redes Neuronales LSTM” busco realizar una comparación entre los modelos tradicionales de series temporales y el uso de redes neuronales para la predicción del mercado de acciones y demostrar así el cómo el uso de modelos más complejos es más útil respecto a problemas de diferentes índole, además de esto es importante decir que este trabajo buscaba contribuir en la toma de decisiones para poder invertir en la bolsa de valores.

A través del estudio anterior podemos destacar diferentes bondades y guías que se dieron, dentro de los cuales se pueden resaltar los diferentes modelos que se obtuvieron y las diferentes cualidades que estos ofrecen de acuerdo a la aplicación que nosotros queramos obtener, también busca demostrar que este tipo de modelos realmente son implementables a aquellos inversores (pequeños y medianos) que están empezando en los mercados de valores y como estas herramientas realmente guían a un usuario y le dan un panorama real de las inversiones que se hacen

### **Figura 1. Trabajos reportados sobre los antecedentes en el marco nacional e internacional**

**(Fuente: Elaboración Propia)**

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 32 de 99</b>

Año	Título	Autor	Nacional o internacional	Modelo utilizado	VARIABLES	Resultados obtenidos
2018	Implementación de Redes Neuronales en Serie de Tiempo para generar un portafolio de inversión en Criptomonedas	Br. Jorge y Flores S	Internacional	Perceptron multicapa (MLP) Long short-term memory (LSTM) Modelo VAR	Cuantitativa discreta	En la investigación se logró determinar que la moneda que mejor se acomodó al modelo MLP, fue el Bitcoin logrando tener una efectividad del 91%, el cual indica una alta probabilidad que el modelo clasifique de forma correcta
2019	Análisis predictivo en Bitcoin utilizando técnicas de aprendizaje profundo	Federico Gorzales	Internacional	Support Vector Regression (SVR) Long short-term memory (LSTM) Gated Recurrent Unit (GRU) redes neuronales convolucionales (CNN) CNN + LSTM	Cuantitativa discreta	A través de esta investigación se logró establecer que, todas las implementaciones reportaron una precisión significativamente mayor al modelo base. Se destaca la efectividad de los modelos de aprendizaje profundo empleados: redes neuronales recurrentes LSTM, GRU, redes neuronales convolucionales y, en particular, el desempeño superior por la arquitectura híbrida que combina CNN y LSTM
2018	Modelación de series temporales de precio internacional del oro y producción de oro en Colombia para la generación de pronósticos	Harbey Millán Rodríguez	Nacional	ARIMA	Cuantitativa discreta	Dentro del estudio se aplicó diferentes combinaciones del modelo ARIMA, dentro de los resultados se obtiene un modelo ARIMA (1,1,2) para el precio internacional del oro y un modelo ARIMA(2,1,2) para estimar la producción anual del oro en Colombia.
2020	Predicción para el mercado de acciones con Redes Neuronales LSTM	Dennys Fabian Herrera Cofre	Nacional	LSTM SIMPLE LSTM MULTICAPA DENSE - LSTM	Cuantitativa discreta	En la investigación se logró determinar que el modelo que mejor se acoplaba para el estudio era un DENSE-LSTM, ya que con este se lograba predecir mejor las tendencias de las acciones en los mercados estudiados

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 33 de 99</b>

Marco Teórico

### *Series de tiempo*

“Una serie de tiempo es una secuencia de datos u observaciones, medidos en determinados momentos y ordenados cronológicamente. Visualmente, es una curva que evoluciona en el tiempo.” (Pricing, s.f.)

Dentro de los componentes de las series de tiempo se destacan principalmente:

**Tendencia secular:** “La tendencia secular caracteriza el patrón gradual y consistente de las variaciones de la propia serie, que se consideran consecuencias de fuerzas persistentes que afectan el crecimiento o la reducción de esta.” (Departamento de Matemáticas de Mexico, s.f.)

**Variación estacional:** “Esta variación corresponde a los movimientos de la serie que recurren año tras año en los mismos meses (o en los mismos trimestres) del año poco más o menos con la misma intensidad”. (Departamento de Matemáticas de México, s.f.)

**Variación cíclica:** “Esta variación se mantiene después de que se han eliminado las variaciones o tendencias estacional e irregular.” (Departamento de Matemáticas de México, s.f.)

**Variación Irregular:** “Esta variación trata de describir factores a corto plazo, imprevisibles y no recurrentes que afectan a la serie de tiempo.

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 34 de 99</b>

Existen dos tipos de variación irregular:

a) Las variaciones que son provocadas por acontecimientos especiales, fácilmente identificables, como las elecciones, inundaciones, huelgas, terremotos.

b) Variaciones aleatorias o por casualidad, cuyas causas no se pueden señalar en forma exacta, pero que tienden a equilibrarse a la larga.” (Departamento de Matemáticas de México, s.f.)

**Tendencia lineal:** Es una relación funcional entre dos o más variables correlacionadas. Se utiliza para pronosticar una variable con base en la otra, tanto para pronósticos de series de tiempo como para pronósticos de relaciones causales.

**Tendencia no lineal** Cuando la serie de tiempo presenta un comportamiento curvilíneo se dice que este comportamiento es no lineal.

Dentro de las series de tiempo existen diferentes modelos que se pueden desarrollar dentro de los cuales se destacan principalmente:

**Modelo ARIMA:** es un modelo estadístico que utiliza variaciones y regresiones de datos estadísticos con el fin de encontrar patrones para una predicción hacia el futuro.

$$Y_t = \beta_1 y_{t-1} + \beta_2 y_{t-2} + \dots + \beta_0 y_0 + \epsilon_{t1}$$

### **Ecuación 1. Modelo ARIMA**

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
 Teléfono: (091) 8281483 Línea Gratuita: 018000180414  
[www.ucundinamarca.edu.co](http://www.ucundinamarca.edu.co) E-mail: [info@ucundinamarca.edu.co](mailto:info@ucundinamarca.edu.co)  
 NIT: 890.680.062-2

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 6
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-09-14
		PAGINA: 35 de 99

## *Deep Learning*

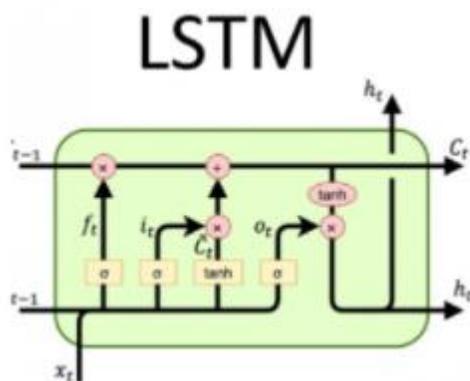
“Subconjunto del aprendizaje automático donde las redes neuronales artificiales, algoritmos inspirados en el cerebro humano, aprenden de grandes cantidades de datos.” (Zuñiga, 2019)

Dentro de los principales modelos que son usados para Deep Learning en lo que se refiere a las series de tiempo se encuentran:

**Long Short Term Memory (LSTM):** Es un modelo de red neuronal que hace uso de otro tipo de unidades diferentes a las usadas en las arquitecturas basadas en perceptrón multicapa. Adicionalmente, este modelo realiza una combinación especial de estas nuevas unidades, así como también productos y sumas entre ellas, las cuales permiten implementar compuertas de control que administran la memoria (Véase Figura 2).

### **Figura 2. Arquitectura de LSTM**

(Fuente: Tutorial Example)

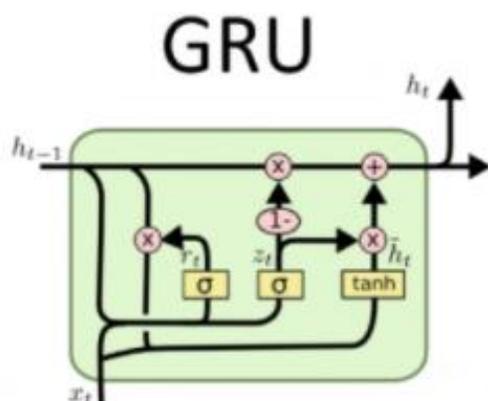


 <b>UDECA</b> UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 36 de 99</b>

**Gated Recurrent Unit (GRU):** Esta arquitectura es una variante de la red recurrente LSTM, donde su mayor diferencia radica en que el modelo GRU mezcla las compuertas input y forget para definir la compuerta update. Este cambio genera que la arquitectura presente muchos menos parámetros y por tanto sea mucho más sencilla de entrenar (**Véase Figura 3**).

**Figura 3. Arquitectura de GRU**

(Fuente: Tutorial Example)



**Modelo TCN:** Estas redes neuronales son una variación de las redes neuronales convolucionales para tareas de modelado de secuencias; las cuales se basan en dos principios:

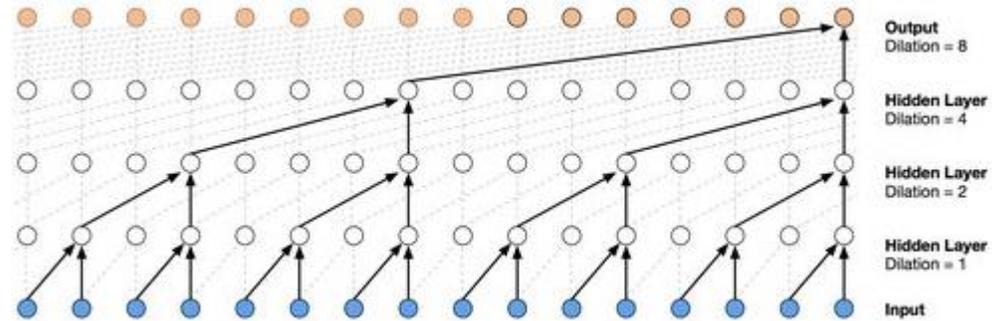
El hecho de que no puede haber fugas del futuro al pasado

El hecho de que la red produce una salida de la misma longitud que la entrada

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 6
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-09-14
		PAGINA: 37 de 99

**Figura 4. Arquitectura de TCN**

(Fuente: Quora)



### *Métricas de rendimiento*

En el contexto del Deep Learning las métricas de rendimiento tienen como objetivo estimar la precisión de la generalización de un modelo sobre los datos futuros (no vistos/fuera de muestra)

Dentro de las métricas que se usaran para evaluar las series de tiempo tenemos:

**Error absoluto medio (MAE):** Nos da un promedio de la magnitud absoluta de todos los valores de los errores.

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |Y_i - Y_p|$$

### **Ecuación 2. Mean Absolut Error**

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
 Teléfono: (091) 8281483 Línea Gratuita: 018000180414  
[www.ucundinamarca.edu.co](http://www.ucundinamarca.edu.co) E-mail: [info@ucundinamarca.edu.co](mailto:info@ucundinamarca.edu.co)  
 NIT: 890.680.062-2

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 38 de 99</b>

**Error cuadrático medio (MSE):** Mide el promedio de los errores al cuadrado, es decir, la diferencia entre el estimador y lo que se estima.

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_i - Y_p)^2$$

### **Ecuación 3. Mean Square Error**

**La raíz del error cuadrático medio (RMSE):** mide la cantidad de error que hay entre dos conjuntos de datos; otra forma de entenderlo es comparar un valor predicho y un valor observado o conocido.

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_i - Y_p)^2}$$

### **Ecuación 4. Root Mean Square Error**

#### ***Bitcoin***

“El Bitcoin es un tipo de criptomoneda, es decir, una divisa digital que puede funcionar como medio de intercambio y que sus promotores usan como reserva de valor.

No existe físicamente, ni la controla ningún país. Se trata de dinero virtual cuyo precio varía constantemente, tal como ocurre con otras monedas como el dólar o el euro.” (BBC, 2021)

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 39 de 99</b>

### ***Dólar Estadounidense***

El dólar de los Estados Unidos es la moneda oficial de los Estados Unidos y sus territorios insulares según la Constitución de los Estados Unidos.

### ***Euro***

Se denomina euro a la moneda oficial europea que opera en la mayoría de los países de la Unión Europea desde el año 2002.

### ***MLOps (Machine Learning Operations)***

MLOps es una serie de prácticas que combina el desarrollo de software con operaciones de Machine Learning que permite desarrollar las mejores prácticas para aquellas empresas que ejecuten procesos de Inteligencia Artificial o similares, teniendo en cuenta que se desarrolla de la mano de diferentes productos de software y servicios de cloud o computación en la nube.

Inicialmente se debe tener en cuenta que aplicar esta serie de prácticas lleva consigo un proceso riguroso pues debemos enfocarnos mayormente en el rendimiento y a su vez en el manejo de la administración de los conjuntos de datos.

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 40 de 99</b>

Basados en lo anterior se puede decir que, también se lleva consigo un proceso de seguimiento para el ciclo de vida de este tipo de desarrollos, donde debemos tener en cuenta siempre para su uso que:

Se debe tener en cuenta las fuentes de datos y los conjuntos de datos creados.

Un proceso de ML automatizado que administre los conjuntos de datos, modelos y experimentos a través del ciclo de vida.

Contenedores de software que en la mayoría de los casos está basado en Kubernetes para simplificar la ejecución del trabajo.

### **Pipelines usados en MLOps**

Para los procesos llevados a cabo de esta metodología debemos tener en cuenta que el Pipeline se basa en CI/CD y está orientado a la integración de los datos y a su vez la capacidad de gobernanza, transparencia y la protección de la información.

Para el proceso de CI debemos probar y validar tanto el código como los componentes y a su vez validar los datos, los esquemas y los modelos.

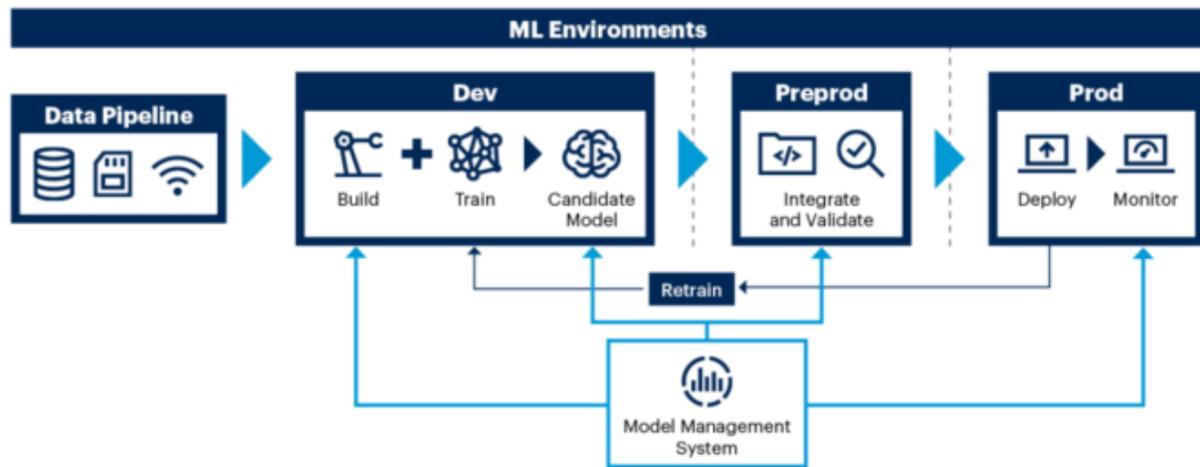
	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 6
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-09-14
		PAGINA: 41 de 99

Para el proceso de CD debemos desplegar paquetes e implementarlos a un servicio de manera automática.

**Figura 5. Procesos de la metodología**

(Fuente: 54Cuatro)

**Typical ML Pipeline**



Source: Gartner  
718951\_C

**Fases para el uso de MLOps.** Para el desarrollo de las actividades que sugiere MLOps tendremos en cuenta 4 pasos los cuales son:

*Ingestar datos hacia un almacenamiento.* Para este proceso lo que se requiere es adquirir los datos desde fuentes que se deben identificar previamente y seguido de esto se cataloga los datos para proceder a ingestarlos en el

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 42 de 99</b>

almacenamiento y procesarlos para generar un conjunto de datos correctos y finalmente proceder a entregar estos datos listos para su uso.

*Desarrollo de los modelos.* Esta es quizá la fase más importante pues se debe generar interacciones con distintos modelos analíticos, validando los datos recibidos, e identificando la performance de los análisis.

**Nota:** Para este paso es importante tener en cuenta que en caso de tener una cantidad escasa de datos para poder aplicar modelos lo que debemos hacer es realizar nuevamente el paso 1 para reajustar nuevamente los datos.

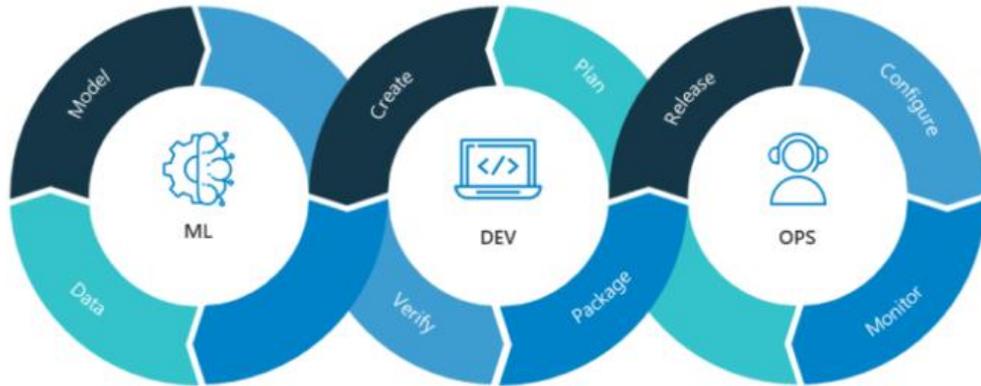
*Despliegue de los modelos.* Para esta fase lo que se procede a hacer es realizar el despliegue a producción, se debe tener en cuenta que para este proceso se puede integrar al software, dejar una API para las consultas o bien podemos alimentar un sistema.

*Monitoreo de modelos.* Esta es la última fase para seguir y se debe tener en cuenta que aquí lo que se debe realizar es una monitoria de los modelos, pues si se realiza un desvío de datos o estos no cumplen una cierta calidad se puede alterar el funcionamiento de nuestro desarrollo.

 <b>UDECA</b> UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 43 de 99</b>

**Figura 6. Fases de MLOps**

**(Fuente: Nvidia)**



### **Metodología Box-Jenkins**

“En el análisis de series de tiempo, la metodología de Box-Jenkins, se aplica a los modelos autorregresivos de media móvil ARMA o a los modelos autorregresivos integrados de media móvil (ARIMA) para encontrar el mejor ajuste de una serie temporal de valores, a fin de que los pronósticos sean más acertados.” (Meca y Agullo, 2018)

**Fases para el uso de Box-Jenkins.** El método original utiliza un enfoque de modelado iterativo en tres etapas, usando datos de un horno de gas. Estos datos son conocidos como datos de Box-Jenkins del horno de gas para la evaluación comparativa de modelos de predicción y los cuales siguen un orden, los cuales son:

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
 Teléfono: (091) 8281483 Línea Gratuita: 018000180414  
[www.ucundinamarca.edu.co](http://www.ucundinamarca.edu.co) E-mail: [info@ucundinamarca.edu.co](mailto:info@ucundinamarca.edu.co)  
 NIT: 890.680.062-2

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 6
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-09-14
		PAGINA: 44 de 99

*Fase 1-Identificación.* Asegurarse de que las variables son **estacionarias**, la identificación de la **estacionalidad** de la serie dependiente (diferenciación estacional, para cierto período, si es necesario), y el uso de los gráficos de las funciones de **autocorrelación** y de **autocorrelación parcial** de la serie de tiempo se utilizan para decidir cuál componente (si es el caso) se debe utilizar en el modelo, el promedio autorregresivo (AR) o un promedio móvil (MA).

*Fase 2- Estimación.* Usando algoritmos de cálculo para tener coeficientes que mejor ajusten el modelo ARIMA seleccionado. Los métodos más comunes usan estimación de **máxima verosimilitud** o **mínimos cuadrados no lineales**.

*Fase 3- Diagnósis o validación.* Comprobar el modelo mediante el ensayo, si el modelo estimado se ajusta a las especificaciones de un proceso univariado estacionario. En particular, los residuos deben ser independientes el uno del otro, además, la media y la varianza deben ser constantes en el tiempo. Para identificar los errores de especificación son útiles las gráficas de la media y la varianza de los residuos a través del tiempo y la realización de una **prueba de Ljung-Box** o bien por medio del trazado de autocorrelación y autocorrelación parcial de los residuos.) Si la estimación es inadecuada, tenemos que volver al paso uno e intentar buscar un modelo mejor.

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 45 de 99</b>

## **Metodología Kanban**

“Kanban es un sistema diseñado para gestionar y controlar equipos de trabajo partiendo de un flujo productivo preestablecido. Es decir, un orden secuencial que debe seguirse para que el producto final cumpla con las exigencias del usuario y la empresa.” (ComparaSoftware, 2020)

### **Fases para el uso de Kanban**

*“Instrucción de todo el personal acerca de la metodología Kanban.* Esta fase ayuda a cada miembro del equipo a tener los conocimientos y conciencia en cuanto al manejo de la metodología y los beneficios de su aplicación.

*Implementación del sistema Kanban en los componentes con más problemas.* Esta implementación se lleva a cabo en los componentes que presenten mayores problemas o dificultades, todo con la intención de facilitar su ejecución o manufactura. La segunda fase permite, a su vez, enfatizar o resaltar problemas que no se habían detectado.

*Implementación de Kanban en los componentes restantes.* Solo se implementa el sistema en el resto de los componentes cuando han sido halladas soluciones para aquellos que presenten problemas de mayor envergadura. En esta fase, los miembros del equipo tienen una mayor conciencia y manejo de Kanban, por lo tanto, ya conocen sus ventajas. Además, se supone que los operarios de la empresa, categorizados por áreas, ya manejan pormenorizadamente el

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 46 de 99</b>

sistema Kanban, de modo que es fundamental informarles cuándo se estará trabajando en su área y escuchar sus dudas / opiniones.

*Revisión del sistema o metodología Kanban.* Consiste en una revisión exhaustiva del sistema para determinar qué puntos deben reordenarse. En esta fase, es muy importante constatar que ningún trabajo se realice fuera de secuencia y que cualquier problema se notifique lo más pronto posible al supervisor.”

(ComparaSoftware, 2020)

### **¿Cómo funciona la metodología Kanban?**

“Kanban funciona basándose en el desarrollo incremental del ciclo de vida de un proyecto y en aspectos visuales. Estos aspectos toman sentido al emplear tarjetas de colores distintos. Cada color indica el estado actual del proceso y qué acciones o tareas ya han sido completadas. También se definen colores para las asignaciones o pendientes que aún no se han iniciado. Cada tarea se separa en columnas y cualquier miembro del equipo puede ver los avances del trabajo de un empleado o colega. Generalmente, las columnas se nombran:

Tareas para realizar

Tareas que se están realizando

Tareas completadas

El sistema funciona incluyendo una nueva asignación o un nuevo producto solo cuando ya otro está terminado o ha sido vendido.” (ComparaSoftware, 2020)

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAr113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 47 de 99</b>

## Desarrollo de las metodologías

En este trabajo se decidió abarcar un conjunto de metodologías a través de una implementación integrada, teniendo como metodología principal MLOps, ya que esta regirá el orden del trabajo, es decir, los pasos que se deben seguir para llevar un buen desarrollo del proyecto y, además, permite un fácil acoplamiento con las metodologías de Box-Jenkins y Kanban.

Teniendo en cuenta lo anterior, es importante recalcar que se inició con la metodología Kanban, con el fin de tener una organización y un control de las tareas que se llevaran a cabo (**Véase Figura 7**).

### **Figura 7. Tablero de actividades**

**(Fuente: Elaboración Propia)**

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 48 de 99</b>

The screenshot displays a project management interface with three columns: 'Por hacer' (4 tasks), 'Haciendo' (1 task), and 'Completado' (12 tasks). Each task card includes details such as the phase name, assignees, priority level, due date, and associated tags.

- Por hacer (4):**
  - Fase 4 del aplicativo:** High priority, due April 18, 2022. Tags: Integración base de datos, Graficas, Seaborn.
  - Pruebas de caja negra y caja blanca:** High priority, due April 25, 2022. Tag: Evaluación.
  - Registro de derechos de autor:** Low priority, due May 9, 2022. Tag: Registro del proyecto.
  - Despliegue de la pagina web y de los modelos seleccionados para cada moneda:** Medium priority, due May 9, 2022. Tag: Subir pagina web.
- Haciendo (1):**
  - Fase 3 del aplicativo:** Medium priority, due April 4, 2022. Tag: Desarrollo Funcionalidades.
- Completado (12):**
  - Recolección de datos:** Medium priority, due November 11, 2021. Tags: Busqueda de datos, Web scraping.
  - Limpieza de datos:** Medium priority, due December 2, 2021. Tags: Buscando datos erroneos, Conversion de datos.
  - Análisis exploratorio de los datos:** High priority, due December 16, 2021. Tags: Estacionalidad, Estacionariedad, Filtro de Hodrick Prescott.
  - Prueba de modelos en el Euro:** High priority, due January 10, 2022. Tags: Modelo ARIMA, LSTM, TCN, GRU.
  - Prueba de modelos en el Bitcoin:** High priority, due January 10, 2022. Tags: Modelo ARIMA, LSTM, TCN, GRU.

Con base a la metodología de MLOps, se procede a realizar cada una de las fases anteriormente mencionadas en el marco teórico, las cuales se llevaron a cabo en este proyecto de la siguiente manera:

Ingesta datos hacia un almacenamiento:

Para este proceso, se realizó una recolección de datos a través de la plataforma Investing, ya que esta provee un histórico de los datos tanto para el euro como para el dólar y permite descargarlo en el formato de valores separados por comas (CSV), lo cual permite una fácil manipulación y recolección de estos datos. No obstante, es de

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 49 de 99</b>

recalcar que, para el Bitcoin, su metodología de recolección cambia un poco y se hace a través del uso de la API de Binance, esto se debe principalmente a que, en esta plataforma se puede hacer un monitoreo constante del precio del Bitcoin hora a hora y que además de esto la conversión de los datos a el formato de valores separados por comas (CSV) se hace de manera fácil y rápida.

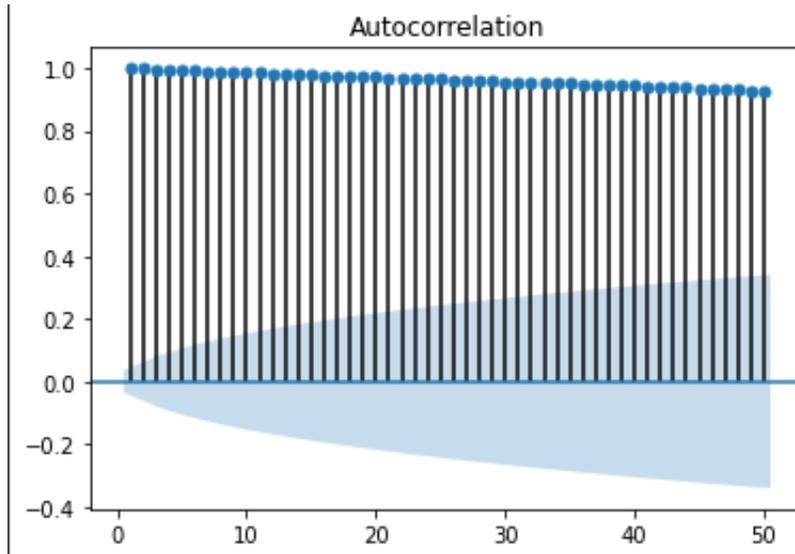
Después de terminar la recolección de los datos, se procede a realizar una limpieza de estos, con el fin de saber que columnas se deben eliminar (debido a que no se usarán) y también se debe verificar el tipo de datos de las columnas que se tienen (esto se debe a que es necesario acomodar el formato de fecha que se tiene, realizar las conversiones del tipo de datos si es necesario y verificar si existen datos faltantes para proceder a aplicar las técnicas que consideremos necesarias).

Otro de los procesos a realizar, es el análisis exploratorio de estos datos, con el fin de buscar autocorrelaciones (**Véase Figura 8**), verificar si existe estacionalidad y estacionariedad, y realizar un análisis para buscar tendencias o componentes seculares en nuestra serie temporal (**Véase Figura 9**).

### **Figura 8. Dependencia Secuencial del euro**

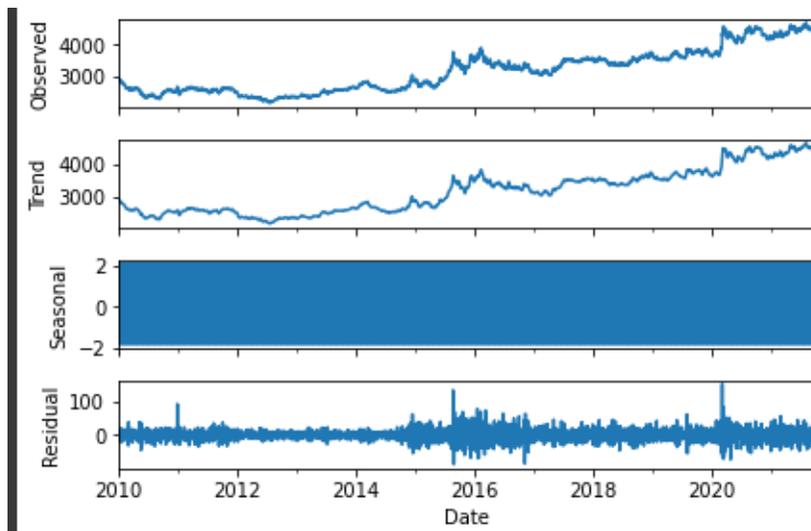
**(Fuente: Elaboración Propia)**

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAr113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 50 de 99</b>



**Figura 9. Filtro de Hodrick-Prescott**

**(Fuente: Elaboración Propia)**



Es importante analizar que, para el caso del euro, no existe un patrón de estacionalidad ni estacionariedad, o bien, estos no son observables, es por esto por lo

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 51 de 99</b>

que para esta moneda se procede a omitir la metodología Box-Jenkins, ya que no posee las características necesarias para pertenecer a este. Sin embargo, se procede a seguir manejando esta metodología para el Bitcoin y el dólar, aunque las características de estacionalidad y estacionariedad no estén presentes, aun así, se realizará una prueba con modelos ARIMA, con el fin de evaluar cual será el rendimiento de estos modelos y si este modelo puede acoplarse a las fases de esta metodología.

Otro proceso es el escalado de variables, el cual permite reducir las distancias entre los datos, ya que, estos modelos suelen comparar sus valores entre sí, para buscar un comportamiento en común o patrones, y en ocasiones, una variable al tomar un valor más alto que otra genera problemas al momento de realizar la predicción. Para esto, se hace uso de la librería **scikit learn** la cual ofrece la función de **MinMaxScaler** (Véase Ecuación 5), que permitirá llevar a cabo el escalado de las variables, la cual cuenta con la siguiente formula:

$$X_{scaled} = \frac{X - X_{min}}{X_{max} - X_{min}}$$

### **Ecuación 5. Escalador de variables**

**(Fuente: Elaboración Propia)**

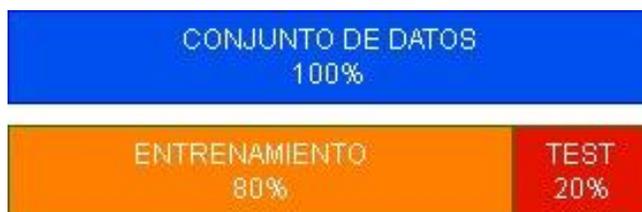
	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 52 de 99</b>

Para finalizar este proceso, se realiza una división de nuestros datos, teniendo siempre en cuenta que se debe mantener el orden de las fechas en un orden ascendente.

Para la división de nuestro conjunto de datos se mantiene una proporción de 80% – 20% que estarán divididos en un 80% para el entrenamiento del modelo y el 20% para testear el modelo con datos que este nunca ha visto, esto se puede apreciar de una mejor manera en la (Véase **Figura 10**).

### **Figura 10. División del conjunto de datos**

**(Fuente: Elaboración Propia)**



	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 53 de 99</b>

Desarrollo de los modelos

Para poder llevar a cabo el desarrollo de los modelos, se realizó una serie de procesos que involucran una etapa de experimentación a través de ciclos iterativos, esto, con el fin de realizar una evaluación en los modelos a través de una configuración en los hiperparámetros, con el fin de tener el modelo más adecuado y que mejor se acoplara a la serie de tiempo y que a su vez retornara los errores más bajos posibles.

Teniendo en cuenta lo anterior, se describirán los modelos que han sido seleccionados, los cuales, han retornado los errores más bajos.

### ***ARIMA***

El modelo autorregresivo integrado de medias móviles (ARIMA) presentó indicios de ser el modelo candidato a trabajar, debido a los resultado obtenidos, para lo anterior, se tomó en cuenta la metodología de Box Jenkins, la cual evalúa el parámetro de la log verosimilitud, el cual sirve de índice de ajuste de que tan bien se acopla el modelo al conjunto de datos, donde se determina que, entre más positivo sea

 <b>UDECA</b> UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 54 de 99</b>

el valor, significa un mejor ajuste, pero esto no es suficiente para determinar si este modelo es el mejor, por consiguiente, también se toma en cuenta el criterio de información Akaike (AIC) y criterio de información bayesiano (BIC), que son medidas que permite identificar que tan bien el modelo se está ajustando, para esto, se debe tener en cuenta que entre más bajo sea el valor de estas métricas, mejor será el modelo que se va a obtener, para el caso del dólar (**Véase Figura 11**) se puede observar que fue el que mejor resultados obtuvo, con su respectiva configuración de hiperparámetros.

Además de lo mencionado anteriormente, se realizó una prueba de hipótesis con un nivel de significancia del 0.05 donde se tomó el valor  $p (P > |z|)$  con el fin de ver que tan significativas eran las auto regresiones y las medias móviles del modelo.

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 6
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-09-14
		PAGINA: 55 de 99

**Figura 11. Modelo ARIMA (4,1,2) dólar**

**(Fuente: Elaboración Propia)**

ARIMA Model Results					
<b>Dep. Variable:</b>	D.Price		<b>No. Observations:</b>	2694	
<b>Model:</b>	ARIMA(4, 1, 2)		<b>Log Likelihood</b>	-12376.182	
<b>Method:</b>	css-mle		<b>S.D. of innovations</b>	23.924	
<b>Date:</b>	Sat, 30 Apr 2022		<b>AIC</b>	24768.365	
<b>Time:</b>	19:57:56		<b>BIC</b>	24815.555	
<b>Sample:</b>	01-03-2012 - 04-29-2022		<b>HQIC</b>	24785.432	
	<b>coef</b>	<b>std err</b>	<b>z</b>	<b>P&gt; z </b>	<b>[0.025 0.975]</b>
<b>const</b>	0.7510	0.510	1.471	0.141	-0.250 1.751
<b>ar.L1.D.Price</b>	-1.4324	0.020	-72.363	0.000	-1.471 -1.394
<b>ar.L2.D.Price</b>	-0.8600	0.034	-25.410	0.000	-0.926 -0.794
<b>ar.L3.D.Price</b>	0.1069	0.034	3.173	0.002	0.041 0.173
<b>ar.L4.D.Price</b>	0.0374	0.019	1.924	0.055	-0.001 0.075
<b>ma.L1.D.Price</b>	1.4942	0.005	321.786	0.000	1.485 1.503
<b>ma.L2.D.Price</b>	0.9924	0.004	228.026	0.000	0.984 1.001

Por parte del bitcoin, se toma en cuenta los mismos parámetros mencionados anteriormente, esto con el fin de determinar la eficiencia del modelo ARIMA en el acoplamiento del conjunto de datos del Bitcoin con su respectiva configuración de hiperparámetros (**Véase Figura 12**)

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 6
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-09-14
		PAGINA: 56 de 99

**Figura 12. Modelo ARIMA (4,1,4) Bitcoin**

**(Fuente: Elaboración Propia)**

ARIMA Model Results

<b>Dep. Variable:</b>	D.open		<b>No. Observations:</b>	38718		
<b>Model:</b>	ARIMA(4, 1, 4)		<b>Log Likelihood</b>	-262427.098		
<b>Method:</b>	css-mle		<b>S.D. of innovations</b>	212.505		
<b>Date:</b>	Sun, 30 Jan 2022		<b>AIC</b>	524874.195		
<b>Time:</b>	00:54:55		<b>BIC</b>	524959.836		
<b>Sample:</b>	1		<b>HQIC</b>	524901.344		

	coef	std err	z	P> z	[0.025	0.975]
const	0.8943	1.090	0.821	0.412	-1.242	3.030
ar.L1.D.open	0.4423	0.018	24.791	0.000	0.407	0.477
ar.L2.D.open	0.9754	0.025	38.419	0.000	0.926	1.025
ar.L3.D.open	0.2905	0.029	10.131	0.000	0.234	0.347
ar.L4.D.open	-0.9054	0.019	-46.896	0.000	-0.943	-0.868
ma.L1.D.open	-0.4482	0.019	-23.580	0.000	-0.485	-0.411
ma.L2.D.open	-0.9874	0.027	-35.931	0.000	-1.041	-0.934
ma.L3.D.open	-0.2637	0.030	-8.773	0.000	-0.323	-0.205
ma.L4.D.open	0.8983	0.020	44.361	0.000	0.859	0.938

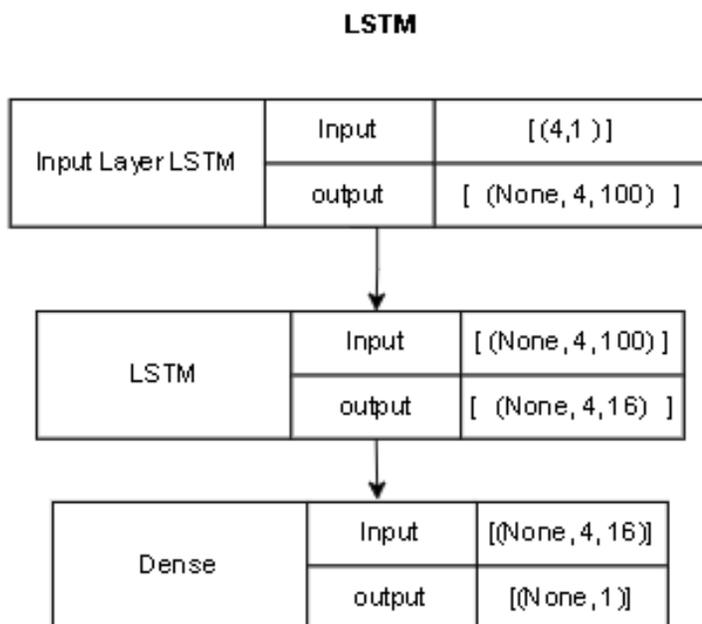
 <b>UDECA</b> UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 57 de 99</b>

## ***LSTM***

El modelo recurrente Long Short Term Memory (LSTM) presento una buena adaptación para los datos de las diferentes monedas, enfocándose principalmente en un modelo multicapa para el euro (Véase Figura 13) y un modelo simple con 100 neuronas aplicado al dólar y al bitcoin (Véase Figura 14). Dentro de los parámetros es importante mencionar que, se debe obedecer a 4 retrasos para 1 predicción en el caso del euro y el bitcoin, y para el caso del dólar se deben tener 5 retrasos para una predicción.

**Figura 13. Modelo LSTM Para El Euro**

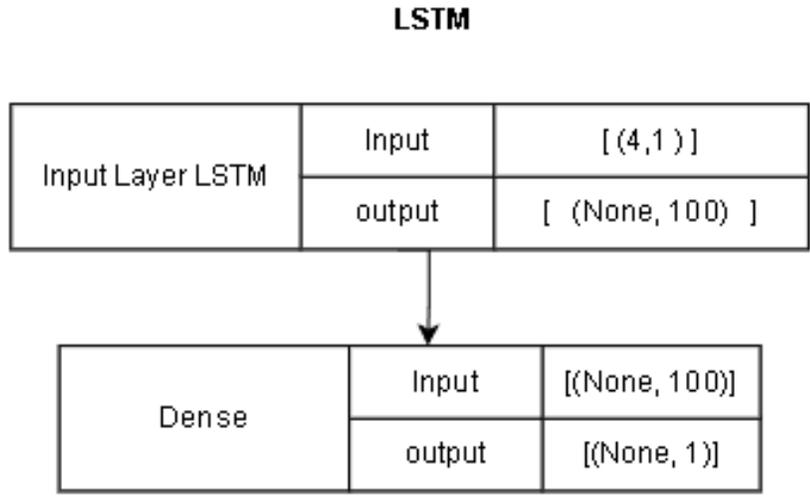
**(Fuente: Elaboración Propia)**



	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 6
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-09-14
		PAGINA: 58 de 99

**Figura 14. Modelo LSTM Para El dólar y el Bitcoin**

**(Fuente: Elaboración Propia)**



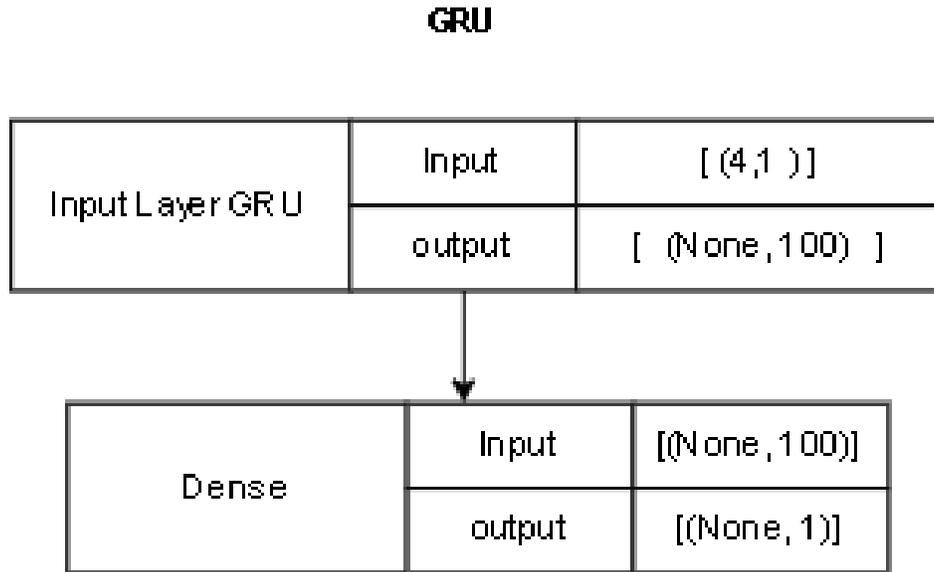
**GRU**

En el modelo Gated Recurrent Unit (**Véase Figura 15**) se observó una adaptación similar a la que posee LSTM, es por esto por lo que se desea asignar los mismos parámetros de configuración a este modelo, con la única diferencia de que el modelo para el euro no es multicapa, si no que posee una sola capa en el GRU.

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 6
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-09-14
		PAGINA: 59 de 99

**Figura 15. Modelo GRU**

**(Fuente: Elaboración Propia)**

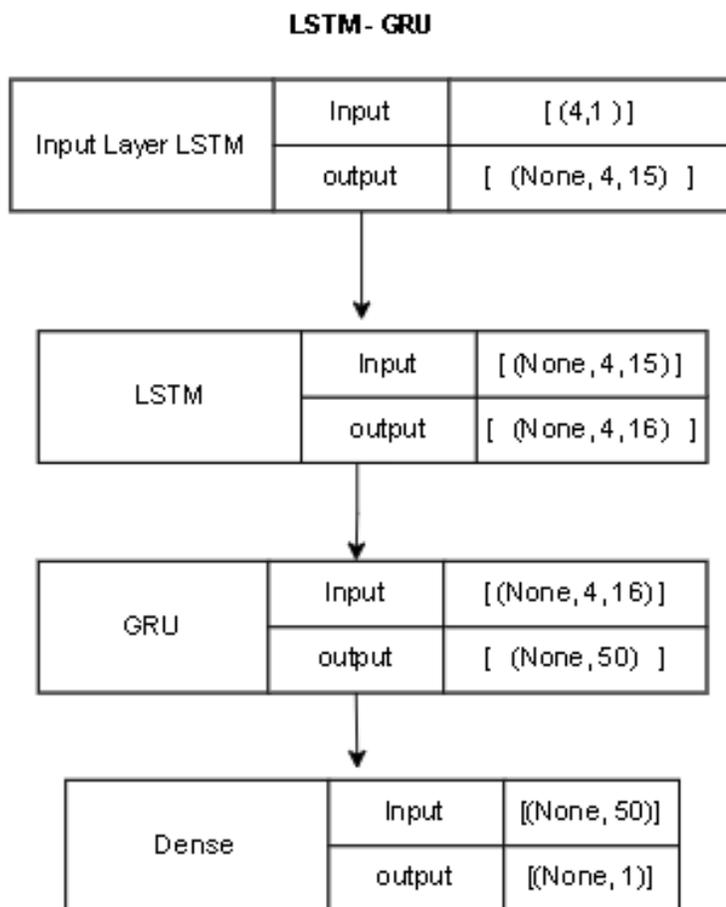


### *LSTM – GRU*

Dentro de este modelo se realizó una combinación de los modelos LSTM y GRU, asignando 2 capas del modelo LSTM y 1 capa del modelo GRU, los cuales son atribuidos aleatoriamente y que se conectan entre una capa y la otra (**Véase Figura 16**); con esto se buscó observar si existía una mejora en las predicciones a la hora de aplicar un modelo con un mayor nivel de complejidad.

**Figura 16 Modelo LSTM – GRU**

**(Fuente: Elaboración Propia)**



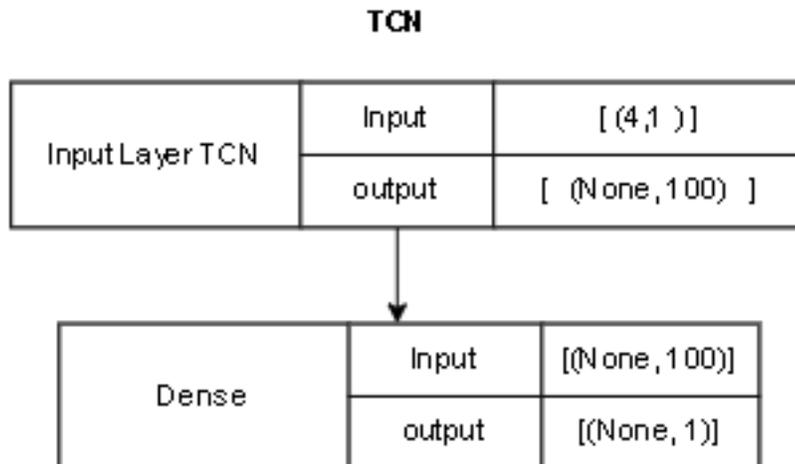
	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 6
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-09-14
		PAGINA: 61 de 99

## TCN

Al realizar la aplicación del modelo TCN, se mantuvieron los mismos parámetros que los observados en modelos como el LSTM y GRU, sin embargo, los modelos TCN presentan un mayor nivel de complejidad y a su vez llegan a ser más precisos en algunas áreas, es debido a esto que se decide observar el comportamiento con las series de tiempo para las monedas como el dólar, el euro y el bitcoin; con el fin de saber si este modelo logra acoplarse mejor a las tendencias de cada moneda.

**Figura 17. Modelo TCN**

(Fuente: Elaboración Propia)



	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 62 de 99</b>

Despliegue de los modelos:

Para el despliegue de los modelos, se procede a guardar los modelos resultantes, los cuales son aquellos que tuvieron las métricas de evaluación más optimas (**Véase Tabla 1, Tabla 2 y Tabla 3**), para guardar estos modelos, se hace uso de la librería Keras y los modelos se guardan en un formato Hierarchical Data Format Version 5 (H5), también se procede a guardar el escalador de los datos (**Véase la ecuación 5 Min11Min Max Scaler**) y para esto, se hace uso de la librería Pickle, el cual guarda los escaladores en un formato Exchange Migration Wizard Packing. (PKL).

Cuando los modelos y los escaladores ya están descargados, se procede a hacer uso de estos en la parte funcional del proyecto, que para este caso será en el backend de la página web.

### **Figura 18. Despliegue de modelos en el Backend**

**(Fuente: Elaboración Propia)**

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 6
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-09-14
		PAGINA: 63 de 99

```

def load_object(filename):
    with open('+filename', 'rb') as f:
        loaded = pickle.load(f)
    return loaded

def modeloBitcoin():
    loaded_scaler = load_object('Escalador_bitcoin.pkl')
    modelo_btc = load_model('Modelo Bitcoin LSTM.h5')
    return loaded_scaler, modelo_btc

```

### Monitoreo de los modelos

Para esta fase, se hizo uso del servidor disponible (en el momento de la entrega del proyecto se mantiene en un servidor local) y se realizó un monitoreo constante de los modelos seleccionados, donde se realizó una evaluación en las predicciones y observar si los márgenes de error se encontraban entre lo estimado **(Véase Tabla 1, Tabla 2 y Tabla 3).**

Es importante entender que el proceso de monitoreo se mantiene constante y busca evaluar hasta qué punto los modelos generados se mantendrán funcionales, recordando que, en caso de estimaciones muy alejadas al precio, se deberá realizar los cambios adecuados en los modelos seleccionados para cada moneda y realizar estas actualizaciones en el producto funcional.

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 64 de 99</b>

## Diseño Web

Para el desarrollo de la página web se implementó la arquitectura modelo vista controlador (MVC), el cual permitió llevar un patrón de diseño, que facilitó el desarrollo de este, al usar uno de sus principios que es la separación del código, con el fin de generar un programa más eficiente, fácilmente actualizable y de mayor calidad.

De igual forma, se utilizó la metodología Kanban para la planeación, asignación de actividades y desarrollo del apartado web que se puede evidenciar en **Anexo C - Tablero Kanban del desarrollo web**

### Modelo

Para llevar a cabo este proceso, se realizaron inserciones y selecciones en todo el proceso de interacción con la base de datos, pero estos procesos no los realizara un humano, si no que están destinados a realizarse en la parte lógica del proyecto, esto se debe a que en el proyecto se hace uso del web scraping para la recolección de los precios y debido a esto, las inserciones se realizan cada cierto tiempo (para el caso del bitcoin es cada hora y para el caso del euro y el dólar son cada día) y en lo referente a los procesos de selección en la base de datos, estos se realizan cada vez que el usuario

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 65 de 99</b>

desea ver la gráfica o bien se recargue la página web en cada apartado de las monedas.

Vista

Para llevar a cabo el desarrollo de este apartado, primero, se pasó a realizar un diseño previo del contenido de la página por medio de la herramienta Figma, donde se diseñó la estructura de cómo iba a ser desarrollada la página web (Mockup) **Anexo A – Mockups de la página web**, con el fin de tener una guía al momento de estar desarrollando la página y saber que estructuración seguir y/o posibles mejoras al momento de estar en la fase del desarrollo del front-end.

Con base a los Mockups, se pasó a identificar los elementos o etiquetas que contendría la página, es decir, la estructura principal donde iba a estar todo lo referente a la parte visual, y esto se llevó a cabo por medio del lenguaje de etiquetas de hipertexto (HTML), para después, pasar a añadirle hojas de estilo en cascada (CSS), el cual nos permitió aplicarle estilo a la página, con el fin de generar una vista más agradable y de fácil comprensión al usuario al momento de estar navegando en ella.

De igual forma, se contempló por el apartado del front-end, una interfaz sencilla con el fin de tener una fácil comprensión de la página web y navegación de los usuarios.

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAr113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 66 de 99</b>

Controlador

Para llevar a cabo el enlace entre la vista y el modelo, se implementó el Framework Flask, el cual permitió establecer una conexión entre los distintos apartados de la página, permitiendo desplazarse a las distintas secciones según el usuario lo requiera.

Además de esto, Flask, al fundamentarse en el manejo de la arquitectura modelo vista controlador, facilitó la creación del aplicativo web y permitió acoplarse a segmentos de código en Python según se requería, esto con el fin de realizar inserciones y a su vez realizar las visualizaciones de los precios y las predicciones. Es de aclarar también que, en los procesos llevados a cabo en el controlador, se asignan las diversas funcionalidades para cada proceso interno del aplicativo, usando un segmento para las conexiones de base de datos con MySQL versión 8.0 a través de un servicio en la nube orientado con Clever Cloud; el proceso de web scraping que se realiza a través de conexiones a API y la plataforma Investing y por último la implementación de los modelos resultantes para cada moneda, donde todas las funcionalidades mencionadas y la implementación del proyecto se dan en el archivo app.py que es la encargada de interactuar en los diversos procesos internos y visuales del proyecto.

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 67 de 99</b>

## Resultados

En el desarrollo de este proyecto, se pudo observar diversos resultados que buscaban suplir las necesidades descritas en el planteamiento del problema de éste, y a las cuales se les realizó un análisis, el cual sirvió para el proceso de selección de los modelos para cada moneda (**Véase Tabla 1, Tabla 2 y Tabla 3**) y que tenía como fin evaluar qué modelo lograba tener un mejor acoplamiento y desempeño; por lo anteriormente mencionado es que se decide mostrar los resultados y los análisis individuales para cada moneda y los cuales se describen a continuación.

### **Bitcoin**

En la evaluación de los modelos, se logra destacar que casi todos presentan unos resultados óptimos y que logran explicar la varianza del bitcoin con un porcentaje bastante alto; es por esto que seleccionar un modelo puede llegar a ser algo confuso y para esto se decide usar el RMSE y el cual indicaría que quien tuvo el menor valor es LSTM y que dentro de este existe un error del 0.64% aproximadamente y que presenta una ventaja bastante obvia ante modelos como ARIMA ya que este modelo dependerá de 4 lapsos anteriores para poder predecir el siguiente lapso de tiempo; con lo anterior descrito es importante recalcar que aunque ARIMA presenta unos valores más óptimos, este modelo decrecería fácilmente en el

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 68 de 99</b>

tiempo debido a los lapsos tomados para el bitcoin (los cuales son hora a hora) son bastante cortos y supondrían un problema ya que el modelo no dependerá de lapsos anteriores para predecir lapsos posteriores.

Además de lo anterior, se puede evidenciar que al crear un modelo más complejo como lo es LSTM-GRU, no se evidencia resultados óptimos, por el contrario (**Véase Tabla 1**), resulta contraproducente (este aspecto se verá reflejado en las siguientes monedas), donde, a pesar de tener un R2 del 98% su nivel de error es del 2.12%, realizando estimaciones poco fiables.

**Tabla 1. Resultados de los modelos para el bitcoin**

**(Fuente: Elaboración Propia)**

MODELO	BITCOIN		
	RMSE	MAPE	R2 AJUSTADO
ARIMA	379.745	0.551	0.998
LSTM	377.72	0.637	0.994
TCN	446.31	0.686	0.997
GRU	384	0.558	0.998
LSTM - GRU	1027.63	2.123	0.985

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 69 de 99</b>

## Euro

Dentro del desarrollo de la evaluación de los modelos, se logra apreciar que el que retornó las métricas más óptimas es GRU (**Véase Tabla 2**) y que a través del R<sup>2</sup>, se logra indicar que el modelo explica la varianza del precio del euro en un 93% con un error del 0.57%.

A su vez es importante denotar que, en el caso del euro, un modelo con más capas y neuronas no mejora los resultados, esto se puede observar en los valores obtenidos para el modelo LSTM-GRU, pues es quien tuvo uno de los peores resultados y el mayor porcentaje de error. Ahora, si se tiene en cuenta los resultados para el modelo ARIMA, se puede observar que este procede con un RMSE demasiado alto en comparación a otros modelos y un error del 8.45%, esto puede deberse a que tal como se explicó en el apartado 3.2, el euro no presentaba una estacionalidad y estacionariedad, demostrando que, ante la ausencia de este, ARIMA puede llegar a verse como una opción poco viable.

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 70 de 99</b>

**Tabla 2. Resultados de los modelos para el euro**

**(Fuente: Elaboración Propia)**

MODELO	EURO		
	RMSE	MAPE	R2 AJUSTADO
ARIMA	431.392	8.457	-0.75
LSTM	54.61	1.04	0.79
TCN	35.57	0.624	0.913
GRU	31.855	0.572	0.93
LSTM - GRU	76.4	1.56	0.6

## Dólar

En la aplicación de la evaluación de los modelos, se logra apreciar a través de las métricas que el modelo óptimo es ARIMA (**Véase Tabla 3**), donde, a través del R2, se logra indicar que el modelo explica la varianza del precio del euro en un 96% con un error del 0.62%.

Es importante destacar que, en el caso del dólar, aplicar modelos más complejos como lo son LSTM y LSTM-GRU resultan contraproducentes, debido a su bajo nivel de acoplamiento al conjunto de datos y los resultados arrojados al

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 71 de 99</b>

momento de realizar las estimaciones. En este caso, se puede destacar el modelo LSTM, como el que más bajo nivel de acoplamiento tuvo con un R2 del 86% y con un error del 1.32%.

Además de lo anterior, se puede dar un agregado, y es evitar en trabajos futuros una creación de modelos combinados que incluyan o tengan como propósito LSTM-GRU, ya que por sí solo GRU logra dar unos resultados bastante óptimos (**Véase Tabla 3**), sin embargo, sus resultados decrecen cuando se realiza una combinación con LSTM ya que si apreciamos el valor del RMSE (**Véase Tabla 3**), este aumenta, lo cual no indica una mejora y que al verse involucrado sectores económicos, una variación porcentual mínima puede generar errores para predicciones futuras.

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 72 de 99</b>

**Tabla 3. Resultados de los modelos para el dólar**

**(Fuente: Elaboración Propia)**

MODELO	DOLAR		
	RMSE	MAPE	R2 AJUSTADO
<b>ARIMA</b>	28.24	0.6246	0.964
<b>LSTM</b>	55.33	1.3232	0.8618
<b>TCN</b>	35.103	0.6702	0.944
<b>GRU</b>	29.865	0.6193	0.959
<b>LSTM - GRU</b>	35.1033	0.7523	0.9442

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 73 de 99</b>

## Discusión

Según las métricas utilizada en este trabajo el modelo ARIMA fue el que presento mejores resultados para el dólar. Sin embargo, se observó que en los primeros días se genera una buena predicción, no obstante, con el paso del tiempo las estimaciones de este modelo empiezan a decaer. Caso contrario pasa con el modelo GRU que mantiene una varianza estable de sus predicciones con el paso del tiempo. A pesar de lo anterior, se decide escoger el modelo ARIMA debido a que, en corto tiempo sus estimaciones son destacables y superiores en comparación a otro modelos y a su vez, se decidió mantener este modelo de forma experimental, para saber que tanto puede mantener su predicción con el paso del tiempo.

Es importante destacar que, dentro del proceso de evaluación, a pesar de que las métricas sugieren un nivel de aceptación optimo, estas por sí solas no son un indicador definitivo del desempeño de los modelos seleccionados para cada una de las monedas y por consiguiente las predicciones pueden llegar a decaer, esto se debe a que existen ciertos factores que bien se pueden presentar en las fórmulas de las métricas de evaluación (como lo es para error absoluto medio porcentual -MAPE-, donde valores atípicos pueden generar valores por encima o por debajo de lo que realmente retornaría la métrica sin estos valores atípicos. Además de esto, existen factores políticos, sociales y económicos que pueden generar problemas en las

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 74 de 99</b>

predicciones. Lo anterior debido a que, en general las monedas estudiadas, sugieren cambios cada que existe la más mínima alteración tanto a nivel global como a nivel local; teniendo en cuenta que estos factores externos no son predecibles y no sugieren un orden en específico.

Se puede afirmar que, si se compara los resultados obtenidos en este estudio para el bitcoin, los valores de las métricas se logran distanciar un poco respecto a las observadas en el estado del arte, esto se puede observar en el estudio “*Análisis predictivo en Bitcoin utilizando técnicas de aprendizaje profundo*”, debido a que si se comparan la métrica del RMSE se obtienen valores muy alejados el uno de otro (377.72 vs 42.11); estas diferencias pueden darse debido a diversos factores, como lo puede ser el desarrollo del modelo, teniendo en cuenta que las combinaciones para las redes neuronales no son las mismas y en el estudio “*Análisis predictivo en Bitcoin utilizando técnicas de aprendizaje profundo*” se usan otro tipo de modelos como lo son las redes neuronales convolucionales y una mezcla entre las redes neuronales convolucionales y las memorias a corto plazo (LSTM). A su vez se puede determinar que en estudios anteriores al año 2020, los valores podían ser trazados y estimados con una mayor facilidad ya que los modelos no presentaban errores tan grandes, esto se debe a que no se evidenciaba la volatilidad que hoy en día se presenta en el bitcoin y por la cual se dificulta realizar estimaciones más certeras y con un menor error.

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 75 de 99</b>

## Conclusiones

En relación con los procesos que se llevaron a cabo, se pudo observar que las implementaciones del proyecto buscaron siempre como pilar fundamental ser un apoyo para aquellos usuarios que deseen invertir en las monedas seleccionadas; esto se debe a que hoy en día no existen herramientas que brinden este tipo de ayudas en un mercado tan grande y complejo como lo son los mercados de divisas y los mercados de criptomonedas.

Se logró establecer los modelos de series temporales para el euro, el dólar y el bitcoin, que mejor se acoplaban a estos, inicialmente por una configuración de los mejores hiperparámetros encontrados, los cuales, daban una idea previa de cómo el modelo estaba realizando las estimaciones, donde se realizó una tabla con el fin de comparar los resultados de cada modelo por moneda en contraste con el precio real y así tener una idea de que tanto variaba la predicción de un modelo respecto al otro, para paso seguido, aplicar distintas métricas de evaluación (**Véase Tabla 1, Tabla 2 y Tabla 3**) las cuales sirvieron para determinar qué modelos eran los óptimos en comparación a los otros.

De lo anterior tenemos que el modelo seleccionado para el dólar fue un ARIMA con los parámetro **4** en auto regresiones **1** en integración y **2** en medias

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 76 de 99</b>

móviles (4,1,2). Siendo la mejor configuración de parámetros en contraste a otras configuración con ARIMA, logrando explicar el modelo en un 96%.

Para el caso del bitcoin se tiene que el mejor modelo fue LSTM que toma los **4** últimos datos para hacer la siguiente predicción, recibiendo estos 4 datos como parámetros y con una capa oculta que tiene 100 neuronas, logrando explicar el modelo en un 99%.

Además, se tiene el euro para el cual el mejor modelo fue GRU contando con parámetros similares a LSTM que toma los **4** últimos datos para hacer la siguiente predicción con una capa oculta que tiene 100 neuronas, logrando explicar el modelo en un 93%.

Es importante comprender que, en el desarrollo de los modelos, se logró que estos siguieran una tendencia similar a la que estaban tomando los diferentes precios de cada moneda; pero para poder determinar aquel modelo que se desempeñaba mejor que los otros, se procede a realizar una evaluación a través de diferentes métricas como lo son el RMSE, el MAPE y el R2, donde el que obtenga el valor más optimo en estas 3 métricas sería el seleccionado para realizar las predicciones posteriores; obteniendo así los modelos LSTM para el bitcoin, GRU para el euro y ARIMA para el dólar.

Se puede recalcar que los procesos de la creación de redes neuronales sugieren un alto nivel de experimentación y que, aunque el estudio retornó valores que dejaron una satisfacción en el supuesto de investigación, se puede seguir llevando

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 77 de 99</b>

a cabo procesos de combinación y experimentación para buscar un modelo más estructurado y óptimo que logre perdurar en el tiempo, buscando principalmente la mejora en estudios posteriores (recordando siempre que un modelo más complejo, no representará siempre una mejora).

Finalmente, se desarrolló un aplicativo web que permitió la integración de los modelos ARIMA para el dólar, LSTM para el bitcoin y GRU para el euro, que tiene como fin, mostrar al usuario final el precio actual de cada moneda, la predicción actual de la moneda, la del día siguiente para el caso del dólar y euro y la predicción de la siguiente hora para el bitcoin. Esto se hace con la finalidad de que el usuario pueda realizar un contraste entre el precio real y el precio estimado y pueda ver que tanta variación se tiene.

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 78 de 99</b>

## Recomendaciones

Para futuros trabajos y/o manipulaciones, es importante tener en cuenta que:

Los modelos desarrollados siempre tendrán un tiempo de vida, y estos pueden poseer largos o cortos lapsos de tiempo; es por esto por lo que se sugiere actualizar y cambiar los modelos desarrollados, teniendo en cuenta que las configuraciones que están determinadas al finalizar este trabajo no aseguran que siempre se mantendrán como las mejores o que sus configuraciones serán óptimas en todo momento.

Es importante tener un computador que cuente con características destacables (estas características deberían encontrarse en computadores de gama media-alta), si es que se desea replicar este proyecto, esto se debe principalmente a que, el entrenamiento de redes neuronales necesita demasiados recursos computacionales para poder entrenar los modelos.

Se sugiere siempre que, para estudios similares a este, se realice un análisis de los componentes que se poseen, tomando en cuenta aspectos como la estacionalidad y estacionariedad.

Se recalca también la importancia de contar con servidores y servicios web predispuestos para el despliegue de proyectos similares a estos, ya que, de no ser así, se pueden llegar a presentar problemas y se generaran retrasos en los despliegues de cada aplicativo. (Esta recomendación surge primordialmente de la experiencia, debido a que la universidad dispone de servidores y en las solicitudes de préstamo de

 <b>UDECA</b> UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 79 de 99</b>

estos, se generó un retraso y por consiguiente se vieron afectados los tiempos de ejecución del proyecto, lo cual recae sobre los tiempos de entrega de las investigaciones de la universidad).

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 80 de 99</b>

## Referencias bibliografía

BBC. (mayo 14,2021). *Bitcoin: 6 preguntas para entender la más grande de las criptomonedas, cómo funciona y por qué es peligrosa*. BBC.

<https://www.bbc.com/mundo/noticias-57066481>

Álvarez, Miguel. (Julio 28,2020). *Qué es MVC*. desarrolloweb.

*¿Qué es el web scraping?* IONOS

Digitalguide. <https://www.ionos.es/digitalguide/paginas-web/desarrollo-web/que-es-el-web-scraping/>

<https://desarrolloweb.com/articulos/que-es-mvc.html>

Quora. (mayo, 2012). *What are temporal convolutional neural networks?*. Quora.

<https://www.quora.com/What-are-temporal-convolutional-neural-networks>

Herrera, Dennys. (septiembre 22,2020). *Predicción para el mercado de acciones con Redes Neuronales LSTM*. , 1, 30.

<https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/13673/Trabajo%20de%20grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

González, Federico. (). *Análisis predictivo en Bitcoin utilizando técnicas de aprendizaje profundo*. *Utadeo*, 1, 127.

<https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/13673/Trabajo%20de%20grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 81 de 99</b>

Huertas, Alejandro. (2015). Modelos predictivos para el mercado FOREX. *Talentum*, 1, 74.

[https://www.um.es/documents/118351/2874787/TFM\\_HUERTAS+LOPEZ.pdf/a132c94c-a04d-483b-ba1c-a05521e7c132](https://www.um.es/documents/118351/2874787/TFM_HUERTAS+LOPEZ.pdf/a132c94c-a04d-483b-ba1c-a05521e7c132)

Rodríguez, Harbey. (2017). Modelación de series temporales de precio internacional del oro y producción de oro en Colombia para la generación de pronósticos. , 1, 79.

[https://repository.libertadores.edu.co/bitstream/handle/11371/2787/Mill%C3%A1n\\_Harbey\\_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.libertadores.edu.co/bitstream/handle/11371/2787/Mill%C3%A1n_Harbey_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Flores, Jorge. (2018). Implementación de Redes Neuronales en Serie de Tiempo para generar un portafolio de inversión en Criptomonedas. , , 52.

<http://190.169.30.62/bitstream/10872/19753/1/PrincipalTEG-1.pdf>

Torres, Wendy, & Verdugo, Marien. (2019). Las Criptomonedas y su aplicación en Colombia. *Repositorio uniagustina*, , 58.

<https://repositorio.uniagustiniana.edu.co/bitstream/handle/123456789/1014/TorresLargo-WendyIsabel-2019.pdf?sequence=12&isAllowed=y>

¿Qué es log-verosimilitud? (a). <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/modeling-statistics/regression/supporting-topics/regression-models/what-is-log->

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 82 de 99</b>

[likelihood/#:~:text=La%20log%2Dverosimilitud%20es%20la,los%20coeficientes%20estimados%20\(%CE%B2\).%20https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/modeling-statistics/regression/supporting-topics/regression-models/what-is-log-likelihood/](#)

*¿Qué es log-verosimilitud?* (b). <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/modeling-statistics/regression/supporting-topics/regression-models/what-is-log-likelihood/>

*¿Qué es una serie de tiempo?* <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/modeling-statistics/time-series/supporting-topics/basics/what-is-a-time-series/>

▷ Metodología kanban: Definición, funcionamiento y fases. (2020, -07-17). <https://blog.comparasoftware.com/metodologia-kanban/>

Series temporales con R → autocorrelación. (2018, -03-23T11:53:58+00:00). <https://finanzaszone.com/analisis-y-prediccion-de-series-temporales-con-r-iii-autocorrelacion/>

54cuatro - *¿Y ahora MLOPS?* (2020). 54cuatro. <https://go.54cuatro.com/y-ahora-mlops/>

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 83 de 99</b>

- Arya, N. (2022, mayo 25,). Data science, statistics and machine learning dictionary. <https://www.kdnuggets.com/data-science-statistics-and-machine-learning-dictionary.html/>
- C, R. C. (2017, -10-21T18:55:31+00:00). El dólar estadounidense (USD) - características principales. <https://www.tecnicasdetrading.com/2017/10/dolar-estadounidense-usd.html>
- Cofre, H., & Fabian, D. (2020). Predicción para el mercado de acciones con redes neuronales LSTM. *Instname: Universidad De Bogotá Jorge Tadeo Lozano, I* <https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/handle/20.500.12010/13673>
- Datalab, A. *Colombia le apuesta a los bitcoins*. Colombiafintech. <https://colombiafintech.co/lineaDeTiempo/articulo/colombia-le-apuesta-a-los-bitcoins>
- Descentrología y bitcoin*. Cripto247. <https://cripto247.com/opinion/descentrologia-y-bitcoin-182765/>
- Especial bitcoin: ¿qué es bitcoin? ¿cómo funciona esta moneda virtual?* Especial Bitcoin: ¿qué es Bitcoin? ¿cómo funciona esta moneda virtual? <http://especiales.dinero.com/bitcoin/index.html>

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 84 de 99</b>

Lopez, P. *¿Qué es un archivo CSV y para qué sirve?* -

*definición.* GEEKNETIC. <https://www.geeknetic.es/Archivo-CSV/que-es-y-para-que-sirve>

LSTM vs GRU network: ¿Which has better performance? - deep learning tutorial.

(2020, -07-14T01:17:21+00:00). <https://www.tutorialexample.com/lstm-vs-gru-network-which-has-better-performance-deep-learning-tutorial/>

Marroquín Martínez, G., & Chalita Tovar, L. E. (2011). Aplicación de la metodología

box-jenkins para pronóstico de precios en jitomate. *Revista Mexicana De Ciencias Agrícolas*, 2(4), 573-

577. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S2007-09342011000400008&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2007-09342011000400008&lng=es&nrm=iso&tlng=es)

Merritt, R. (2020). *¿Qué es MLOps?* Blog oficial de NVIDIA Latino

América. <https://la.blogs.nvidia.com/2020/09/08/que-es-mlops/>

*Modelo autorregresivo integrado de media móvil* (2020).

Modelos ARIMA. (4 de mayo de 2018). *RPubs*, . <https://rpubs.com/Meca/386432>

Pedrosa, S. *Euro - definición, qué es y*

*concepto.* Economipedia. <https://economipedia.com/definiciones/euro.html>

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 85 de 99</b>

Rodo Paula. (2020). *Criterio de información*

*bayesiano*. Economipedia. <https://economipedia.com/definiciones/criterio-de-informacion-bayesiano.html>

Sanahuja, P. M. (). Métricas de evaluación de rendimiento para predicciones de series

temporales – pol martí sanahuja. <https://polmartisanahuja.com/metricas-de-evaluacion-de-rendimiento-para-predicciones-de-series-temporales/>

Scikit-learn, herramienta básica para el data science en python. (2018, -08-

06T07:00:40+00:00). <https://www.master-data-scientist.com/scikit-learn-data-science/>

Series de Tiempo. (s.f.). *Departamento de matemáticas de México*.

<http://www.estadistica.mat.uson.mx/Material/seriesdetiempo.pdf>

Spider Financiera. (2016). *Apéndice B: Criterio de información akaike (AIC)*. Centro

de ayuda. <https://support.numxl.com/hc/es/articles/215531083->

[Ap%C3%A9ndice-B-Criterio-de-Informaci%C3%B3n-Akaike-AIC-](https://support.numxl.com/hc/es/articles/215531083-Ap%C3%A9ndice-B-Criterio-de-Informaci%C3%B3n-Akaike-AIC-)

What is figma? (and how to use figma for beginners). (2020, -09-

17T09:00:26+00:00). <https://www.theme-junkie.com/what-is-figma/>

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 86 de 99</b>

## Anexos

### Anexo A – Mockups de la página web

En este anexo se pasa a evidenciar los diseños de las páginas web realizados, por medio de la herramienta Figma, la cual sirvió para maquetar la página.

### Índex de la página web

En este apartado se puede observar la parte inicial de la página, es decir el índex, este apartado lo comprende una barra de navegación, donde se encuentra el logo, nombre del proyecto y un menú. También cuenta con un pie de página donde está el copyright de la página y un enlace al repositorio en GitHub

#	Nombre	Precio	Prediccion
1	BITCOIN	\$40,492.26	\$40,489.34
2	DOLAR	4320	4350
3	EURO	4890	4885

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
 Teléfono: (091) 8281483 Línea Gratuita: 018000180414  
[www.ucundinamarca.edu.co](http://www.ucundinamarca.edu.co) E-mail: [info@ucundinamarca.edu.co](mailto:info@ucundinamarca.edu.co)  
 NIT: 890.680.062-2

*Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad  
 Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional*

 <b>UDECA</b> UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 87 de 99</b>

**(Fuente: Elaboración Propia)**

### Apartado del índice con el menú desplegable

En este apartado se aprecia el índice descrito anteriormente, con la diferencia que cuenta con un menú desplegable, donde se encuentra información sobre nosotros, sobre el proyecto y contáctanos

#	Nombre	Precio
1	BITCOIN	\$40,492.26
2	DOLAR	4320
3	EURO	4890

**(Fuente: Elaboración Propia)**

 <b>UDECA</b> UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 88 de 99</b>

## Apartado del bitcoin

En este apartado incluye todo lo relacionado con el bitcoin donde se divide en dos campos, el de la gráfica la cual muestra las predicciones realizadas y el valor de la moneda actual y otro apartado que comprende un embebido de Twitter con temas relacionados a la moneda

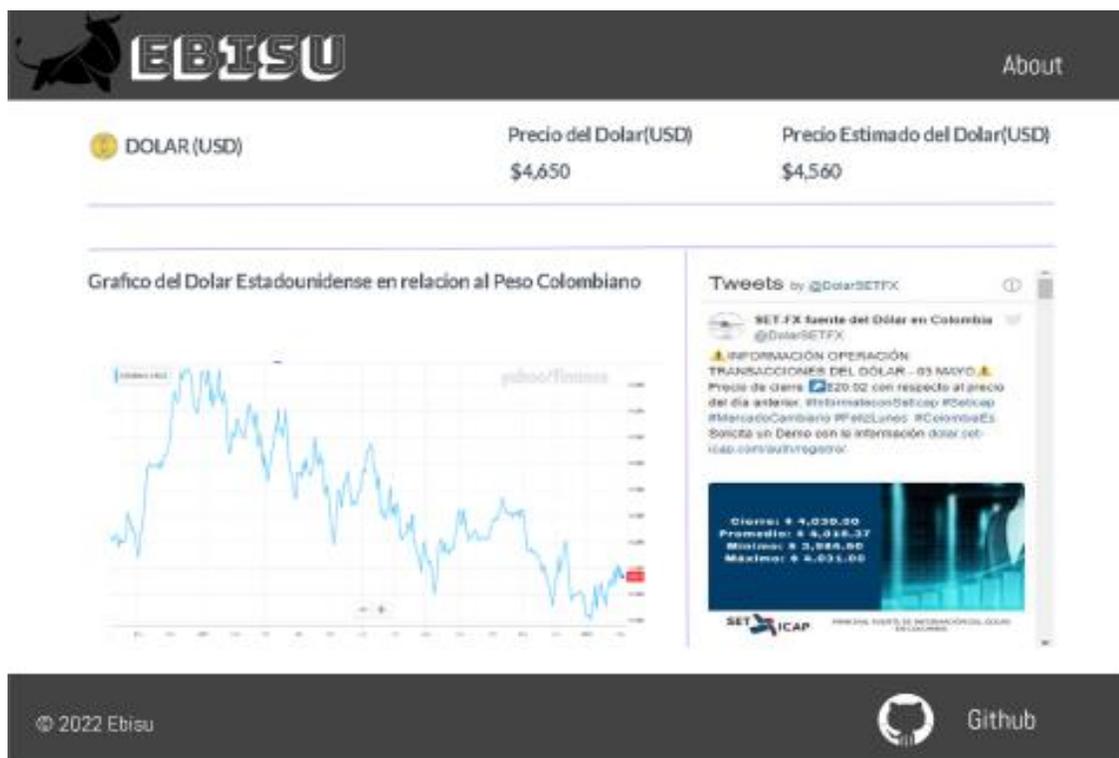
The screenshot shows the Ebisu website interface for Bitcoin. At the top, there is a navigation bar with the Ebisu logo and an 'About' link. Below the navigation bar, the current Bitcoin price is displayed as \$40,570.90, with an estimated price of \$40,560.10. A line graph titled 'Grafico del BITCOIN en relación al Dolar Estadounidense' shows price fluctuations from January 20, 2022, to January 28, 2022. The graph has two lines: a blue line representing the actual price and a red line representing the estimated price. To the right of the graph, there is a section titled 'Tweets by @Bitcoin' showing two tweets. The first tweet is from @Bitcoin, stating 'Since Warren Buffet first dismissed #Bitcoin the price is up 9.035%'. The second tweet is from @Bitcoin, stating 'In this crazy world, #Bitcoin is just doing its thing every 144 minutes'. At the bottom of the page, there is a footer with the copyright notice '© 2022 Ebisu' and a GitHub logo.

(Fuente: Elaboración Propia)

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 89 de 99</b>

## Apartado del dólar

En este apartado incluye todo lo relacionado con el dólar, donde se divide en dos campos, el de la gráfica la cual muestra las predicciones realizadas y el valor de la moneda actual y otro apartado que comprende un embebido de Twitter con temas relacionados a la moneda

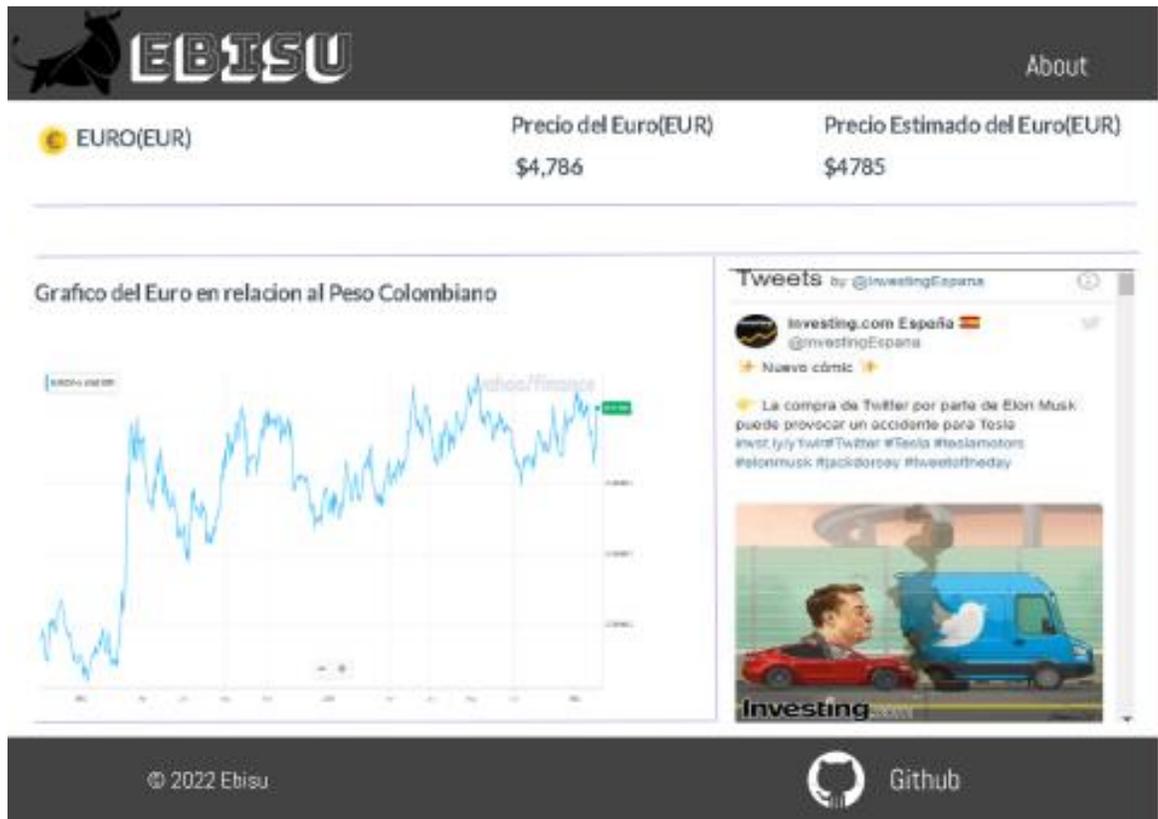


**(Fuente: Elaboración Propia)**

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 90 de 99</b>

## Apartado del euro

En este apartado incluye todo lo relacionado con el euro, donde se divide en dos campos, el de la gráfica la cual muestra las predicciones realizadas y el valor de la moneda actual y otro apartado que comprende un embebido de Twitter con temas relacionados a la moneda



**(Fuente: Elaboración Propia)**

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 91 de 99</b>

## Apartado sobre nosotros

Este apartado contempla una pequeña descripción sobre creadores del proyecto, con el fin darse a conocer el trabajo realizado.


About



**Oscar David Perilla Domínguez**

Estudiante de ingeniería de sistemas de la Universidad de Cundinamarca con una gran pasión y gusto por la ciencia de datos, con experiencia en aplicación de modelos tradicionales de Machine Learning, Deep Learning y conocimientos de modelos de Series Temporales.



**Carlos Eduardo Villalba Perdomo**

Estudiante de ingeniería de sistemas de la Universidad de Cundinamarca con conocimientos en modelos de Machine Learning, series temporales y de desarrollo web. Apasionado siempre por el aprender nuevas cosas relacionados con la tecnología y el trabajo en equipo.

© 2022 Ebisu

GitHub

**(Fuente: Elaboración Propia)**

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 92 de 99</b>

## Apartado sobre el proyecto

Este apartado comprende el resumen general del proyecto con el fin de contextualizar al cliente del porque se creó esta herramienta y las personas involucradas en este.



### Proyecto de pregrado

#### Director

Gustavo Adolfo Lanza Bayona

#### Estudiantes

Oscar David Perilla Domínguez   Carlos Eduardo Villalba Perdomo

Actualmente el interés por la inversión en la bolsa de valores ha venido en aumento tanto a nivel nacional como internacional, ya que se ha venido planteando la idea de que es "fácil" realizar inversiones y a su vez obtener ganancias; pero esto está muy lejos de la realidad, ya que los mercados de divisas en general toman tendencias que no son fácilmente modelables a simple vista. En ese contexto, es importante entender la necesidad de una herramienta que apoye a los inversores, pero que trate de cometer los menos errores posibles.



**(Fuente: Elaboración Propia)**

 <b>UDECA</b> UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 93 de 99</b>

## Apartado de contacto

En este segmento las personas se pueden comunicar con los desarrolladores para comentar problemas, dar felicitaciones, sugerencias.

About

<p><b>Nombre</b></p> <input style="width: 90%; height: 30px; background-color: #ccc;" type="text"/> <p><b>Correo</b></p> <input style="width: 90%; height: 30px; background-color: #ccc;" type="text"/>	<p><b>Comentario</b></p> <div style="background-color: #ccc; height: 150px; width: 100%;"></div>
---	--

© 2022 Ebisu

**(Fuente: Elaboración Propia)**

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 94 de 99</b>

## Anexo B - Tablero de trabajo Kanban

Se procede a dejar como anexo el proceso de planeación, esto a través del tablero Kanban con el fin de que se visualice los procesos del proyecto de una manera más visual e interactiva, es por esto por lo que se procede a dejar el enlace para que cualquier interesado vea como fue el proceso de planeación y las tareas asignadas a cada persona dentro del proyecto, para esto puede darle [click aquí](#)

### Tablero Kanban en general

Name	Status	Assign	Priority	Due Date	Tareas	Descripción
Recolección de datos	Completado	Carlos Eduardo Villaiba Perdomo	Medium	November 11, 2021	Busqueda de datos, Web scr	Realizar la recolección de datos
Limpieza de datos	Completado	Carlos Eduardo Villaiba Perdomo	Medium	December 2, 2021	Buscando datos erroneos, Ci	Realizar las conversiones neces
Análisis exploratorio de los datos	Completado	Carlos Eduardo Villaiba Perdomo	High	December 16, 2021	Estacionalidad, Estacionaried	Realizar pruebas de estacionarie
Desarrollo y modelado de datos	Completado	Oscar P., Carlos Eduardo Vi	High	January 10, 2022	Modelos de series de tiempo	Fases para realizar las pruebas e
Prueba de modelos en el Dólar	Completado	Carlos Eduardo Villaiba Perdomo	High	January 10, 2022	Modelo ARIMA, LSTM, TCN	Desarrollar los diferentes model
Prueba de modelos en el Euro	Completado	Oscar P., Carlos Eduardo Vi	High	January 10, 2022	Modelo ARIMA, LSTM, TCN	Desarrollar los diferentes model
Prueba de modelos en el Bitcoin	Completado	Oscar P.	High	January 10, 2022	Modelo ARIMA, LSTM, TCN	Desarrollar los diferentes model
Evaluación de los modelos desarrollados	Completado	Carlos Eduardo Villaiba Perdomo	Medium	January 17, 2022	RMSE, MAPE, R2 AJUSTAD	Para cada modelo desarrollado
Selección de los modelos optimos	Completado	Oscar P., Carlos Eduardo Vi	High	January 31, 2022	VALOR OPTIMO, MODELO	Realizar una comparativa del va
MockUp de las interfaces para la pagina web	Completado	Oscar P., Carlos Eduardo Vi	Low	February 14, 2022	FIGMA, MODELO DE LA PAJ	Desarrollo de los prototipos de
Fase 1 del aplicativo	Completado	Carlos Eduardo Villaiba Perdomo	Low	March 7, 2022	Esqueleto de la pagina, HTM	Desarrollo del esqueleto de la p
Fase 2 del aplicativo	Completado	Carlos Eduardo Villaiba Perdomo	Low	March 21, 2022	Estilos de la pagina, Buscand	Desarrollo de los estilos para la
Fase 3 del aplicativo	Completado	Oscar P., Carlos Eduardo Vi	Medium	April 4, 2022	Desarrollo Funcionalidades	Implementación con Flask para
Fase 4 del aplicativo	Completado	Oscar P., Carlos Eduardo Vi	High	April 18, 2022	Integración base de datos	Monitoreo de los modelos y ult
Pruebas de caja negra y caja blanca	Completado	Oscar P.	High	April 25, 2022	Evaluación, Seguimiento	Monitoreo de las funciones y di
Despliegue de la pagina web y de los modelos seleccion	Completado	Carlos Eduardo Villaiba Perdomo	Medium	May 9, 2022	Subir pagina web, Servidores	Despliegue de la pagina web a l
Registro de derechos de autor	Completado	Oscar P., Carlos Eduardo Vi	Low	May 9, 2022	Registro del proyecto	Registrar el aplicativo y la pag

**(Fuente: Elaboración Propia)**

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
 Teléfono: (091) 8281483 Línea Gratuita: 018000180414  
[www.ucundinamarca.edu.co](http://www.ucundinamarca.edu.co) E-mail: [info@ucundinamarca.edu.co](mailto:info@ucundinamarca.edu.co)  
 NIT: 890.680.062-2

*Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad  
 Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional*

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 95 de 99</b>

## Tablero Kanban por filtrado de asignaciones

All Tasks
  By Status
  By Assignee
  My Tasks
  Due Dates
 Filter Sort Q

▼ No Assign 0

▼ Carlos Eduardo Villalba Perdomo 15

<input type="checkbox"/> Registro de derechos de autor	Low Completado
<input type="checkbox"/> Despliegue de la pagina web y de los modelos seleccionados para cada moneda	Medium Completado
<input type="checkbox"/> Fase 3 del aplicativo	Medium Completado
<input type="checkbox"/> Fase 2 del aplicativo	Low Completado
<input type="checkbox"/> Fase 4 del aplicativo	High  Completado
<input type="checkbox"/> Fase 1 del aplicativo	Low Completado
<input type="checkbox"/> Selección de los modelos óptimos	High  Completado
<input type="checkbox"/> MockUp de las interfaces para la pagina web	Low Completado
<input type="checkbox"/> Prueba de modelos en el Euro	High  Completado
<input type="checkbox"/> Evaluación de los modelos desarrollados	Medium Completado
<input type="checkbox"/> Prueba de modelos en el Dólar	High  Completado
<input type="checkbox"/> Análisis exploratorio de los datos	High  Completado
<input type="checkbox"/> Desarrollo y modelado de datos	High  Completado
<input type="checkbox"/> Limpieza de datos	Medium Completado
<input checked="" type="checkbox"/> Recolección de datos	Medium Completado

▼ Oscar P. 14

<input type="checkbox"/> Registro de derechos de autor	Low Completado
--	----------------

**(Fuente: Elaboración Propia)**

## Asignación de tareas por el estado de la actividad

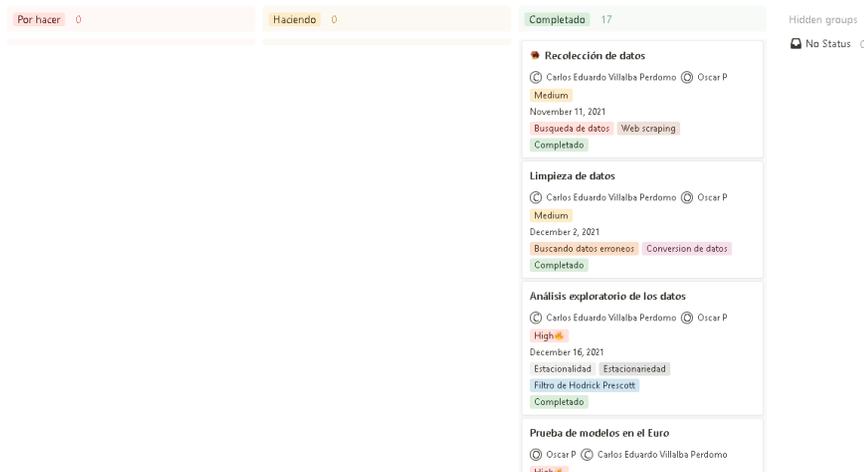
	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 96 de 99</b>

## Tablero Kanban

Tablero del proyecto de desarrollo de prototipo web para la predicción del dólar estadounidense y el euro respecto al peso colombiano y Bitcoin respecto al dólar estadounidense a través de series temporales y técnicas de Deep Learning.

All Tasks By Status By Assignee My Tasks Due Dates

Due Date Status Add filter



(Fuente: Elaboración Propia)

Visualización de las tareas asignadas y la descripción general, así como el estado y a las personas que se les asigna la actividad

## Análisis exploratorio de los datos

Assign	Carlos Eduardo Villalba Perdomo Oscar P
Status	Completado
Priority	High 🚩
Due Date	December 16, 2021
Property	Empty
Descripción	Realizar pruebas de estacionariedad, estacionalidad, autocorrelación, autocorrelación parcial y filtro de Hodrick Prescott
Tareas	Estacionalidad Estacionariedad Filtro de Hodrick Prescott

(Fuente: Elaboración Propia)

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
 Teléfono: (091) 8281483 Línea Gratuita: 018000180414  
[www.ucundinamarca.edu.co](http://www.ucundinamarca.edu.co) E-mail: [info@ucundinamarca.edu.co](mailto:info@ucundinamarca.edu.co)  
 NIT: 890.680.062-2

Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad  
 Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 97 de 99</b>

## Anexo C – Tablero Kanban del desarrollo web

Dentro del anexo se encontrarán las actividades planeadas y desarrolladas para la creación de la página web, esto con el fin de poder visualizar cuales fueron las actividades llevadas a cabo dentro del proyecto.

Si desea ver este tablero más a detalle puede hacerlo dando [click aquí](#)

## Visualización del tablero Kanban

**Desarrollo de EBISU**

Dentro de este tablero de KANBAN, encontrará los diferentes procesos y tareas asignadas para la creación de la página web tanto en la parte funcional como en la parte visual y los módulos necesarios para el correcto funcionamiento del proyecto, además de la asignación de tareas y la prioridad seleccionada para cada tarea asignada.

NOTA Si desea ver más a detalle cada actividad, puede seleccionar el nombre de cada actividad y darle OPEN, aquí se detallará las actividades realizadas para cada módulo.

All Tasks | By Status | By Assignee | My Tasks | Due Dates Filter Sort

Name	Status	Assign	Priority	Descripción	Recursos adicionales	Tools
Maquetación de interfaces	Completed	Oscar P, Carlos Eduardo Vi	Medium	Diseño de la interfaz web, creado a través de la pla	Puede visualizar los diseños a través de	Figma
Extracción de los precios e implementación de API	Completed	Oscar P	High	Extracción de los precios del euro y el dólar a través de	Si desea verificar funcionalidades y	Python
Creación de la base de datos	Completed	Oscar P	Medium	Creación de la base de datos con sus respectivas t		MySQL
Conexión a la base de datos	Completed	Oscar P	Medium	Conexión a la base de datos, para esto se realiza u	Si desea consultar más sobre de ver	Python, Clever Cloud
Carga de los modelos de Deep Learning seleccionados	Completed	Oscar P	High	Creación de un módulo que se encargara de leer li	Si desea conocer más sobre la plane	Python
Módulo de inserción de datos	Completed	Oscar P	High	Para el proceso de inserción de datos, se realiza ur		MySQL, Python
Creación de graficas del precio y la predicción	Completed	Oscar P	Medium	Creación de un módulo encargado de las graficas i		Python
Módulo Índice	Completed	Carlos Eduardo Villalba Perdomo	High	Desarrollar el apartado inicial que contendrá la info	El desarrollo se basa por medio de	HTML5 y CSS3
Módulo del bitcoin	Completed	Carlos Eduardo Villalba Perdomo	Medium	Desarrollar el apartado del bitcoin donde estará co	El desarrollo se basa por medio de	HTML5, CSS3 y FLASK
Módulo del euro	Completed	Carlos Eduardo Villalba Perdomo	Medium	Desarrollar el apartado del euro donde estará con	El desarrollo se basa por medio de	HTML5, CSS3 y FLASK
Módulo del dólar	Completed	Carlos Eduardo Villalba Perdomo	Medium	Desarrollar el apartado del dólar donde estará con	El desarrollo se basa por medio de	HTML5, CSS3 y FLASK
Módulo sobre nosotros	Completed	Carlos Eduardo Villalba Perdomo	Low	Desarrollar el apartado que contendrá informacior	El desarrollo se basa por medio de	HTML5 y CSS3
Módulo sobre el proyecto	Completed	Carlos Eduardo Villalba Perdomo	Low	Desarrollar el apartado que contendrá informacior	El desarrollo se basa por medio de	HTML5 y CSS3
Módulo de contactanos	Completed	Carlos Eduardo Villalba Perdomo	Low	Desarrollar el apartado que contendrá un formular	El desarrollo se basa por medio de	HTML5, CSS3 y API
Pruebas de caja negra	Completed	Oscar P, Carlos Eduardo Vi	Medium	Evaluación de las funcionalidades del producto fini		
Pruebas de caja blanca	Completed	Oscar P, Carlos Eduardo Vi	High	Evaluación de segmentos de código a través de la		Python

(Fuente: Elaboración Propia)

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAr113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 98 de 99</b>

## Tablero Kanban filtrado por asignaciones

<ul style="list-style-type: none"> <li>Modulo índice</li> <li>Pruebas de caja negra</li> <li>Pruebas de caja blanca</li> <li>Modulo de contactos</li> <li>Modulo del dólar</li> <li>Modulo sobre nosotros</li> <li>Modulo del euro</li> <li>Modulo del bitcoin</li> <li>Modulo sobre el proyecto</li> <li>Maquetación de interfaces</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>High Completed</li> <li>Medium Completed</li> <li>High Completed</li> <li>Low Completed</li> <li>Medium Completed</li> <li>Low Completed</li> <li>Medium Completed</li> <li>Medium Completed</li> <li>Low Completed</li> <li>Medium Completed</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Creación de graficas del precio y la predicción</li> <li>Pruebas de caja negra</li> <li>Pruebas de caja blanca</li> <li>Carga de los modelos de Deep Learning seleccionados</li> <li>Modulo de inserción de datos</li> <li>Conesión a la base de datos</li> <li>Maquetación de interfaces</li> <li>Creación de la base de datos</li> <li>Extracción de los precios e implementación de API</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Medium Completed</li> <li>Medium Completed</li> <li>High Completed</li> <li>High Completed</li> <li>High Completed</li> <li>Medium Completed</li> <li>Medium Completed</li> <li>Medium Completed</li> <li>Medium Completed</li> <li>High Completed</li> </ul>

(Fuente: Elaboración Propia)

**Visualización de la tarea asignada, con una descripción y un recurso adicional que indica una documentación en caso de querer usar las herramientas destinadas para este proyecto o bien informarse sobre estas.**

## Extracción de los precios e implementación de API

Assign	Oscar P
Status	Completed
Priority	High
Descripción	Extracción de los precios del euro y el dólar a través de web scraping y extracción de los datos del bitcoin a través de la implementación de una API que funciona en Binance
Recursos adicionales	Si desea verificar funcionalidades y opciones para el manejo de la API puede encontrar referencias en: <a href="https://github.com/binance/binance-spot-api-docs/blob/master/frest-api.md#klinecandlestick-data">https://github.com/binance/binance-spot-api-docs/blob/master/frest-api.md#klinecandlestick-data</a>
Tools	Python

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
 Teléfono: (091) 8281483 Línea Gratuita: 018000180414  
[www.ucundinamarca.edu.co](http://www.ucundinamarca.edu.co) E-mail: [info@ucundinamarca.edu.co](mailto:info@ucundinamarca.edu.co)  
 NIT: 890.680.062-2

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 99 de 99</b>

**(Fuente: Elaboración Propia)**

Anexo D – Resultados de pruebas de caja blanca y negra

Para la visualización de las diversas pruebas realizadas en el proyecto, se hace uso de un reporte en Excel con el fin de resumir los resultados obtenidos.

Debido al gran espacio que ocuparía el documento, se decide dejar como un anexo para la consulta en un archivo adicional que puede consultar dando [click aquí](#) o bien puede consultar el documento “Pruebas Caja Negra y Blanca.xlsx”