

Semillero SIIC

Comenzamos 12:05

PhD MSc Jorge Espinosa
jeespinosa@elpoli.edu.co

Agosto 29 - 2023



POLITÉCNICO COLOMBIANO
JAIME ISAZA CADAVÍD

Semillero en Inteligencia Computacional

Agenda

Proyecto concluido de TdG:

- Desarrollo de un prototipo de sistema de trading automático, implementando técnicas de Machine Learning para que opere en el mercado de los índices sintéticos, identificando zonas de compra y venta.
 - Laura Daniela González Álvarez

Avances

- Prototipo de software basado en técnicas de machine learning aplicadas a la visión por computador para la categorización de representaciones rupestres en petroglifos digitalizados de la provincia de San Luis (Argentina).
 - Ormolgud Gonzalez - Juan Carlos Salazar Muñoz



Agenda

Avances

- Desarrollo de un prototipo de aplicación móvil nativa para sistemas Android, mediante la aplicación técnicas de visión por computadora e inteligencia artificial basadas en la detección de la pose humana en tiempo real, con el propósito de cuantificar la velocidad en la fase concéntrica de la ejecución de la sentadilla.
 - Valentina Palacio – Mateo Présiga

Práctica Profesional :

- Desarrollo de un Geoportal para la empresa INNTERRA con técnicas de procesamiento estadísticos para la extracción de información de lotes de cultivos en Colombia.
 - Juan Pablo Betancur



**DEVELOPMENT OF A PROTOTYPE OF AN AUTOMATIC TRADING SYSTEM, IMPLEMENTING
MACHINE LEARNING TECHNIQUES TO OPERATE IN THE SYNTHETIC INDEX MARKET,
IDENTIFYING BUY AND SELL ZONES.**

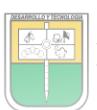
Laura Daniela González Álvarez

Advisor:

Jorge Ernesto Espinosa Oviedo

Project type:

Trabajo de Investigación



POLITÉCNICO COLOMBIANO
JAIME ISAZA CADAVÍD

Content



Introduction



Problem Statement



General and specific objectives



Architecture



Demo



Conclusions



Future works



References



Questions

¡Todos por la Acreditación!



Introduction



image from canva



POLITÉCNICO COLOMBIANO
JAIME ISAZA CADAVÍD

Semillero en Inteligencia Computacional



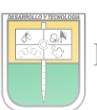
Problem Statement

How to develop a prototype of an automatic trading system, evaluating a strategy that implements Machine Learning to constantly analyze the synthetic index market identifying buy and sell zones, eliminating subjectivity and emotions in decision making?

¡Todos por la Acreditación!



image from canva



POLITÉCNICO COLOMBIANO
JAIME ISAZA CADAVÍD

Semillero en Inteligencia Computacional



General and specific objectives

General Objective

To develop a prototype of an automatic trading system, evaluating a strategy that implements Machine Learning through neural networks recurrent short-term memory (LSTM) to constantly analyze the synthetic index market identifying buy and sell zones.



image from canva



General and specific objectives

Specific Objectives:

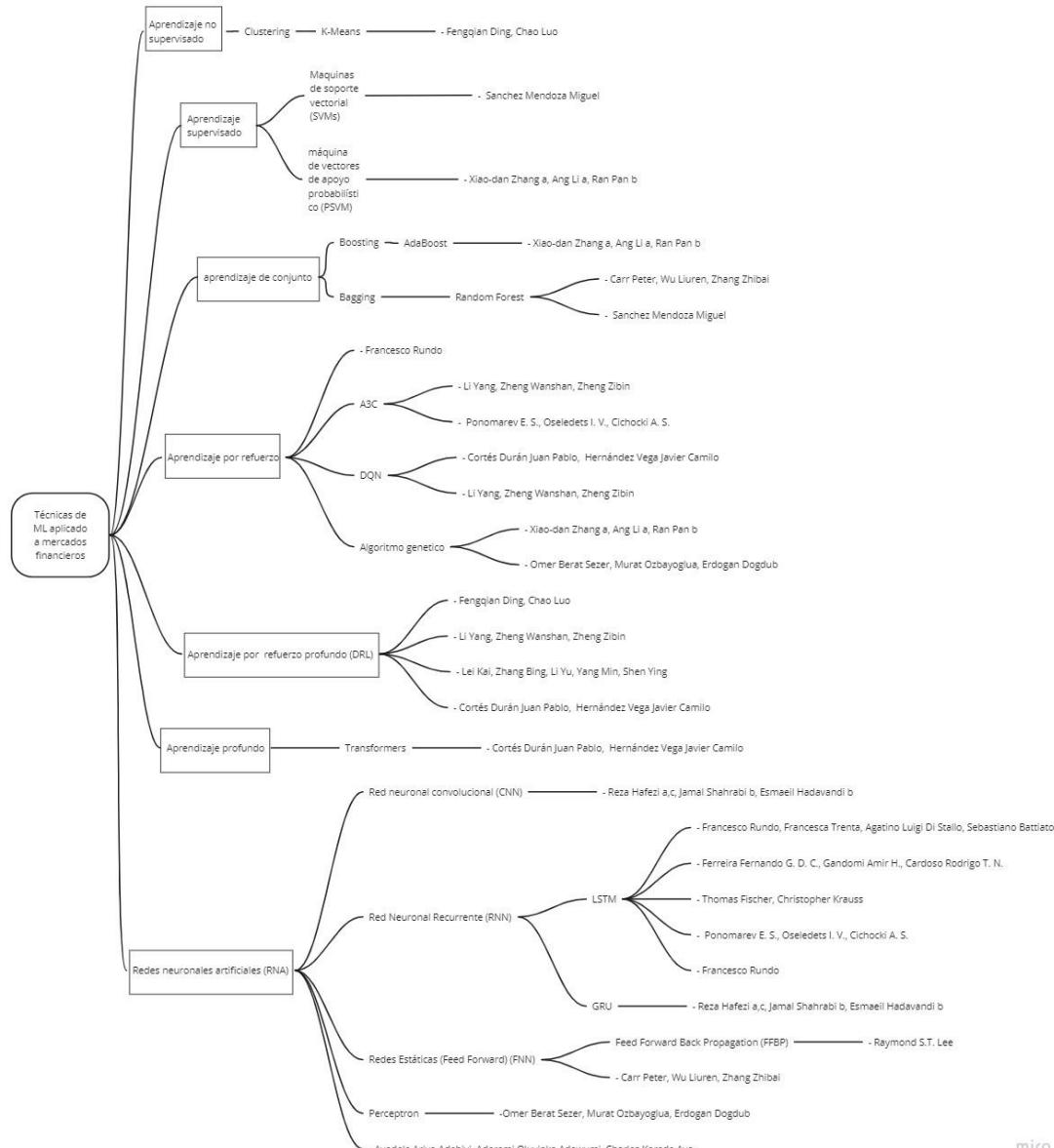
1. Characterize the trading strategy and machine learning libraries for Python by reviewing the literature to create the basis of the automatic trading system.
2. Design the automatic trading system based on the short-term memory recurrent neural model to build a prototype.
3. To design the trading system by selecting the technique of recurrent neurons of short-term memory for the development of the system.
4. Implement the previously designed automatic trading prototype using Python language using historical and current data by integrating a Dataset to obtain the intelligent system.
5. Validate the automatic trading system based on the results obtained by testing in the market through techniques such as backtesting and return on investment (ROI) to verify the performance in operations, while for the validation of the Machine Learning model the mean square error (MSE) is used.





General and specific objectives

1



miro





General and specific objectives

Neural network RNN

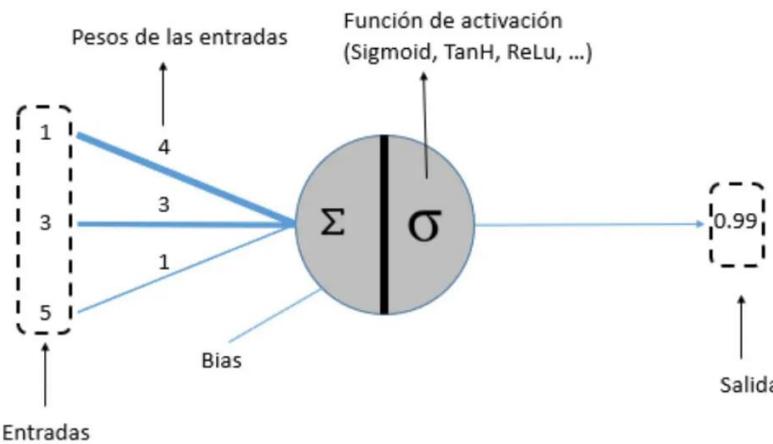


Imagen from: <https://www.lisdatasolutions.com/es/blog/deep-learning-clasificando-imagenes-con-redes-neuronales/>

$$z = wtx + b$$

wt representa la transposición del vector de pesos
x vector de entrada de la neurona artificial
b es el sesgo (bias) de la neurona

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

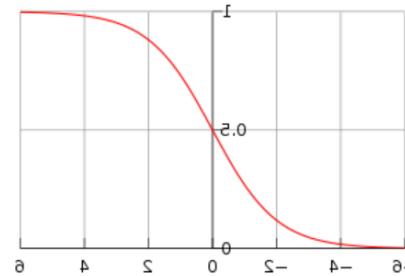
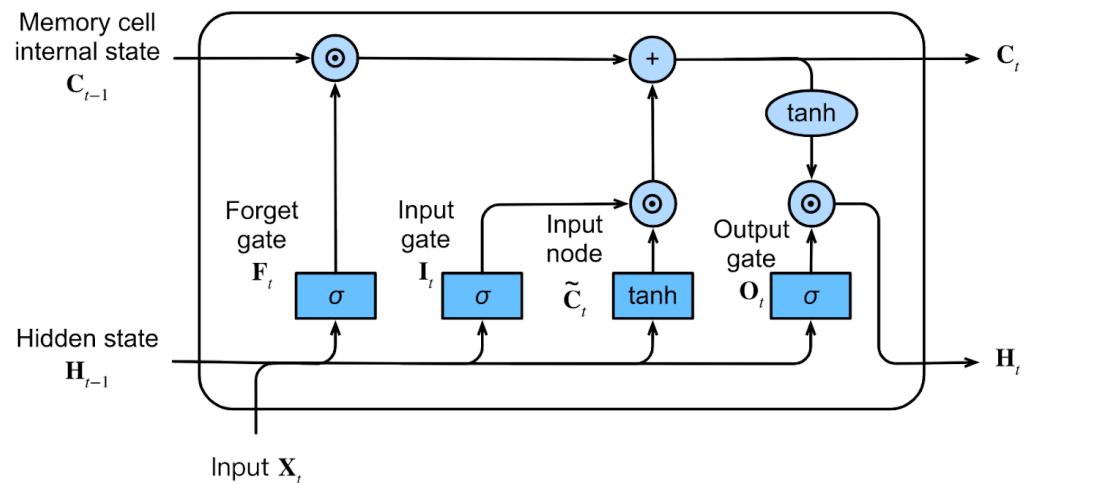


Imagen from:
<https://www.google.com/search?q=Matplotlib&tbm=isch&sa=X&sqi=2&ved=2ahUKEwjJioza75eAAxV5LFkFHbn6CYYQ0pQjegQIDRAB&biw=1536&bih=746&dpr=1.25#imgrc=1Z0OE4FQmdHCDM>



Neural Network Long Term Memory (LSTM)



$$\begin{aligned}
 ft &= (wf \cdot [ht-1, xt] + bf) \\
 it &= (wi \cdot [ht-1, xt] + bi) \\
 c't &= \tanh(wc \cdot [ht-1, xt] + bc) \\
 ct &= ft * ct-1 + it \cdot c't \\
 ot &= (wo \cdot [ht-1, xt] + bo) \\
 hf &= of \cdot \tanh(ct)
 \end{aligned}$$

wf , wi , wc , wo representan matrices de los pesos
 bf, bi, bc, bo son los sesgos que se utilizan en cada celda
 ct es el estado de la celda
 función de activación sigmoidea
 tanh es la función de activación tangente hiperbólica
 * multiplicación entre matrices
 ft es la puerta de olvido, decide qué información se descarta
 it es la puerta de actualización, decide qué tanta información se va a recordar

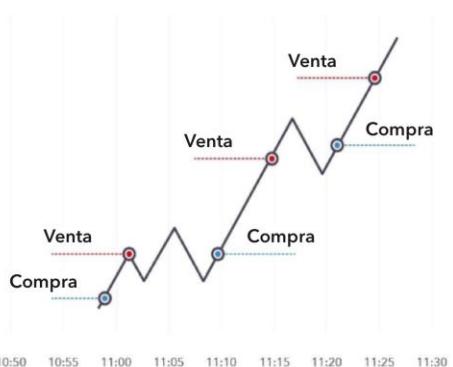
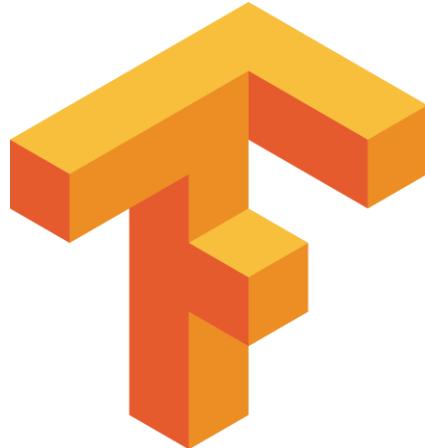
σ FC layer with activation function ○ Elementwise operator ↗ Copy ⌂ Concatenate

Imagen from: http://personal.cimat.mx:8181/~mrivera/cursos/aprendizaje_profundo/RNN_LTSM/introduccion_rnn.html

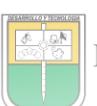


General and
specific objectives

¡Todos por la Acreditación!



O P T U N A

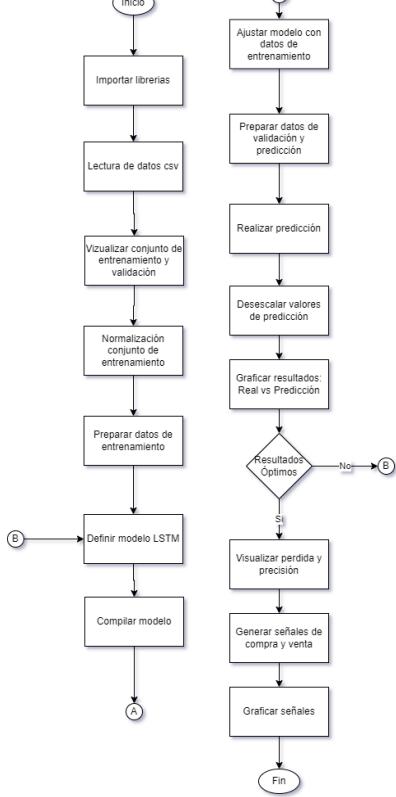


POLITÉCNICO COLOMBIANO
JAIME ISAZA CADAVÍD

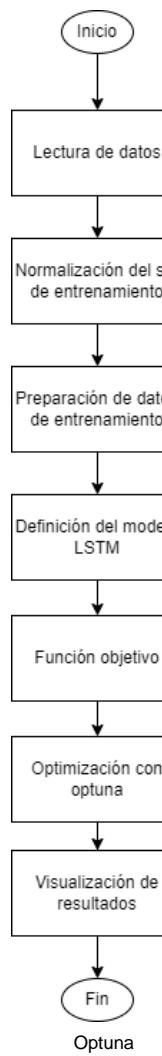
Semillero en Inteligencia Computacional



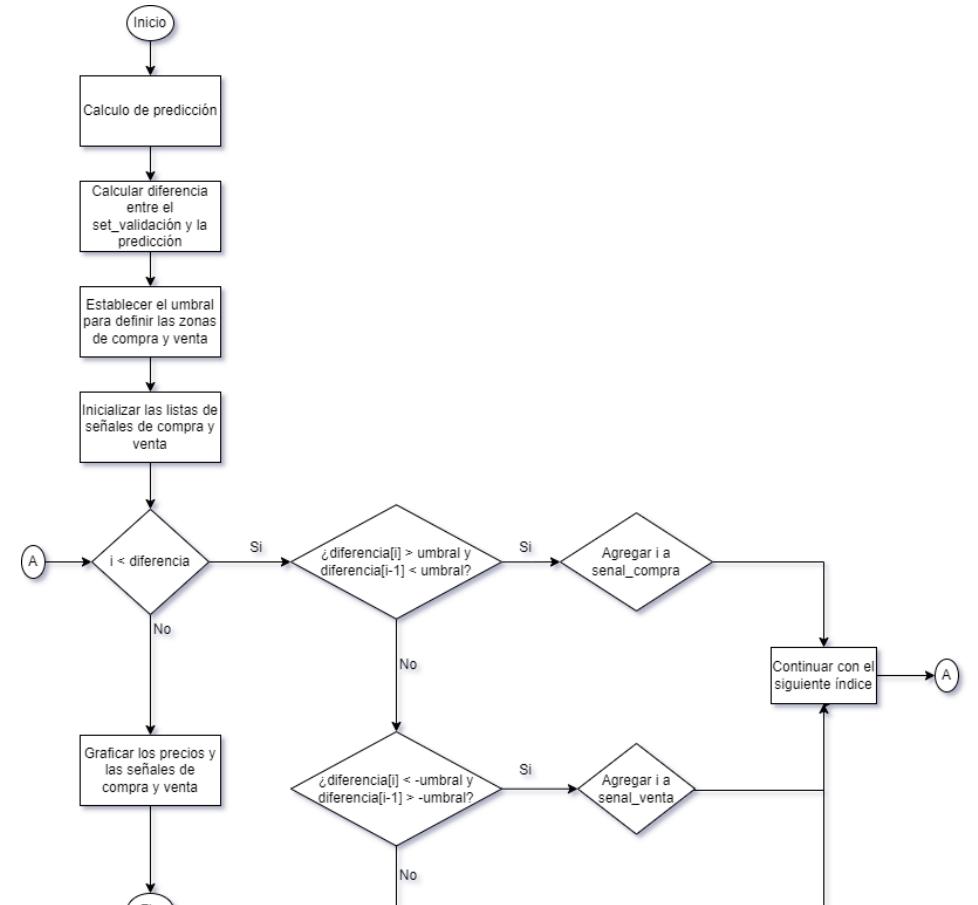
General and specific objectives



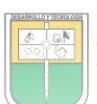
Algoritmo LSTM



Optuna

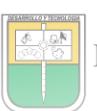
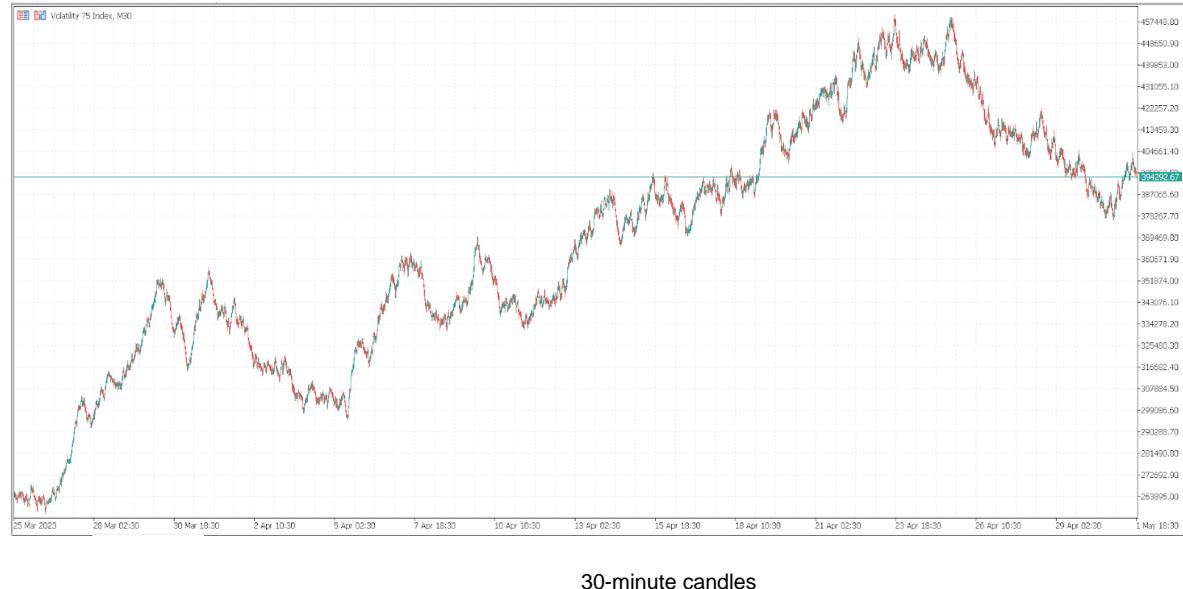


Señales de compra y venta



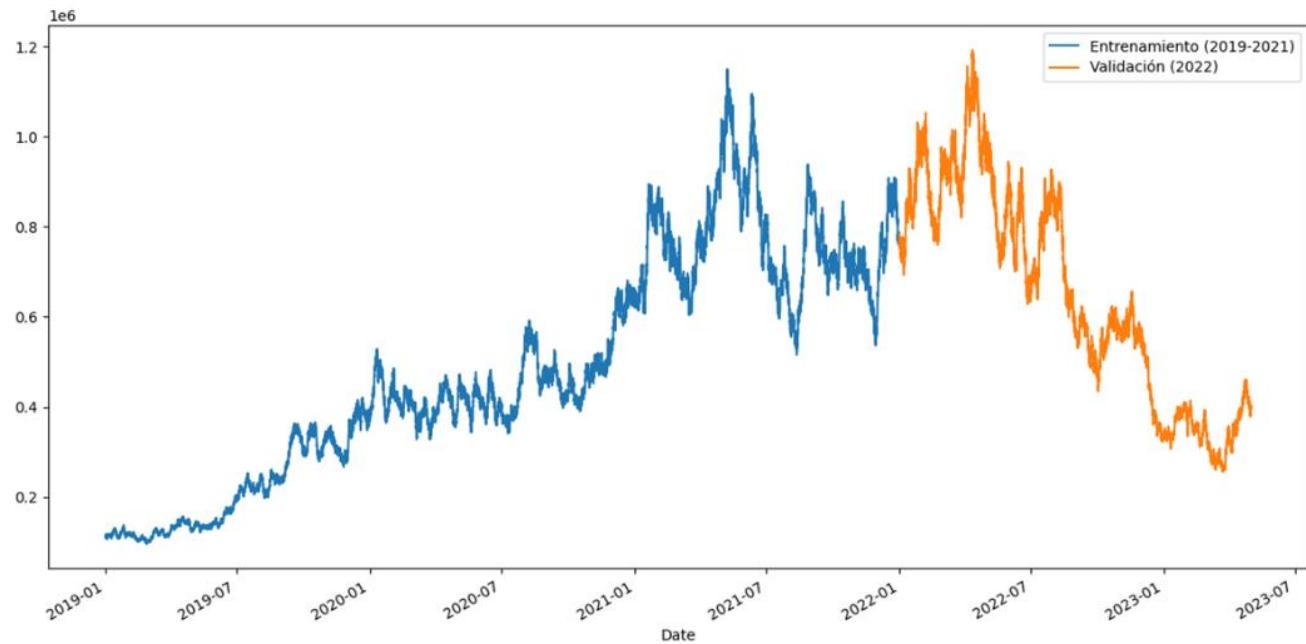


General and specific objectives





General and specific objectives



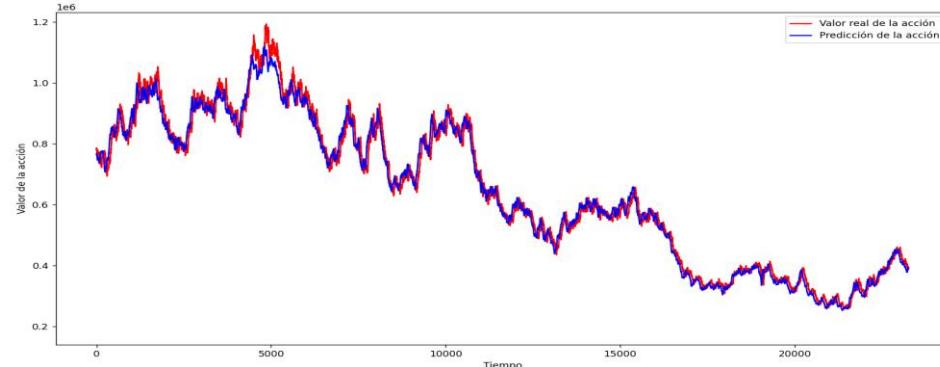
Data representation by pandas library



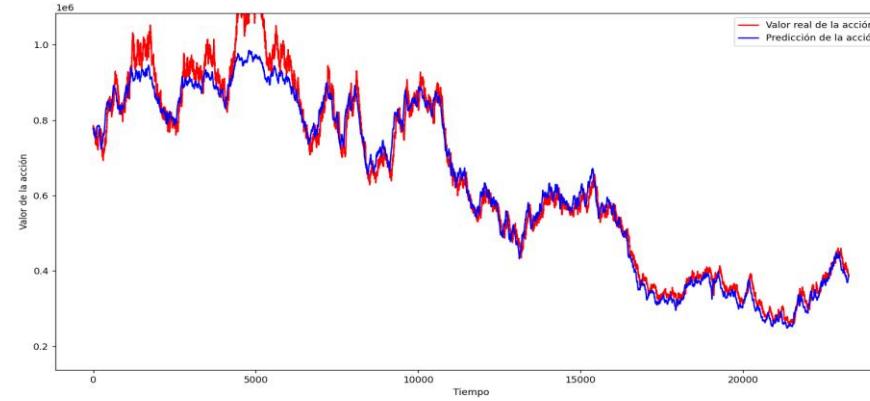
POLITÉCNICO COLOMBIANO
JAIME ISAZA CADAVÍD



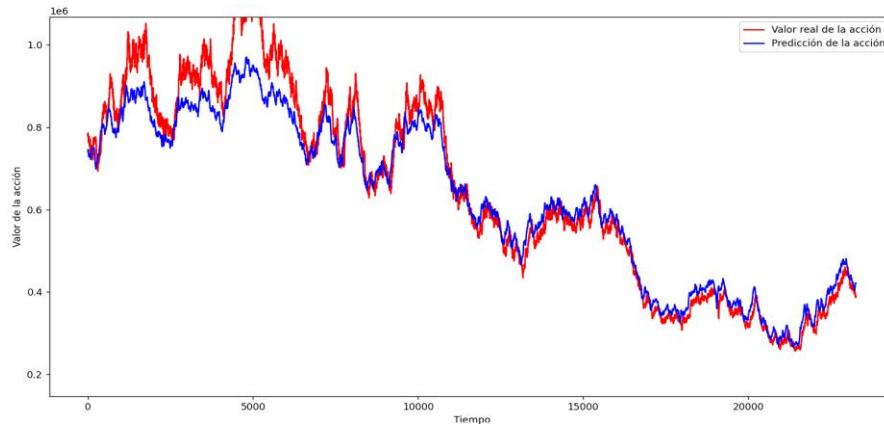
General and specific objectives



Optimizer SGD



Optimizer Adagrad

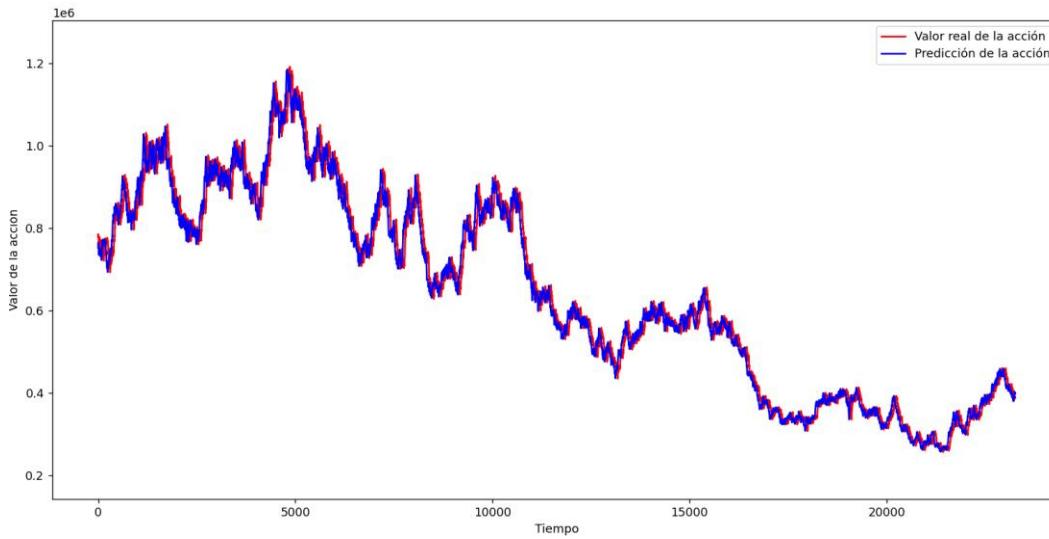


Optimizer Adadelta

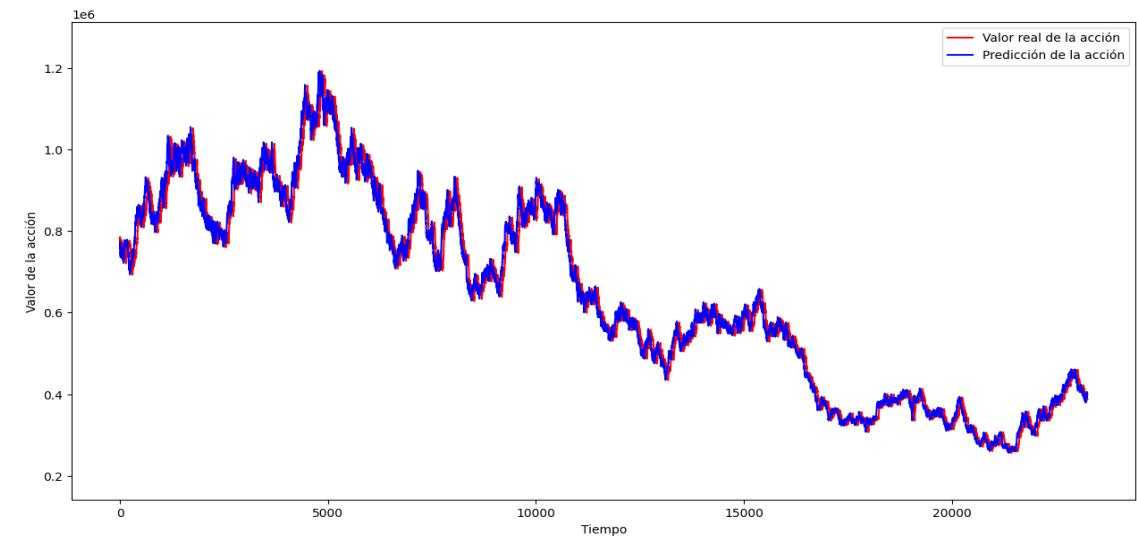




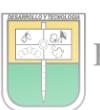
General and specific objectives



Optimizer Rmsprop

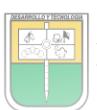
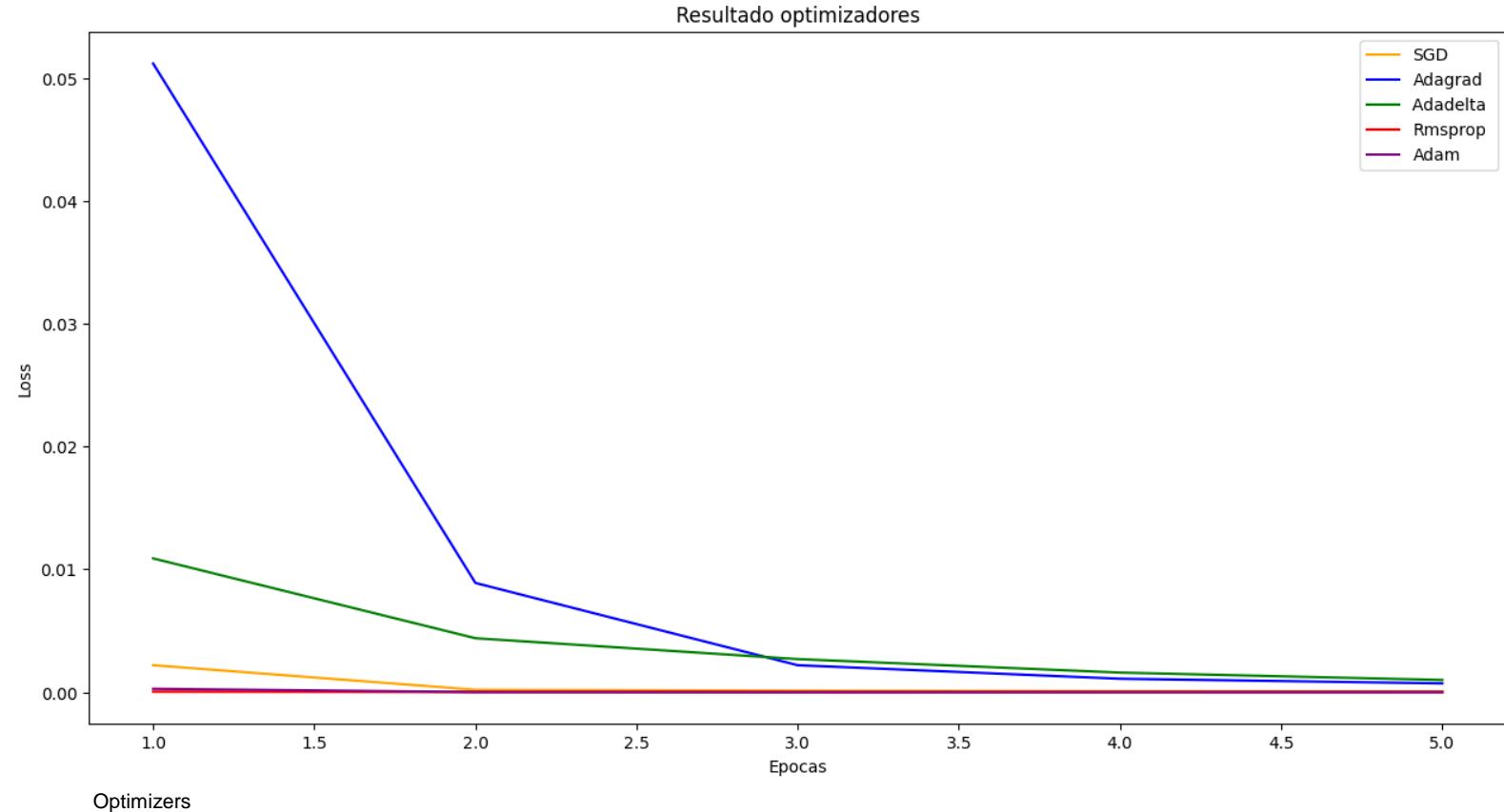


Optimizer Adam



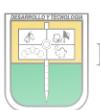
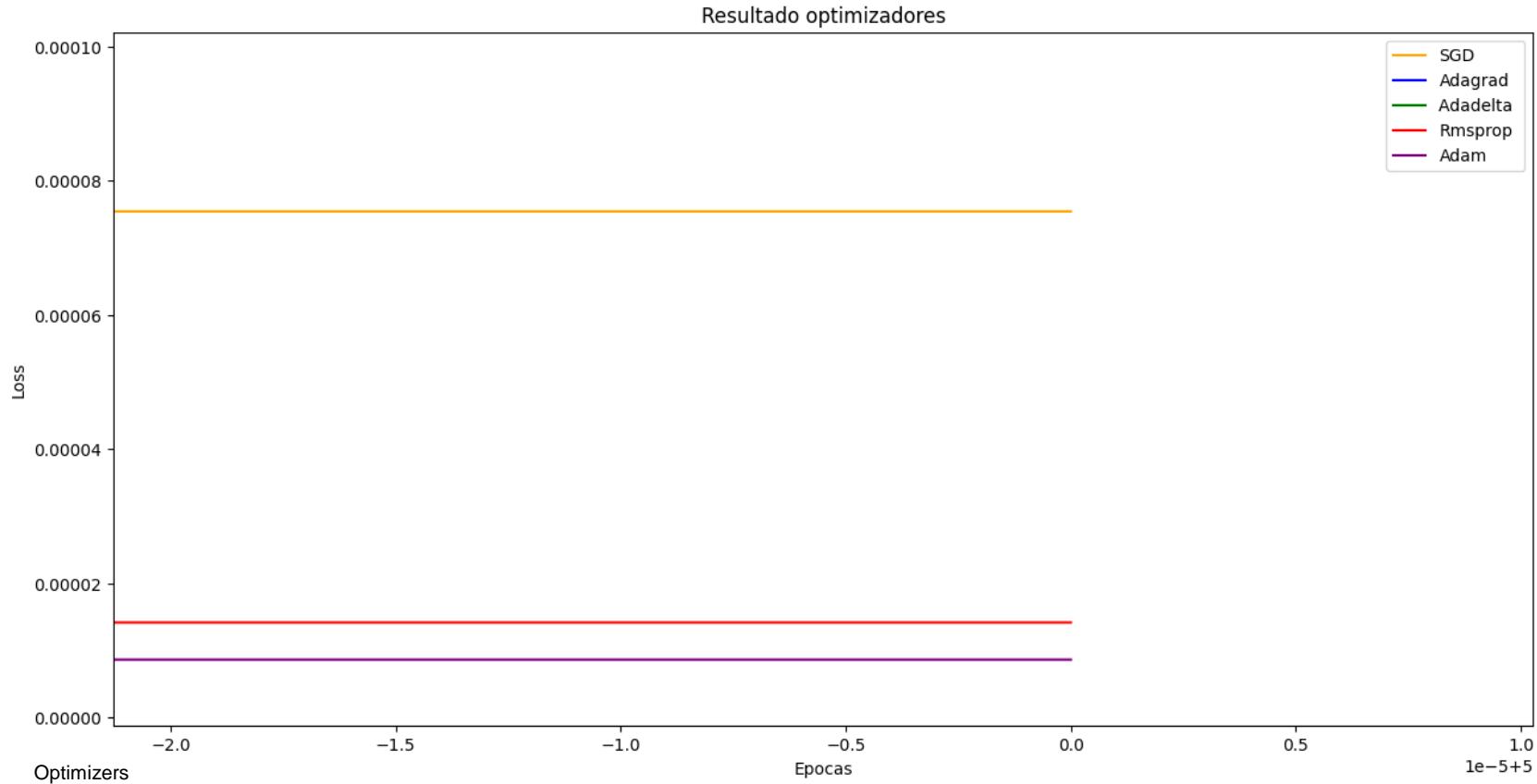


General and specific objectives





General and specific objectives





General and specific objectives

¡Todos por la Acreditación!

```
import optuna

def objective(trial):
    Machine Learning Model
    return evaluation_score

study = optuna.create_study()
study.optimize(objective, n_trials=Número de ensayos)
```

LAURA GONZALEZ@LAURA-GONZALEZ C:\LSTM | 20:34:25
\$ & C:/Users/User/AppData/Local/Programs/Python/Python311/python.exe c:/LSTM/Graficos.py

Prueba	Cantidad de redes neuronales	Tamaño del lote	Tasa de aprendizaje	Épocas de entrenamiento	Error cuadrático medio
97	46	32	2.0392876605665624e-05	31	848168489.8031195

Optuna base model

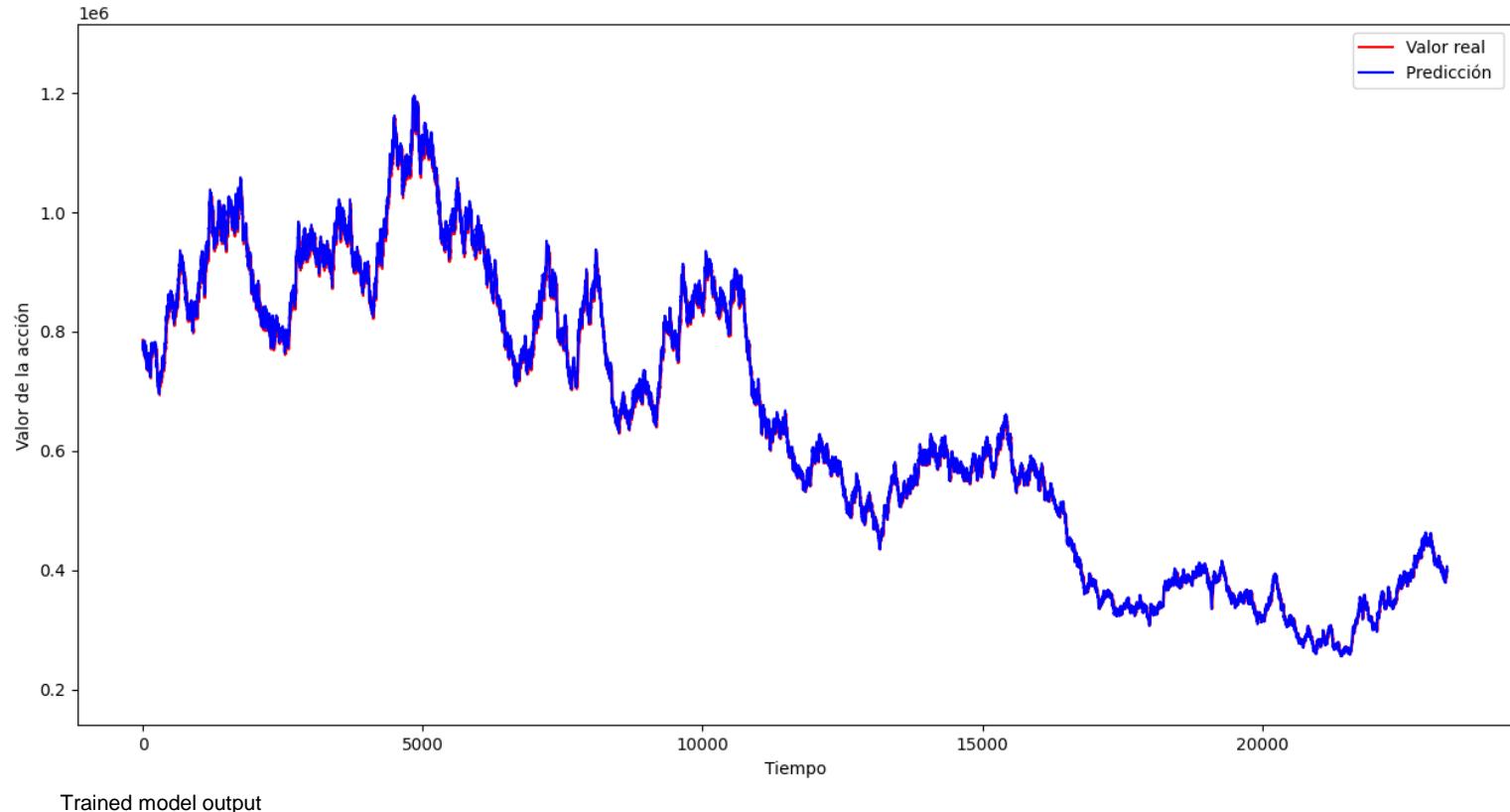


POLITÉCNICO COLOMBIANO
JAIME ISAZA CADAVÍD

Semillero en Inteligencia Computacional

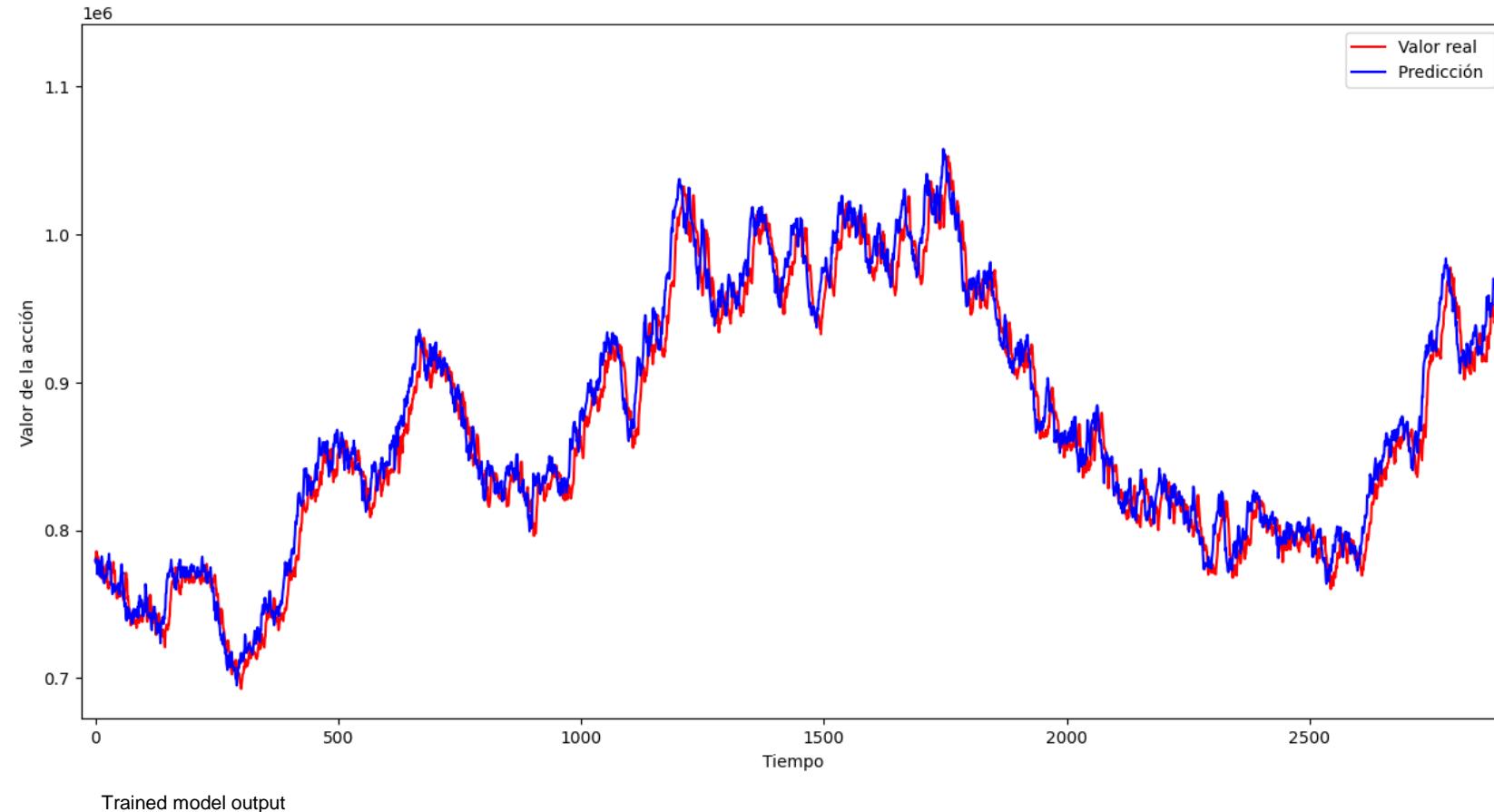


General and specific objectives



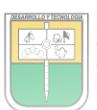
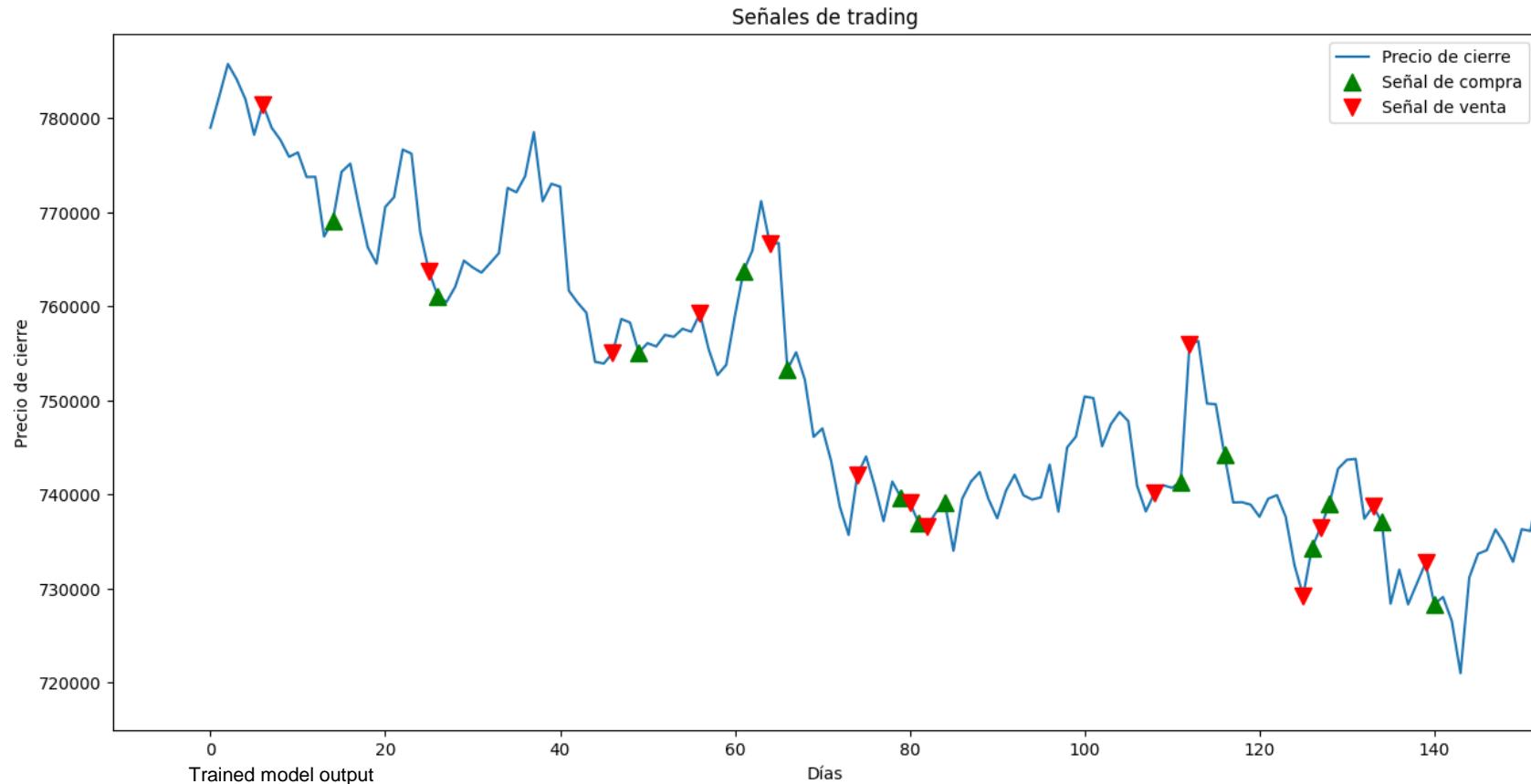


General and specific objectives



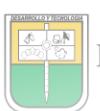
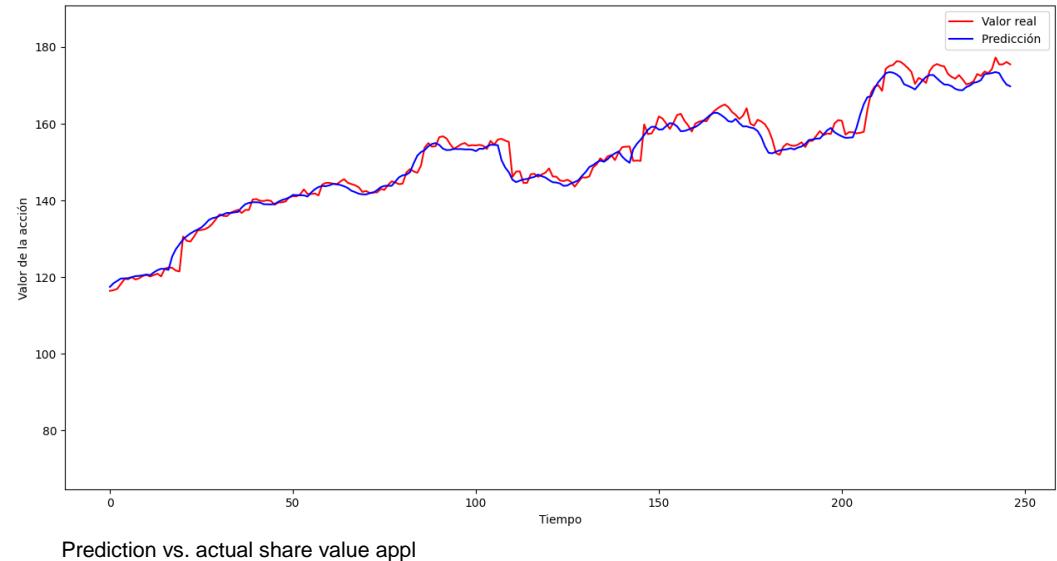
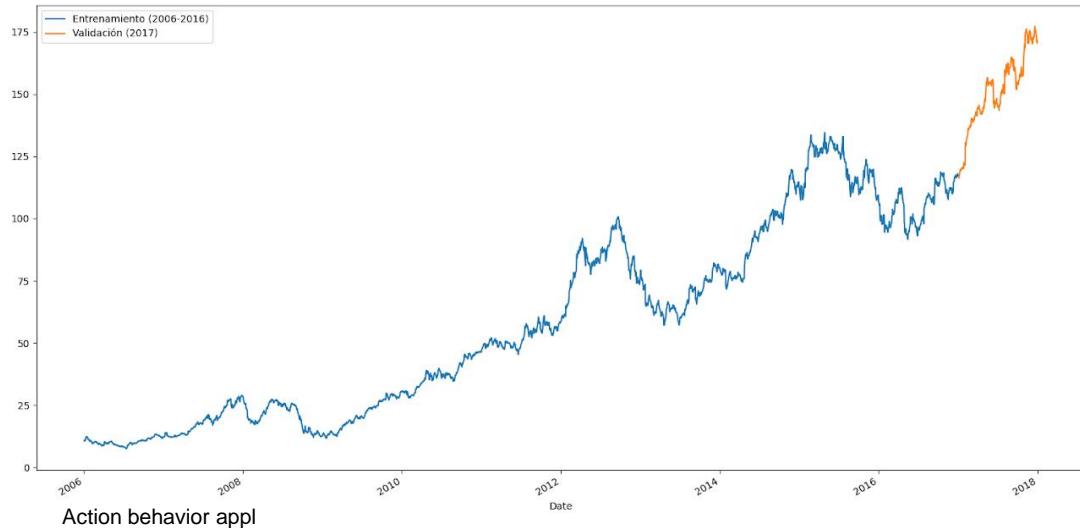


General and specific objectives



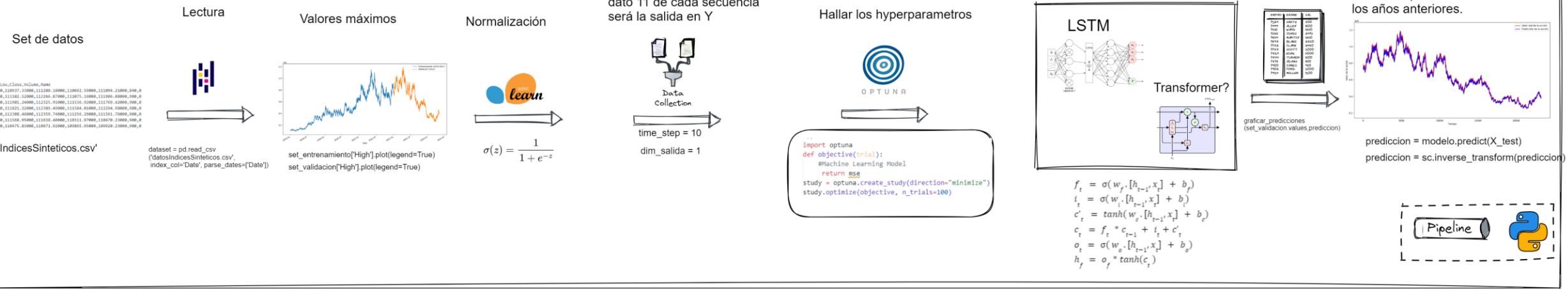


General and specific objectives

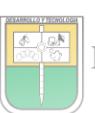




Architecture



Pipeline predicción de acción por medio de una red LSTM





Demo

¡Todos por la Acreditación!



```
File Edit Selection View Go Run Terminal Help lsmIndicesSinteticosFinaltime_step.py - LSTM - Visual Studio Code
datosIndicesSinteticos.csv lsmIndicesSinteticosFinaltime_step.py x lsmIndicesSinteticosOptuna.py AAPL_2006-01-01_to_2018-01-01.csv lsmIndicesSinteticosFinalApple.py

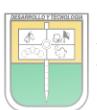
1 #!/usr/bin/python
2 import matplotlib.pyplot as plt
3 import numpy as np
4 np.random.seed(4)
5 import tensorflow as tf
6 import pandas as pd
7
8 from sklearn.preprocessing import MinMaxScaler
9 from keras.models import Sequential
10 from keras.layers import Dense, LSTM
11
12 # Funciones auxiliares
13 def graficar_predicciones(real, predicción):
14     plt.plot(real[0:len(predicción)], color='red', label='Valor real ')
15     plt.plot(predicción, color='blue', label='Predicción ')
16     plt.ylim(1.1 * np.min(predicción)/2, 1.1 * np.max(predicción))
17     plt.xlabel('Tiempo')
18     plt.ylabel('Valor de la acción')
19     plt.legend()
20     plt.show()
21
22
23 # Lectura de los datos
24 dataset = pd.read_csv('datosIndicesSinteticos.csv', index_col='Date', parse_dates=['Date'])
25 dataset.head()
26
27
28 # Sets de entrenamiento y validación
29 set_entrenamiento = dataset['2021'].iloc[:,1:2]
30 set_validación = dataset['2022'].iloc[:,1:2]
31
32 set_entrenamiento['High'].plot(legend=True)
33 set_validación['High'].plot(legend=True)
34 plt.legend(['Entrenamiento (2019-2021)', 'Validación (2022)'])
35 plt.show()
36
37 # Normalización del set de entrenamiento
38 sc = MinMaxScaler(feature_range=(0,1))
39 set_entrenamiento_escalado = sc.fit_transform(set_entrenamiento)
40
41 # La red LSTM tendrá como entrada "time_step" datos consecutivos, y como salida 1 dato (la predicción a
42 # partir de esos "time_step" datos). Se conformará de esta forma el set de entrenamiento
43 time_step = 10
44 X_train = []
45 Y_train = []
46 m = len(set_entrenamiento_escalado)
47
48 for i in range(time_step,m):
49     X_train.append(set_entrenamiento_escalado[i-time_step-1:i])
50     Y_train.append(set_entrenamiento_escalado[i])
51
52 X_train, Y_train = np.array(X_train), np.array(Y_train)
53
54 # Crear el modelo
55 # Entradas: 10 pasados, Salidas: 1 futuro
56 # Entradas: (m-10, 10, 1) Salidas: (m-10, 1)
```

GitHub: <https://github.com/LauraGonzalezAlvarez/LSTM.git>



Conclusions

1. In the analysis of the behavior of the synthetic index, very close error values were observed, these results indicate that the approach used is accurate and reliable in predicting the behavior of the synthetic index, in addition, it was found that it also yielded promising results when evaluating the Apple Inc.
2. The use of Artificial Intelligence techniques for stock market prediction has become a fundamental tool for traders, among the most used techniques are the recurrent neural networks, and within these, the LSTM network.
3. Initially, the optimization of hyper parameters by using frameworks was not a specific objective of this work however
4. This work represents the basis for future research and improvement possibilities, from the exploration of other trading strategies to the incorporation of more relevant data and variables.



Future works

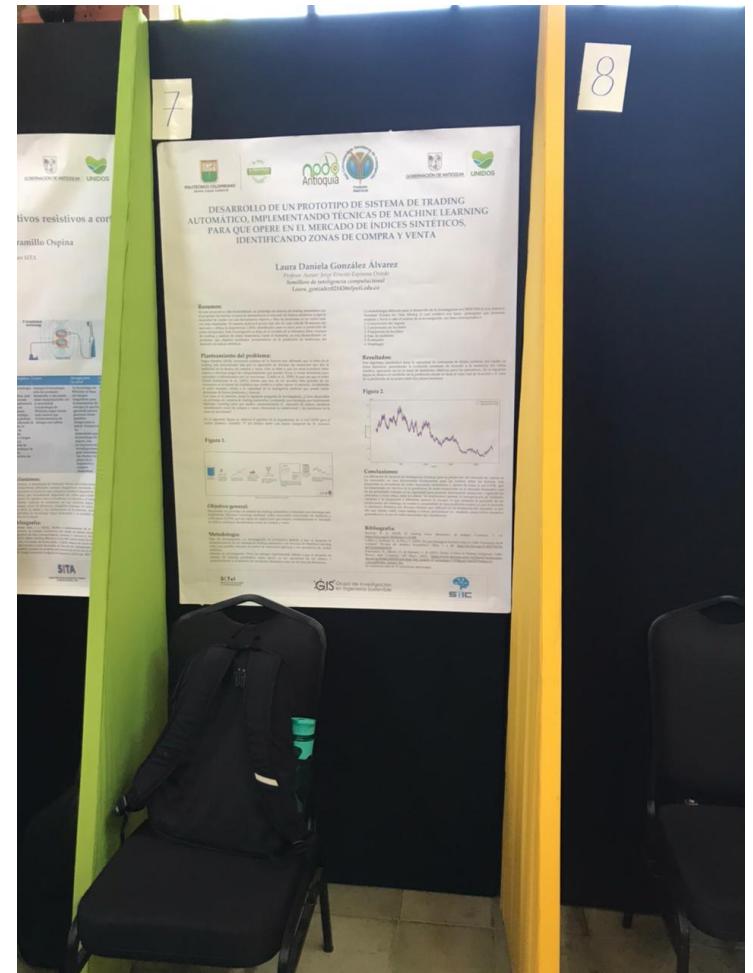
1. Explore the integration of an additional API to obtain complementary data and enrich the analysis.
2. Consider incorporating additional variables relevant to the modeling, such as technical indicators, economic news or specific market events.
3. Research and develop social media and news sentiment analysis techniques to capture the impact of market sentiment on trading.





Diffusion

- Fundación Red Colombiana de Semilleros de Investigación (RedColsi)
- Conference on Computational Science & Applications (COMSAP 2023).



POLITÉCNICO COLOMBIANO
JAIME ISAZA CADAVÍD

References

- [1] K. Zharif Zaharudin, M. R. Young, y H. Wei-Huei, «High-frequency trading: Definition, implications, and controversies», jun. 2021, doi: 10.1111/joes.12434.
- [2] R. D. Rendón, «El trading como alternativa de trabajo», Contexto, vol. 7, pp. 1-4, dic. 2018, doi: 10.18634/ctxj.7v.0i.888.
- [3] J. Lobão, N. Fortuna, y F. Silva, «Do psychological barriers exist in Latin American stock markets?», Rev. Análisis Económico, vol. 35, n.o 2, p. 1 a 28, oct. 2020, doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-88702020000200029>.
- [4] D. Kahneman, O. Sibony, y C. R. Sunstein, Noise: A Flaw in Human Judgment. Little, Brown and Company (18 Mayo 2021), 2021. [En línea]. Disponible en: https://www.amazon.com/-/es/Daniel-Kahneman-ebook/dp/B08KQ2FKBX/ref=tmm_kin_swatch_0?_encoding=UTF8&qid=1660257944&sr=8-1#detailBullets_feature_div
- [5] M. Yadav, «Impact of Artificial Intelligence on Trading in Financial Markets», vol. 4, n.o 7, p. 5, 2019.
- [6] M. Ergen, «What is Artificial Intelligence? Technical Considerations and Future Perception», Anatol. J. Cardiol., 2019, doi: 10.14744/AnatolJCardiol.2019.79091.
- [7] «Mercados disponibles en Deriv», Índices Sintéticos | Índices de Volatilidad | Deriv. <https://deriv.com/es/markets/synthetic/> (accedido 8 de agosto de 2022).
- [8] D. MacKenzie, «'Making', 'taking' and the material political economy of algorithmic trading», Econ. Soc., vol. 47, n.o 4, pp. 501-523, oct. 2018, doi: 10.1080/03085147.2018.1528076.
- [9] F. Rundo, F. Trenta, A. L. Di Stallo, y S. Battiato, «Advanced Markov-Based Machine Learning Framework for Making Adaptive Trading System», Computation, vol. 7, n.o 1, Art. n.o 1, mar. 2019, doi: 10.3390/computation7010004.
- [10] M. S. Islam y E. Hossain, «Foreign exchange currency rate prediction using a GRU-LSTM hybrid network», Soft Comput. Lett., vol. 3, p. 100009, dic. 2021, doi: 10.1016/j.socl.2020.100009.
- [11] T. M. Mitchell, Machine Learning. en McGraw-Hill series in computer science. New York: McGraw-Hill, 1997.
- [12] B. Mahesh, Machine Learning Algorithms -A Review, vol. 9. 2020. doi: 10.21275/ART20203995.
- [13] T. Chengsheng, L. Huacheng, y X. Bing, «AdaBoost typical Algorithm and its application research», MATEC Web Conf., vol. 139, p. 00222, 2017, doi: 10.1051/matecconf/201713900222.
- [14] X. Zhong et al., «Fuzzy Nonlinear Proximal Support Vector Machine for Land Extraction Based on Remote Sensing Image», PLOS ONE, vol. 8, n.o 7, p. e69434, jul. 2013, doi: 10.1371/journal.pone.0069434.
- [15] W. Roetzel, X. Luo, y D. Chen, «Chapter 1 - Heat exchangers and their networks: A state-of-the-art survey», en Design and Operation of Heat Exchangers and their Networks, W. Roetzel, X. Luo, y D. Chen, Eds., Academic Press, 2020, pp. 1-12. doi: 10.1016/B978-0-12-817894-2.00001-7.
- [16] «Overview of Genetic Algorithm - InfoWater Pro Help Documentation - Innovuze». <https://help.innovuze.com/space/infowaterpro/18057170/Overview+of+Genetic+Algorithm> (accedido 3 de mayo de 2023).
- [17] F. Frommel Araújo, «Aprendizaje profundo por refuerzo aplicado al control de acceso en redes IEEE 802.11.», 2022, Accedido: 9 de abril de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/handle/20.500.12008/32599>
- [18] N. D. Nguyen, T. Nguyen, y S. Nahavandi, «System Design Perspective for Human-Level Agents Using Deep Reinforcement Learning: A Survey», IEEE Access, vol. 5, pp. 27091-27102, 2017, doi: 10.1109/ACCESS.2017.2777827.
- [19] V. K. Ojha, A. Abraham, y V. Snášel, «Metaheuristic design of feedforward neural networks: A review of two decades of research», Eng. Appl. Artif. Intell., vol. 60, pp. 97-116, abr. 2017, doi: 10.1016/j.engappai.2017.01.013.
- [20] A. A. Adebiyi, A. O. Adewumi, y C. K. Ayo, «Comparison of ARIMA and Artificial Neural Networks Models for Stock Price Prediction», J. Appl. Math., vol. 2014, p. e614342, mar. 2014, doi: 10.1155/2014/614342.

References

- [21] Y. Mejías César, R. Carrasco Velar, I. Ochoa Izquierdo, y E. Moreno Lemus, «Funciones de transferencia en el perceptrón multicapa: efecto de su combinación en entrenamiento local y distribuido», Rev. Cuba. Informática Médica, vol. 5, n.o 2, pp. 186-199, dic. 2013.
- [22] «Plataforma MetaTrader 4 para el análisis de cotizaciones y el comercio en Fórex». <https://www.metatrader4.com/es> (accedido 19 de abril de 2023).
- [23] M. Sánchez Mendoza, «Aplicación de Aprendizaje Automático en Trading Algorítmico», sep. 2020, Accedido: 28 de agosto de 2022. [En línea]. Disponible en: <http://e-spacio.uned.es/fez/view/bibliuned:master-ETSIinformatica-IIA-Msmendoza>
- [24] A. Ostrowski, «Ueber das Nichtverschwinden einer Klasse von Determinanten und die Lokalisierung der charakteristischen Wurzeln von Matrizen», en Collected Mathematical Papers, Basel: Birkhäuser Basel, 1983, pp. 133-150. doi: 10.1007/978-3-0348-9355-8_13.
- [25] D. Xu, S. Zhang, H. Zhang, y D. P. Mandic, «Convergence of the RMSProp deep learning method with penalty for nonconvex optimization», Neural Netw., vol. 139, pp. 17-23, jul. 2021, doi: 10.1016/j.neunet.2021.02.011.
- [26] M. Aicart Pauner, «Red neuronal para la elección de los parámetros de comprensión óptimos», jun. 2022, Accedido: 13 de julio de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://repositori.uji.es/xmlui/handle/10234/198949>
- [27] «Mean Squared Error | Interactive Chaos». <https://interactivechaos.com/es/manual/tutorial-de-machine-learning/mean-squared-error> (accedido 13 de julio de 2023).
- [28] «Decreto 1360 de 1989 - Gestor Normativo - Función Pública». <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=10575> (accedido 26 de marzo de 2023).
- [29] «Ley 599 de 2000 - Gestor Normativo - Función Pública». <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=6388> (accedido 21 de marzo de 2023).
- [30] «Ley 1581 de 2012 - Gestor Normativo - Función Pública». <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=49981> (accedido 26 de marzo de 2023).
- [31] «LEY 1273 DE 2009». http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1273_2009.html (accedido 26 de marzo de 2023).
- [32] «LEY 527 DE 1999». http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0527_1999.html (accedido 26 de marzo de 2023).
- [33] D. Fengqian y L. Chao, «An Adaptive Financial Trading System Using Deep Reinforcement Learning With Candlestick Decomposing Features», IEEE Access, vol. 8, pp. 63666-63678, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.2982662.
- [34] M. Farjam y O. Kirchkamp, «Bubbles in hybrid markets: How expectations about algorithmic trading affect human trading», J. Econ. Behav. Organ., vol. 146, pp. 248-269, feb. 2018, doi: 10.1016/j.jebo.2017.11.011.
- [35] M. Hilbert y D. Darmon, «How Complexity and Uncertainty Grew with Algorithmic Trading», Entropy, vol. 22, n.o 5, Art. n.o 5, may 2020, doi: 10.3390/e22050499.
- [36] F. G. D. C. Ferreira, A. H. Gandomi, y R. T. N. Cardoso, «Artificial Intelligence Applied to Stock Market Trading: A Review», IEEE Access, vol. 9, pp. 30898-30917, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3058133.
- [37] R. Tao, C.-W. Su, Y. Xiao, K. Dai, y F. Khalid, «Robo advisors, algorithmic trading and investment management: Wonders of fourth industrial revolution in financial markets», Technol. Forecast. Soc. Change, vol. 163, p. 120421, feb. 2021, doi: 10.1016/j.techfore.2020.120421.
- [38] R. Hafezi, J. Shahrabi, y E. Hadavandi, «A bat-neural network multi-agent system (BNNMAS) for stock price prediction: Case study of DAX stock price», Appl. Soft Comput., vol. 29, pp. 196-210, abr. 2015, doi: 10.1016/j.asoc.2014.12.028.
- [39] X. Zhang, A. Li, y R. Pan, «Stock trend prediction based on a new status box method and AdaBoost probabilistic support vector machine», Appl. Soft Comput., vol. 49, pp. 385-398, dic. 2016, doi: 10.1016/j.asoc.2016.08.026.
- [40] Y. Li, W. Zheng, y Z. Zheng, «Deep Robust Reinforcement Learning for Practical Algorithmic

References

- [41] P. Carr, L. Wu, y L. Zhang, «Using Machine Learning to Predict Realized Variance». arXiv, 22 de septiembre de 2019. doi: 10.48550/arXiv.1909.10035.
- [42] K. Lei, B. Zhang, Y. Li, M. Yang, y Y. Shen, «Time-driven feature-aware jointly deep reinforcement learning for financial signal representation and algorithmic trading», Expert Syst. Appl., vol. 140, p. 112872, feb. 2020, doi: 10.1016/j.eswa.2019.112872.
- [43] O. B. Sezer, M. Ozbayoglu, y E. Dogdu, «A Deep Neural-Network Based Stock Trading System Based on Evolutionary Optimized Technical Analysis Parameters», Procedia Comput. Sci., vol. 114, pp. 473-480, ene. 2017, doi: 10.1016/j.procs.2017.09.031.
- [44] T. Fischer y C. Krauss, «Deep learning with long short-term memory networks for financial market predictions», Eur. J. Oper. Res., vol. 270, n.o 2, pp. 654-669, oct. 2018, doi: 10.1016/j.ejor.2017.11.054.
- [45] F. Rundo, «Deep LSTM with Reinforcement Learning Layer for Financial Trend Prediction in FX High Frequency Trading Systems», Appl. Sci., vol. 9, n.o 20, Art. n.o 20, ene. 2019, doi: 10.3390/app9204460.
- [46] S. T. L. Raymond, «COSMOS trader - Chaotic Neuro-oscillatory multiagent financial prediction and trading system | Elsevier Enhanced Reader», 2019.
<https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2405918818300990?token=D97F8E8A045946DA5A01D7FB4E2B2F962219FF405257EBB72A96E6E3BE940AE0643BFF2684609AA525E7BBB5D33FAD1D&originRegion=us-east-1&originCreation=20221025114224> (accedido 25 de octubre de 2022).
- [47] J. P. Cortés Durán y J. C. Hernández Vega, «Eficiencia del mercado de criptomonedas y planteamiento de estrategias de trading basadas en arbitraje y machine learning», may 2021, Accedido: 11 de agosto de 2022. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.uniandes.edu.co/handle/1992/57722>
- [48] E. S. Ponomarev, I. V. Oseledets, y A. S. Cichocki, «Using Reinforcement Learning in the Algorithmic Trading Problem», J. Commun. Technol. Electron., vol. 64, n.o 12, pp. 1450-1457, dic. 2019, doi: 10.1134/S1064226919120131.
- [49] J. D. Hunter, «Matplotlib: A 2D Graphics Environment», Comput. Sci. Eng., vol. 9, n.o 3, pp. 90-95, may 2007, doi: 10.1109/MCSE.2007.55.
- [50] A. A. Adebiyi, A. O. Adewumi, y C. K. Ayo, «Comparison of ARIMA and Artificial Neural Networks Models for Stock Price Prediction», J. Appl. Math., vol. 2014, pp. 1-7, 2014, doi: 10.1155/2014/614342.
- [51] «NumPy: the absolute basics for beginners — NumPy v1.25 Manual». https://numpy.org/doc/stable/user/absolute_beginners.html (accedido 13 de julio de 2023).
- [52] «TensorFlow». <https://www.tensorflow.org/?hl=es-419> (accedido 13 de julio de 2023).
- [53] «scikit-learn: machine learning in Python — scikit-learn 1.3.0 documentation». <https://scikit-learn.org/stable/> (accedido 13 de julio de 2023).
- [54] «3.2. Tuning the hyper-parameters of an estimator», scikit-learn. https://scikit-learn.org/stable/modules/grid_search.html (accedido 13 de julio de 2023).
- [55] K. Team, «Keras documentation: About Keras». <https://keras.io/about/> (accedido 13 de julio de 2023).
- [56] «Optuna - A hyperparameter optimization framework», Optuna. <https://optuna.org/> (accedido 13 de julio de 2023).
- [57] P. Suárez de Tangil Zea, «Estrategias de trading», 2019, Accedido: 13 de julio de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.comillas.edu/xmlui/handle/11531/27762>
- [58] A. Ng, «Aprendizaje profundo», Coursera. <https://www.coursera.org/specializations/deep-learning> (accedido 13 de julio de 2023).
- [59] EnQuéInvertir, «¿Qué son los índices sintéticos y cómo invertir en ellos?», EnQuéInvertir, 12 de julio de 2022. <https://enqueinvertir.com/inversiones/2022/07/12/que-son-los-indices-sinteticos-y-como-invertir-en-elllos-2/> (accedido 8 de agosto de 2022).
- [60] L. Guerola, «Desarrollo de un sistema de trading algorítmico», Esc. Téc. Super. Ing. Ind. UPM, p. 1 a 120, jun. 2020, doi: <https://oa.upm.es/63166/>.
- [61] J. Torres, «Sesgos en las finanzas conductuales y trading automático», 2019-10, p. 50, oct. 2019, doi: <https://hdl.handle.net/11441/111298>.
- [62] «Universal approximation theorem», Wikipedia. 30 de abril de 2023. Accedido: 3 de mayo de 2023. [En línea]. Disponible en: https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Universal_approximation_theorem&oldid=1152548242
- [63] P. Agustín Granell, «Redes Neuronales Recurrentes: Una aplicación para los mercados bursátiles», Bachelor thesis, Universitat Politècnica de Catalunya, 2018. Accedido: 12 de abril de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/123954>
- [64] Y. A. B. López y L. A. M. Caita, «Pronóstico del COVID-19 en Colombia utilizando Redes Neuronales Recurrentes con celdas de gran memoria de corto plazo y unidades recurrentes cerradas», Comun. En Estad., vol. 15, n.o 2, Art. n.o 2, nov. 2022.
- [65] «10.1. Memoria a largo plazo a corto plazo (LSTM): documentación de Sumérjase en el aprendizaje profundo 1.0.0-beta0». https://d2l.ai/chapter_recurrent-modern/lstm.html (accedido 12 de abril de 2023).

Semillero de Investigación de Inteligencia Computacional

**PROTOTIPO DE SOFTWARE BASADO EN TÉCNICAS DE MACHINE LEARNING
APLICADAS A LA VISIÓN POR COMPUTADOR PARA LA CATEGORIZACIÓN DE
REPRESENTACIONES RUPESTRES EN PETROGLIFOS DIGITALIZADOS DE LA PROVINCIA
DE SAN LUIS (ARGENTINA)**

**GONZALEZ CARDONA ORMOLGUD ormolgud_gonzalez82182@elpoli.edu.co
SALAZAR MUÑOZ JUAN CARLOS juan_salazar82182@elpoli.edu.co**



Contexto:

La inteligencia artificial y la arqueología no son comúnmente asociadas pero el potencial que pueden lograr es asombroso, podemos ver esto en los diferentes estudios llevados a cabo durante los últimos años.

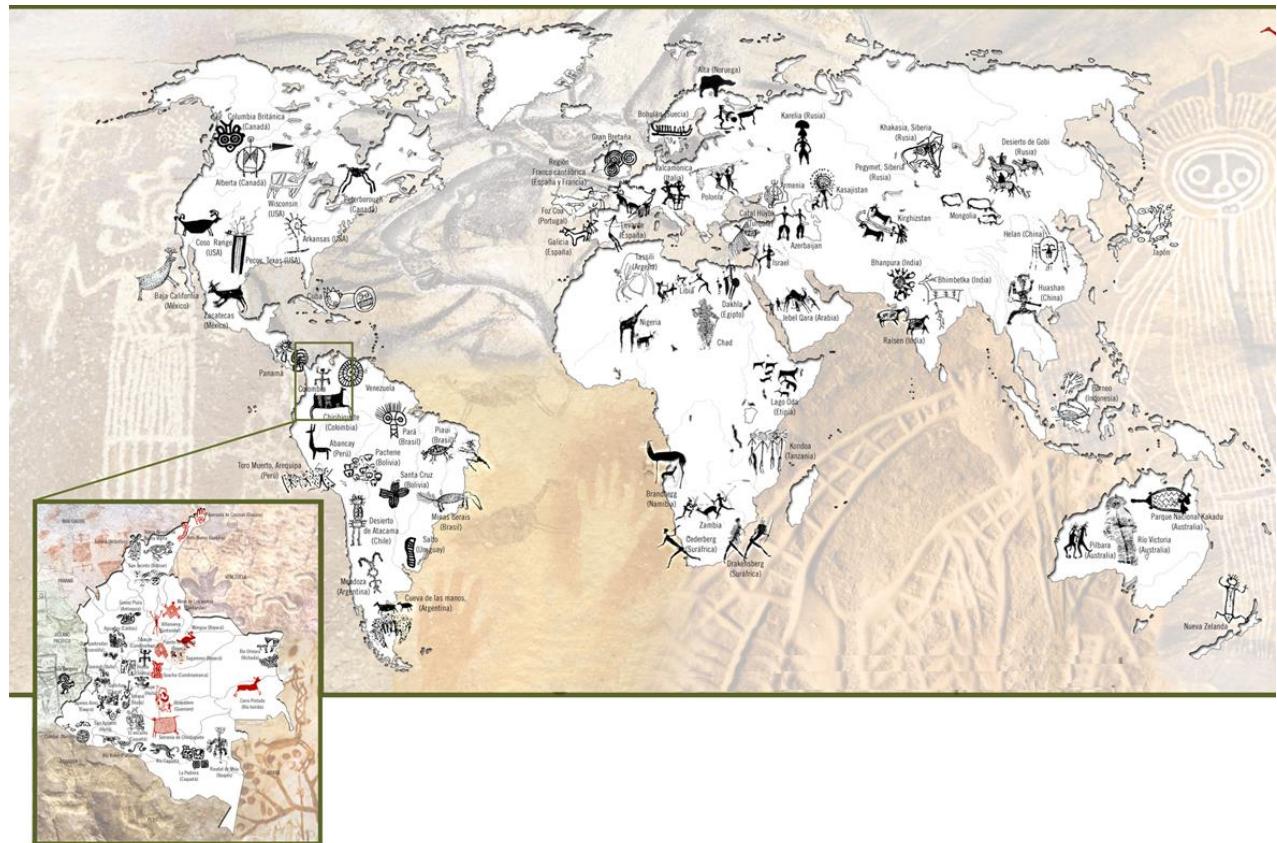
Estudiar el arte rupestre encierra ciertas complejidades, entre las cuales se puede contar la alta dificultad técnica de datación aún con las sofisticadas técnicas modernas.

El machine learning es una técnica que aunque no es nueva, ha sido usada de forma continua y variada en el estudio del patrimonio cultural, incluyendo aspectos de interés para la antropología. Los primeros algoritmos de machine learning ya comenzaban a aparecer en la década de los setentas, no obstante en la actualidad se ha evidenciado una gran explosión en su uso, producto de una capacidad para enfrentar problemas cada vez más complejos entre los que podemos encontrar el análisis de imágenes, el aprendizaje profundo, el reconocimiento de patrones y el reconocimiento de objetos.



En el mundo

Representaciones rupestres

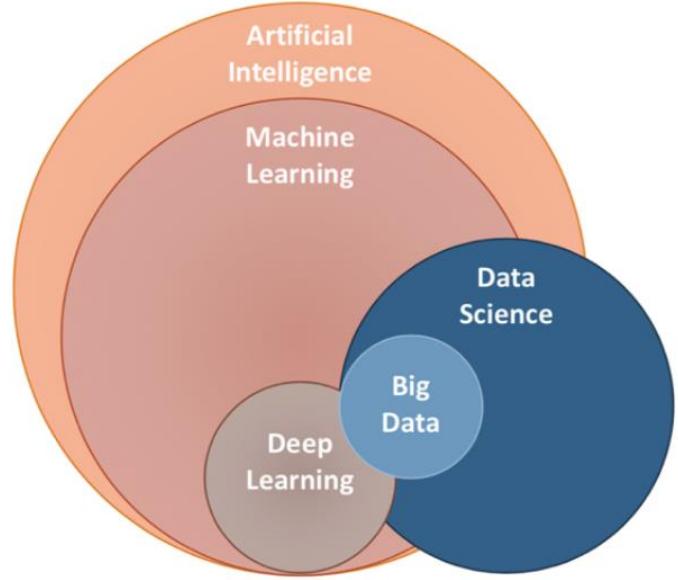


Complejidad y estudio

- Preservación
- Datación
- Interpretación.

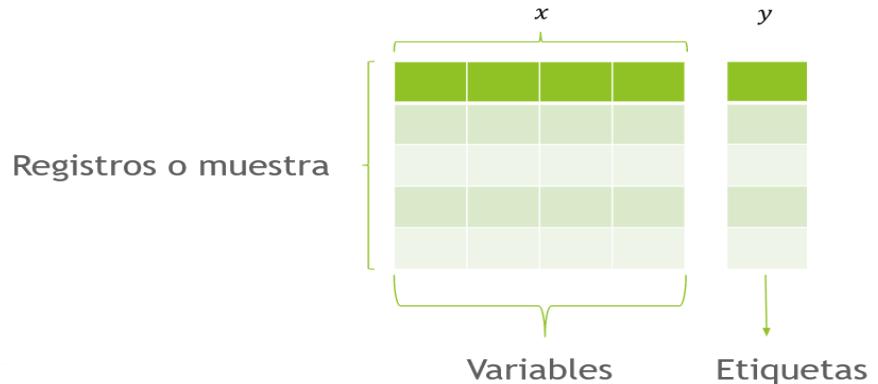


Machine Learning



Programmatic Spain. <https://www.programmaticaly.com/education>

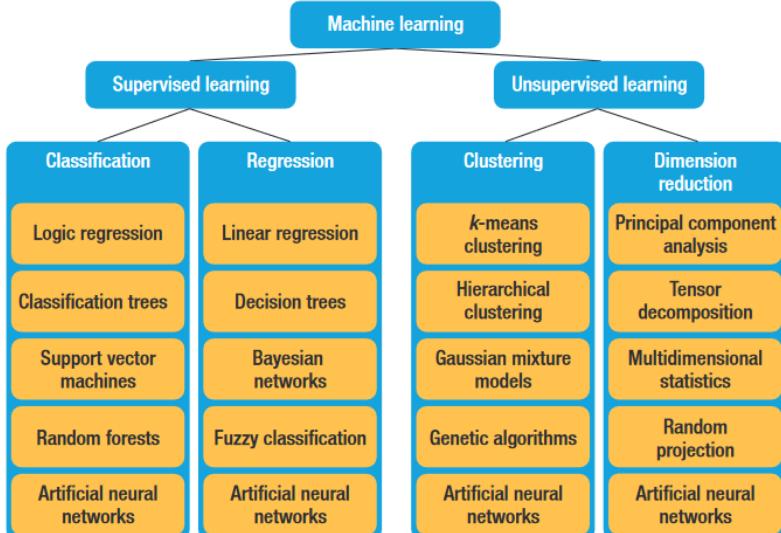
Aprendizaje supervisado



Aprendizaje no supervisado



Machine learning



OBJETIVO GENERAL:

Desarrollar un prototipo software utilizando técnicas de machine learning aplicadas a la visión artificial para el análisis de imágenes de motivos rupestres que permitan caracterizarlos, a partir de una colección digital de imágenes rupestres de la provincia de San Luis (Argentina).

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

Realizar una revisión del estado del arte en bases de datos científicas para identificar las principales técnicas y algoritmos de visión artificial y machine learning que se utilizan para el reconocimiento, segmentación, interpretación y clasificación de petroglifos, así como de las métricas para cuantificar comparativamente la tarea de clasificación.

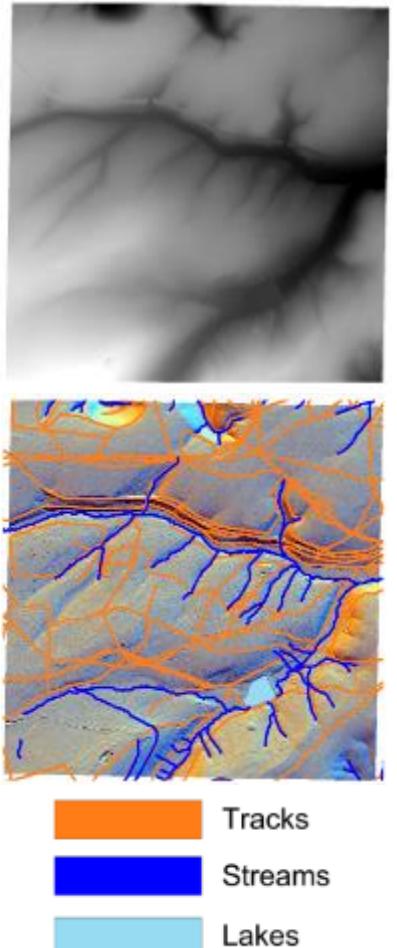
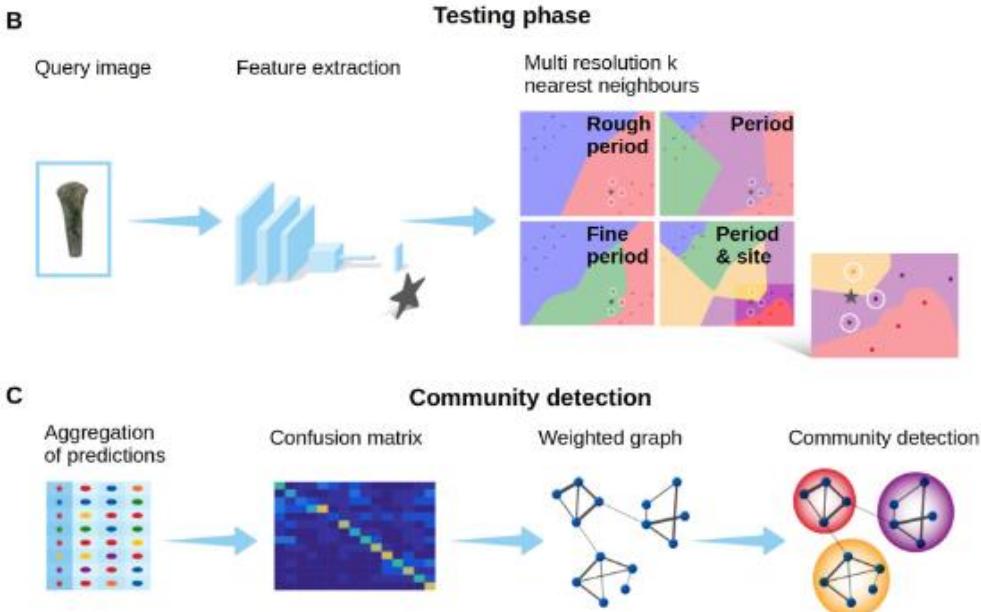
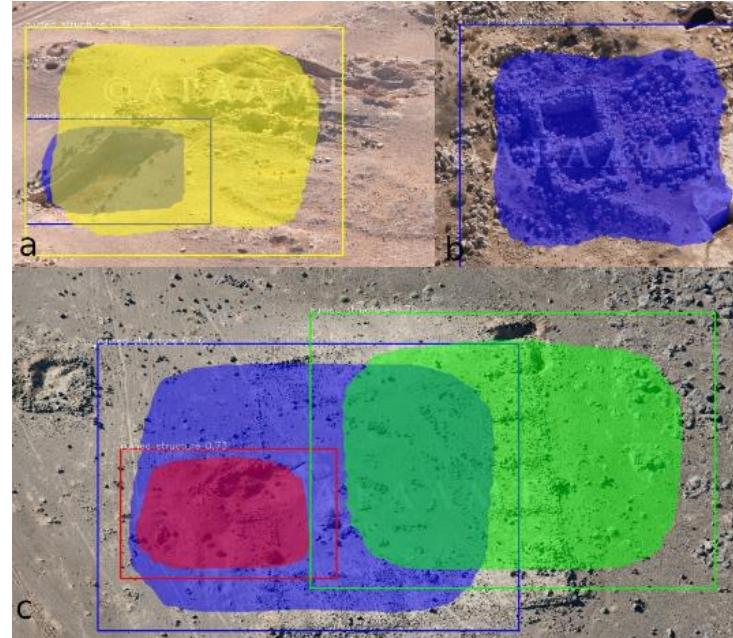
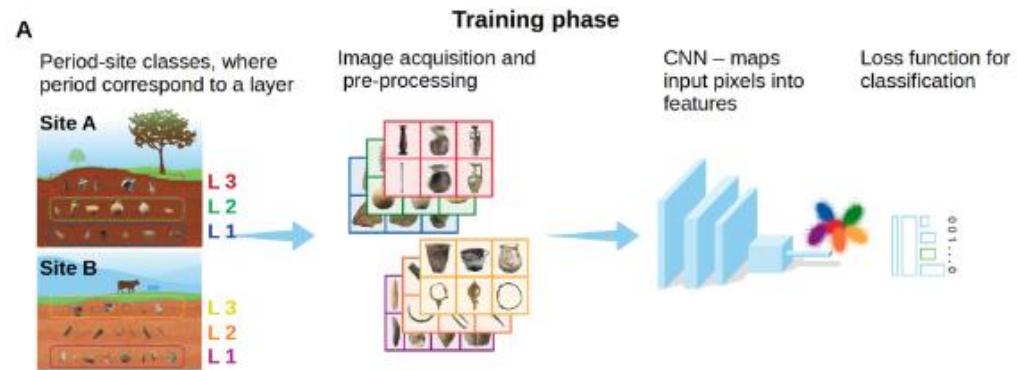
Hacer un análisis comparativo entre varios agrupamientos sobre la colección de imágenes del objeto de estudio, realizados por los algoritmos de aprendizaje de máquina escogidos y evaluando su desempeño de acuerdo los costos computacionales y las métricas escogidas, comparándolas con la clasificación realizada por un experto en Antropología.

Identificar patrones entre unidades morfológicas dentro de los resultados obtenidos en el agrupamiento realizado por el algoritmo escogido, para definir un diccionario de motivos rupestres.

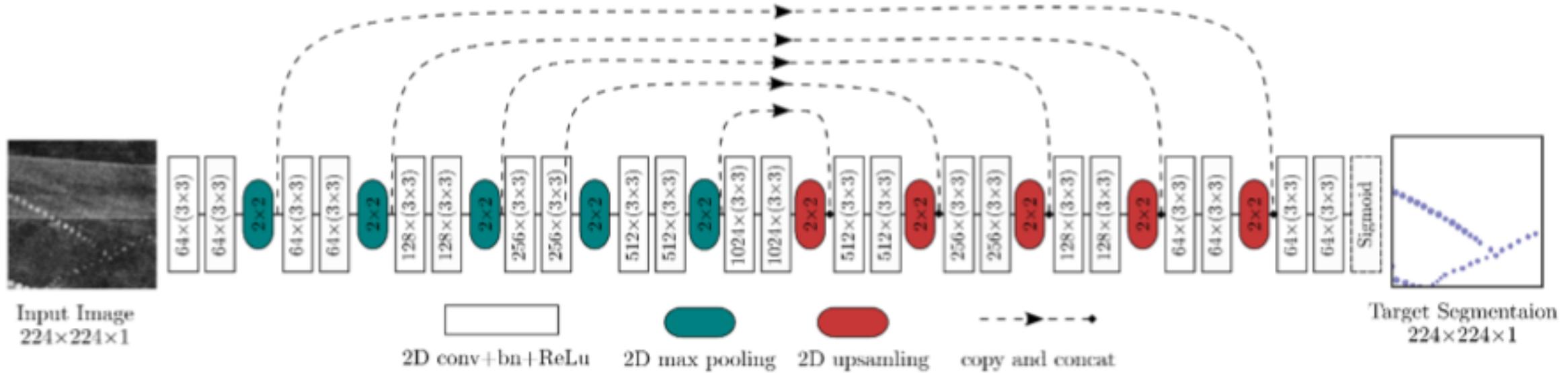
Elaborar un prototipo de software de acuerdo al mejor resultado obtenido entre los modelos definidos y estructurados en la presente investigación, que tome en cuenta los procesos de carga de imágenes, su procesamiento y captura de resultados.



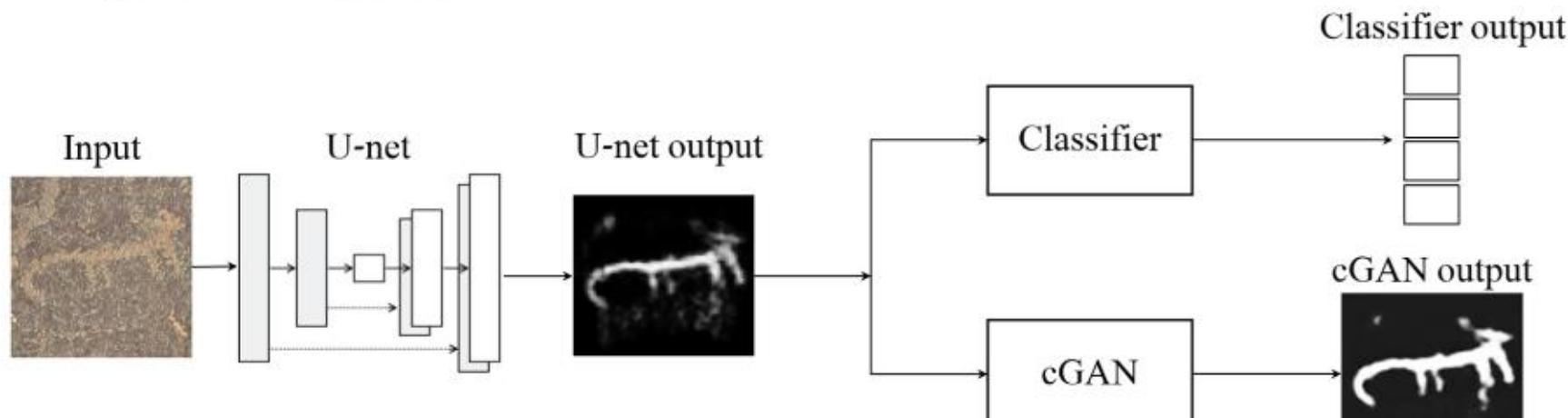
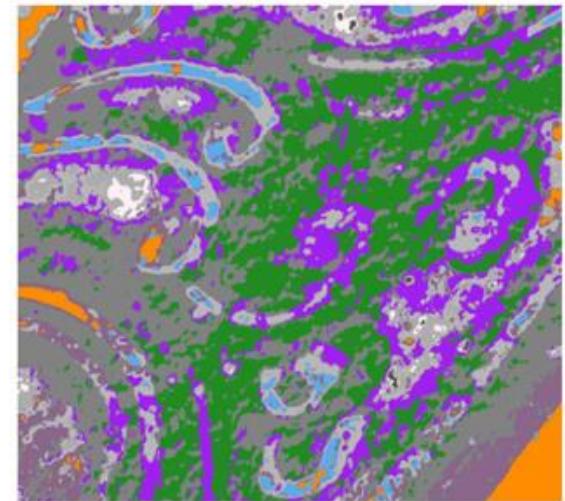
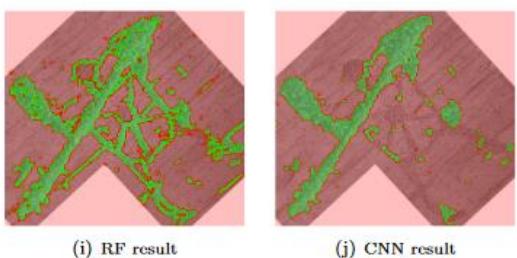
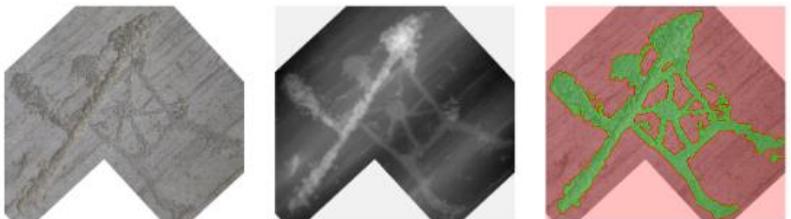
Machine Learning en Arqueología



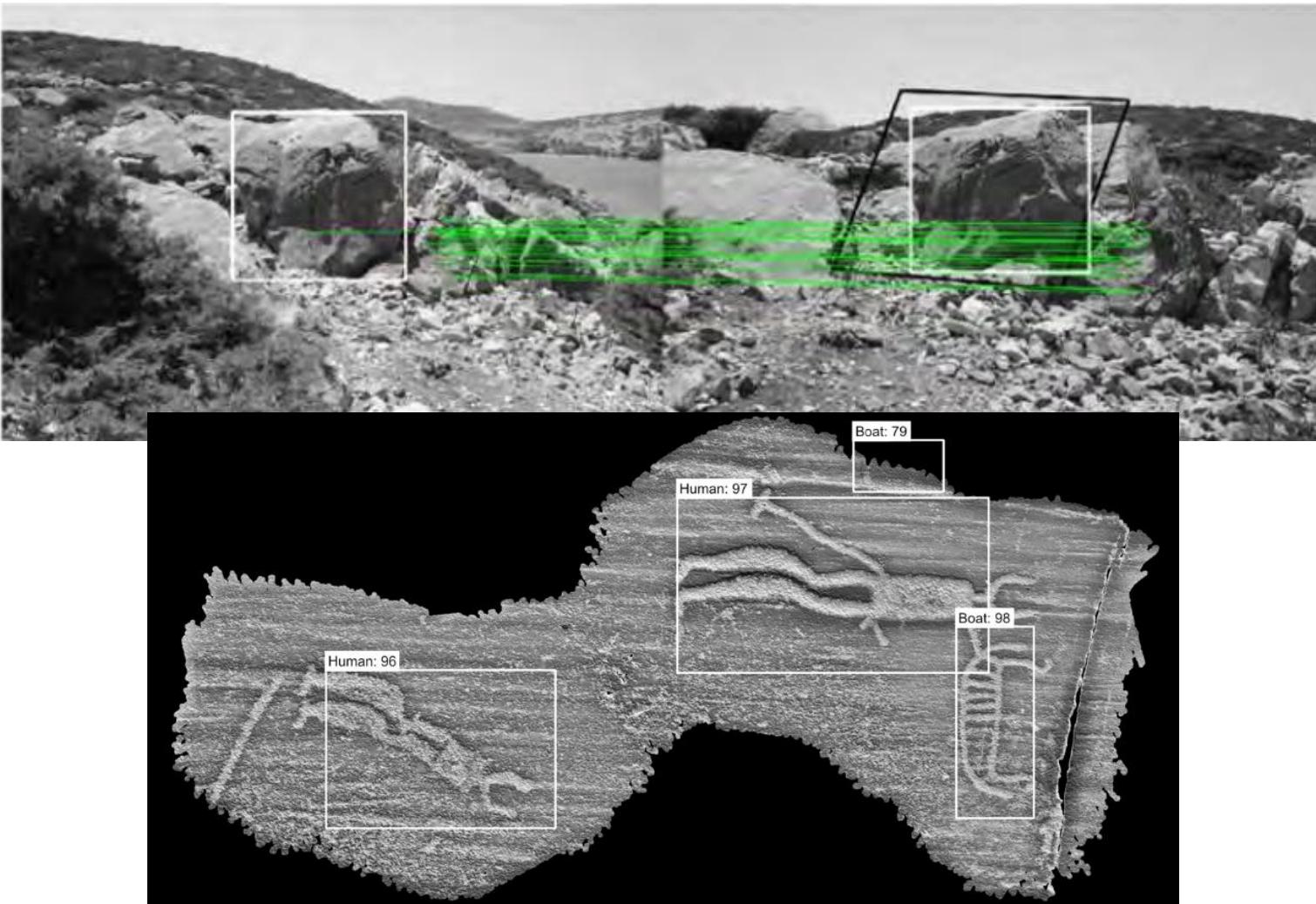
Machine Learning en Arqueología



Machine Learning en estudios rupestre

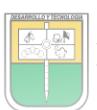


Machine Learning en rupestre



Pregunta de investigación

¿Es posible desarrollar un prototipo adecuado mediante el uso de técnicas de aprendizaje profundo aplicadas a la visión artificial para realizar un agrupamiento formal de motivos rupestres de la Provincia de San Luis (Argentina)?



Datos



***DESARROLLO DE UN PROTOTIPO DE APLICACIÓN MÓVIL NATIVA PARA
SISTEMAS ANDROID, UTILIZANDO TÉCNICAS DE VISIÓN POR COMPUTADORA
E INTELIGENCIA ARTIFICIAL BASADAS EN LA DETECCIÓN DE LA POSE
HUMANA EN TIEMPO REAL, CON EL PROPÓSITO DE CUANTIFICAR LA
VELOCIDAD EN LA FASE CONCÉNTRICA DE LA EJECUCIÓN DE LA
SENTADILLA.***

*Mateo Présiga Hidalgo
Valentina Palacio Holguin*

Asesor: Jorge Ernesto Espinosa Oviedo



OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un prototipo de aplicación móvil nativa para sistemas Android, aplicando técnicas de visión por computadora e inteligencia artificial basadas en la detección de la pose humana en tiempo real, con el objetivo de cuantificar la velocidad en la fase concéntrica de la ejecución de la sentadilla.



OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Caracterizar las técnicas y herramientas de visión computacional e inteligencia artificial orientadas a la identificación en tiempo real de la pose humana, que permitan de medir la velocidad para la fase concéntrica en la ejecución de la sentadilla por medio de una sistemática revisión literaria con el fin de establecer los fundamentos esenciales del sistema.
2. Realizar una evaluación comparativa de distintos algoritmos de visión por computadora e inteligencia artificial centrados en la detección en tiempo real de la pose humana, considerando aspectos como el rendimiento computacional y los resultados obtenidos en el cálculo de la velocidad durante la fase concéntrica de la sentadilla con la finalidad de seleccionar el algoritmo que mejor se ajuste a los propósitos de la investigación en términos de eficiencia y precisión.



OBJETIVOS ESPECÍFICOS

3. Diseñar la arquitectura del sistema basándose en la caracterización planteada y utilizando las herramientas de visión computacional e inteligencia artificial seleccionadas a partir del análisis comparativo con el fin de integrarlas en el ambiente de desarrollo Android Studio para la construcción del prototipo funcional.
4. Implementar la arquitectura previamente diseñada haciendo uso de las técnicas y herramientas planteadas con el fin de materializar y desarrollar de manera efectiva el prototipo.
5. Validar el prototipo desarrollado mediante la comparación de los resultados de velocidad entre la aplicación y el dispositivo "Encoder lineal", empleando la métrica del error cuadrático medio (MSE), a través de pruebas controladas durante la ejecución de la fase concéntrica de la sentadilla con el propósito de verificar la eficacia y calidad de la solución implementada.



ETAPAS

ETAPA 1: Entendimiento del contexto y de los datos a obtener

- Definición del alcance de la investigación.
- Caracterización de la información sobre la detección por medio de técnicas de visión por computadora en tiempo real e inteligencia artificial de la pose humana, de los dispositivos o técnicas usadas para detectar la velocidad en los ejercicios de fuerza analizando las previas investigaciones y desarrollos, para la determinación de las bases de la aplicación móvil.
- Revisión de literatura por medio de bases de datos académicas para la comprensión inicial de los conceptos sobre la pose humana, sentadilla, gesto deportivo, encoder y visión por computador.

ETAPA 2: Preparación de datos

- Establecimiento de bases mediante las consultas obtenidas en las bases de datos con el fin de tener claridad para la aplicación posterior.
- Corrección de errores que se pueden haber presentado en el establecimiento de las bases con la ayuda de revisiones más exhaustivas para obtener una caracterización más comprensible.



ETAPAS

ETAPA 3: Construcción del prototipo

- Planteamiento del modelo a través de bocetos con el fin de facilitar la comprensión para el diseño final.
- Diseño de modelos por medio de Python, Android Studio como IDE, y la librería MediaPipe, para definir de una forma clara la estructura final del prototipo.
- Revisión de los modelos creados, a fin de que se identifiquen escenarios faltantes o que estén mal planteados.

ETAPA 4: Desarrollo del Prototipo

- Desarrollo y obtención de prototipo aplicable para sistemas operativos Android que utilice visión por computadora y que permita la cuantificación de la velocidad a la hora de realizar la técnica de la sentadilla, empleando herramientas de desarrollo como el IDE Android Studio, el lenguaje de programación Python y la librería MediaPipe.
- Implementación del prototipo a través de las herramientas de desarrollo para comenzar la evaluación de los resultados.



ETAPAS

ETAPA 5: Evaluación

- Comprobación del prototipo resultante por medio de verificaciones a las métricas establecidas previamente a través del ground truth realizado para el aplicativo .
- Revisión de los resultados obtenidos y generación de conclusiones sobre la investigación.
- Recolección de los datos obtenidos mediante herramientas ofimáticas a fin de que se tenga un informe más claro que permita la identificación de los problemas que se pudieron haber presentado así como de los casos exitosos.



DESARROLLO DE UN GEOPORTAL PARA LA EMPRESA INNTERRA CON TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO ESTADÍSTICOS PARA LA EXTRACCIÓN DE INFORMACIÓN DE LOTES DE CULTIVOS EN COLOMBIA

Realizado por:

Juan Pablo Betancur Calderón

Asesorado por:

Jorge Ernesto Espinosa Oviedo



POLITÉCNICO COLOMBIANO
JAIME ISAZA CADAVÍD

Planteamiento del Problema

Innterra es una empresa enfocada en incorporar nuevas tecnologías en procesos agroindustriales además es una empresa con base tecnológica para la agricultura y ganadería de algunas subregiones de Antioquia, Magdalena, Costa Atlántica, Tolima, Eje Cafetero y Valle del Cauca.



Planteamiento del Problema



Para Innterra es de suma importancia ofrecer a los clientes un análisis de la información de la evaluación de riesgos de sus cultivos, para que posteriormente se tomen decisiones. Por eso para la empresa es importante ofrecer sus servicios en un solo paquete, que le permita llevar un manejo de las operaciones y riesgos agroindustriales.



Justificación



Una herramienta que resulta beneficiosa por sus características y fácil acceso para el sector agropecuario es un geoportal. Un geoportal es, entonces, un lugar de interacción entre el usuario y el universo de recursos y servicios de connotación geográfica contenidos en un sitio web, donde la interacción responde principalmente al interés de que el usuario pueda explotar con éxito este sitio web.



Justificación

Geoportales privados tales como GisCloud, que permite mapear en tiempo real para todos los flujos de trabajo, que permite subir archivos vectoriales o ráster; además permite acceder a mapas privados compartidos con el usuario, en cualquier momento, lugar y dispositivo.



Objetivo General

Desarrollar un geoportal implementando técnicas de desarrollo web, procesos geoespaciales y técnicas estadísticas que sinteticen la información de los lotes de cultivos en Colombia y permitan elaborar, guardar y publicar mapas a Innterra.



Objetivos Específicos

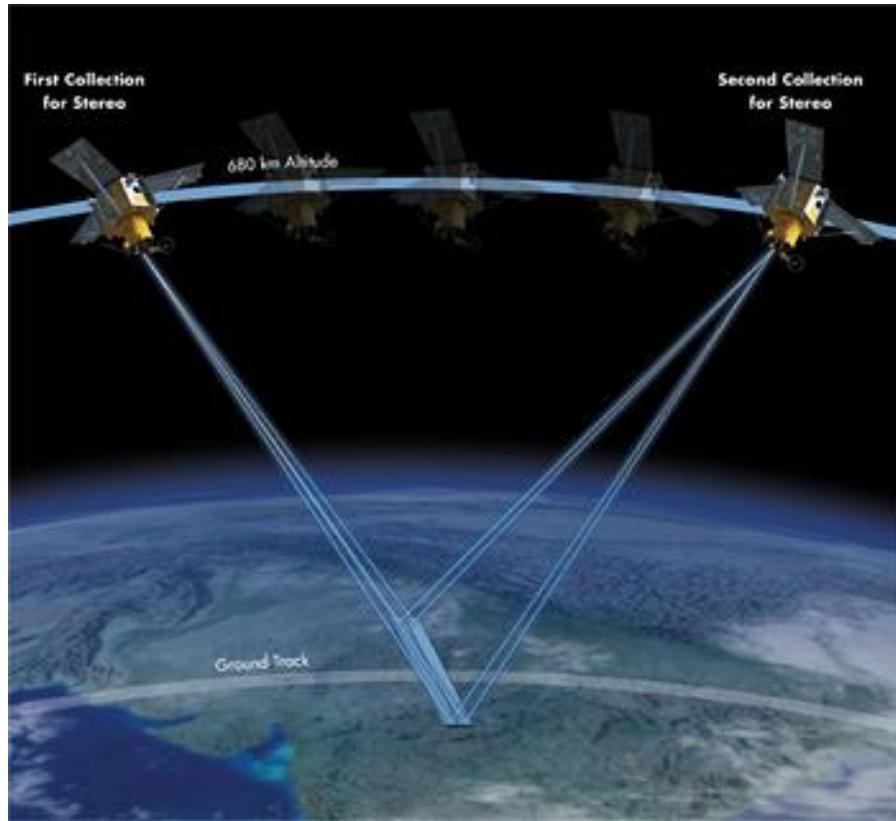
1. *Realizar una revisión del estado del arte en bases de datos científicas y la información obtenida por Innterra en sus años de experiencia para identificar cómo se realizan actualmente sus geoprocessos.*
2. *Definir requerimientos funcionales y no funcionales,*
3. *Diseñar la arquitectura de software mediante diagramas, teniendo en cuenta el alcance, los requisitos funcionales y no funcionales de la empresa.*
4. *Implementar un geoportal de acuerdo con la arquitectura definida y estructura para la investigación.*
5. *Validar la calidad del prototipo con un plan de pruebas funcional y/o no funcional que permita verificar la solución implementada.*



Imágenes Satelitales

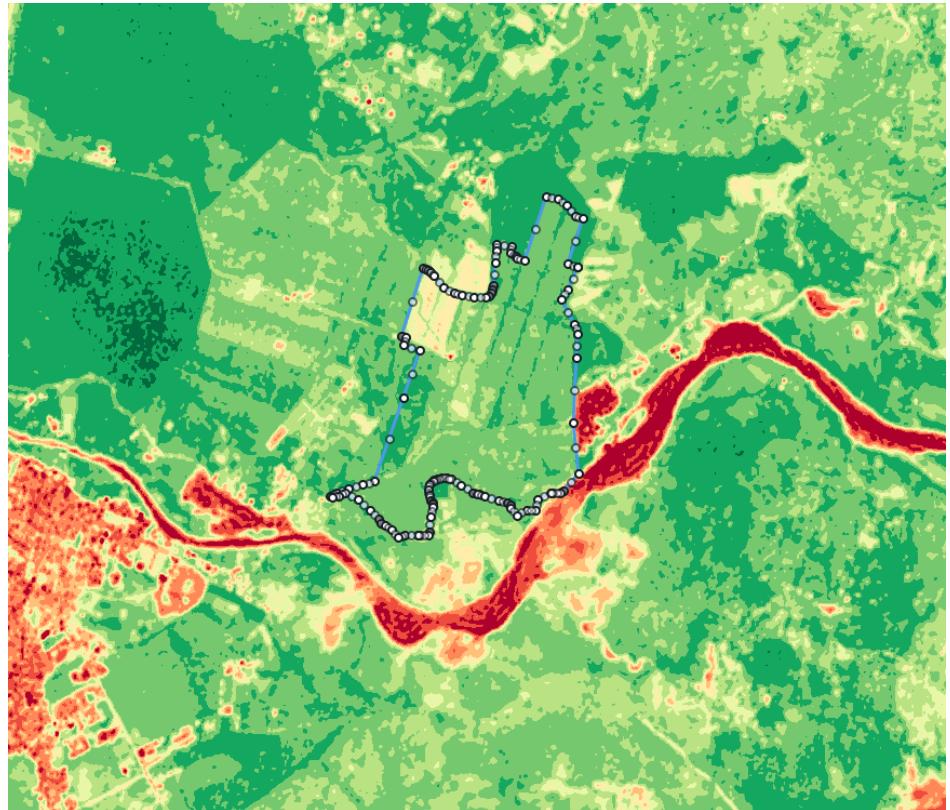


Verdadero Color. 21 Enero. Land Viewer – Sentinel-2

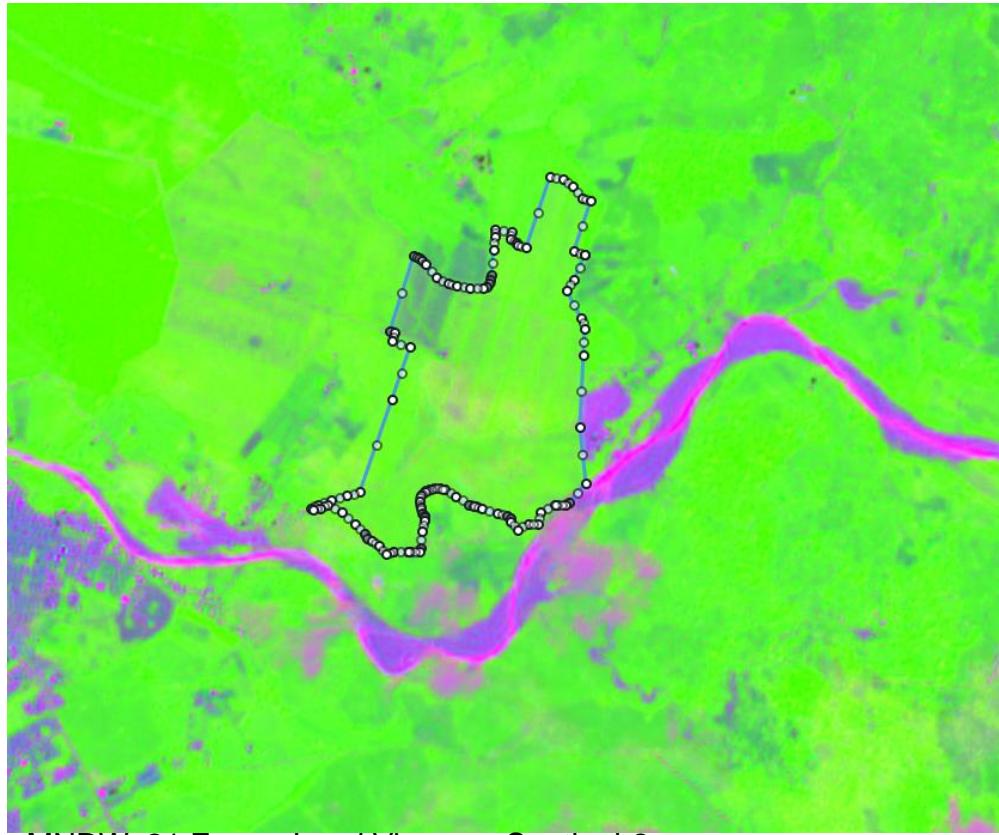


<https://static.wikia.nocookie.net/ingenieriatopografica/images/8/8c/Stereo-ikonos-data-collection-page.jpg/revision/latest?cb=2011025052854&path-prefix=es>

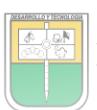
Imágenes Satelitales



NDVI. 21 Enero. Land Viewer – Sentinel-2



MNDW. 21 Enero. Land Viewer – Sentinel-2



Imágenes Satelitales

NDVI

El Índice de Diferencia Normalizada de la Vegetación es a menudo usado para monitorizar las sequías, para monitorizar y predecir la producción agrícola, para ayudar a la predicción de zonas susceptibles de incendios y para los mapas de desertización.

MNDWI

Por ejemplo, la vegetación aparece en verde, el agua en púrpura, la nieve/hielo, en magenta, y el suelo, las rocas y la tierra seca, en azul. Las nubes también pueden aparecer como una mezcla de púrpura y magenta. En ese caso, esos índices por sí solos no son indicativos para diferenciar las nubes del agua o la nieve/hielo.



Imágenes Satelitales

Sentinel 2

Los Sentinel son una nueva flota de satélites diseñada específicamente para proporcionar los abundantes datos e imágenes de que se nutre el programa Copernicus, de la Comisión Europea.



Tomado de:
https://content.satimagingcorp.com/media2/filer_public_thumbnails/filer_public/b8/3b/b83b4782-bd4f-404f-badf-0bc160cdd959/cms_page_media1530sentinel-2.jpeg__400.0x305.0_q85_subsampling-2.jpg

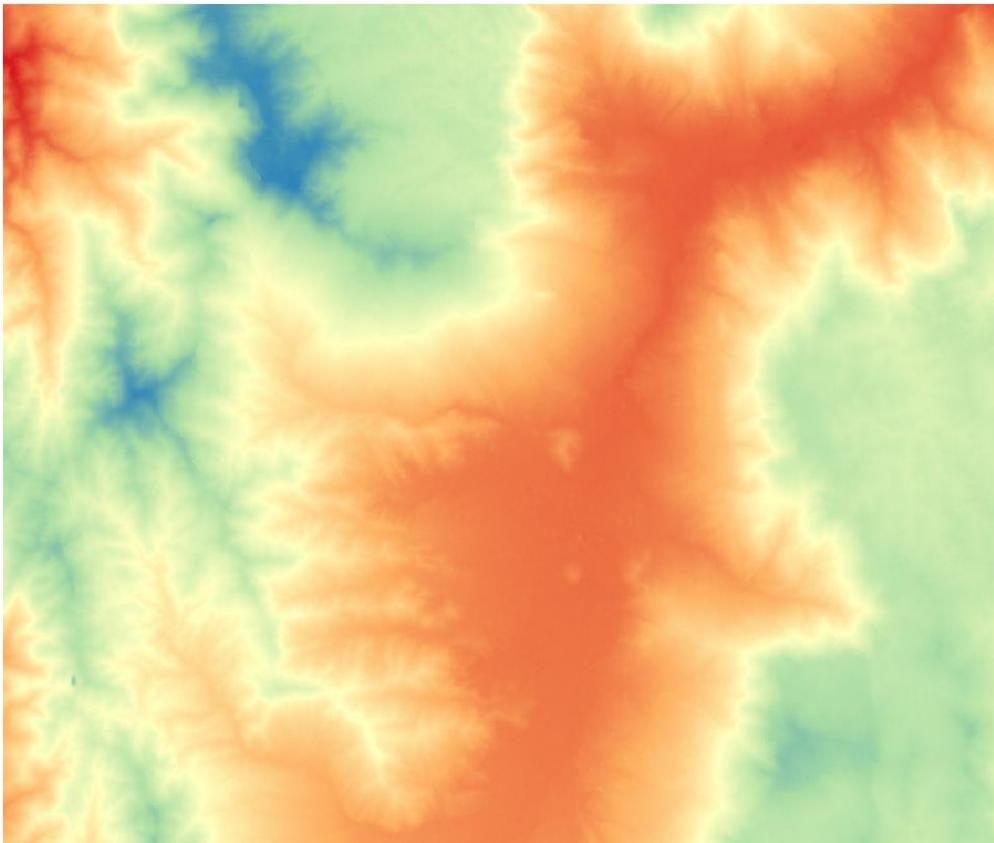


POLITÉCNICO COLOMBIANO
JAIME ISAZA CADAVÍD

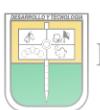
Imágenes Raster



Ortofoto – Finca Plantación



DEM – Ciudad de Medellín



POLITÉCNICO COLOMBIANO
JAIME ISAZA CADAVÍD

Imágenes Ráster

Ortofoto

La ortofotografía es la presentación fotográfica de una zona de la superficie terrestre, en la que todos los elementos están en la misma escala, libre de errores y deformaciones, con la misma validez de un plano cartográfico

MDE (Modelo elevación digital)

Un modelo digital de terreno es una estructura numérica de datos que representa la distribución espacial de una variable cuantitativa y continua.



Referencias

- Atehortua, G. (2018). Tecnología e innovación: una apuesta para desarrollar el agro colombiano. *Investigaciones Agroindustriales*, 4-5. doi:<https://doi.org/10.23850/24220582.1797>
- Bonilla, R. (2011). Apertura y reprimarizacion de la economia colombiana. *Nueva Sociedad*, 46-65. Obtenido de https://static.nuso.org/media/articles/downloads/3752_1.pdf
- Caceres, D. (2015). Tecnología agropecuaria y agronegocios. La lógica subyacente del modelo tecnológico dominante. *Mundo agrario*, 16(31), 2. Obtenido de <http://www.scielo.org.ar/pdf/magr/v16n31/v16n31a08.pdf>
- Erasso, C. (2020). El agro colombiano en píxeles: nuevos aportes a la relación inversa tamaño-productividad. *Universidad de los Andes.*, 2-10. Obtenido de <http://hdl.handle.net/1992/50890>
- GisCloud. (s.f.). *GisCloud*. Obtenido de GisCloud: <http://es.giscloud.com/>
- Hochstain, E., & Lopez, C. B. (2012). Análisis de navegación de geoportales. *X Congreso Latinoamericano de Sociedades de Estadística*. Obtenido de https://www.thedigitalmap.com/~carlos/papers/rep12_5/GeoClatse2012_TrabajoCompleto_version002.pdf
- Jimenez, L., Yepez, J., & Vazquez, A. (2014). El usuario como factor de éxito en el diseño de un geoportal. *GeoFocus. International Review of Geographical Information Science and Technology*, 181-210. Obtenido de <https://geofocus.org/index.php/geofocus/article/view/307>
- Kreimerman, R., & Cattivelli, M. (2023). La inserción de las TIC en el agro y la industria uruguaya. *Udelar*, 28. doi:<https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/handle/20.500.12008/38004>
- Mejia, V., jimenez, G., & Garzón, J. (2019). ¿QUÉ ES UN GEOPORTAL Y COMO SE CREA? *EIEI ACOFI*, 9. doi:<https://doi.org/10.26507/ponencia.101>
- Mora, A., Rosales, K., & Vazquez, J. (2017). Los geoportales, una herramienta alternativa para el desarrollo económico local. El caso del SIGUE Vallarta. *PAAKAT: revista de tecnología y sociedad*, 6(11), 1-24. Obtenido de <https://www.scielo.org.mx/pdf/prts/v6n11/2007-1094-apertura-6-11-0001.pdf>
- Zabala, H. (2016). Economía agraria y asociatividad cooperativa en Colombia. *Fondo Editorial Universidad Católica Luis Amigó*, 14-16. Obtenido de http://repository.ucatolicaluisamigo.edu.co/handle/ucatolicamigo/www.funlam.edu.co/uploads/fondoeditorial/230_Economia_agraria_y_asociatividad_cooperativa_en_Colombia.pdf
- Duque, M., Romero, F., & Jimenez, J. (2019). Validating a Georeferenced Map Viewer Through Online and Manual Tests. *2019 International Conference on Inclusive Technologies and Education (CONTIE)*, 91-97. doi:[10.1109/CONTIE49246.2019.00026](https://doi.org/10.1109/CONTIE49246.2019.00026)
- Gaytán, L., Farfás, M., Chavez, V., & Cervantes, Z. (2021). Design and Implementation of a Cadastral Geoportal for Cartography Visualization and Integration of Geospatial Services. *Revista internacional de investigación e innovación tecnológica*, 8(45), 20-39. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-97532020000400002&lang=es
- IGAC. (17 de August de 2018). *¿Qué hacemos? / Instituto Geográfico Agustín Codazzi*. Recuperado el 2 de August de 2023, de INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI: <https://www.igac.gov.co/es/que-hacemos>
- Rodriguez, M. (2019). The Geoportal as Strategy for Sustainable Development. *International Journal of Physical Sciences and Engineering*, 3(1), 10-21. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/335675896_The_Geoportal_as_Strategy_for_Sustainable_Development?enrichId=rqreq-1a7b46b69730a57a26adc9b1ee8903ea-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdI OzMzNTY3NTg5NjtBUzo3MTk0MjYxNDgxMzQ5MTNAMTU0ODUzNTk2ODI4Mw%3D%3D&el=1_x_2
- Innterra. (11 de 2021). *INN*. Obtenido de <https://www.inn.com.co/2021/11/estohacemos.html>

Puuuff!!



Preguntas????