

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN
CRISTÓBAL DE HUAMANGA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA
Y CIVIL**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS:

**Modelo con redes neuronales artificiales para predecir el
diseño de diques de concreto ciclópeo en los proyectos de
siembra y cosecha de agua, Ayacucho 2024**

Para optar el título profesional de:

INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

Bach. David PALOMINO PARIONA

ASESOR:

MSc. Ing. Hemerson LIZARBE ALARCÓN

AYACUCHO - PERÚ

2025

Dedicatoria

A mi familia, ese faro constante en mi vida, cuya luz ha guiado cada uno de mis pasos. Cada uno de ustedes ha dejado una huella imborrable en mi corazón: desde los abrazos cálidos que me han brindado aliento en los momentos más oscuros, hasta las risas compartidas que han llenado mis días de alegría. Sus palabras de sabiduría han sido las brújulas que me han orientado en el vasto océano de la incertidumbre. Esta tesis es un reflejo del amor infinito, el apoyo incondicional y la inspiración constante que me han ofrecido. Gracias por ser mi hogar, mi refugio y mi mayor motivación. Cada éxito que celebro es también un eco de su amor y sacrificio.

Agradecimientos

- ✍ A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, santuario de saber y faro en el horizonte de mis sueños. En sus aulas y corredores se ha forjado el destino de mi curiosidad, y en sus enseñanzas he hallado la luz que ha iluminado mis noches de estudio y mis días de reflexión. Este trabajo es un tributo a la tierra fértil donde germinaron mis ideas, al crisol de conocimiento que ha hecho posible la realización de mis aspiraciones. Gracias por ser el alma de mi viaje académico, el lugar donde los sueños se entrelazan con la realidad y el conocimiento florece.
- ✍ Al Ingeniero Hemerson Lizarbe Alarcón, mentor incansable y guía iluminado en el sendero de mi investigación. Su sabiduría ha sido el faro en medio de las brumas de la duda, y su dedicación, el soporte firme sobre el que se ha construido esta tesis. Con cada consejo y cada corrección, ha sido un arquitecto de mis ideas y un sembrador de conocimiento. Gracias por su fe en mis capacidades y por su incansable labor que ha hecho posible la concreción de este trabajo. Su influencia ha dejado una impronta imborrable en mi trayectoria y en mi corazón.
- ✍ A mi familia, refugio cálido y constante en el vasto océano de la vida. Su amor incondicional ha sido el viento que ha llenado mis velas en los días de calma y de tormenta. En cada abrazo, en cada palabra de aliento, he encontrado el poder de superar obstáculos y la motivación para seguir adelante. Esta tesis es un reflejo de su sacrificio y de su cariño eterno. Gracias por ser mi hogar, por ser el centro de mi universo, y por brindarme la fortaleza y el amor necesarios para alcanzar cada meta.

David Palomino Pariona

Resumen

La presente investigación se centra en el desarrollo de un modelo con redes neuronales artificiales (RNA) para predecir el diseño de diques de concreto ciclópeo, específicamente en el marco de los proyectos de siembra y cosecha de agua.

Tradicionalmente, los métodos de diseño de estas estructuras dependen de criterios empíricos y de la experiencia profesional de los ingenieros quienes se dedican a esta rama de la ingeniería civil, lo que a menudo lleva y resulta en un proceso ineficiente, y con un riesgo considerable de errores de dimensionamiento de estas estructuras de retención de agua. Esta problemática se vuelve aún más crítica en contextos donde la precisión es esencial para la sostenibilidad y funcionalidad de las infraestructuras hidráulicas. En este sentido, los modelos con redes neuronales artificiales (RNA) surgen como una alternativa moderna y viable, capaces de manejar grandes volúmenes de datos y de capturar relaciones complejas y no lineales que son difíciles de identificar mediante enfoques convencionales del diseño.

Para el desarrollo del modelo, se recopiló una base de datos que consta de 242 registros extraídos de modelos de elevación digital (DEM) y de los expedientes técnicos de proyectos de siembra y cosecha de agua aprobados por la Unidad Ejecutora Fondo Sierra Azul. Estos registros incluyen diversas características topográficas e hidrológicas de las zonas de estudio, lo que permite establecer un conjunto robusto de variables estadísticas de entrada, como coordenadas del punto de aforo, área de la microcuenca y volumen de almacenamiento del mismo, que vienen siendo características topográficas e hidrológicas de las microcuencas extraídas de los modelos de elevación digital (DEM). Estas variables estadísticas son fundamentales para la estimación precisa de los parámetros de diseño de los diques de concreto ciclópeo, lo que a su vez impacta en la eficiencia del manejo del recurso hídrico en las áreas afectadas.

La arquitectura del modelo con redes neuronales artificiales (RNA) se diseñó con múltiples capas y neuronas, y se optimizó utilizando el algoritmo de optimización Adam, el cual es conocido por su capacidad para mejorar la convergencia y la generalización del modelo. A través de un proceso riguroso de entrenamiento y validación del modelo, se lograron resultados prometedores que indican una alta precisión en las predicciones. Los coeficientes de determinación R^2 alcanzaron valores superiores a 0.90 en la predicción de varias variables estadísticas de salida, lo que sugiere una fuerte correlación entre las predicciones realizadas con el modelo y los valores reales observados.

En cuanto a los resultados, para las coordenadas Este 1 y Norte 1, se obtuvieron valores de MAE de 52.44 y 52.75, con MSE de 3269.13 y 3676.19, y un RMSE ajustado de 57.17 y 60.63, respectivamente, lo que muestra una correlación casi perfecta, con R^2 de 0.999998 y 0.999999. Para la elevación 1, el MAE fue de 28.78, con un RMSE de 34.10 y un R^2 de 0.976020, indicando alta exactitud y margen para mejoras. Las coordenadas Este 2 y Norte 2 mostraron errores medios en el rango de 45 a 60 unidades, manteniendo R^2 de 0.999998 y 0.999999. En el caso de la elevación 2, el MAE fue de 32.96, con un RMSE de 39.05 y un R^2 de 0.968558, lo que confirma una fuerte correlación. La longitud del dique mostró un MAE de 3.43 y un RMSE de 4.68, con un R^2 de 0.924280, lo que refleja una buena correlación, aunque ligeramente menor en comparación con otras variables. Por último, la altura del dique presentó el menor error absoluto, con un MAE de 0.085 y un RMSE de 0.097, junto con un R^2 de 0.966354, lo que sugiere una notable precisión en las predicciones.

En conclusión, la implementación de modelos con redes neuronales artificiales (RNA) en el diseño de diques de concreto ciclópeo no solo optimiza el proceso de diseño, sino que también reduce el riesgo de errores de dimensionamiento. Este enfoque innovador proporciona una solución alineada con las necesidades actuales de los proyectos de siembra y cosecha de agua, contribuyendo así a la sostenibilidad y efectividad de las infraestructuras hidráulicas en entornos críticos. El desarrollo de este modelo representa un paso significativo hacia la mejora de las prácticas de diseño en ingeniería civil, abriendo la puerta a futuras investigaciones que podrían explorar nuevas aplicaciones de las redes neuronales artificiales en la optimización de estructuras hidráulicas y otras áreas de la ingeniería.

Palabras Claves: Redes neuronales artificiales (RNA), diques de concreto ciclópeo, proyectos de siembra y cosecha de agua, métodos de diseño, modelos de elevación digital (DEM), variables topográficas e hidrológicas, algoritmo de optimización Adam, coeficientes de determinación R^2 , error absoluto medio (MAE), error cuadrático medio (MSE), raíz del error cuadrático medio (RMSE), sostenibilidad, infraestructuras hidráulicas, optimización del diseño e ingeniería civil.

Abstract

The present research focuses on the development of a model using artificial neural networks (ANN) to predict the design of cyclopean concrete dams, specifically within the framework of water harvesting and sowing projects.

Traditionally, the design methods for these structures depend on empirical criteria and the professional experience of engineers who work in this field of civil engineering, which often leads to an inefficient process and a significant risk of sizing errors in these water retention structures. This issue becomes even more critical in contexts where precision is essential for the sustainability and functionality of hydraulic infrastructures. In this regard, models using artificial neural networks (ANN) emerge as a modern and viable alternative, capable of handling large volumes of data and capturing complex and nonlinear relationships that are difficult to identify through conventional design approaches.

For the model development, a database consisting of 242 records was compiled, extracted from digital elevation models (DEM) and the technical records of water harvesting and sowing projects approved by the Fondo Sierra Azul Executing Unit. These records include various topographical and hydrological characteristics of the study areas, allowing for the establishment of a robust set of statistical input variables, such as gauging point coordinates, watershed area, and storage volume, which are topographical and hydrological characteristics of the micro-basins extracted from the digital elevation models (DEM). These statistical variables are fundamental for the accurate estimation of the design parameters of cyclopean concrete dams, which in turn impacts the efficiency of water resource management in the affected areas.

The architecture of the artificial neural networks (ANN) model was designed with multiple layers and neurons and optimized using the Adam optimization algorithm, which is known for its ability to improve convergence and generalization of the model. Through a rigorous process of model training and validation, promising results were achieved, indicating high precision in the predictions. The coefficients of determination R^2 reached values greater than 0.90 in the prediction of various output statistical variables, suggesting a strong correlation between the predictions made with the model and the observed real values.

Regarding the results, for coordinates East 1 and North 1, MAE values of 52.44 and 52.75 were obtained, with MSE of 3269.13 and 3676.19, and an adjusted RMSE

of 57.17 and 60.63, respectively, indicating an almost perfect correlation, with R^2 of 0.999998 and 0.999999. For elevation 1, the MAE was 28.78, with an RMSE of 34.10 and R^2 of 0.976020, indicating high accuracy and room for improvement. Coordinates East 2 and North 2 showed average errors in the range of 45 to 60 units, maintaining R^2 of 0.999998 and 0.999999. In the case of elevation 2, the MAE was 32.96, with an RMSE of 39.05 and an R^2 of 0.968558, confirming a strong correlation. The length of the dam showed an MAE of 3.43 and an RMSE of 4.68, with an R^2 of 0.924280, reflecting good correlation, although slightly lower compared to other variables. Lastly, the height of the dam presented the lowest absolute error, with an MAE of 0.085 and an RMSE of 0.097, along with an R^2 of 0.966354, suggesting notable precision in the predictions.

In conclusion, the implementation of models using artificial neural networks (ANN) in the design of cyclopean concrete dams not only optimizes the design process but also reduces the risk of sizing errors. This innovative approach provides a solution aligned with the current needs of water harvesting and sowing projects, thereby contributing to the sustainability and effectiveness of hydraulic infrastructures in critical environments. The development of this model represents a significant step toward improving design practices in civil engineering, paving the way for future research that could explore new applications of artificial neural networks in optimizing hydraulic structures and other areas of engineering.

Keywords: Artificial neural networks (ANN), cyclopean concrete dams, water harvesting and sowing projects, design methods, digital elevation models (DEM), topographical and hydrological variables, Adam optimization algorithm, coefficients of determination R^2 , mean absolute error (MAE), mean squared error (MSE), root mean square error (RMSE), sustainability, hydraulic infrastructures, design optimization, and civil engineering.

Índice general

	<i>Página</i>
Portada	ii
Dedicatoria	ii
Agradecimientos	iii
Resumen	iv
Abstract	v
Índice General	vi
Índice de figuras	xvi
Índice de tablas	xviii
Introducción	xvi
I Planteamiento del Problema	1
1.1 Descripción del problema	1
1.1.1 Mundial	1
1.1.2 Nacional	2
1.1.3 Regional	3
1.2 Delimitación del problema	3
1.2.1 Espacial	3
1.2.2 Temporal	4
1.2.3 Temática y unidad de análisis	5
1.3 Formulación del problema	5
1.3.1 Problema general	5
1.3.2 Problemas específicos	5
1.4 Justificación e importancia	5
1.4.1 Justificación	6
1.4.2 Importancia	6

1.5	Limitaciones de la investigación	7
1.5.1	Calidad y cantidad de datos	7
1.6	Objetivos	7
1.6.1	Objetivo general	7
1.6.2	Objetivos específicos	7
II	Marco teórico	8
2.1	Antecedentes	8
2.1.1	Investigaciones internacionales	8
2.1.2	Investigaciones nacionales	9
2.2	Bases teóricas	10
2.2.1	Modelos de elevación digital	10
2.2.2	Cuenca hidrográfica	11
2.2.3	Subcuenca hidrográfica	11
2.2.4	Microcuenca hidrográfica	11
2.2.5	Punto de aforo de la cuenca hidrográfica	12
2.2.6	Área de la cuenca hidrográfica	12
2.2.7	Volumen de almacenamiento de cuenca hidrográfica	12
2.2.8	Diques de concreto ciclópeo	13
2.2.9	Diseño de diques de concreto ciclópeo	13
2.2.10	Siembra y cosecha de agua	14
2.2.11	Inteligencia artificial	14
2.2.12	Aprendizaje automático	15
2.2.13	Redes neuronales artificiales	15
2.2.14	Arquitectura de las redes neuronales artificiales	15
2.2.14.1	Neuronas de las redes neuronales atificiales	16
2.2.14.2	Funciones de activación de las redes neuronales atificiales	16
2.2.14.3	Capas de las redes neuronales atificiales	16
2.2.14.4	Pesos de las redes neuronales atificiales	16
2.2.14.5	Biases de las redes neuronales atificiales	17
2.2.14.6	Funciones de pérdida de las redes neuronales atificiales	17

2.2.14.7 Algoritmos de optimización de las redes neuronales artificiales	17
2.2.14.8 Retropropagación de las redes neuronales artificiales . .	17
2.3 Marco conceptual	17
2.3.1 Modelo con redes neuronales artificiales	17
2.3.2 Predicción del modelo con redes neuronales artificiales	18
2.3.3 Datos de entrenamiento y validación para MRNA	18
2.3.3.1 Modelo de elevación digital	18
2.3.3.2 Punto de aforo de la microcuenca aportante	19
2.3.3.3 Área de la microcuenca aportante	19
2.3.3.4 Volumen de almacenamiento de la microcuenca aportante	19
2.3.3.5 Ubicación del dique en coordenadas UTM	19
2.3.3.6 Dimensión longitudinal del dique	20
2.3.3.7 Altura máxima del dique	20
2.3.4 Proyectos de siembra y cosecha de agua	20
III Materiales y métodos	22
3.1 Enfoque	22
3.2 Alcance	22
3.3 Diseño de investigación	22
3.4 Población y muestra	23
3.4.1 Población	23
3.4.2 Muestra	23
3.5 Hipótesis	23
3.5.1 Hipótesis general	23
3.5.2 Hipótesis específica	23
3.6 Operacionalización de variables	24
3.6.1 Variables	24
3.6.1.1 Variable independiente X	24
3.6.1.2 Variable dependiente Y	24

3.6.2	Definición conceptual	24
3.6.2.1	Modelo con redes neuronales artificiales	24
3.6.2.2	Diseño de diques de concreto ciclópeo	24
3.6.3	Definición operacional	25
3.7	Técnicas e instrumentos	25
3.8	Técnicas estadísticas aplicadas	26
3.8.1	Estadística descriptiva	26
3.8.2	Normalización de la base de datos	26
3.8.3	Regresión lineal	27
3.8.4	Análisis de errores en predicciones	27
3.8.4.1	Error absoluto medio	28
3.8.4.2	Error cuadrático medio	28
3.8.4.3	Raíz de error cuadrático medio	28
3.9	Desarrollo del trabajo de tesis	29
3.9.1	Recopilación de datos	29
3.9.1.1	Ubicación geográfica en coordenadas UTM de las qochas	29
3.9.2	Descarga de los modelos de elevación digital	35
3.9.3	Unión y recorte de los modelos de elevación digital	36
3.9.4	Programa para el cálculo de datos a partir del DEM	39
3.9.4.1	Programa desarrollado en lenguaje de programación Python	39
3.9.4.2	Proceso de ejecución del programa en Python usando PyCharm	43
3.9.4.3	Diagrama de flujo del funcionamiento del programa .	44
3.9.5	Variables estadísticas de entrada al modelo con RNA	45
3.9.6	Variables estadísticas de salida para el MRNA	51
3.9.7	Tratamiento estadístico de los datos recopilados	57
3.9.7.1	Tratamiento estadístico descriptivo de las variables estadísticas	57
3.9.7.2	Normalización de las variables estadísticas	59

3.9.8	Diseño del modelo con redes neuronales artificiales	72
3.9.8.1	Programa desarrollado en lenguaje de programación Python	72
3.9.8.2	Proceso de ejecución del programa en Python usando PyCharm	76
3.9.8.3	Diagrama de flujo del funcionamiento del programa . .	77
3.9.8.4	Proceso de entrenamiento y validación del modelo con RNA	78
IV	Resultados y discusión	83
4.1	Contrastación de hipótesis	83
4.1.1	Hipótesis 1	83
4.1.1.1	Contrastación de hipótesis 1	83
4.1.1.2	Aceptación de la hipótesis 1	96
4.1.2	Hipótesis 2	96
4.1.2.1	Contrastación de hipótesis 2	97
4.1.2.2	Aceptación de la hipótesis 2	97
4.1.3	Hipótesis 3	98
4.1.3.1	Contrastación de hipótesis 3	98
4.1.3.2	Aceptación de la hipótesis 3	104
4.1.3.3	Aceptación de la hipótesis general	104
V	Conclusiones	106
5.1	Conclusiones	106
5.2	Recomendaciones	107
5.3	Trabajos futuros	108
	Referencias Bibliográficas	109
	Glosario	117
	Acrónimos	118
	Símbolos	119
	Anexos	119
A	Matriz de consistencia.	120

B	Memoria descriptiva de los expedientes técnicos de obra de los proyectos de siembra y cosecha agua.	122
---	--	-----

Índice de figuras

3.9.1	Página de descarga de los modelos de elevación digital.	36
3.9.2	Modelos de elevación digital(DEM) descargados.	37
3.9.3	Proceso de unión y recorte del modelo de elevación digital (DEM). . . .	38
3.9.4	Nuevos modelos de elevación digital (DEM) recortados.	38
3.9.5	Proceso de cálculo de las variables estadísticas de entrada para el modelo.	44
3.9.6	Diagrama de flujo del funcionamiento del programa desarrollado.	45
3.9.7	Diagrama de flujo del funcionamiento del programa desarrollado con redes neuronales artificiales.	77
3.9.8	Ventana de dialogo 1 para cargar datos de entrada al modelo con redes neuronales artificiales.	78
3.9.9	Ventana de dialogo 2 para cargar datos de entrada al modelo con redes neuronales artificiales.	78
3.9.10	Proceso de entrenamiento y validación del modelo con redes neuronales artificiales.	79
3.9.11	Ventana de dialogo 1 para guardar los gráficos del resultado de la predic- ción del modelo con redes neuronales artificiales.	79
3.9.12	Ventana de dialogo 2 para guardar los resultados de la predicción del modelo con redes neuronales artificiales.	80
3.9.13	Evolución de la perdida durante el entrenamiento de modelo con redes neuronales artificiales.	80
3.9.14	Comparación de los valores reales y predichos con el modelo de redes neuronales artificiales.	81
3.9.15	Error absoluto medio de cada variable estadística predicha y real.	82
4.1.1	Regresión lineal de la variable estadística coordinada Este 1 predicha por el modelo con redes neuronales artificiales vs la variable estadística real.	98

4.1.2	Regresión lineal de la variable estadística coordenada Norte 1 predicha por el modelo con redes neuronales artificiales vs la variable estadística real.	99
4.1.3	Regresión lineal de la variable estadística Elevación 1 predicha por el modelo con redes neuronales artificiales vs la variable estadística real. . .	100
4.1.4	Regresión lineal de la variable estadística coordenada Este 2 predicha por el modelo con redes neuronales artificiales vs la variable estadística real.	100
4.1.5	Regresión lineal de la variable estadística coordenada Norte 2 predicha por el modelo con redes neuronales artificiales vs la variable estadística real.	101
4.1.6	Regresión lineal de la variable estadística Elevación 2 predicha por el modelo con redes neuronales artificiales vs la variable estadística real. . .	102
4.1.7	Regresión lineal de la variable estadística Longitud predicha por el modelo con redes neuronales artificiales vs la variable estadística real.	102
4.1.8	Regresión lineal de la variable estadística Altura predicha por el modelo con redes neuronales artificiales vs la variable estadística real.	103

Índice de tablas

1.2.1	Delimitación espacial del problema.	4
3.6.1	Operacionalización de variables.	25
3.9.1	Ubicación geográfica en coordenadas UTM de las qochas (diques). . . .	30
3.9.2	Ubicación geográfica en coordenadas UTM de las qochas (diques). . . .	31
3.9.3	Ubicación geográfica en coordenadas UTM de las qochas (diques). . . .	32
3.9.4	Ubicación geográfica en coordenadas UTM de las qochas (diques). . . .	33
3.9.5	Ubicación geográfica en coordenadas UTM de las qochas (diques). . . .	34
3.9.6	Ubicación geográfica en coordenadas UTM de las qochas (diques). . . .	35
3.9.7	Base de datos de variables estadísticas de entrada al modelo con RNA. .	46
3.9.8	Base de datos de variables estadísticas de entrada al modelo con RNA. .	47
3.9.9	Base de datos de variables estadísticas de entrada al modelo con RNA. .	48
3.9.10	Base de datos de variables estadísticas de entrada al modelo con RNA. .	49
3.9.11	Base de datos de variables estadísticas de entrada al modelo con RNA. .	50
3.9.12	Base de datos de variables estadísticas de salida para el modelo con RNA.	51
3.9.13	Base de datos de variables estadísticas de salida para el modelo con RNA.	52
3.9.14	Base de datos de variables estadísticas de salida para el modelo con RNA.	53
3.9.15	Base de datos de variables estadísticas de salida para el modelo con RNA.	54
3.9.16	Base de datos de variables estadísticas de salida para el modelo con RNA.	55
3.9.17	Base de datos de variables estadísticas de salida para el modelo con RNA.	56
3.9.18	Base de datos de variables estadísticas de salida para el modelo con RNA.	57
3.9.19	Medidas de tendencia central de variables estadísticas de entrada.	58
3.9.20	Medidas de tendencia central de variables estadísticas de salida.	58
3.9.21	Medidas de dispersión de variables estadísticas de entrada.	59
3.9.22	Medidas de dispersión de variables estadísticas de salida.	59
3.9.23	Normalización de variables estadísticas de entrada al modelo con RNA. .	60
3.9.24	Normalización de variables estadísticas de entrada al modelo con RNA. .	61

3.9.25 Normalización de variables estadísticas de entrada al modelo con RNA. . .	62
3.9.26 Normalización de variables estadísticas de entrada al modelo con RNA. . .	63
3.9.27 Normalización de variables estadísticas de entrada al modelo con RNA. . .	64
3.9.28 Normalización de variables estadísticas de entrada al modelo con RNA. . .	65
3.9.29 Normalización de variables estadísticas de entrada al modelo con RNA. . .	66
3.9.30 Normalización de variables estadísticas de salida al modelo con RNA. . .	66
3.9.31 Normalización de variables estadísticas de salida al modelo con RNA. . .	67
3.9.32 Normalización de variables estadísticas de salida al modelo con RNA. . .	68
3.9.33 Normalización de variables estadísticas de salida al modelo con RNA. . .	69
3.9.34 Normalización de variables estadísticas de salida al modelo con RNA. . .	70
3.9.35 Normalización de variables estadísticas de salida al modelo con RNA. . .	71
3.9.36 Normalización de variables estadísticas de salida al modelo con RNA. . .	72
4.1.1 Resultados de predicciones con primer modelo con redes neuronales artificiales.	85
4.1.2 Resultados de predicciones con primer modelo con redes neuronales artificiales.	86
4.1.3 Resultados de predicciones con primer modelo con redes neuronales artificiales.	86
4.1.4 Resultados de predicciones con primer modelo con redes neuronales artificiales.	87
4.1.5 Resultados de predicciones con primer modelo con redes neuronales artificiales.	87
4.1.6 Resultados de predicciones con primer modelo con redes neuronales artificiales.	88
4.1.7 Resultados de predicciones con primer modelo con redes neuronales artificiales.	88
4.1.8 Resultados de predicciones con primer modelo con redes neuronales artificiales.	89
4.1.9 Métricas de errores del primer modelo con redes neuronales artificiales . .	90

4.1.10 Resultados de predicciones con el segundo modelo con RNA.	92
4.1.11 Resultados de predicciones con el segundo modelo con RNA.	92
4.1.12 Resultados de predicciones con el segundo modelo con RNA.	93
4.1.13 Resultados de predicciones con el segundo modelo con RNA.	93
4.1.14 Resultados de predicciones con el segundo modelo con RNA.	94
4.1.15 Resultados de predicciones con el segundo modelo con RNA.	94
4.1.16 Resultados de predicciones con el segundo modelo con RNA.	95
4.1.17 Resultados de predicciones con el segundo modelo con RNA.	95
4.1.18 Métricas de errores del segundo modelo con redes neuronales artificiales.	96
4.1.19 Métricas de errores del modelo con redes neuronales artificiales más optimo.	104

Introducción

El diseño de las estructuras hidráulicas, como el de los diques de concreto ciclópeo en los proyectos de siembra y cosecha de agua, es una necesidad fundamental dentro de la ingeniería civil, especialmente en las áreas altoandinas con limitaciones al acceso de agua, como las diferentes regiones del Perú. Estas infraestructuras hidráulicas son realmente muy esenciales para el almacenamiento, derivación, control y gestión del recurso hídrico (agua), contribuyendo de esta manera con la mitigación de los efectos de la sequía de la zona y el cambio climático, crítico en comunidades altoandinas vulnerables a la escasez de agua. Tradicionalmente, el diseño de estos diques ha dependido mucho de las metodologías empíricas, basadas en las experiencias profesionales, lo que introduce variaciones significativas y riesgos potenciales en la precisión de cada diseño y la durabilidad de la estructura.

Con el avance de la ciencia y tecnología, la inteligencia artificial (IA) ha abierto nuevas posibilidades en la ingeniería civil, permitiendo el desarrollo de modelos predictivos para mejorar la eficiencia y precisión de los diseños estructurales de las infraestructuras hidráulicas. En particular, los modelos con redes neuronales artificiales han demostrado su capacidad para identificar patrones complejos entre grandes volúmenes de datos con los que se trabaja y ofrecer predicciones precisas de lo que se requiere. A pesar de su potencial de esta tecnología, la aplicación de modelos con redes neuronales artificiales en el diseño de infraestructuras hidráulicas aún se encuentra en una fase inicial y casi incipiente en el contexto nacional y regional, debido a los desafíos relacionados con la precisión y la validación de los resultados.

En la presente investigación, se propone desarrollar un modelo basado en redes neuronales artificiales para predecir la ubicación y dimensiones de diques de concreto ciclópeo, utilizando datos obtenidos de un modelo de elevación digital como el punto de aforo, área de la microcuenca y el volumen de almacenamiento. Este modelo con redes neuronales artificiales tiene como objetivo principal facilitar el diseño de diques de concreto ciclópeo en los proyectos de siembra y cosecha de agua, optimizando de esta manera el proceso de diseño en términos de tiempo, costo, precisión y eficiencia, y contribuyendo así a la sostenibilidad hídrica de las regiones altoandinas de escasos recursos.

La estructura de la presente investigación esta organizada de la siguiente manera:

☞ **Capítulo I:** Planteamiento del Problema

En este capítulo, se abordará la descripción del problema, donde se explicará

el contexto y la relevancia de la situación estudiada. A continuación, se delimitará el problema, estableciendo sus fronteras y especificando el alcance de la investigación. También se presentará la formulación del problema, planteando las preguntas que guiarán el estudio. Asimismo, se expondrá la justificación e importancia de la investigación, resaltando su valor para la comunidad académica y su aplicabilidad práctica. Finalmente, se discutirán las limitaciones que se presentarán a lo largo del estudio y se definirán los objetivos, tanto general como específicos.

☞ **Capítulo II: Marco Teórico**

Este capítulo se centrará en la revisión de la literatura existente. Se comenzará con los antecedentes de la investigación, proporcionando un panorama de estudios previos relacionados con el tema. Luego, se abordarán las bases teóricas que sustentan el trabajo, así como el marco conceptual que permitirá entender los términos y conceptos clave utilizados en el estudio.

☞ **Capítulo III: Método de la Investigación**

En este apartado, se detallará la metodología empleada en la investigación. Se describirá la tipología, el nivel y el diseño de la investigación, así como la población y muestra seleccionadas. Se presentará la hipótesis que se busca validar, seguida de la operacionalización de variables. Además, se explicarán las técnicas e instrumentos utilizados para la recolección de datos, así como las técnicas estadísticas que permitirán analizar la información recopilada. Por último, se describirá el desarrollo del trabajo de tesis, destacando las etapas y procesos realizados.

☞ **Capítulo IV: Resultados**

Este capítulo presentará los resultados obtenidos de manera clara y concisa. Se incluirá un análisis de los datos, seguido de una discusión que permitirá interpretar los resultados en el contexto del problema planteado y de los objetivos establecidos.

☞ **Capítulo V: Conclusiones y Recomendaciones**

Finalmente, se ofrecerán las conclusiones derivadas de la investigación, resumiendo los hallazgos más significativos. Además, se brindarán recomendaciones para futuras investigaciones, sugiriendo áreas que podrían ser exploradas en mayor profundidad o enfoques alternativos que podrían enriquecer el tema.



Planteamiento del Problema

1.1 Descripción del problema

1.1.1 Mundial

A nivel mundial, dentro del campo de aplicaciones de la ingeniería civil, está la ingeniería hidráulica, dentro del cual el diseño y construcción de estructuras hidráulicas de alta resistencia y durabilidad, como los diques de concreto ciclópeo, son una necesidad primordial.

Tradicionalmente, el diseño que se realiza para la construcción de este tipo de estructuras está basado en métodos empíricos y mayormente en la experiencia de los ingenieros que realizan el diseño, lo que conlleva procesos iterativos ineficientes en términos de tiempo y recursos; asimismo, el resultado puede sufrir variaciones significativas, provocando fallas post construcción, especialmente en proyectos de gran envergadura.

Con el boom del desarrollo tecnológico a través de la inteligencia artificial, se abren diferentes posibilidades de utilizar modelos predictivos, como la utilización de las redes neuronales artificiales para la optimización de tiempo y recursos en el diseño preliminar de estas estructuras hidráulicas de gran necesidad.

Sin embargo, la aplicación de estas tecnologías para la predicción del diseño de diques de concreto ciclópeo aún se encuentra en una etapa de desarrollo incipiente y presenta grandes desafíos relacionados con la precisión de los modelos que se puedan desarrollar y la validación de los resultados obtenidos. Por lo cual, existe la necesidad crítica de desarrollar nuevas tecnologías que involucren métodos más precisos y eficientes para el diseño de estructuras hidráulicas (dique de concreto ciclópeo),

haciendo uso de herramientas avanzadas como las redes neuronales artificiales.

Esta necesidad se enmarca en un contexto de demanda creciente de diseño y construcción de estructuras hidráulicas seguras y resistentes en el tiempo para la mitigación de la escasez de agua a nivel mundial, así como en la búsqueda de soluciones innovadoras para reducir costos y tiempos durante el diseño. Perú et al. (s.f.)

1.1.2 Nacional

En nuestro país, el diseño y construcción de diques de concreto ciclópeo es una actividad común dentro del campo de aplicación de la ingeniería civil, especialmente en proyectos de infraestructura hidráulica que viene ejecutando año tras año el Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI), a través de la Unidad Ejecutora Fondo Sierra Azul (UEFSA).

El diseño y construcción de estos diques de concreto ciclópeo juegan un papel muy importante en el almacenamiento de agua, debido a la escasez de agua provocado por fenómenos naturales, como el fenómeno del niño y calentamiento global que viene azotando el país.

A pesar de la importancia de proyectos de este tipo, el diseño de diques de concreto ciclópeo se encuentra estancado en las metodologías aplicadas para su diseño. En la actualidad, las metodologías de diseño convencional están basadas en una combinación de criterios empíricos y experiencia profesional, lo que puede generar estimaciones defectuosas de las dimensiones y características del dique. Estas metodologías tradicionales pueden no ser capaces de tomar adecuadamente la complejidad de las variables involucradas, como las propiedades geotécnicas, hidrológicas y estructurales, lo que puede llevar a sobredimensionamientos o infra dimensionamientos, incrementando o disminuyendo la seguridad y durabilidad de las estructuras.

En este contexto, el uso de las redes neuronales artificiales (RNA) como herramienta para la predicción y optimización del diseño de diques de concreto ciclópeo ofrece una oportunidad de solución significativa. Las redes neuronales artificiales (RNA) poseen la capacidad de analizar grandes volúmenes de base de datos, identificando patrones complejos que puedan no ser evidentes mediante diseños con metodologías tradicionales. Esto permite la generación de diseños más eficientes y precisos, reduciendo la incertidumbre asociada al proceso de diseño tradicional.

Sin embargo, en nuestro país, el uso de las redes neuronales artificiales (RNA) en el campo de la ingeniería civil y específicamente en el diseño de infraestructuras hidráulicas aún está comenzando y es limitado por el mismo hecho.

La falta de conocimiento técnico, la recolección de data especializada y la resistencia al cambio en la adopción de nuevas tecnologías son las barreras que vienen dificultando

la implementación de este tipo de soluciones. Por lo expuesto, existe la necesidad urgente de realizar y desarrollar investigaciones en esta área de la ingeniería civil para mejorar en los diseños y construcciones futuras.

Este trabajo de tesis busca abordar esta problemática mediante el desarrollo del diseño de diques de concreto ciclópeo utilizando redes neuronales artificiales, generando así una herramienta que pueda ser utilizada para el diseño de este tipo de estructuras hidráulicas. [JICA et al. \(s.f.\)](#)

1.1.3 Regional

Ayacucho, está ubicada en la sierra sur del Perú. Es una región caracterizada por su topografía agreste, accidentada y su variabilidad climática, lo que presenta desafíos significativos para el manejo y almacenamiento de sus recursos hídricos. La escasez de agua durante la temporada de sequía y el exceso de agua desperdiciada durante la temporada de precipitaciones son problemas recurrentes que afectan tanto a la agricultura como a la ganadería, que son las actividades económicas principales de la región, como de las comunidades locales que dependen de fuentes de agua sostenibles para su subsistencia.

En respuesta a estas necesidades, el Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI) promueve, a través de su Unidad Fondo Ejecutora Sierra Azul (UEFSA), mediante los proyectos de siembra y cosecha de agua, la construcción de diques de concreto ciclópeo para el almacenamiento de agua para usos futuros, de acuerdo a la prioridad de necesidades. Esto se ha identificado como una solución efectiva para la mitigación de escasez de agua en temporadas de sequía.

Sin embargo, el diseño de estos diques de concreto ciclópeo enfrenta múltiples desafíos en la región de Ayacucho. Las técnicas tradicionales aplicadas durante el diseño, que generalmente están basadas en criterios empíricos y en la experiencia acumulada de los profesionales dedicados a este rubro, no siempre son capaces de abordar adecuadamente la complejidad de las condiciones locales.

En este contexto, el uso de los modelos con redes neuronales artificiales (RNA) para la predicción del diseño de diques de concreto ciclópeo representa una solución innovadora. [Saldaña et al. \(s.f.\)](#)

1.2 Delimitación del problema

1.2.1 Espacial

La delimitación espacial de la presente investigación se enfoca específicamente en los distritos, provincias y el departamento donde se ejecutaron los proyectos de siembra

y cosecha de agua, los cuales se detallan a continuación.

Fuente: Adaptado de "Expedientes técnicos de proyectos de siembra y cosecha de agua", UEFSA.

Distrito	Provincia	Departamento
Vinchos	Huamanga	Ayacucho
Chaca	Huanta	Ayacucho
San Javier De Alpapamba	Parinacochas	Ayacucho
Coracora	Parinacochas	Ayacucho
San Antonio De Antaparco	Cangallo	Ayacucho
Paras	Cangallo	Ayacucho
Acocro	Huamanga	Ayacucho
Soccos	Huamanga	Ayacucho
Ocros	Huamanga	Ayacucho
Colta	Paucar Del Sara Sara	Ayacucho
Oyolo	Paucar Del Sara Sara	Ayacucho
Sacsamarca	Huanca Sancos	Ayacucho
Huamanquiquia	Victor Fajardo	Ayacucho
Lucanamarca	Huanca Sancos	Ayacucho
Sancos	Huanca Sancos	Ayacucho
Chapimarca	Aymaraes	Apurimac
Antabamba	Antabamba	Apurimac
Barranca	Barranca	Lima
San Pablo	Canchis	Cusco
Tambo	Huaytará	Huancavelica
Vilca	Huancavelica	Huancavelica
Pillchaca	Huancavelica	Huancavelica
Chincha alta	Chincha	Ica
Manta	Huancavelica	Huancavelica
Andabamba	Andabamba	Huancavelica
Secella	Angaraes	Huancavelica
San Salvador	Calca	Cusco

Tabla 1.2.1: Delimitación espacial del problema.

1.2.2 Temporal

La delimitación temporal de la presente investigación abarca el período comprendido desde marzo de 2023 hasta agosto de 2024. Durante este tiempo, se llevó a cabo

la recopilación de la base de datos necesaria, así como el procesamiento, análisis e interpretación de los resultados obtenidos.

1.2.3 Temática y unidad de análisis

☞ Temática

La presente investigación está centrada en la creación de un modelo con redes neuronales artificiales para predecir el diseño de diques de concreto ciclópeo en los proyectos de siembra y cosecha de agua, utilizando una base de datos extraídos de un modelo de elevación digital (DEM).

☞ Unidad de análisis

La predicción del diseño de diques de concreto ciclópeo realizados mediante el modelo con redes neuronales artificiales (RNA).

1.3 Formulación del problema

1.3.1 Problema general

¿Cuál es el modelo adecuado para la predicción del diseño de diques de concreto ciclópeo con redes neuronales artificiales en los proyectos de siembra y cosecha de agua, Ayacucho 2024?

1.3.2 Problemas específicos

1. ¿Cuál es la arquitectura adecuada del modelo con redes neuronales artificiales para la predicción del diseño de diques de concreto ciclópeo en los proyectos de siembra y cosecha de agua, Ayacucho 2024?
2. ¿Cuál es la base de datos y algoritmo de entrenamiento adecuado para el modelo con redes neuronales artificiales para la predicción del diseño de diques de concreto ciclópeo en los proyectos de siembra y cosecha de agua, Ayacucho 2024?
3. ¿Cuál es el coeficiente de determinación del rendimiento del modelo con redes neuronales artificiales para la predicción del diseño de diques de concreto ciclópeo en los proyectos de siembra y cosecha de agua, Ayacucho 2024?

1.4 Justificación e importancia

1.4.1 Justificación

El diseño y la construcción de los diques de concreto ciclópeo para la siembra y cosecha de agua juegan un papel muy importante en la preservación del recurso hídrico, en especial en las regiones altoandinas como viene a ser Ayacucho, que enfrentan desafíos significativos debido al cambio climático que viene azotando diversas regiones del país. Estas estructuras de concreto ciclópeo permiten almacenar el recurso hídrico durante las temporadas de precipitaciones intensas para su posterior uso durante las épocas de sequía; de esta manera, contribuyen con el cuidado de los recursos hídricos.

El uso de un modelo con redes neuronales artificiales (RNA) para predecir el diseño de los diques de concreto ciclópeo es una innovación que responde a la necesidad creciente de mejorar los diseños de este tipo de estructuras, optimizando los tiempos y costos durante el diseño. El diseño tradicional de los diques de concreto ciclópeo requiere un proceso empírico e iterativo de múltiples variables, que incluyen datos topográficos, geotécnicos e hidrológicos, los cuales se obtienen de manera in situ y mediante un proceso lento y trabajoso en el campo y gabinete; lo cual también implica un alto nivel de especialización del profesional para realizar el diseño correcto de estas estructuras.

Es por ello que el uso de un modelo con redes neuronales artificiales (RNA) permite mejorar el proceso del diseño al tener como cualidad principal el aprendizaje y generalización de patrones a partir de una base de datos proporcionada. Esto no solamente mejora la eficacia y eficiencia durante el diseño, sino que también facilita la toma de decisiones al momento del diseño de estructuras de este tipo. [Saldaña et al. \(s.f.\)](#)

1.4.2 Importancia

El uso de un modelo con redes neuronales artificiales (RNA) para el diseño de diques de concreto ciclópeo, a partir de una base de datos obtenida de un modelo de elevación digital (DEM), es una innovación que tiene el poder de transformar la manera en que se abordan los diseños de las estructuras hidráulicas de este tipo. Esta tecnología nos permite desarrollar modelos con algoritmos de predicción para automatizar y mejorar las tareas de diseño de diques de concreto ciclópeo, lo que generará una máxima eficiencia, reducción de tiempo y costos durante la elaboración de proyectos de este tipo. [Mosquera et al. \(2021\)](#)

1.5 Limitaciones de la investigación

Ya que esta investigación intenta desarrollar un modelo con redes neuronales artificiales para la predicción del diseño de diques de concreto ciclópeo en los proyectos de siembra y cosecha de agua en la región de Ayacucho 2024, la limitación encontrada es la siguiente:

1.5.1 Calidad y cantidad de datos

La precisión de las redes neuronales depende en gran medida de la calidad y cantidad de datos con los que se trabaja. En la presente investigación se trabaja con 242 modelos de elevación digital, de los cuales se obtuvieron 242 puntos de aforo, 242 áreas de microcuencas y 250 volúmenes de almacenamiento. Sin embargo, en la calidad de los datos existen deficiencias debido a que se trabaja con modelos de elevación digital (DEM). La precisión en la predicción que se obtuvo podría mejorar si la base de datos aumenta.

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo general

- ☞ Diseñar el modelo adecuado para la predicción del diseño de diques de concreto ciclópeo con redes neuronales artificiales en los proyectos de siembra y cosecha de agua, Ayacucho 2024.

1.6.2 Objetivos específicos

- ☞ Diseñar la arquitectura adecuada del modelo con redes neuronales artificiales para la predicción del diseño de diques de concreto ciclópeo en los proyectos de siembra y cosecha de agua, Ayacucho 2024.
- ☞ Seleccionar la base de datos y algoritmo de entrenamiento adecuado para el modelo de redes neuronales artificiales para la predicción del diseño de diques de concreto ciclópeo en los proyectos de siembra y cosecha de agua, Ayacucho 2024.
- ☞ Determinar el coeficiente de determinación del rendimiento del modelo con redes neuronales artificiales para la predicción del diseño de diques de concreto ciclópeo en los proyectos de siembra y cosecha de agua, Ayacucho 2024.

II

Marco teórico

2.1 Antecedentes

2.1.1 Investigaciones internacionales

Predictive Modeling of Dam Strength Using Artificial Neural Networks. [Yilmaz et al. \(2015\)](#) En este estudio se investigó la utilización de las redes neuronales artificiales para poder predecir la resistencia estructural de las presas de hormigón armado, desarrollando un modelo que pudo predecir la capacidad de carga ultima de la estructura bajo la aplicación de diferentes tipos de carga, el resultado mostró como la redes neuronales artificiales mejoran la precisión en el diseño de estas estructuras hidráulicas.

Hydraulic Behavior Prediction of Concrete Dams Using Artificial Neural Networks. [Martínez et al. \(2017\)](#) En esta investigación realizó el estudio sobre el uso de las redes neuronales artificiales para poder predecir el patrón de comportamiento hidráulico de dique de hormigón armado en condiciones de flujos variables, el resultado que arrojó el modelo empleado fue que se puede predecir con alta eficiencia y precisión el comportamiento del flujo y la resistencia que ofrece la estructura.

Optimization of Concrete Dike Design Using Artificial Neural Networks [Hashemi et al. \(2018\)](#) En esta investigación desarrollaron un modelo de redes neuronales artificiales para mejorar el proceso de diseño de diques de hormigón armado, el estudio que realizaron mostró que las redes neuronales artificiales pueden ser usadas para disminuir la cantidad de uso de materiales en la construcción esto sin perjudicar la calidad de la estructura y de esta manera mejorar la eficiencia en el diseño realizado, manteniendo las mismas características estructurales de la estructura hidráulica.

Application of Artificial Intelligence in the Design of Water Storage Infrastructure. Brown et al. (2019) En esta investigación se exploró el como las redes neuronales artificiales pueden aplicarse en el diseño de estructuras hidráulicas para el almacenamiento de agua. Los autores en sus conclusiones revelaron que mediante el uso de las redes neuronales artificiales se mejoró la capacidad de almacenamiento, así como la seguridad estructural, también destacan la importancia del uso de estas tecnologías para las investigaciones en el área de la Hidráulica.

2.1.2 Investigaciones nacionales

Modelación y Diseño de Diques de Concreto en Regiones Andinas del Perú. Mendoza et al. (2016) En esta investigación se desarrolló el modelo para el diseño de diques de concreto ciclópeo, aplicando no netamente las redes neuronales artificiales sino desarrollando técnicas de simulación computacional, aunque no se haya utilizado las redes neuronales artificiales, el enfoque en el desarrollo de la investigación de la simulación computacional proporciona una base muy interesante y valiosa para entender el funcionamiento de modelos de este tipo para futuras investigaciones usando las redes neuronales artificiales.

Optimización del Diseño de Presas y Diques en los Andes Peruanos Utilizando Inteligencia Artificial. Villegas et al. (2018) En esta investigación los autores utilizaron las redes neuronales artificiales, para la optimización del diseño de pequeñas presas y diques de concreto en el departamento de Cusco. La investigación estuvo centrada en lograr el mejoramiento de la eficiencia en uso de materiales, asegurar la estabilidad de la estructura sometidas bajo condiciones sísmicas y climáticas adversas.

Evaluación de la Eficiencia de Diques de Concreto Ciclópeo en Proyectos de Cosecha de Agua en Ayacucho. Flores et al. (2019) En esta investigación evaluaron el impacto y la eficiencia de los diques de concreto ciclópeo en los proyectos de siembra y cosecha de agua ejecutados en el departamento de Ayacucho, de esta manera los autores analizaron el rendimiento de los diques sometidos a diferentes escenarios climatológicos y la capacidad que tienen estas para el almacenamiento de agua, recolectando una base de datos para los diseños futuros de infraestructuras de este tipo en las zona rurales del departamento de Ayacucho.

Uso de Modelos Computacionales en el Diseño de Diques de Concreto en Zonas de Deslizamiento en Huancavelica. Pérez et al. (2020) En esta investigación los autores llevaron acabo el estudio sobre la utilización de los modelos computacionales avanzados, como lo es las redes neuronales artificiales para la predicción del diseño de diques de concreto en áreas vulnerables a los deslizamientos en la provincia de Huancavelica, esta investigación destaca la importancia que tiene

el integrar los datos geotécnicos e hidrológicos de la zona de estudio para mejorar la precisión del diseño de este tipo de estructuras.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Modelos de elevación digital

El modelo de elevación digital (DEM) es la representación en tres dimensiones de la superficie de la tierra, que refleja en formato digital las elevaciones de un área específica. Esta información está organizada mediante una cuadrícula de puntos distribuidos geoespacialmente, donde cada punto representa la elevación correspondiente. Los modelos de elevación digital (DEM) se generan utilizando diferentes tecnologías avanzadas, como imágenes aéreas o satelitales, sistemas de escaneo láser como LIDAR, o mediante técnicas como la fotogrametría. Esto nos permite ver y entender la forma del terreno sin necesidad de estar físicamente presentes en el lugar.

Los modelos de elevación digital (DEM) son una herramienta fundamental para diversos campos de trabajo. Nos permiten analizar la morfología de la superficie del terreno, estudiar cómo se distribuyen las pendientes, modelar el flujo de agua en ríos y cuencas, y planificar infraestructuras como represas, diques, carreteras, edificios o puentes. En la hidrología, por ejemplo, se usan para comprender cómo fluye el agua sobre la superficie terrestre y para planificar sistemas de drenaje y embalses (diques). En la geología, los modelos de elevación digital (DEM) nos ayudan a detectar áreas en posible riesgo de deslizamientos o terremotos, y en la planificación urbana, permiten tomar decisiones más informadas al visualizar cómo interactúa el terreno con el entorno construido, existen dos tipos de modelos de elevación digital (DEM). [Ascencio et al. \(2017\)](#)

- ☞ Modelo digital de terreno (MDT)

Que solamente muestran el suelo desnudo, es decir, sin incluir la vegetación, edificios u otros objetos que sobresalgan.

- ☞ Modelo digital de superficie (MDS)

Que incluye todos los elementos presentes sobre la superficie del terreno, como vegetación y construcciones realizadas por el hombre.

Una de las características principales y más importantes de los modelos de elevación digital (DEM) es su resolución; esto se refiere a cuán detallada es la representación que tienen. Los modelos de elevación digital (DEM) con alta resolución ofrecen más precisión en comparación con los de menor resolución, pero también requieren más recursos para ser procesados y almacenados. Cuanto más pequeño es el tamaño de

las celdas de la cuadrícula de los modelos de elevación digital (DEM), más detallado será el modelo.

A pesar de sus ventajas, los modelos de elevación digital (DEM) tienen algunas limitaciones. Su precisión puede verse afectada en áreas con mucha vegetación, montañas o terrenos muy irregulares. También dependen de la calidad de los datos obtenidos con las tecnologías utilizadas. Sin embargo, a medida que avanza la tecnología, estos modelos se han vuelto cada vez más precisos y útiles en el análisis y comprensión de los paisajes naturales y urbanos. [Ascencio et al. \(2017\)](#)

2.2.2 Cuenca hidrográfica

El área de la superficie geográfica que recoge el agua de las precipitaciones, la escorrentía y otros flujos hidrológicos dirige esta agua hacia un punto de confluencia común, como una laguna, un río o el mar. Las cuencas hidrográficas son fundamentales para el ciclo hidrológico del agua, ya que facilitan la recolección y el transporte de este recurso. Además, su adecuada gestión es crucial para prevenir inundaciones, promover la sostenibilidad del agua y proteger los ecosistemas. [Forestal & Ecolopedia \(s.f.\)](#)

2.2.3 Subcuenca hidrográfica

La subcuenca hidrográfica es la porción más pequeña de una cuenca hidrográfica mayor, que también capta y conduce el agua hacia un punto específico de confluencia. Estas subcuencas son muy importantes para realizar estudios detallados sobre el comportamiento del agua, lo que permite una gestión más precisa y eficiente de los recursos hídricos. Al analizar las subcuencas, se pueden identificar áreas críticas para la conservación de estos recursos y el uso del agua, lo que facilita la implementación de estructuras hidráulicas. [Centrogeo & CATIE \(s.f.\)](#)

2.2.4 Microcuenca hidrográfica

Las microcuencas hidrográficas son consideradas la unidad hidrográfica más pequeña, encargada de captar y dirigir el agua de las precipitaciones hacia un punto de aforo común. Estas microcuencas son muy importantes y esenciales en la planificación y diseño de diques y embalses, ya que permiten una gestión localizada del agua, optimizando su almacenamiento y uso. Además, el análisis de microcuencas facilita la evaluación de los recursos hídricos disponibles para usos agrícolas y consumo como agua potable. [Montoya et al. \(s.f.\)](#)

2.2.5 Punto de aforo de la cuenca hidrográfica

El punto de aforo en una cuenca, subcuenca y microcuenca hidrográfica es una ubicación específica donde se mide la cantidad del flujo de agua en un río o arroyo. Este punto es muy importante y crucial para la gestión y el monitoreo de los recursos hídricos, ya que permite obtener datos sobre la cantidad del recurso hídrico que fluye en un sistema de drenaje natural y permite evaluar su disponibilidad para diferentes usos, como riego, abastecimiento de agua potable y generación de energía eléctrica. [Water et al. \(s.f.\)](#)

Los puntos de aforo o de desfogue se seleccionan en lugares estratégicos, donde el flujo de agua que discurre sea representativo de la cuenca, subcuenca y microcuenca donde es posible realizar mediciones precisas y regulares del caudal y volumen. Los datos recolectados en estos puntos ayudan en el análisis de la dinámica hídrica, el estudio de la calidad del agua y el diseño de infraestructuras como diques de concreto ciclópeo y embalses. [Water et al. \(s.f.\)](#)

2.2.6 Área de la cuenca hidrográfica

El área de la cuenca, subcuenca y microcuenca hidrográfica se refiere a la superficie de tierra que drena el agua de las precipitaciones hacia un mismo punto de confluencia del agua, como los ríos, lagos o embalses. Este parámetro es muy importante y crucial para el estudio del ciclo hidrológico del agua, ya que determina cómo se recogen y distribuyen las aguas de las precipitaciones, así como el comportamiento del agua en la superficie. La delimitación del área de la cuenca, subcuenca y microcuenca hidrográfica se realiza mediante el análisis de las pendientes y características topográficas del terreno, a partir de herramientas como modelos de elevación digital (DEM). La gestión adecuada de estas áreas de la superficie de la tierra es fundamental para la conservación de recursos hídricos, el control de inundaciones y la planificación del uso del suelo. [García & FAO \(s.f.\)](#)

2.2.7 Volumen de almacenamiento de cuenca hidrográfica

El volumen de almacenamiento de una cuenca, subcuenca y microcuenca hidrográfica está directamente relacionado con la capacidad de retención de la cantidad de agua de la cuenca hidrográfica, lo cual es muy importante y fundamental para la gestión del recurso hídrico. Este volumen de almacenamiento determina la cantidad de agua que puede ser almacenada durante períodos de precipitación y cómo se maneja esa agua a través de la escorrentía y las aguas subterráneas generadas. Una adecuada gestión de este volumen permite optimizar el uso del agua para actividades agrícolas, industriales y de consumo humano. [FAO et al. \(s.f.\)](#)

El almacenamiento de agua en la cuenca hidrográfica es esencial para el control de inundaciones, ya que una cuenca hidrográfica con un buen volumen de almacenamiento puede reducir el riesgo de desbordamientos. Asimismo, este almacenamiento es crucial para mantener el flujo de los cuerpos de agua durante épocas de sequía, garantizando la disponibilidad de los recursos hídricos en estaciones de sequía y momentos críticos durante el año. La evaluación del volumen de almacenamiento, por lo tanto, juega un papel clave en la planificación y diseño de infraestructuras hidráulicas, como diques y embalses, que buscan maximizar la eficiencia en la gestión del recurso agua. [FAO et al. \(s.f.\)](#)

2.2.8 Diques de concreto ciclópeo

Los diques de concreto ciclópeo son estructuras macizas construidas con concreto mezclado con grandes bloques de piedra, lo que les confiere una mayor resistencia y estabilidad. Estos diques se emplean principalmente para el almacenamiento de agua en embalses, presas y proyectos de irrigación, donde su función es controlar, retener y regular el flujo de agua. La capacidad de almacenamiento que ofrecen permite gestionar los recursos hídricos de manera eficiente, contribuyendo al suministro continuo de agua para usos agrícolas, industriales y de consumo humano, además de ayudar en la prevención de inundaciones y la gestión de sequías. Su durabilidad y costo relativamente bajo en comparación con otros tipos de estructuras los hacen una opción viable en diversas regiones donde se requiere un manejo sostenible del agua. [Habitat et al. \(s.f.\)](#)

2.2.9 Diseño de diques de concreto ciclópeo

El diseño de diques de concreto ciclópeo se refiere al proceso de ingeniería que abarca desde la planificación, cálculo y construcción de estas estructuras destinadas para el almacenamiento y control de la cantidad flujo de agua, utilizando concreto ciclópeo, una mezcla de concreto y piedras grandes. Este material es altamente valorado en obras hidráulicas por su resistencia mecánica, durabilidad, facilidad de construcción y costos relativamente bajos en comparación con otros métodos más avanzados. [Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural \(s.f.\)](#)

El proceso del diseño de un dique de concreto ciclópeo requiere de estudios técnicos exhaustivos, partiendo desde levantamientos topográficos precisos para evaluar la superficie del terreno, estudios geotécnicos para determinar la capacidad portante del suelo y la estabilidad de la estructura, y estudios hidrológicos para calcular los caudales máximos y las posibles crecidas del flujo de agua. Además, deben contemplarse aspectos de mitigación ambiental para reducir el impacto ecológico durante y después de la construcción de la estructura. [Sociedad Mexicana de](#)

Ingeniería Estructural (s.f.)

La construcción de diques de concreto ciclópeo es común en los proyectos de almacenamiento de agua, control de inundaciones y regulación de caudales. Debido a su diseño robusto, son ideales para soportar grandes presiones hidrostáticas y ofrecen una solución confiable en zonas propensas a fenómenos meteorológicos extremos. Asimismo, su bajo costo y fácil construcción los convierten en una opción eficiente en regiones donde los recursos económicos y técnicos son limitados. [Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural \(s.f.\)](#)

2.2.10 Siembra y cosecha de agua

La siembra y cosecha de agua viene a ser una técnica ancestral y sostenible orientada a la captura, almacenamiento y gestión eficiente del agua de las precipitaciones o escorrentía, con el objetivo de asegurar su disponibilidad durante las épocas de sequía y escasez. Estas prácticas se implementan a través de la intervención estratégica y planificada de microcuencas, donde se encuentran cuerpos de agua como qochas o lagunas naturales. La intervención incluye la construcción de diques o represas en puntos clave, como la garganta de las microcuencas, lo que permite capturar y almacenar de manera efectiva el agua proveniente de las precipitaciones. [Servindi & ACANITS \(s.f.\)](#)

Además de retener el agua, estas infraestructuras promueven la infiltración en el subsuelo del agua retenida, recargando acuíferos y prolongando el flujo de agua hacia las fuentes de abastecimiento local durante los periodos de sequía. La técnica no solo optimiza la gestión del recurso hídrico en el presente, sino que también refuerza la sostenibilidad a largo plazo al mitigar la erosión de los suelos, incrementar la biodiversidad y mejorar la resistencia de los ecosistemas frente a cambios climáticos severos. [Servindi & ACANITS \(s.f.\)](#)

La siembra y cosecha de agua, al integrarse con los conocimientos tradicionales y las innovaciones actuales, constituye una solución eficaz tanto para las comunidades rurales como urbanas que enfrentan desafíos hídricos serios, promoviendo la seguridad hídrica y el desarrollo sostenible en las regiones afectadas por la escasez de agua. [Servindi & ACANITS \(s.f.\)](#)

2.2.11 Inteligencia artificial

La inteligencia artificial se refiere al campo de estudio de la informática que se centra en la creación de sistemas capaces de realizar tareas que normalmente requieren inteligencia humana. Estas tareas pueden incluir el reconocimiento de voz, la comprensión del lenguaje natural, la visión por computadora, la toma de decisiones

y la resolución de problemas complejos. [Hunts.ai et al.](#) (s.f.)

La inteligencia artificial se divide en subcampos como el aprendizaje automático, la robótica, los sistemas expertos y la planificación automática. El objetivo principal de la inteligencia artificial es crear sistemas que puedan aprender, razonar y tomar decisiones de manera autónoma, simulando el comportamiento humano. [Hunts.ai et al.](#) (s.f.)

2.2.12 Aprendizaje automático

El aprendizaje automático es un subcampo de la inteligencia artificial que se enfoca en el desarrollo de algoritmos y modelos matemáticos que permiten a las máquinas mejorar su rendimiento en una tarea específica mediante la experiencia y el análisis de datos. En lugar de ser programadas de manera explícita, las máquinas aprenden a identificar patrones y realizar predicciones a partir de conjuntos de datos.

El aprendizaje automático incluye diversas técnicas como el aprendizaje supervisado, el aprendizaje no supervisado y el aprendizaje por refuerzo, que se aplican en áreas como la predicción, la clasificación y la optimización de problemas complejos. [TheDataSchools et al.](#) (s.f.)

2.2.13 Redes neuronales artificiales

Las redes neuronales artificiales son modelos computacionales inspirados en la estructura y funcionamiento del cerebro humano, compuestos por capas de neuronas interconectadas. Las redes neuronales artificiales se utilizan para procesar información, identificar patrones complejos en los datos y realizar predicciones. [ViveVirtual & TheDataSchools](#) (s.f.)

Las redes neuronales artificiales aprenden ajustando los pesos de las conexiones entre neuronas a través de procesos de entrenamiento, como la retropropagación. Estos modelos se han aplicado en diversas áreas, como el reconocimiento de imágenes, la predicción financiera y el procesamiento del lenguaje natural. [ViveVirtual & TheDataSchools](#) (s.f.)

2.2.14 Arquitectura de las redes neuronales artificiales

Está refiere al diseño estructural de la red, que incluye el número de capas, la cantidad de neuronas en cada capa, y la forma en que estas neuronas están interconectadas. Este diseño determina cómo la red procesa y aprende a partir de los datos, permitiéndole hacer predicciones o clasificaciones. En general, la arquitectura de una red neuronal se divide en tres partes principales: la capa de entrada, las capas ocultas,

y la capa de salida. Además, se definen las funciones de activación, los pesos y las conexiones entre las neuronas.

En el contexto peruano, estudios recientes han enfatizado la importancia de adaptar la arquitectura de las redes neuronales artificiales para optimizar el rendimiento en tareas específicas, como el reconocimiento de patrones en el ámbito de la ingeniería civil, la predicción de eventos ambientales y la optimización de recursos en proyectos de infraestructura. [ViveVirtual et al. \(s.f.\)](#)

2.2.14.1 Neuronas de las redes neuronales atificiales

Son las unidades básicas de procesamiento en una red neuronal. Cada neurona recibe entradas (valores numéricos), las procesa mediante una función de activación, y produce una salida. [Barrantes & Suárez \(2023\)](#)

2.2.14.2 Funciones de activación de las redes neuronales atificiales

Definen cómo se transforma la suma ponderada de las entradas de una neurona antes de pasar a la siguiente capa.

2.2.14.3 Capas de las redes neuronales atificiales

☞ Capas de entrada

La primera capa de la red, que recibe los datos crudos o las características de entrada.

☞ Capas ocultas

Una o más capas entre la entrada y la salida, donde se realiza el procesamiento intermedio de los datos. Estas capas permiten a la red modelar relaciones complejas en los datos.

☞ Capa de salida

La última capa de la red, que produce el resultado final o la predicción. El número de neuronas en esta capa depende de la naturaleza del problema.

2.2.14.4 Pesos de las redes neuronales atificiales

Los pesos son los parámetros que determinan la importancia de una entrada particular para una neurona. Durante el entrenamiento, la red ajusta estos pesos para minimizar el error en sus predicciones. [Restrepo \(2021\)](#)

2.2.14.5 Biases de las redes neuronales atificiales

El bias es un valor adicional que se suma a la combinación ponderada de las entradas. Ayuda a la red a desplazar la función de activación y modelar mejor la relación entre las variables. [de Neuropedia & 3 \(2024\)](#)

2.2.14.6 Funciones de pérdida de las redes neuronales artificiales

Evalúan el rendimiento de la red comparando las predicciones con los valores reales. El objetivo del entrenamiento es minimizar esta función de pérdida, mejorando así la precisión de la red. Ejemplos incluyen la función de pérdida cuadrática media y la entropía cruzada. [Gyata et al. \(2024\)](#)

2.2.14.7 Algoritmos de optimización de las redes neuronales artificiales

Son los métodos utilizados para ajustar los pesos y biases de la red durante el entrenamiento. El algoritmo de optimización más común es el gradiente descendente, que actualiza los pesos en la dirección que reduce el error de la red. [de Neuropedia et al. \(2024\)](#)

2.2.14.8 Retropropagación de las redes neuronales artificiales

Es el proceso utilizado para ajustar los pesos de la red mediante el cálculo del gradiente de la función de pérdida respecto a cada peso, propagando los errores desde la capa de salida hacia las capas anteriores. [Innovatiana et al. \(2024\)](#)

2.3 Marco conceptual

2.3.1 Modelo con redes neuronales artificiales

El modelo con redes neuronales artificiales (RNA) viene a ser una representación matemática que es inspirada en el funcionamiento del cerebro humano, que utiliza capas de neuronas artificiales para procesar y aprender patrones complejos a partir de la base de datos de entrada, para predecir la base de datos de salida. Este tipo de modelo viene a ser muy útil, especialmente en problemas donde existen relaciones complejas y no lineales entre las variables de entrada y de salida. [Capital et al. \(2024\)](#)

En la presente investigación, y netamente en el contexto de la predicción del diseño de diques de concreto ciclópeo mediante un modelo con redes neuronales en los proyectos de siembra y cosecha de agua, el modelo es utilizado para realizar las predicciones automáticas de la ubicación, longitud y altura de los diques de concreto

ciclópeo, partiendo de datos extraídos de un modelo de elevación digital (DEM). El modelo con redes neuronales artificiales posee la capacidad de mejorar la precisión y acelerar el proceso de diseño de los diques de concreto ciclópeo, y de esta manera optimizar el proceso mediante la identificación de patrones que serían complicados de detectar con los métodos tradicionales. [Capital et al. \(2024\)](#)

2.3.2 Predicción del modelo con redes neuronales artificiales

Las predicciones generadas por el modelo con redes neuronales artificiales permiten obtener resultados a partir de los datos de entrada complejos. En la siguiente tesis, los datos que alimentan al modelo de las redes neuronales artificiales incluyen información hidrológica y topográfica, como el punto de aforo, área de la microcuenca aportante y el volumen de almacenamiento. [Cheng et al. \(2012\)](#)

El modelo con redes neuronales artificiales toma estos datos y predice las dimensiones óptimas del dique de concreto ciclópeo (ubicación en coordenadas UTM, longitud y altura) en función del análisis del terreno. Estas predicciones proporcionan un método eficiente y preciso para el diseño de diques de concreto ciclópeo en los proyectos de siembra y cosecha de agua, permitiendo al profesional encargado del diseño la toma de decisiones basada en datos y optimizando de esta manera tiempo y recursos. [Cheng et al. \(2012\)](#)

2.3.3 Datos de entrenamiento y validación para MRNA

En la siguiente investigación, la base de datos de entrenamiento y validación para el modelo con redes neuronales (RNA) es un conjunto de datos que permitió el ajuste de los parámetros del modelo para que pueda aprender patrones, mientras que otro conjunto separado evalúa su capacidad de generalización en datos nuevos, evitando de esta manera el sobreajuste. Las variables que componen la base de datos fueron las siguientes:

2.3.3.1 Modelo de elevación digital

En la siguiente investigación, el modelo de elevación digital es utilizado como fuente primaria para la obtención de datos de entrada, para derivar características hidrológicas y topográficas esenciales, como el punto de aforo, área de la microcuenca aportante y el volumen de almacenamiento de la microcuenca. Esta obtención de datos se realiza a través de un programa desarrollado en el lenguaje de programación Python y en el entorno PyCharm. [Quesada et al. \(2011\)](#)

2.3.3.2 Punto de aforo de la microcuenca aportante

El punto de aforo dentro de la microcuenca viene a ser un punto clave; en este es donde se realiza la medición del caudal de agua. Esto viene a ser fundamental para la determinación del área de drenaje de la microcuenca aportante y sirve como la referencia para la delimitación del área del estudio, que influirá directamente en el diseño de diques de concreto ciclópeo con el modelo de las redes neuronales artificiales. [FAO et al. \(2020a\)](#)

2.3.3.3 Área de la microcuenca aportante

En la presente investigación viene a ser la superficie en estudio que contribuye con la acumulación de agua de la escorrentía, esto hacia el punto de desfogue de la microcuenca. Dentro de esta investigación, este valor viene a ser muy importante y fundamental, por el motivo de que el tamaño de la superficie de la cuenca influye directamente en el volumen de agua que pudiera ser capturado y almacenado por el dique de concreto ciclópeo. [FAO et al. \(2020b\)](#)

2.3.3.4 Volumen de almacenamiento de la microcuenca aportante

En la presente investigación, viene a representar el volumen de agua que se espera almacenar con el diseño de los diques de concreto ciclópeo. Esto se calcula mediante el análisis del terreno y de la topografía derivada del modelo de elevación digital. El volumen de almacenamiento es una de las variables de entrada más importantes para la predicción del modelo con redes neuronales artificiales del diseño de diques de concreto ciclópeo. [Aprendo en Casa \(2021\)](#)

2.3.3.5 Ubicacion del dique en coordenadas UTM

Las coordenadas Universal Transverse Mercator (UTM) son un sistema de referencia geográfica que permite la identificación de ubicaciones en la superficie terrestre. En la presente investigación, se busca predecir, mediante un modelo con redes neuronales artificiales, la ubicación del dique de concreto ciclópeo, identificando el punto de inicio y el punto final en dichas coordenadas. Esta información es fundamental para asegurar que la construcción se realice en el lugar adecuado, considerando las características topográficas y las necesidades del proyecto. [Lizarazo Marriaga et al. \(2021\)](#)

2.3.3.6 Dimension longitudinal del dique

En la presente investigación, la longitud del dique viene a ser la distancia horizontal total a partir del punto de inicio del eje del dique de concreto ciclópeo (eje 1 en coordenadas UTM) hasta el punto final del eje del dique de concreto ciclópeo (eje 2 en coordenadas UTM). Esta longitud viene a ser muy importante y crucial durante el diseño de la estructura, ya que define en gran parte la capacidad de almacenamiento que tendrá el dique y la cantidad de flujo de agua que deberá almacenar el dique de concreto ciclópeo; esta, a su vez, depende de la cantidad de volumen de almacenamiento de la microcuenca en estudio. [De la Colina Martínez et al. \(1999\)](#)

2.3.3.7 **Altura máxima del dique**

En la siguiente investigación, la altura máxima del dique de concreto ciclópeo viene a ser la longitud vertical que inicia desde la base del dique de concreto ciclópeo hasta el punto más alto del dique (corona de dique). Esta longitud viene a ser una medida esencial para poder determinar cuánta agua podrá almacenar la estructura durante las estaciones de precipitación intensa. Una altura adecuada asegura que el dique de concreto ciclópeo asegura el correcto manejo durante la variación en el nivel del agua almacenado, de esta manera previniendo roturas, desbordamientos y garantizando la seguridad de las zonas aledañas. [Gómez de León et al. \(2010\)](#)

2.3.4 **Proyectos de siembra y cosecha de agua**

En el Perú, el gobierno nacional viene implementado diversas iniciativas enfocadas en la siembra y cosecha de agua, particularmente en regiones altoandinas donde la escasez de agua es crítica. Uno de los enfoques más destacados viene siendo la construcción de qochas(diques), que son reservorios de agua diseñados para el almacenamiento del agua de lluvia y de esta manera mejorar la disponibilidad hídrica durante las estaciones de sequía de las zonas altoandinas. Estas estructuras son fundamentales para el sostenimiento de la agricultura, ganadería y consumo de agua potable, beneficiando a las comunidades locales al proporcionarles un recurso esencial para la vida. [Ochoa Tocachi et al. \(2022\)](#)

En el departamento de Ayacucho, el Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI), juntamente con la Unidad Ejecutora Fondo Sierra Azul, viene llevando a cabo significativos proyectos de la construcción de qochas(diques). Hasta la fecha, se han desarrollado 317 qochas(diques) con un volumen total de almacenamiento acumulado de aproximadamente 15.05 millones de metros cúbicos de agua. Estas obras vienen beneficiando a miles de familias en la región, mejorando la seguridad

hídrica y promoviendo la actividad agrícola de la zona. [Ochoa Tocachi et al. \(2022\)](#)

III

Materiales y métodos

3.1 Enfoque

El enfoque abordado en la siguiente investigación es el enfoque cuantitativo, ya que se analiza en base de datos numéricos obtenidos de un modelo de elevación digital y, utilizando un modelo con redes neuronales artificiales, se predice el diseño de diques de concreto ciclópeo. Luego, se calcula el factor de determinación mediante la estadística de los datos calculados con el diseño tradicional y la predicción realizada con el modelo de redes neuronales artificiales. [Vázquez Pérez \(2024\)](#)

3.2 Alcance

El alcance de la siguiente investigación es descriptivo, ya que se utiliza un modelo con redes neuronales artificiales (RNA) para predecir y, posteriormente, describir el diseño de diques de concreto ciclópeo mediante este método. Esto se realiza a partir de una base de datos numéricos extraídos de un modelo de elevación digital (DEM), empleando técnicas avanzadas que permiten identificar patrones y relaciones complejas entre las variables de entrada y salida, contribuyendo así a mejorar la toma de decisiones en los diseños futuros. [Vázquez Pérez \(2024\)](#)

3.3 Diseño de investigación

El diseño de la siguiente investigación es no experimental, ya que se basa en el análisis de una base de datos extraída de un modelo de elevación digital (DEM) para realizar predicciones mediante un modelo con redes neuronales artificiales (RNA). En este enfoque no se lleva a cabo la manipulación de las variables de entrada ni tampoco de las variables de salida, lo que permite observar y analizar los patrones y relaciones

inherentes que puedan presentar los datos, contribuyendo a una mejor comprensión del diseño de diques de concreto ciclópeo. [Vázquez Pérez \(2024\)](#)

3.4 Población y muestra

3.4.1 Población

La población tomada para la investigación está compuesta por los proyectos de siembra y cosecha de agua ejecutados durante el periodo de 2019 a 2024. Esta selección se llevó a cabo con el propósito de analizar de manera detallada los resultados obtenidos de toda la población de la predicción del diseño de diques de concreto ciclópeo con un modelo de redes neuronales artificiales.

3.4.2 Muestra

La muestra representativa tomada para la investigación está compuesta por los proyectos de siembra y cosecha de agua ejecutados en los departamentos de Ayacucho, Apurímac, Cusco, Huancavelica, Lima e Ica durante el periodo de 2019 a 2024. Esta selección se llevó a cabo con el propósito de analizar de manera detallada los resultados obtenidos de toda la población de la predicción del diseño de diques de concreto ciclópeo con un modelo de redes neuronales artificiales.

3.5 Hipótesis

3.5.1 Hipótesis general

El modelo adecuado con redes neuronales artificiales para predecir el diseño de diques de concreto ciclópeo optimiza la precisión del diseño en los proyectos de siembra y cosecha de agua, Ayacucho 2024.

3.5.2 Hipótesis específica

1. El diseño adecuado de la arquitectura del modelo con redes neuronales artificiales para predecir el diseño de diques de concreto ciclópeo optimiza la precisión en los proyectos de siembra y cosecha de agua, Ayacucho 2024.
2. La selección adecuada de la base de datos y del algoritmo de entrenamiento del modelo con redes neuronales artificiales para la predicción del diseño de diques de concreto ciclópeo optimiza el tiempo de aprendizaje de la red en los proyectos de siembra y cosecha de agua, Ayacucho 2024.

3. El coeficiente de determinación del rendimiento del modelo con redes neuronales artificiales para predecir el diseño de diques de concreto ciclópeo es significativamente alto en los proyectos de siembra y cosecha de agua, Ayacucho 2024.

3.6 Operacionalización de variables

3.6.1 Variables

3.6.1.1 Variable independiente X

- ☞ Modelo con redes neuronales artificiales.

3.6.1.2 Variable dependiente Y

- ☞ Diseño de diques de concreto ciclópeo.

3.6.2 Definición conceptual

3.6.2.1 Modelo con redes neuronales artificiales

El modelo con redes neuronales artificiales (RNA) viene a ser una representación matemática que es inspirada en el funcionamiento del cerebro humano, que utiliza capas de neuronas artificiales para procesar y aprender patrones complejos a partir de la base de datos de entrada, para predecir la base de datos de salida. Este tipo de modelo viene a ser muy útil, especialmente en problemas donde existen relaciones complejas y no lineales entre las variables de entrada y de salida. [Capital et al. \(2024\)](#)

3.6.2.2 Diseño de diques de concreto ciclópeo

El diseño de diques de concreto ciclópeo se refiere al proceso de ingeniería que abarca desde la planificación, cálculo y construcción de estas estructuras destinadas para el almacenamiento y control de la cantidad flujo de agua, utilizando concreto ciclópeo, una mezcla de concreto y piedras grandes. Este material es altamente valorado en obras hidráulicas por su resistencia mecánica, durabilidad, facilidad de construcción y costos relativamente bajos en comparación con otros métodos más avanzados. [Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural \(s.f.\)](#)

El proceso del diseño de un dique de concreto ciclópeo requiere de estudios técnicos exhaustivos, partiendo desde levantamientos topográficos precisos para evaluar la superficie del terreno, estudios geotécnicos para determinar la capacidad portante

del suelo y la estabilidad de la estructura, y estudios hidrológicos para calcular los caudales máximos y las posibles crecidas del flujo de agua. [Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural](#) (s.f.)

3.6.3 Definición operacional

Fuente: Elaboracion propia

Variables	Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida	Método de medición
Modelo con redes neuronales artificiales	Arquitectura del modelo con redes neuronales artificiales	Número de capas de RNA	Und	TensorFlow y Keras
		Número de neuronas por capa de RNA	Und	
		Función de activación de la RNA	ReLU $[0, \infty)$	
		Algoritmo de optimización	Precisión (m)	
		Tasa de aprendizaje	Adimensional	
		Regularización	Adimensional	
		Inicialización de pesos	Adimensional	
		Estructura de conexiones	Und	
Base de datos y algoritmo de entrenamiento		DEM	píxeles	Recopilación de datos
		Punto de aforo	msnm	Recopilación de datos
		Área de la microcuenca	m ²	Recopilación de datos
		Volumen de almacenamiento de la microcuenca	m ³	Recopilación de datos
Rendimiento del modelo con redes neuronales artificiales	Dimensiones de la estructura	Coefficiente de determinación de las variables predichas	Adimensional	Software Estadístico
		Ubicación del dique en coordenadas UTM	msnm	Modelo con redes neuronales
		Longitud del dique	m	
		Altura máxima del dique	m	

Tabla 3.6.1: Operacionalización de variables.

3.7 Técnicas e instrumentos

Dado que la presente investigación tiene un enfoque cuantitativo debido a que trabaja con una base de datos numéricos extraídos de un modelo de elevación digital

y busca realizar predicciones mediante un modelo con redes neuronales artificiales, se emplearon la siguiente técnica y se utilizó el siguiente instrumento:

🔗 **Técnica**

Predicción computacional utilizando un modelo con redes neuronales artificiales del diseño de diques de concreto ciclópeo.

🔗 **Instrumento**

El lenguaje de programación Python, juntamente sus librerías especializadas en redes neuronales artificiales, dentro de su entorno PyCharm.

3.8 Técnicas estadísticas aplicadas

Dado que se dispone de una base de datos numéricos extraídos de un modelo de elevación digital y se busca predecir el diseño de diques de concreto ciclópeo mediante un modelo de redes neuronales artificiales. Las técnicas estadísticas más importantes utilizadas, en el contexto anteriormente mencionado, para el entrenamiento y la validación del modelo con redes neuronales artificiales son las siguientes:

3.8.1 Estadística descriptiva

En la presente investigación, se utilizó la estadística descriptiva como la técnica preliminar antes de ingresar al modelo con redes neuronales artificiales. La base de datos fue extraída del modelo de elevación digital, analizando las medidas de tendencia central (media, mediana y moda), así como también las medidas de dispersión (rango, varianza y desviación estándar). [INEGI et al. \(2024\)](#)

Este análisis de la base de datos permitió la comprensión fundamental de las características de los datos, mediante la identificación de patrones y variabilidad, lo cual es muy importante y crucial para garantizar la validez del modelo con redes neuronales artificiales para predecir el diseño de diques de concreto ciclópeo. [INEGI et al. \(2024\)](#)

3.8.2 Normalización de la base de datos

En la presente investigación se realiza la normalización de las variables estadísticas obtenidas del modelo de elevación digital y del expediente técnico de los proyectos de siembra y cosecha de agua; esto es para obtener una predicción del diseño de diques de concreto ciclópeo más precisa. La normalización se realiza mediante el método de Min-Max Scaler. Este proceso viene a ser muy importante y fundamental durante el procesamiento de los datos, ya que permite que todos los atributos de las variables sean comparables en las mismas condiciones y escalas, donde no existe un dominio

predominante de alguna de ellas durante el entrenamiento y validación del modelo. Villasís Keever & Miranda Novales (2016)

$$X_{\text{norm}} = \frac{X - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} \quad (\text{III.1})$$

Donde:

- ☞ X : Valor original del dato de la variable estadística.
- ☞ $X_{\min}$: Valor mínimo del conjunto de datos de la variable estadística.
- ☞ $X_{\max}$: Valor máximo del conjunto de datos de la variable estadística.
- ☞ X_{norm} : Valor normalizado de la variable estadística.

3.8.3 Regresión lineal

En la siguiente investigación, la técnica estadística de regresión lineal se utiliza como una herramienta para la evaluación de la calidad de la predicción del modelo con redes neuronales para predecir el diseño de diques de concreto ciclópeo, realizando la regresión entre los valores predichos con el modelo y los valores reales obtenidos del diseño en los expedientes. Básicamente, este método estadístico consiste en ajustar una línea de tendencia recta al conjunto de datos graficados. Si las predicciones realizadas con el modelo se ajustan bien a esta línea, se puede decir que el modelo con redes neuronales artificiales está realizando un buen trabajo capturando las relaciones que existen entre las variables de entrada y salida.

De esta manera, si el coeficiente de determinación R^2 , que viene a ser un indicador clave durante este análisis, se encuentra cercano a 1, significa que las predicciones realizadas con el modelo con redes neuronales artificiales sugieren que el rendimiento del modelo es aceptable y bueno. De lo contrario, si el R^2 no se acerca a 1, quiere decir que el modelo tiene deficiencias para realizar las predicciones esperadas.

3.8.4 Análisis de errores en predicciones

En la presente investigación se realiza el análisis de errores del modelo con redes neuronales artificiales para medir qué tan bien logra predecir las variables del diseño de los diques de concreto ciclópeo en los proyectos de siembra y cosecha de agua. Comparando sus resultados con los valores reales, para hacerlo se utilizan las siguientes métricas.

3.8.4.1 Error absoluto medio

En la siguiente investigación se indica, en promedio, cuánto se equivoca el modelo con redes neuronales artificiales en predecir el diseño de diques de concreto ciclópeo. Esto se realiza para cada variable predicha por el modelo. [Crespo \(2017\)](#)

$$\text{MAE} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i - \hat{y}_i| \quad (\text{III.2})$$

Donde:

- ☞ y_i : Valor real.
- ☞ $\hat{y}_i$: Predicción del modelo.
- ☞ n : Número total de datos.

3.8.4.2 Error cuadrático medio

En la siguiente investigación, el análisis por el error cuadrático medio se realiza dándole mayor penalización a los errores grandes. Esto significa que, si el modelo con redes neuronales artificiales para predecir el diseño de diques de concreto ciclópeo falla gravemente en algunos casos, el impacto de estos errores será más evidente en el resultado de la predicción. [Mosquera Mosquera \(2022\)](#)

$$\text{MSE} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 \quad (\text{III.3})$$

Donde:

- ☞ y_i : Valor real.
- ☞ $\hat{y}_i$: Predicción del modelo.
- ☞ n : Número total de datos.

3.8.4.3 Raíz de error cuadrático medio

En la siguiente investigación se utiliza el método de la raíz del error cuadrático medio como una métrica para medir la precisión del modelo con redes neuronales artificiales para predecir el diseño de diques de concreto ciclópeo. Este cálculo resulta ser más intuitivo, ya que se expresa en la misma escala que los valores que se están analizando, lo que facilita su interpretación. [Instituto Tecnológico de Chihuahua \(s.f.\)](#)

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2} \quad (\text{III.4})$$

Donde:

- ☞ y_i : Valor real.
- ☞ $\hat{y}_i$: Predicción del modelo.
- ☞ n : Número total de datos.

3.9 Desarrollo del trabajo de tesis

El punto de inicio para el desarrollo de la siguiente investigación fue la presentación de solicitud formal dirigida al Coordinador Regional de Ayacucho para la ejecución de los proyectos de siembra y cosecha de agua, con el motivo de obtener los expedientes técnicos de obra aprobados de estos proyectos; proyectos que fueron elaborados y aprobados por la Unidad Ejecutora Fondo Sierra Azul entre los años 2019 y 2024.

Ya con los expedientes técnicos de obra obtenidos, se procedió a la extracción de la información necesaria para el desarrollo de la investigación. Estos datos extraídos fueron las variables estadísticas que servirán para el entrenamiento y validación de la red neuronal artificial.

3.9.1 Recopilación de datos

En siguiente investigación la información clave para predecir el diseño de los diques de concreto ciclópeo mediante un modelo con redes neuronales artificiales se obtuvo mediante una revisión detallada de los expedientes técnicos de obra de los proyectos de siembra y cosecha de agua aprobados para el departamento de Ayacucho entre los años 2019 hasta 2024. A través de un análisis documentario exhaustivo, se extrajeron las variables estadísticas más importantes que permitan la construcción del modelo con redes neuronales artificiales para predecir el diseño de los diques de concreto ciclópeo. Las principales variables estadísticas extraídas fueron las siguientes:

- ☞ Ubicación geográfica en coordenadas UTM de las qochas.
- ☞ Coordenadas UTM del punto de inicio y final del eje de dique.
- ☞ Dimensión longitudinal del dique.
- ☞ Altura máxima del dique.

3.9.1.1 Ubicación geográfica en coordenadas UTM de las qochas

A continuación, se presentan las coordenadas UTM (Universal Transverse Mercator) de cada qocha, que corresponde a los diques ejecutados en el marco de los proyectos de siembra y cosecha de agua. Estas coordenadas permiten ubicar con precisión cada estructura en el sistema de referencia UTM, facilitando la identificación de su posición geográfica en el terreno.

Fuente: Adaptado de "Expedientes técnicos de proyectos de siembra y cosecha de agua", UEFSA.

N° DE ORDEN	NOMBRE DE LA QOCHA	COORDENADA ESTE (m)	COORDENADA NORTE (m)	ELEVACIÓN (msnm)	ZONA
1	Challhuacocha	547583	8531043	4471	18L
2	Hatunqocha	547606	8526998	4496	18L
3	Huaylupata	543693	8530843	4607.9	18L
4	Oshcococha	543607	8530667	4624.49	18L
5	Qochacucho	543693	8530843	4621	18L
6	Taqraqocha	543607	8530667	4630	18L
7	Tqsanaqocha	547372	8527118	4484	18L
8	Vicuñacocha	543180	8530529	4684	18L
9	Moroccocha 1	588192	8593728	4048	18L
10	Totoraqocha	585862	8583533	4259	18L
11	Challwaqocha	658881	8393996	4627	18L
12	Ccellhuaqocha	659821	8392855	4591	18L
13	Esquinaqocha 2	659522	8389120	4620	18L
14	Yanaqocha	659198	8387458	4597	18L
15	Lliwaqocha	658219	8385822	4561	18L
16	Lagunaqocha	659414	8383870	4527	18L
17	Piruroqocha 1	650379	8386225	4563	18L
18	Ccelwaqocha	651789	8386602	4534	18L
19	Chetjarumi 1	642945	8380144	4494	18L
20	Pulwasqocha	642495	8379151	4508	18L
21	Azulqocha	532498	8517981	4738	18L
22	Yanaqocha	534778	8517413	4772	18L
23	Totora Qocha-Ccoisa	616017	8528929	4148	18L
24	Llulluchaqocha	616279	8528944	4178	18L
25	Huatayqocha 1	609991	8518061	4154	18L
26	Huatayqocha 2	610160	8518104	4125	18L
27	Toroqocha	609052	8516943	4175	18L
28	Totoraqocha	610436	8518030	4122	18L
29	Pucellaqocha	610537	8518371	4113	18L
30	Ccelloqocha	610782	8518255	4096	18L
31	Antahuayllaqocha 1	608677	8516880	4190	18L
32	Atahuayllaqocha 2	608387	8517089	4178	18L
33	Wachwaqocha 1	607504	8517174	4154	18L
34	Wachwaqocha 2	607597	8516568	4159	18L
35	Chanchaylloqocha	600451	8520264	4209	18L
36	Yanaccaccaqocha 1	600442	8528190	4120	18L
37	Yanaccaccaqocha 2	600200	8528172	4173	18L
38	Yanaccaccaqocha 3	600267	8527871	4188	18L
39	Jochapata 1	551280	8526967	4036	18L
40	Jochapata 2	551718	8526634	4018	18L
41	Sachaqocha	550738	8526067	4002	18L
42	Condortiancca	677386	8444857	4328	18L
43	Paucca	677162	8445186	4344	18L

Tabla 3.9.1: Ubicación geográfica en coordenadas UTM de las qochas (diques).

Fuente: Adaptado de "Expedientes técnicos de proyectos de siembra y cosecha de agua", UEFSA.

N° DE ORDEN	NOMBRE DE LA QOCHA	COORDENADA ESTE (m)	COORDENADA NORTE (m)	ELEVACIÓN (msnm)	ZONA
44	Paucca	677162	8445186	4344	18L
45	Yanacocha-Toraya	676696	8444709	4354	18L
46	Pillcocancha	677508	8451753	4361	18L
47	Parccacocha	678309	8452148	4355	18L
48	Aichunquccocha	678658	8452708	4377	18L
49	Yanacocha-Cannua	678071	8452638	4390	18L
50	Totoracocha	679150	8453115	4374	18L
51	Kacellahuasina	679710	8453087	4313	18L
52	Challhuacocha	678507	8455091	4368	18L
53	Soracocha	677665	8456210	4438	18L
54	Chachaski	731033	8401573	4566	18L
55	Wislaccococha 01	731574	8400821	4625	18L
56	Wislaccococha 02	731430	8400953	4619	18L
57	Condori 01	732254	8399792	4634	18L
58	Pataccocha	714557	8438201	4538	18L
59	Vicuñacocha	714684	8435311	4606	18L
60	Corregidor	714278	8434147	4453	18L
61	Ccochani 01	714118	8413725	4508	18L
62	Ccochani 02	713890	8413761	4483	18L
63	Laguna Ticlla	710331	8413679	4504	18L
64	Peñicocha	292055	8829486	4613	18L
65	Rucma 1	292576	8827761	4608	18L
66	Rucma 2	293173	8827971	4657	18L
67	Huillacocha	295520	8827361	4747	18L
68	Tayacocha 1	293903	8826179	4554	18L
69	Tayacocha 2	293310	8825947	4560	18L
70	ZapatoCocha 1	290713	8820359	4738	18L
71	ZapatoCocha 2	290416	8820134	4744	18L
72	Yanagaga	289317	8820647	4697	18L
73	Gallococha	289628	8819145	4767	18L
74	Murococha	288497	8819463	4645	18L
75	Torococha	288230	8819606	4623	18L
76	Raracocha 1	287978	8819660	4628	18L
77	Raracocha 2	287749	8819658	4638	18L
78	Totoroccocha	284447	8818322	4779	18L
79	Vinococha	284016	8819148	4698	18L
80	Estrellacocha	283366	8819435	4657	18L
81	Yanaparian 1	281209	8819176	4766	18L
82	Yanaparian 2	281233	8819450	4773	18L
83	Pausha 1	290242	8821451	4695	18L
84	Sullacocha	283983	8828881	4133	18L
85	Tambococha	284202	8829040	4112	18L

Tabla 3.9.2: Ubicación geográfica en coordenadas UTM de las qochas (diques).

Fuente: Adaptado de "Expedientes técnicos de proyectos de siembra y cosecha de agua", UEFSA.

N° DE ORDEN	NOMBRE DE LA QOCHA	COORDENADA ESTE (m)	COORDENADA NORTE (m)	ELEVACIÓN (msnm)	ZONA
86	Champaqocha	617948	8528654	4131	18L
87	Samaccayccocho 01	710684	8339254	4688.27	18L
88	Samaccayccocho 02	710324	8339515	4689.04	18L
89	Saylahuarmin 01	701823	8320366	4821.43	18L
90	Saylahuarmin 02	701700	8320439	4814.5	18L
91	Chumpuño 01	701270	8320821	4779.5	18L
92	Chumpuño 02	701371	8320894	4788	18L
93	Laucata 01	701266	8321410	4794.26	18L
94	Pukaallcca 01	703025	8322357	4816.7	18L
95	Pukaallcca 02	702907	8322323	4817.53	18L
96	Pukaallcca 03	702467	8322862	4793.34	18L
97	Aculla 01	703077	8324770	4797.17	18L
98	Aculla 02	703460	8325515	4777.99	18L
99	Chacca Corral 2	591903	8456693	4414	18L
100	Oscoco Cucho 2	589804	8455346	4355	18L
101	Oscoco Cucho 1	591167	8453538	4369	18L
102	Qenhuacucho 3	582511	8439428	4081	18L
103	Qenhuacucho 6	582397	8439061	4085	18L
104	Qenhuacucho 7	582314	8438856	4087	18L
105	Yanakocha	583112	8476572	4252	18L
106	Chaccraccaqocha	582623	8475963	4359	18L
107	Huinsoqocha	583150	8477025	4264	18L
108	Qiullaqocha 1	598856	8450844	4413	18L
109	Qiullaqocha 2	598524	8450814	4386	18L
110	Intihuatana 1	600997	8455270	4399	18L
111	Intihuatana 2	600749	8455093	4380	18L
112	Intihuatana 3	600589	8454830	4390	18L
113	Chinchincaqocha	606410	8460223	4415	18L
114	Huacuraylla 1	604077	8451169	4413	18L
115	Huacuraylla 2	603605	8451554	4414	18L
116	Chaqiqocha 1	603330	8451486	4390	18L
117	Chaqiqocha 2	603205	8451632	4398	18L
118	Tiraniqocha 1	583764	8481502	4402	18L
119	Tiraniqocha 2	583397	8481422	4441	18L
120	Tiraniqocha 3	583826	8481723	4383	18L
121	Tiraniqocha 4	584248	8481885	4346	18L
122	Antaqocha	583457	8481718	4420	18L
123	Maquiqocha 1	583274	8480801	4448	18L
124	Maquiqocha 2	583368	8480648	4425	18L
125	Pataqocha 1	234812	8455500	4251	19L
126	Ruquiqocha	235575	8456946	4432	19L
127	Pallac Qocha 1	235452	8457217	4415	19L

Tabla 3.9.3: Ubicación geográfica en coordenadas UTM de las qochas (diques).

Fuente: Adaptado de "Expedientes técnicos de proyectos de siembra y cosecha de agua", UEFSA.

N° DE ORDEN	NOMBRE DE LA QOCHA	COORDENADA ESTE (m)	COORDENADA NORTE (m)	ELEVACIÓN (msnm)	ZONA
128	Pallac Qocha 2	235295	8457133	4411	19L
129	Pallac Qocha 3	235304	8456927	4388	19 L
130	Pallac Qocha 4	235382	8457063	4404	20 L
131	Quinsa Qocha 1	249423	8436681	4372	19 L
132	Quinsa Qocha 2	249545	8436892	4391	19 L
133	Quinsa Qocha 3	249625	8437096	4398	19 L
134	Quelhua Qocha	252455	8435072	4479	19 L
135	Wuascca Qocha	252877	8435082	4515	21 L
136	Muyuc Qocha	252815	8434965	4499	19 L
137	Qomer Qocha	253589	8433826	4431	19 L
138	Pata Qocha	253926	8434010	4486	19 L
139	Yanac Qocha 1	253979	8433824	4466	19 L
140	Yanac Qocha 2	254139	8433927	4487	22 L
141	Qaqqa Qocha 1	254982	8433438	4509	19 L
142	Qaqqa Qocha 2	254867	8433450	4502	19 L
143	Hampato Qocha 1	254416	8432689	4414	19 L
144	Hampato Qocha 2	254363	8432867	4419	19 L
145	Sora Qocha	254284	8433617	4498	23 L
146	Maria Qocha	270604	8400989	4512	19 L
147	QQECRAPATA	278790	8414794	4840	19 L
148	Pucapatacco	8549361.24	492755.88	4710.1	18 L
149	Pucaccaccacco	8541355.6	494753.45	4644.56	18 L
150	Puyhuan Qocha	8525403.01	488818.01	4639.49	18 L
151	Yurac Punta	8524744.34	492417.14	4558.62	18 L
152	Azul Qocha	8540091.34	488888.66	4724.62	18 L
153	Pariona Qocha	8543753.46	494390.6	4688.95	18 L
154	Yanaco Qocha	484216.22	8590218.64	4703	18 L
155	Pariona Qocha	484125.99	8591023.55	4718	18 L
156	Pinopampa	490002.92	8625980.96	4019.93	18 L
157	Chuñupampa	490166.48	8626359.28	3978.4	18 L
158	Paloma Qocha	492822.21	8623987.56	4194.67	18 L
159	Acaclo Qocha	492709.83	8623728.32	4219.58	18 L
160	Gentil Qocha I	8548246.44	452957.98	4537.87	18 L
161	Gentil Qocha II	8547962.41	453299.3	4515.71	18 L
162	Pataccocho	8604586	484459	4504.81	18 L
163	Warmic Qocha	8604566.79	483501.18	4369.94	18 L
164	Allcca Qocha	536162.14	8599623.55	4170	18 L
165	Ccor Qocha	8599443.7	535915.58	4210	18 L
166	Nadin	545698.75	8553601.53	3434	18 L
167	Aqakocmina	546219.65	8554616.28	4446	18 L
168	Mapac Qocha	544855.05	8552178.19	4445	18 L
169	San Miguel II	546871.62	8549848.26	4440	18 L

Tabla 3.9.4: Ubicación geográfica en coordenadas UTM de las qochas (diques).

Fuente: Adaptado de "Expedientes técnicos de proyectos de siembra y cosecha de agua", UEFSA.

N° DE ORDEN	NOMBRE DE LA QOCHA	COORDENADA ESTE (m)	COORDENADA NORTE (m)	ELEVACIÓN (msnm)	ZONA
170	Condoray I	546469.85	8549010.35	4443	18 L
171	Condoray II	546600.94	8548712.95	4560	18L
172	Jaylin Qocha	550155	8557686	4240	18L
173	Pisccoqocha	549806	8557393	4250	18L
174	Champa Qocha	546507	8552918	4510	18L
175	Wawqentuyo	8550857.51	550341	4388.5	18L
176	Añascococha II	8550836.84	550606.43	4411.5	18L
177	Añascococha I	8551058.13	551014.96	4436.5	18L
178	Semiriam Dique 1	203900	8509483	4299	19L
179	Semiriam Dique 2	203969	8509202	4286	19L
180	Qolpanacocha	203918	8508496	4302	19L
181	Tullupampa Qocha	198503	8513197	4171	19L
182	Huaytaqocha	546981	8479245	4481	18L
183	Yawar Qocha	544109	8476461	4605	18L
184	Yawar Qocha 2	542544	8465784	4602	18L
185	Qillucruz Qocha	541020	8466454	4499	18L
186	Uququy Qocha	542055	8469063	4500	18L
187	Qellwaqocha	545309	8479173	4565	18L
188	Huayllacocha	8456699	540348	4397	18L
189	Ujujuiniyoq 3	8455780	543339	4394	18L
190	Ujujuiniyoq 2	8454726	544004	4321	18L
191	Lecceccacocha 2	8452331	546487	4237	18L
192	Pachacuyo 3	8452073	549601	4172	18L
193	Accococha 1	8454494	551486	4382	18L
194	Accococha 3	8454371	552046	4416	18L
195	Soytoojohata	8443219	555762	4102	18L
196	Jochahuasi	8444702	554448	4043	18L
197	Ticcrarpuccocha	8450960	563018	3887	18L
198	Osnococha 1	8442977	568000	4192	18L
199	Osnococha 2	8443084	568053	4198	18L
200	Islaqocha	552610	8464108	4454	18L
201	Taqraqocha	553301	8464658	4382	18L
202	Qenwacuchu	554722	8466106	4238	18L
203	Qaullaqocha	542996	8469182	4419	18L
204	Quinuaqocha	567986	8474218	3601	18L
205	Totorabamba 1	566646	8475291	3662	18L
206	Pilliqocha	566217	8479128	3855	18L
207	Pataqocha 1	583355	8470794	4357	18L
208	Pataqocha 2	583599	8470926	4376	18L
209	Qochaparco	583430	8471499	4363	18L
210	Pucaqocha	582988	8472144	4388	18L
211	Maurama	582512	8472830	4340	18L

Tabla 3.9.5: Ubicación geográfica en coordenadas UTM de las qochas (diques).

Fuente: Adaptado de "Expedientes técnicos de proyectos de siembra y cosecha de agua", UEFSA.

N° DE ORDEN	NOMBRE DE LA QOCHA	COORDENADA ESTE (m)	COORDENADA NORTE (m)	ELEVACIÓN (msnm)	ZONA
212	Conruspucru 1	582870	8472771	4395	18L
213	Conruspucru 2	583040	8473002	4397	18L
214	Sollqucha Qocha	582722	8473787	4352	18L
215	Chamacchale	582343	8475514	4352	18L
216	Champaqocha	582392	8475157	4336	18L
217	Parccaqocha	582989	8474928	4257	18L
218	Qeullaqocha	584661	8473437	4356.5	18L
219	Waqra Pampa 1	585467.29	8471483.79	4260.23	18L
220	Waqra Pampa 2	585937.67	8471240.91	4252.58	18L
221	Waqra Pampa 3	586106.32	8471258.23	4247.16	18L
222	Waqra Pampa 4	586252	8471446.38	4248.17	18L
223	Waqra Pampa 6	586221.68	8471622.2	4244.56	18L
224	Waqra Pampa 7	586100.85	8471594.26	4246.83	18L
225	Waqra Pampa 8	585872.95	8471728.78	4244.27	18L
226	Agomichayocc 1	599038	8412875	4266	18L
227	Agomichayocc 2	599264	8413202	4251	18L
228	Ñuñuorqo-1	600378	8412487	4307	18L
229	Ñuñuorqo-2	600372	8412447	4309	18L
230	Roqueqocha	597326	8413971	4239	18L
231	Samaccayccocha 01	710684	8339254	4688.27	18L
232	Samaccayccocha 02	710324	8339515	4689.04	18L
233	Saylahuarmi 01	701823	8320366	4821.43	18L
234	Saylahuarmi 02	701700	8320439	4814.5	18L
235	Chumpuño 01	701270	8320821	4779.5	18L
236	Chumpuño 02	701371	8320894	4788	18L
237	Laucata 01	701266	8321410	4794.26	18L
238	Pukaallcca 01	703025	8322357	4816.7	18L
239	Pukaallcca 02	702907	8322323	4817.53	18L
240	Pukaallcca 03	702467	8322862	4793.34	18L
241	Aculla 01	703077	8324770	4797.17	18L
242	Aculla 02	703460	8325515	4777.99	18L

Tabla 3.9.6: Ubicación geográfica en coordenadas UTM de las qochas (diques).

3.9.2 Descarga de los modelos de elevación digital

Con base en la ubicación geográfica precisa de los proyectos de siembra y cosecha de agua ejecutados por la Unidad Ejecutora Fondo Sierra Azul, se recopiló la información específica y exacta de la ubicación geográfica en coordenadas UTM correspondiente a cada una de las qochas(diques) ejecutados. A partir de ello se procede a la descarga de los modelos de elevación digital (DEM).

Fuente: <https://www.geogpsperu.com>

DESCARGAR IMAGENES ASTER GDEM (Aster Global Digital Elevation Model)

Me gusta 775 Compartir Post

Autor: GEO GPS PERU

ASTER DEM
Descargar Imágenes

FUENTE: MINAM
FORMATO: GeoTIFF

www.geogpsperu.com

QGIS Google Earth ArcGIS

Fuente:
La NASA y el Ministerio de Economía, Comercio e Industria de Japón (METI)

ASTER GDEM se encuentran en formato GeoTIFF con coordenadas geográficas lat/long, con resolución espacial de 30 metros y hace referencia al geode WGS84/EGM96.

Imágenes estéreo recogidas por el radiómetro japonés llamado ASTER.

Perú

DEM (ASTER)
Provincias
Departamentos
Google Maps

MANUALES Y PROGRAMAS

- ASTRONOMÍA DE POSICIÓN
- BIOLOGÍA
- ESTÁNDARES CARTOGRAFICOS - IGN
- GEODESIA
- GEOLOGÍA
- GLOBAL MAPPER - DESCARGA
- LEVANTAMIENTO CATASTRAL
- MANUALES ARCGIS
- TOPOGRAFÍA
- GLOBAL MAPPER - DESCARGAR
- PUNTOS GEODÉSICOS
- CARTAS NACIONALES (IGN) - PDF
- MANUALES Y PROGRAMAS

LINEA BASE AMBIENTAL - DESCARGA

- ASTER DEM
- ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS
- BATIMETRIA
- CAPACIDAD DE USO MAYOR DE TIERRAS
- CARTAS NACIONALES
- CENTROS POBLADOS
- CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA
- COBERTURA VEGETAL
- COMUNIDADES CAMPESINAS
- COMUNIDADES NATIVAS
- CUENCAS HIDROGRÁFICAS
- CUENCAS HIDROGRÁFICA MENORES
- ESTABLECIMIENTOS DE SALUD
- ESTACION HIDROMETEOROLOGICA
- FISIOGRAFÍA
- GEOLOGÍA
- GEOMORFOLOGÍA
- HIDROGEOLOGÍA
- LIMITE DEPARTAMENTAL
- LIMITE PROVINCIAL
- LIMITE DISTRITAL
- INUNDACIÓN - TSUNAMI
- SUELOS
- RÍOS
- SITIOS ARQUEOLÓGICOS
- USO ACTUAL
- ZONAS DE VIDA
- ZONIFICACIÓN ECOLÓGICA ECONÓMICA
- ZONIFICACIÓN SÍSMICA
- LINEA BASE AMBIENTAL - DESCARGA

Figura 3.9.1: Página de descarga de los modelos de elevación digital.

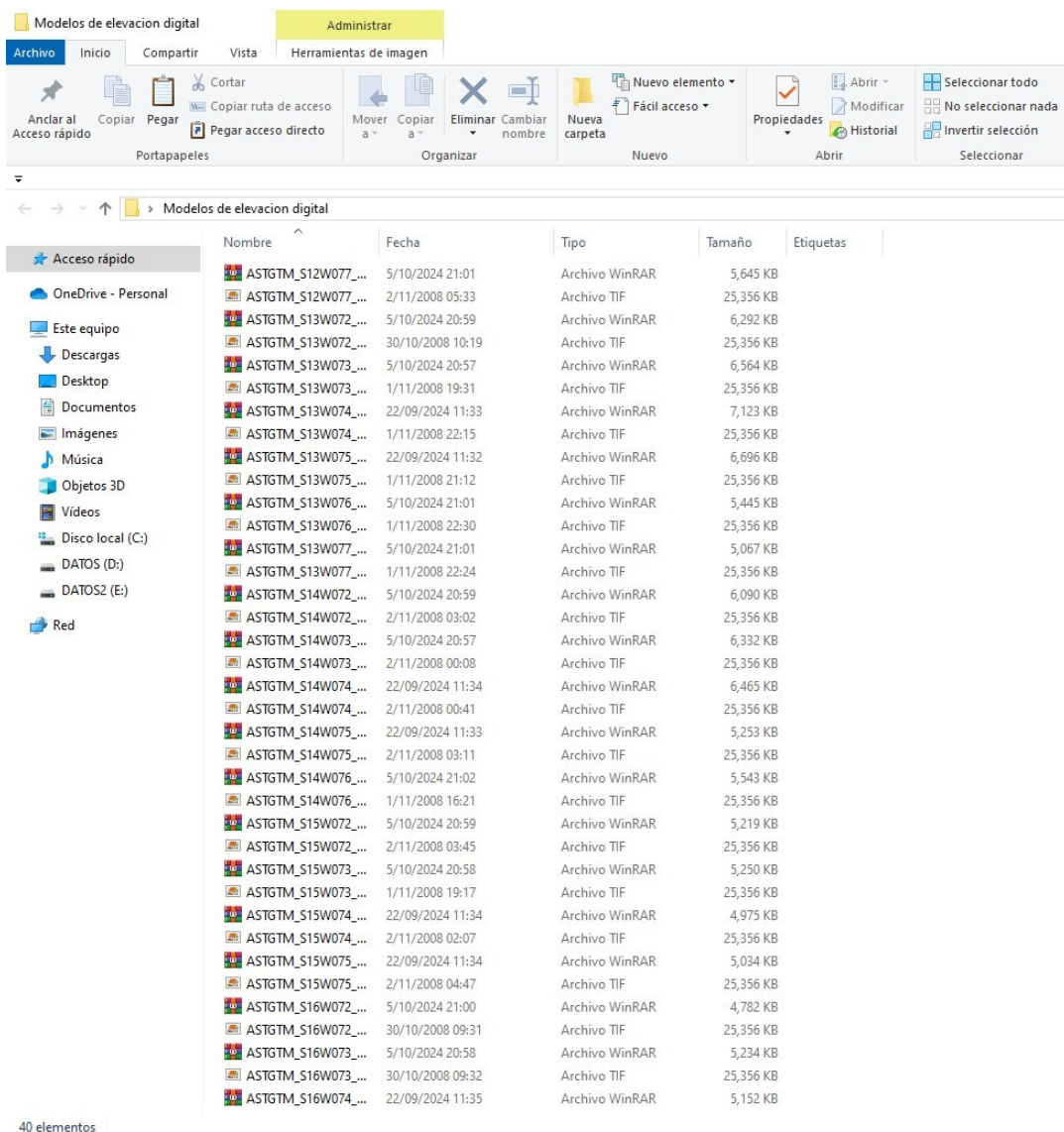
3.9.3 Unión y recorte de los modelos de elevación digital

Ya con todos los modelos de elevación digital (DEM) unidos y las qochas (diques) ubicados con exactitud en el modelo con el software ArcGIS, se procedió a unir todos los modelos de elevación digital, solamente en un modelo compacto. Posteriormente, se ubicó un punto de desfogue de referencia en cada qocha para delimitar la subcuenca

o microcuenca hidrográfica correspondiente. Posterior a la delimitación, se realizaron los recortes específicos en el modelo de elevación digital, generando 242 nuevos modelos para cada subcuenca o microcuenca donde se encuentra ubicada la qocha (dique).

Estos nuevos modelos recortados constituyen la base de datos para el programa desarrollado en el lenguaje de programación Python, en el entorno PyCharm, diseñado específicamente para extraer las variables estadísticas de entrada necesarias para el modelo con redes neuronales artificiales. Estas variables estadísticas permitirán la predicción del diseño de diques de concreto ciclópeo en los proyectos de siembra y cosecha de agua.

Fuente: Elaboración propia



Nombre	Fecha	Tipo	Tamaño	Etiquetas
ASTGTM_S12W077_...	5/10/2024 21:01	Archivo WinRAR	5,645 KB	
ASTGTM_S12W077_...	2/11/2008 05:33	Archivo TIF	25,356 KB	
ASTGTM_S13W072_...	5/10/2024 20:59	Archivo WinRAR	6,292 KB	
ASTGTM_S13W072_...	30/10/2008 10:19	Archivo TIF	25,356 KB	
ASTGTM_S13W073_...	5/10/2024 20:57	Archivo WinRAR	6,564 KB	
ASTGTM_S13W073_...	1/11/2008 19:31	Archivo TIF	25,356 KB	
ASTGTM_S13W074_...	22/09/2024 11:33	Archivo WinRAR	7,123 KB	
ASTGTM_S13W074_...	1/11/2008 22:15	Archivo TIF	25,356 KB	
ASTGTM_S13W075_...	22/09/2024 11:32	Archivo WinRAR	6,696 KB	
ASTGTM_S13W075_...	1/11/2008 21:12	Archivo TIF	25,356 KB	
ASTGTM_S13W076_...	5/10/2024 21:01	Archivo WinRAR	5,445 KB	
ASTGTM_S13W076_...	1/11/2008 22:30	Archivo TIF	25,356 KB	
ASTGTM_S13W077_...	5/10/2024 21:01	Archivo WinRAR	5,067 KB	
ASTGTM_S13W077_...	1/11/2008 22:24	Archivo TIF	25,356 KB	
ASTGTM_S14W072_...	5/10/2024 20:59	Archivo WinRAR	6,090 KB	
ASTGTM_S14W072_...	2/11/2008 03:02	Archivo TIF	25,356 KB	
ASTGTM_S14W073_...	5/10/2024 20:57	Archivo WinRAR	6,332 KB	
ASTGTM_S14W073_...	2/11/2008 00:08	Archivo TIF	25,356 KB	
ASTGTM_S14W074_...	22/09/2024 11:34	Archivo WinRAR	6,465 KB	
ASTGTM_S14W074_...	2/11/2008 00:41	Archivo TIF	25,356 KB	
ASTGTM_S14W075_...	22/09/2024 11:33	Archivo WinRAR	5,253 KB	
ASTGTM_S14W075_...	2/11/2008 03:11	Archivo TIF	25,356 KB	
ASTGTM_S14W076_...	5/10/2024 21:02	Archivo WinRAR	5,543 KB	
ASTGTM_S14W076_...	1/11/2008 16:21	Archivo TIF	25,356 KB	
ASTGTM_S15W072_...	5/10/2024 20:59	Archivo WinRAR	5,219 KB	
ASTGTM_S15W072_...	2/11/2008 03:45	Archivo TIF	25,356 KB	
ASTGTM_S15W073_...	5/10/2024 20:58	Archivo WinRAR	5,250 KB	
ASTGTM_S15W073_...	1/11/2008 19:17	Archivo TIF	25,356 KB	
ASTGTM_S15W074_...	22/09/2024 11:34	Archivo WinRAR	4,975 KB	
ASTGTM_S15W074_...	2/11/2008 02:07	Archivo TIF	25,356 KB	
ASTGTM_S15W075_...	22/09/2024 11:34	Archivo WinRAR	5,034 KB	
ASTGTM_S15W075_...	2/11/2008 04:47	Archivo TIF	25,356 KB	
ASTGTM_S16W072_...	5/10/2024 21:00	Archivo WinRAR	4,782 KB	
ASTGTM_S16W072_...	30/10/2008 09:31	Archivo TIF	25,356 KB	
ASTGTM_S16W073_...	5/10/2024 20:58	Archivo WinRAR	5,234 KB	
ASTGTM_S16W073_...	30/10/2008 09:32	Archivo TIF	25,356 KB	
ASTGTM_S16W074_...	22/09/2024 11:35	Archivo WinRAR	5,152 KB	

Figura 3.9.2: Modelos de elevación digital(DEM) descargados.

Fuente: Elaboración propia mediante ArcGIS 10.3

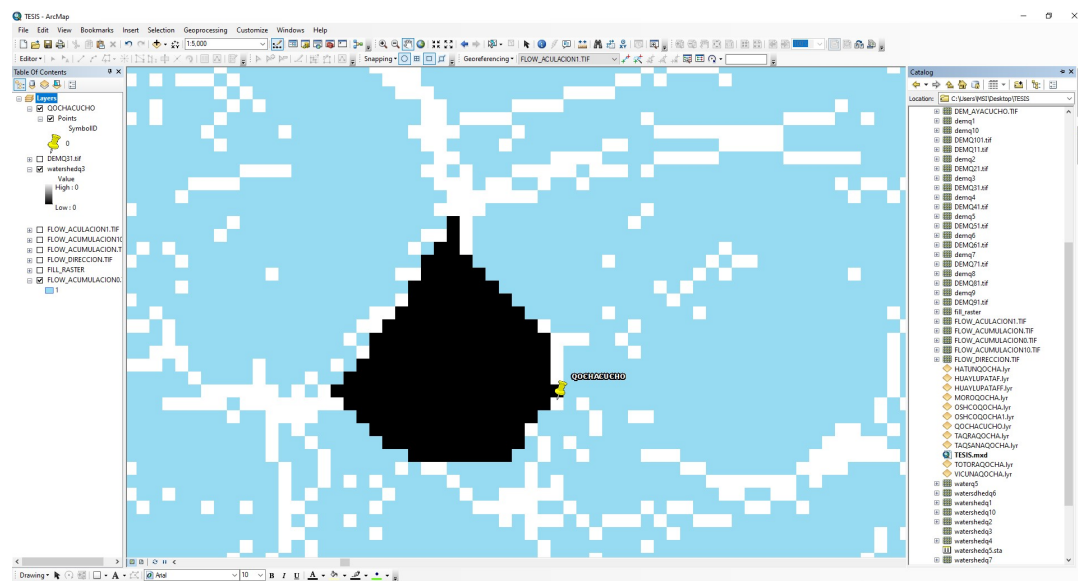


Figura 3.9.3: Proceso de unión y recorte del modelo de elevación digital (DEM).

Fuente: Elaboración propia

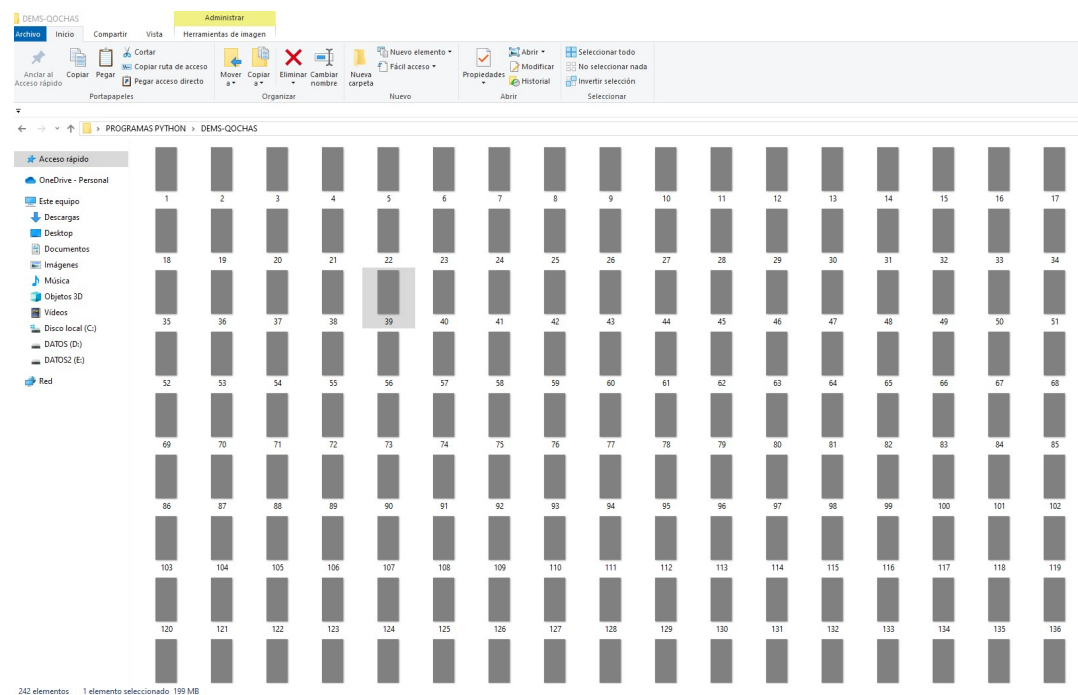


Figura 3.9.4: Nuevos modelos de elevación digital (DEM) recortados.

3.9.4 Programa para el cálculo de datos a partir del DEM

Para poder llevar a cabo esta tarea, en la presente investigación se utilizó un programa elaborado en el lenguaje de programación Python, ejecutado en el entorno de desarrollo PyCharm. Este programa fue diseñado exclusivamente para procesar los datos topográficos y hidrológicos necesarios del modelo de elevación digital de la microcuenca. A través de su implementación, se obtuvieron las variables estadísticas para el entrenamiento y validación del modelo con redes neuronales artificiales, como el punto de aforo, el área y el volumen de almacenamiento de la microcuenca aportante.

Estos cálculos fueron realizados para una muestra representativa de 242 microcuencas y, por consecuencia, para 242 qochas (diques), asegurando así la validez y aplicabilidad de los resultados obtenidos para el entrenamiento y validación del modelo con redes neuronales. Posteriormente, estos datos fueron organizados por el programa desarrollado en una base de datos estructurada, que se guardó en un archivo de extensión .xlsx. Este formato facilita la manipulación y análisis posterior de la información obtenida, permitiendo un acceso eficiente a los datos necesarios para el desarrollo del modelo con redes neuronales artificiales para predecir el diseño de diques de concreto ciclópeo.

3.9.4.1 Programa desarrollado en lenguaje de programación Python

```
1  # Importacion de librerias a utilizar.
2  import numpy as np
3  import rasterio
4  import pandas as pd
5  from tkinter import Tk
6  from tkinter.filedialog import askopenfilenames
7  from pathlib import Path
8  from datetime import datetime
9  from numba import jit, prange
10 import logging
11 from tqdm import tqdm
12 # Configuracion de logging para saber el progreso de proceso.
13 logging.basicConfig(level=logging.INFO,
14 format='%(asctime)s - %(levelname)s - %(message)s')
15 # definimos las direcciones de flujo y desplazamientos.
16 D8_DIRECTIONS = np.array([1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128])
17 D8_DELTAS = np.array([(0, 1), (-1, 1), (-1, 0), (-1, -1),
18 (0, -1), (1, -1), (1, 0), (1, 1)])
19 # Calcula la direccion de flujo utilizando el algoritmo D8.
20 @jit(nopython=True, parallel=True)
21 def calculate_flow_direction(dem_data, no_data_value):
22     rows, cols = dem_data.shape
```

```

23 # Inicializa matriz de direccion de flujo.
24 flow_direction = np.zeros_like(dem_data, dtype=np.int32)
25 # Iteramos sobre cada celda dentro de los limites, ignorando el
    borde exterior.
26 for i in prange(1, rows - 1):
27     for j in prange(1, cols - 1):
28         if dem_data[i, j] == no_data_value:
29             continue # Salta las celdas con valores de datos nulos.
30         max_slope = -np.inf # Inicializa pendiente maxima.
31         direction = 0 # Direccion de flujo predeterminada es 0
32         center_elev = dem_data[i, j] # Elevacion de la celda actual
33         # Evalua las 8 direcciones posibles en el algoritmo D8.
34         for idx in range(8):
35             di, dj = D8_DELTAS[idx]
36             ni, nj = i + di, j + dj
37             # Verifica si la celda vecina tiene un valor valido.
38             if dem_data[ni, nj] != no_data_value:
39                 # Distancia (diagonal o adyacente).
40                 distance = 1.414214 if idx in [1, 3, 5, 7] else 1.0
41                 # Calcula pendiente.
42                 slope = (center_elev - dem_data[ni, nj]) / distance
43                 # Actualiza la direccion si la pendiente es mayor.
44                 if slope > max_slope:
45                     max_slope = slope
46                     direction = D8_DIRECTIONS[idx]
47                 # Asigna direccion de flujo a la celda
48                 flow_direction[i, j] = direction
49         return flow_direction
50 # Inicializamos la acumulacion de flujo: asignamos 1 a celdas con
    direcci'on de flujo
51 @jit(nopython=True)
52 def initialize_accumulation(flow_direction, no_data_value):
53     return np.where(flow_direction > 0, 1, 0)
54 # Calculamos la acumulacion de flujo en cada celda iterativamente
    .
55 @jit(nopython=True)
56 def accumulate_flow(flow_direction, flow_accumulation,
    max_iterations=100):
57     rows, cols = flow_direction.shape
58     # Define las coordenadas de los vecinos en funcion de la
    direccion D8
59     next_cell = {
60         1: (0, 1), 2: (-1, 1), 4: (-1, 0), 8: (-1, -1),
61         16: (0, -1), 32: (1, -1), 64: (1, 0), 128: (1, 1)}
62     # Realiza iteraciones para actualizar acumulaciones hasta que no
    haya cambios.
63     for _ in range(max_iterations):
64         # Copia temporal para rastrear cambios

```



```

65 temp_acc = flow_accumulation.copy()
66 changed = False # Bandera para verificar cambios.
67 # Itera sobre todas las celdas internas
68 for i in range(1, rows - 1):
69     for j in range(1, cols - 1):
70         if flow_direction[i, j] == 0:
71             continue # Si no hay direccion, omite la celda.
72         # Acumula flujo segun la direccion de la celda actual.
73         for direction, (di, dj) in next_cell.items():
74             if flow_direction[i, j] == direction:
75                 ni, nj = i + di, j + dj # Coordenadas del vecino.
76                 if 0 <= ni < rows and 0 <= nj < cols:
77                     old_value = temp_acc[ni, nj]
78                     new_value = old_value + flow_accumulation[i, j]
79                     if old_value != new_value:
80                         temp_acc[ni, nj] = new_value
81                 changed = True
82         flow_accumulation = temp_acc # Actualiza la matriz de
            acumulacion.
83     if not changed:
84         break # Detiene el bucle si no hay cambios.
85     return flow_accumulation
86 # Encuentra el punto de aforo como la celda con mayor acumulacion
    de flujo
87 def find_outlet_point(flow_accumulation, dem_data, no_data_value)
    :
88     valid_mask = dem_data != no_data_value # M'ascara de datos v'a
        lidos
89     masked_accumulation = np.where(valid_mask, flow_accumulation, 0)
        # Ignora valores nulos.
90     outlet_index = np.argmax(masked_accumulation) # Indice del valor
        maximo.
91     outlet_row, outlet_col = np.unravel_index(outlet_index, dem_data.
        shape) # Convierte indice a coordenadas.
92     return outlet_row, outlet_col
93 # Convierte las coordenadas de pixel en coordenadas geograficas.
94 def get_geographic_coordinates(row, col, transform):
95     x, y = rasterio.transform.xy(transform, row, col)
96     return x, y
97 # Procesa un archivo DEM y calcula metricas de flujo, mostrando
    el progreso.
98 def process_dem_with_progress(dem_path):
99     try:
100         with rasterio.open(dem_path) as src:
101             dem_data = src.read(1)
102             no_data = src.nodata
103             transform = src.transform
104             resolution = abs(transform[0] * transform[4])

```

```

105 # Calcula la direccion de flujo.
106 with tqdm(total=1, desc="Calculando direcci'on de flujo") as pbar:
107     flow_dir = calculate_flow_direction(dem_data, no_data)
108     pbar.update(1)
109 # Inicializa la acumulacion de flujo.
110 with tqdm(total=1, desc="Inicializando acumulaci'on") as pbar:
111     flow_acc = initialize_accumulation(flow_dir, no_data)
112     pbar.update(1)
113 # Calcula la acumulacion de flujo.
114 with tqdm(total=1, desc="Calculando acumulaci'on de flujo") as
    pbar:
115     flow_acc = accumulate_flow(flow_dir, flow_acc)
116     pbar.update(1)
117 # Encuentra el punto de aforo.
118 with tqdm(total=1, desc="Encontrando punto de aforo") as pbar:
119     outlet_row, outlet_col = find_outlet_point(flow_acc, dem_data,
        no_data)
120     outlet_x, outlet_y = get_geographic_coordinates(outlet_row,
        outlet_col, transform)
121     outlet_elevation = dem_data[outlet_row, outlet_col]
122     pbar.update(1)
123 # Calcula el area y el volumen.
124 valid_mask = dem_data != no_data
125 area = np.sum(valid_mask) * resolution
126 min_elev = np.min(dem_data[valid_mask])
127 volume = np.sum((dem_data[valid_mask] - min_elev)) * resolution
128 # Guarda los resultados.
129 output_dir = Path(dem_path).parent
130 base_name = Path(dem_path).stem
131 with tqdm(total=2, desc="Guardando resultados") as pbar:
132     # Guardar direcci'on de flujo
133     flow_dir_path = output_dir / f"{base_name}_flow_direction.tif"
134     with rasterio.open(flow_dir_path, 'w', **src.meta) as dst:
135         dst.write(flow_dir, 1)
136     pbar.update(1)
137     # Guardar acumulacion de flujo.
138     flow_acc_path = output_dir / f"{base_name}_flow_accumulation.tif"
139     with rasterio.open(flow_acc_path, 'w', **src.meta) as dst:
140         dst.write(flow_acc, 1)
141     pbar.update(1)
142 # Retorna el resultado para registro en excel.
143 return {
144     'filename': Path(dem_path).name,
145     'area': area,
146     'volume': volume,
147     'outlet_x': outlet_x,
148     'outlet_y': outlet_y,
149     'outlet_elevation': outlet_elevation,

```

```

150     'flow_direction_path': str(flow_dir_path),
151     'flow_accumulation_path': str(flow_acc_path)}
152 except Exception as e:
153     logging.error(f"Error procesando {dem_path}: {str(e)}")
154     return None
155 # Funcion principal para ejecutar el proceso completo.
156 def main():
157     try:
158         # Configura Tkinter para seleccionar archivos DEM.
159         Tk().withdraw()
160         dem_paths = askopenfilenames(
161             title="Selecciona los archivos DEM",
162             filetypes=[("Archivos TIF", "*.tif")])
163         # Lista vacia para guardar resultados.
164         results = []
165         # Procesa cada DEM y guarda el resultado.
166         for dem_path in dem_paths:
167             result = process_dem_with_progress(dem_path)
168             if result:
169                 results.append(result)
170         # Exporta los resultados a excel.
171         if results:
172             output_dir = Path(dem_paths[0]).parent
173             output_filename = output_dir / f"Resultados_{datetime.now().
174                                     strftime('%Y%m%d_%H%M%S')}.xlsx"
175             pd.DataFrame(results).to_excel(output_filename, index=False)
176             logging.info(f"Resultados guardados en {output_filename}")
177         except Exception as e:
178             logging.error(f"Error en el proceso principal: {str(e)}")
179         # Ejecuta el codigo.
180         if __name__ == "__main__":
181             main()

```

3.9.4.2 Proceso de ejecución del programa en Python usando PyCharm

☞ Ejecutar el programa

El usuario debe abrir PyCharm y cargar el proyecto que contiene el programa.

☞ Ventana de diálogo

Al ejecutar el programa, se abrirá una ventana de diálogo en la computadora del usuario.

☞ Seleccionar ruta de archivos

El usuario deberá navegar a la ubicación donde se encuentran los archivos de modelos de elevación digital (DEM).

☞ Seleccionar archivos

El usuario selecciona los archivos de elevación digital que desea procesar y hace clic en "Abrir".

☞ Visualización del progreso del procesamiento

Durante el procesamiento, el programa mostrará un contador que indicará el progreso de la tarea.

☞ Guardar resultados

Al finalizar el procesamiento, el programa guardará automáticamente los resultados en un archivo con la extensión `.xls`.

Fuente: Elaboración propia mediante Python.

```

def main():
    output_path = Path(os.path.dirname(__file__) + '\resultados-dem_1006_095729.xls')
    df.to_excel(output_path, index=False, sheet_name='Resultados')

    logging.info(f'Resultados guardados en: {output_path}')
    logging.info(f'DEMs procesados exitosamente: {len(results)}')
    logging.info("\nEstadísticas:")
    stats_df = df[['Área (m²)', 'Volumen (m³)', 'Elevación del punto de aforo (m)']].describe()
    logging.info(stats_df.to_string())
except Exception as e:
    logging.error(f'Error inesperado: {str(e)}')
finally:
    input("Presiona Enter para cerrar...")

if __name__ == "__main__":
    main()
    
```

Run console output:

```

Guardando resultados: 100%|██████████| 2/2 [00:00<00:00, 2.56it/s]
2024-10-06 09:56:50,458 - INFO - Procesando: C:\Users\MSI\Desktop\PROGRAMAS PYTHON\DEMS-QOCHAS\12.tif
Calculando dirección de flujo: 100%|██████████| 1/1 [00:00<00:00, 10.13it/s]
Iniciando acumulación: 100%|██████████| 1/1 [00:00<00:00, 2.60it/s]
Calculando acumulación de flujo: 100%|██████████| 1/1 [00:31<00:00, 31.34s/it]
Encontrando punto de aforo: 100%|██████████| 1/1 [00:00<00:00, 2.70it/s]
Guardando resultados: 100%|██████████| 2/2 [00:00<00:00, 2.89it/s]
2024-10-06 09:57:30,406 - INFO - Resultados guardados en: C:\Users\MSI\Desktop\PROGRAMAS PYTHON\DEMS-QOCHAS\resultados_dem_20241006_095729.xls
2024-10-06 09:57:30,406 - INFO - DEMs procesados exitosamente: 5
2024-10-06 09:57:30,406 - INFO - Estadísticas:
2024-10-06 09:57:30,413 - INFO - Área (m²) Volumen (m³) Elevación del punto de aforo (m)
    
```

Figura 3.9.5: Proceso de cálculo de las variables estadísticas de entrada para el modelo.

3.9.4.3 Diagrama de flujo del funcionamiento del programa

A continuación, se presenta el diagrama de flujo que ilustra el desarrollo y funcionamiento del programa diseñado para calcular las variables estadísticas de entrada al modelo con RNA, empleando Modelos de Elevación Digital.

Fuente: Elaboración propia.

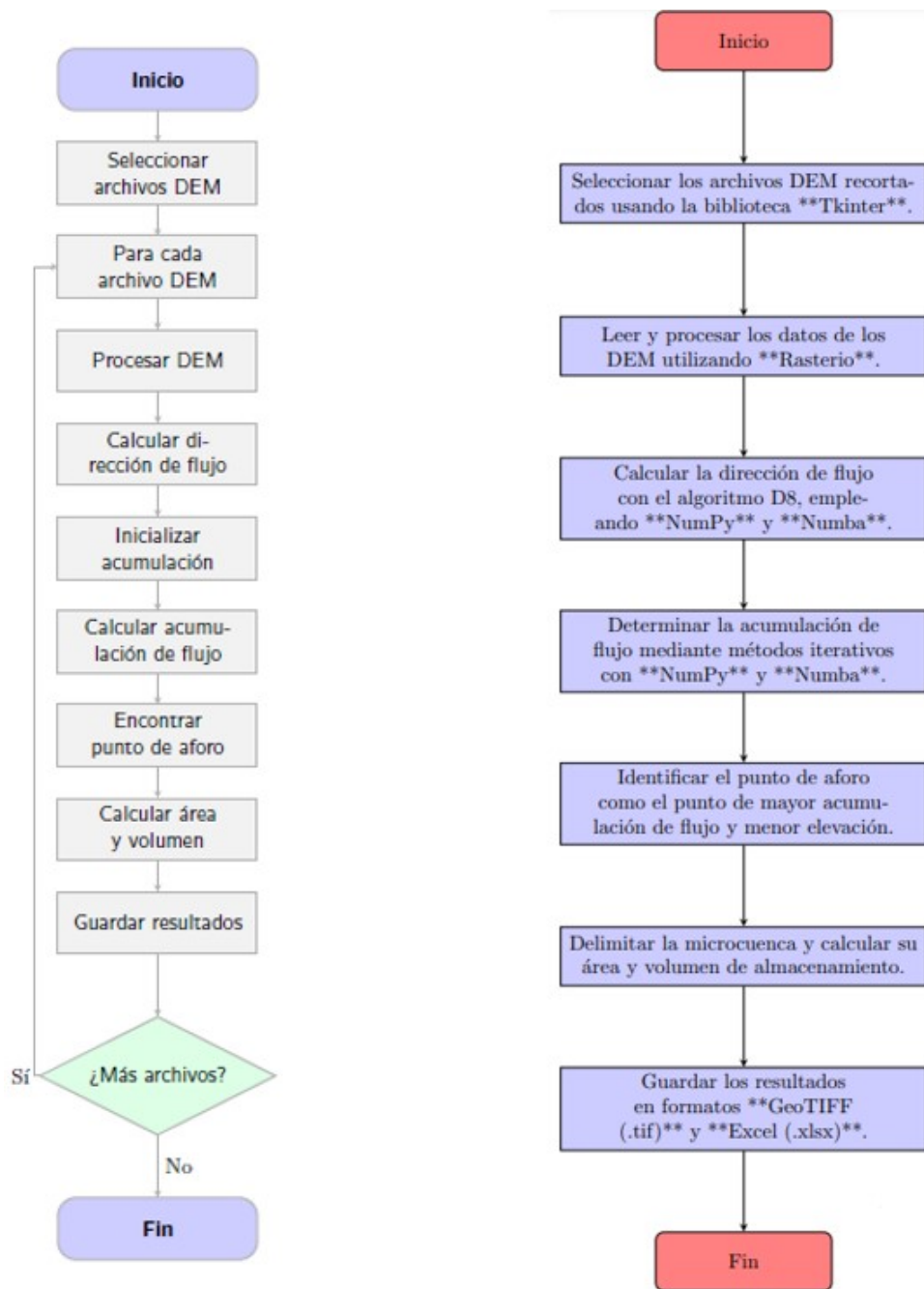


Figura 3.9.6: Diagrama de flujo del funcionamiento del programa desarrollado.

3.9.5 Variables estadísticas de entrada al modelo con RNA

En la siguiente investigación, las variables estadísticas de entrada al modelo, basado en redes neuronales artificiales para predecir el diseño de diques de concreto ciclópeo en los proyectos de siembra y cosecha de agua, representan una serie de parámetros críticos que describen las características físicas, topográficas e hidrológicas del terreno

más importantes, permitiendo al modelo con redes neuronales artificiales realizar predicciones precisas para el diseño adecuado de los diques de concreto ciclópeo. Estas variables son obtenidas del análisis de un modelo de elevación digital, mediante un programa desarrollado en el lenguaje de programación Python, el cual proporciona datos detallados de la topografía de la microcuenca en estudio, fueron las siguientes:

Fuente: Elaboracion propia mediante Python.

N° DE	PUNTOS DE AFORO			ÁREA DE	VOLUMEN DE
ORDEN	ESTE (m)	NORTE (m)	ELEVACIÓN (msnm)	MICROCUEENCA (m²)	EMBALSE (m³)
1	547590.21	8531049.31	4478.36	149486.72	7161.69
2	547609.67	8526981.44	4506.39	212849.13	36780.72
3	552464.70	8537701.32	4435.25	736047.95	20708.20
4	547169.28	8526986.39	4446.60	670191.83	28192.92
5	543699.48	8530848.62	4645.87	190375.82	6169.77
6	543597.36	8530671.74	4684.39	63653.90	3728.42
7	547371.89	8527125.15	4509.01	52008.67	10005.23
8	543173.89	8530528.46	4713.95	34180.09	5669.39
9	588197.27	8593733.28	4047.58	146400.04	15940.40
10	585862.73	8583533.34	4258.98	725129.78	85994.17
11	658870.51	8393999.10	4667.40	148000.00	10998.49
12	659826.85	8392849.54	4627.61	149413.00	7038.69
13	659520.40	8389114.00	4652.72	103476.00	8270.43
14	659198.29	8387450.68	4636.84	918335.28	40945.20
15	658215.50	8385827.22	4594.57	102848.11	7755.27
16	659429.14	8383857.86	4561.74	418397.00	16476.35
17	650413.82	8386230.69	4596.91	185935.00	10316.86
18	651872.29	8386658.83	4567.45	251733.00	13610.32
19	642961.58	8380160.76	4533.27	38072.93	12822.12
20	642503.83	8379133.90	4542.59	59415.00	25405.82
21	532480.05	8517989.65	4778.15	153578.82	81398.12
22	534770.09	8517416.78	4807.23	216625.39	16154.73
23	616020.79	8528912.63	4145.99	316823.89	4084.11
24	616286.67	8528925.79	4178.62	118960.61	3091.82
25	609958.85	8517998.03	4151.61	118906.25	7265.46
26	610167.22	8518114.07	4138.89	270418.06	3954.51
27	609055.38	8516957.54	4289.67	645054.24	31243.23
28	610431.48	8518035.31	4236.24	1109844.75	28768.70
29	610533.81	8518371.70	4219.54	1604849.53	14016.58
30	610764.34	8518250.05	4214.05	1826140.21	50096.09
31	608665.28	8516879.23	4269.48	154495.57	24291.75
32	608400.79	8517081.40	4267.95	414740.48	3161.93
33	607518.31	8517149.86	4249.72	1870050.95	59377.54
34	607604.88	8516554.25	4240.60	345730.90	6401.71
35	600448.61	8520290.62	4282.39	478723.31	7201.00
36	600471.55	8528193.26	4159.69	141437.25	4225.45
37	600176.24	8528154.39	4168.70	417556.29	22050.00
38	599873.82	8526745.98	4260.29	130990.75	7220.35
39	588630.02	8518606.10	4181.34	187820.32	28663.66
40	588473.14	8518184.15	4171.29	102426.69	14695.55
41	588439.05	8517547.34	4164.70	152182.98	20405.03
42	588008.35	8516838.65	4170.57	100968.21	15632.06
43	586553.60	8515718.30	4263.10	236265.29	10814.73
44	586353.91	8514414.68	4314.12	313850.43	18960.33
45	586059.79	8514304.66	4310.24	108106.73	5290.00
46	586306.14	8515804.70	4245.33	104543.81	3111.21
47	585976.11	8515598.92	4219.45	277346.98	5101.88

Tabla 3.9.7: Base de datos de variables estadísticas de entrada al modelo con RNA.

Fuente: Elaboracion propia mediante Python.

N° DE ORDEN	ESTE (m)	PUNTOS DE AFORO NORTE (m)	ELEVACIÓN (msnm)	ÁREA DE MICROCUCENCA (m ²)	VOLUMEN DE EMBALSE (m ³)
48	678069.80	8452639.00	4397.68	385319.02	84427.08
49	679150.52	8453113.16	4376.90	315071.12	24180.29
50	679712.78	8453084.80	4314.82	686690.58	19122.53
51	678512.90	8455092.96	4370.08	347942.83	23535.13
52	677667.40	8456208.00	4445.71	210888.02	8636.62
53	731037.27	8401573.50	4606.71	162100.00	21878.84
54	731572.59	8400823.94	4648.55	41500.00	8958.84
55	731430.13	8400954.93	4646.00	42300.00	3639.90
56	732248.86	8399791.89	4664.63	228900.00	10794.51
57	714557.74	8438197.27	4559.65	662400.00	73844.86
58	714689.35	8435314.53	4608.30	96700.00	16459.07
59	714296.32	8434145.54	4501.10	491400.00	72905.65
60	714142.96	8413720.50	4554.61	56400.00	6025.92
61	713919.28	8413751.61	4525.69	169900.00	13217.98
62	710367.33	8413717.01	4537.32	1678600.00	11874.66
63	291944.01	8829472.42	4612.94	1722884.38	42010.09
64	292585.55	8827766.01	4612.69	2779345.84	102293.59
65	293184.82	8827964.47	4659.39	1852839.31	146070.22
66	295518.21	8827342.99	4731.05	593226.88	43538.37
67	293876.30	8826211.08	4554.97	5263439.48	167537.42
68	293304.83	8825945.66	4565.26	51674.64	22766.43
69	290767.31	8820316.73	4739.10	580503.85	27401.18
70	290408.40	8820139.72	4746.05	336393.65	11301.37
71	289319.84	8820642.99	4704.42	903192.74	27136.76
72	289639.83	8819158.68	4765.96	150632.52	9347.62
73	288503.46	8819457.76	4434.77	1862745.09	108336.76
74	288224.77	8819610.38	4427.42	2085047.32	23188.72
75	287984.11	8819665.34	4426.55	779906.94	50683.43
76	287754.34	8819657.89	4627.83	35369.43	13083.81
77	284447.41	8818322.91	4778.72	93878.21	10121.93
78	284012.58	8819146.29	4704.17	267107.70	16597.98
79	283364.62	8819431.24	4657.78	162466.73	9344.46
80	281207.40	8819181.38	4771.84	875508.11	42641.50
81	281247.34	8819397.95	4769.49	1175568.07	13513.74
82	290237.94	8821455.91	4704.36	75200.00	8821.46
83	284000.25	8828877.21	4138.40	670567.76	11237.02
84	284200.31	8829086.82	4119.58	150265.32	6085.78
85	617352.91	8528152.91	4169.61	368390.35	10953.16
86	617944.58	8528665.62	4130.25	338446.35	37956.33
87	710665.88	8339261.83	4688.65	2294900.00	149608.36
88	710331.76	8339493.62	4689.76	107500.00	8659.47
89	701816.56	8320362.24	4822.38	879800.00	20782.51
90	701691.81	8320435.86	4814.19	80200.00	3923.22
91	701288.50	8320819.18	4780.24	556000.00	12793.49
92	701371.24	8320885.03	4789.51	362000.00	6831.69
93	701264.85	8321408.22	4795.05	154200.00	8270.19
94	703019.57	8322358.15	4817.19	2565700.00	9866.86
95	702903.15	8322322.31	4818.13	48500.00	10030.05
96	702443.82	8322851.31	4793.42	1146900.00	23502.29
97	703075.76	8324764.51	4797.73	123500.00	13359.06

Tabla 3.9.8: Base de datos de variables estadísticas de entrada al modelo con RNA.

Fuente: Elaboracion propia mediante Python.

N° DE ORDEN	ESTE (m)	PUNTOS DE AFORO NORTE (m)	ELEVACIÓN (msnm)	ÁREA DE MICROCUCENCA (m ²)	VOLUMEN DE EMBALSE (m ³)
98	703452.03	8325525.19	4778.56	121900.00	19653.72
99	591903.05	8456693.99	4397.24	279373.87	10928.71
100	591089.45	8453601.22	4350.12	426831.82	4354.00
101	589805.59	8455345.75	4334.20	426131.64	14113.50
102	582404.79	8439061.08	4067.39	72962.42	12304.50
103	582491.17	8439431.62	4063.15	117544.39	16014.00
104	582306.19	8438853.73	4060.48	828601.17	107462.50
105	583120.32	8476568.55	4278.15	1492900.00	61260.05
106	582600.19	8475972.70	4357.23	409700.00	20114.36
107	583142.77	8477033.34	4254.41	2101000.00	16166.09
108	598861.09	8450830.05	4400.47	491300.00	34153.23
109	598512.62	8450790.35	4390.86	934000.00	75246.88
110	601008.33	8455272.99	4386.75	47100.00	11545.80
111	600759.94	8455099.71	4378.72	64000.00	8337.28
112	600592.76	8454843.48	4370.44	233100.00	71276.51
113	606407.06	8460227.19	4406.21	322100.00	42333.29
114	604094.51	8451191.59	4407.42	412500.00	15004.04
115	603596.31	8451542.61	4406.56	92500.00	14632.85
116	603321.10	8451484.49	4396.47	469400.00	20641.51
117	603197.66	8451628.77	4392.79	856900.00	17631.90
118	583755.88	8481511.67	4390.56	184900.00	11517.53
119	583393.28	8481452.90	4440.07	81400.00	6319.90
120	583818.11	8481711.01	4393.98	242600.00	8080.33
121	584240.96	8481893.17	4349.04	58000.00	5981.92
122	583468.14	8481735.78	4412.88	126200.00	11586.94
123	583259.88	8480818.40	4417.14	32900.00	11340.53
124	583371.68	8480634.43	4423.84	28600.00	5856.75
125	234822.56	8455503.64	4199.85	4085580.00	6931.04
126	235579.26	8456935.90	4190.36	199540.00	4778.23
127	235454.48	8457221.89	4170.19	344310.00	4297.02
128	235278.99	8457115.11	4161.87	302460.00	4097.67
129	235276.76	8456941.71	4147.43	765520.00	3148.06
130	235407.29	8457053.33	4162.37	431210.00	2613.39
131	249419.53	8436663.68	4357.79	494553.97	21530.71
132	249549.04	8436888.71	4414.11	394274.99	22040.02
133	249629.83	8437100.98	4425.40	294966.23	4684.27
134	252427.91	8435095.22	4477.00	164469.39	10748.93
135	252876.83	8435084.05	4511.96	129780.05	10004.86
136	252810.25	8434972.83	4494.52	152554.35	3124.90
137	253589.82	8433829.01	4429.62	1086604.50	4189.71
138	253924.66	8434006.31	4493.07	22560.75	3070.50
139	253987.24	8433834.92	4469.35	478826.00	6199.59
140	254134.58	8433929.81	4498.64	347254.32	3121.80
141	254981.80	8433444.44	4504.29	59115.09	20271.37
142	254861.41	8433445.53	4510.51	54263.19	3203.27
143	254418.17	8432697.63	4418.89	137218.12	18878.19
144	254366.86	8432869.88	4434.22	53071.65	5742.22
145	254289.52	8433617.25	4500.90	42683.82	8782.61
146	270605.38	8400988.59	4515.50	461300.00	7537.88
147	278789.25	8414795.50	4848.24	454100.00	3258.11

Tabla 3.9.9: Base de datos de variables estadísticas de entrada al modelo con RNA.

Fuente: Elaboracion propia mediante Python.

N° DE ORDEN	ESTE (m)	PUNTOS DE AFORO NORTE (m)	ELEVACIÓN (msnm)	ÁREA DE MICROCUCENCA (m ²)	VOLUMEN DE EMBALSE (m ³)
148	492751.61	8549358.64	4709.99	390000.00	8064.42
149	494747.42	8541357.86	4642.56	250000.00	62246.00
150	488814.87	8525399.12	4639.18	334900.00	8203.99
151	492416.39	8524749.28	4558.20	16100.00	4464.31
152	488874.80	8540097.08	4721.55	237400.00	18587.24
153	494373.61	8543747.73	4687.29	207000.00	39164.39
154	484123.74	8591038.37	4717.00	239000.00	389570.00
155	484221.05	8590209.80	4702.01	169000.00	397150.00
156	489981.81	8625967.57	4017.30	572200.00	2683.31
157	490166.48	8626359.28	3977.19	1200000.00	3853.17
158	492807.69	8623978.22	4191.20	13360.00	4200.56
159	492688.06	8623725.63	4215.51	138350.00	14215.02
160	452978.65	8548254.42	4534.02	377310.00	30029.33
161	453315.90	8547973.57	4512.94	910310.00	65338.22
162	484433.27	8604597.09	4500.41	155300.00	24939.88
163	483520.80	8604593.65	4365.96	152800.00	43868.07
164	536161.00	8599626.00	4170.51	869900.00	26134.53
165	535948.00	8599439.00	4209.87	585300.00	17613.70
166	545627.00	8553602.00	4421.31	350800.00	21814.03
167	546201.00	8554639.00	4433.90	100100.00	1847.42
168	544789.00	8552124.00	4446.73	94400.00	26110.02
169	546892.00	8549821.00	4440.69	66000.00	13879.11
170	546371.00	8549036.00	4442.13	1862400.00	13879.11
171	546572.00	8548739.00	4559.00	1462600.00	6980.33
172	550099.00	8557687.00	4237.63	113290.00	15332.93
173	549798.00	8557357.00	4254.07	143180.00	4052.16
174	546504.00	8552947.00	4506.35	158070.00	22619.30
175	550338.00	8550874.00	4435.58	466920.50	27842.30
176	550605.19	8550841.43	4410.62	606739.08	16038.53
177	551016.00	8551050.00	4276.84	1062089.70	52172.39
178	203901.51	8509479.10	4297.50	328700.00	34431.14
179	203964.79	8509204.95	4298.35	328700.00	34431.14
180	203922.49	8508476.86	4305.28	188400.00	8470.52
181	198538.01	8513218.33	4176.56	525200.00	8470.27
182	546983.98	8479241.62	4456.99	1739800.00	12268.00
183	544091.16	8476452.12	4578.33	508900.00	86699.00
184	542547.68	8465789.10	4576.15	143500.00	43649.00
185	541036.68	8466457.06	4474.89	57800.00	14350.50
186	542041.80	8469046.74	4483.39	319200.00	26849.00
187	545318.33	8479184.30	4529.89	968800.00	53682.99
188	540347.68	8456703.50	4316.66	338671.03	20364.63
189	543335.91	8455784.50	4393.39	280273.32	7353.99
190	544004.52	8454721.45	4321.50	87015.45	6485.40
191	546488.64	8452333.44	4234.49	831736.66	10758.30
192	549604.74	8452074.83	4171.80	88405.05	8150.67
193	551490.22	8454496.86	4380.72	187972.53	27980.21
194	552047.77	8454374.93	4414.19	647860.44	43878.80
195	555759.00	8443214.52	4101.20	142987.92	5492.99
196	554446.31	8444712.87	4040.71	889339.46	26110.42
197	563017.16	8450959.64	3885.52	1055373.70	9188.14

Tabla 3.9.10: Base de datos de variables estadísticas de entrada al modelo con RNA.

Fuente: Elaboracion propia mediante Python.

N° DE ORDEN	ESTE (m)	PUNTOS DE AFORO NORTE (m)	ELEVACIÓN (msnm)	ÁREA DE MICROCUEENCA (m ²)	VOLUMEN DE EMBALSE (m ³)
199	568065.73	8443095.20	4195.50	354647.65	10860.06
200	552606.73	8464102.07	4473.92	1180395.74	165150.89
201	553300.73	8464655.75	4387.39	494433.90	45530.74
202	554723.25	8466109.26	4241.77	161446.99	7327.10
203	542997.38	8469185.97	4436.40	161115.62	36583.72
204	568009.45	8474240.11	3483.43	960211.22	36197.69
205	566656.61	8475295.40	3675.64	2755467.38	30323.89
206	566231.36	8479132.64	3864.32	769837.82	20799.43
207	583357.39	8470798.01	4364.85	70398.76	21080.52
208	583589.62	8470915.16	4364.26	20157.20	6046.22
209	583439.23	8471504.19	4356.41	443602.28	75643.85
210	582988.97	8472154.28	4355.57	88216.50	11344.03
211	582515.66	8472826.47	4305.40	129810.31	10090.62
212	582884.02	8472760.09	4338.52	599122.51	18779.60
213	583042.48	8473005.56	4353.92	224955.30	13912.20
214	582722.73	8473801.72	4370.92	265451.29	20228.76
215	582414.15	8475539.81	4336.82	194176.62	54161.86
216	582370.32	8475155.28	4302.68	535181.26	59003.96
217	582988.64	8474929.23	4316.83	220951.91	22248.32
218	584659.06	8473426.35	4267.60	210032.75	53570.76
219	585467.02	8471483.66	4260.32	44333.20	13454.09
220	585941.21	8471240.55	4252.70	57849.87	16186.16
221	586105.07	8471257.62	4247.22	29776.62	9184.89
222	586251.53	8471442.93	4248.27	22480.16	6020.27
223	586222.24	8471623.86	4244.84	71398.58	6361.18
224	586100.84	8471595.01	4246.86	54961.18	16667.21
225	585872.93	8471728.84	4244.27	66408.78	6510.20
226	599037.13	8412875.17	4278.96	489547.05	34035.85
227	599263.39	8413201.32	4260.16	1214803.79	21516.08
228	600371.71	8412444.44	4321.58	1252811.35	13140.74
229	600378.00	8412488.00	4320.05	630278.13	3442.03
230	597324.16	8413972.89	4249.58	257536.49	30529.62
231	710665.88	8339261.83	4688.65	2294900.00	149608.36
232	710331.76	8339493.62	4689.76	107500.00	8659.47
233	701816.56	8320362.24	4822.38	879800.00	20782.51
234	701691.81	8320435.86	4814.19	80200.00	3923.22
235	701287.63	8320824.11	4780.24	556000.00	12793.49
236	701371.24	8320885.03	4789.51	362000.00	6831.69
237	701264.85	8321408.22	4795.05	154200.00	8270.19
238	703019.57	8322358.15	4817.19	2565700.00	9866.86
239	702903.15	8322322.31	4818.13	48500.00	10030.05
240	702443.82	8322851.31	4793.42	1146900.00	23502.29
241	703075.76	8324764.51	4797.73	123500.00	13359.06
242	703452.03	8325525.19	4778.56	121900.00	19653.72

Tabla 3.9.11: Base de datos de variables estadísticas de entrada al modelo con RNA.

3.9.6 Variables estadísticas de salida para el MRNA

Las variables estadísticas de salida para el modelo con redes neuronales artificiales para predecir el diseño de diques de concreto ciclópeo en los proyectos de siembra y cosecha, extraídas de la revisión de los expedientes técnicos de los proyectos de siembra y cosecha de agua, fueron las siguientes:

Fuente: Adaptado de "Expedientes técnicos de proyectos de siembra y cosecha de agua", UEFSA.

N° DE	EJE 1			EJE 2			L	H
DATOS	E(m)	N(m)	Z(msnm)	E(m)	N(m)	Z(msnm)	(m)	(m)
1	547592.32	8531027.41	4479.90	547588.06	8531071.71	4479.90	44.50	1.70
2	547583.85	8527001.98	4507.60	547645.54	8526932.47	4507.60	94.80	1.25
3	552458.83	8537681.16	4438.00	552469.33	8537717.26	4438.00	37.60	2.75
4	547158.61	8526991.89	4448.80	547181.99	8526979.84	4448.80	26.30	2.20
5	543708.36	8530809.62	4647.60	543692.81	8530877.87	4647.60	70.00	1.75
6	543598.78	8530645.45	4686.00	543591.28	8530675.40	4686.00	40.10	1.70
7	547378.03	8527163.67	4510.80	547367.80	8527099.48	4510.80	65.00	1.80
8	543161.73	8530537.24	4715.50	543205.01	8530516.51	4715.50	49.50	1.60
9	588182.80	8593718.06	4049.00	588201.83	8593738.06	4049.00	27.60	1.45
10	585877.09	8583537.68	4261.40	585846.37	8583528.38	4261.40	32.10	2.50
11	658869.71	8394008.06	4668.60	658872.02	8393982.17	4668.60	26.00	1.20
12	659812.64	8392844.74	4628.80	659859.06	8392860.41	4628.80	49.00	1.90
13	659513.50	8389087.89	4653.80	659527.69	8389141.55	4653.80	58.70	1.05
14	659181.13	8387456.13	4638.00	659221.54	8387443.30	4638.00	42.40	1.15
15	658192.82	8385835.06	4595.30	658236.27	8385826.37	4595.30	45.00	0.74
16	659415.62	8383851.36	4562.70	659461.58	8383873.46	4562.70	51.00	0.95
17	650403.53	8386219.78	4597.90	650435.97	8386254.20	4597.90	47.30	1.00
18	651904.36	8386636.64	4568.60	651830.84	8386687.51	4568.60	67.80	0.75
19	642980.41	8380103.80	4534.00	642953.73	8380184.50	4534.00	85.00	0.73
20	642483.85	8379115.74	4544.00	642526.26	8379154.27	4544.00	57.30	1.40
21	532494.75	8518008.62	4781.20	532470.98	8517977.95	4781.20	38.80	2.95
22	534775.19	8517433.49	4809.50	534774.06	8517407.52	4809.50	26.40	2.25
23	616012.22	8528936.12	4148.40	616025.41	8528899.95	4148.40	38.50	2.45
24	616280.12	8528944.68	4180.70	616290.76	8528913.98	4180.70	32.50	2.15
25	609956.72	8517988.26	4152.70	609963.96	8518021.48	4152.70	34.00	1.55
26	610163.93	8518099.43	4141.00	610181.45	8518177.49	4141.00	50.00	2.20
27	609052.98	8516953.15	4290.70	609057.78	8516961.93	4290.70	10.00	1.50
28	610450.07	8518027.95	4237.60	610417.34	8518040.91	4237.60	35.20	1.70
29	610544.89	8518355.05	4221.30	610524.11	8518386.27	4221.30	37.50	2.25
30	610783.95	8518246.11	4216.00	610741.50	8518254.65	4216.00	43.30	2.25
31	608675.27	8516879.74	4271.00	608643.32	8516878.09	4271.00	32.00	1.75
32	608387.12	8517087.57	4269.45	608410.63	8517076.95	4269.45	25.80	1.55
33	607517.91	8517164.86	4251.25	607518.89	8517127.87	4251.25	37.00	2.00

Tabla 3.9.12: Base de datos de variables estadísticas de salida para el modelo con RNA.

Fuente: Adaptado de "Expedientes técnicos de proyectos de siembra y cosecha de agua", UEFSA.

N° DE	EJE 1			EJE 2			L	H
DATOS	E(m)	N(m)	Z(msnm)	E(m)	N(m)	Z(msnm)	(m)	(m)
34	607598.92	8516568.01	4241.90	607611.64	8516538.66	4241.90	32.00	1.40
35	600446.90	8520305.52	4284.00	600451.23	8520267.77	4284.00	38.00	2.00
36	600456.80	8528190.54	4161.50	600484.83	8528195.70	4161.50	28.50	1.90
37	600216.20	8528156.26	4170.30	600157.46	8528153.51	4170.30	58.80	1.70
38	600267.86	8527870.68	4172.60	600267.30	8527896.17	4172.60	25.50	1.80
39	551282.90	8526964.26	4079.40	551295.41	8526906.09	4079.40	59.50	1.45
40	551707.41	8526651.12	4099.90	551692.04	8526589.72	4099.90	63.30	1.50
41	550735.23	8526059.64	4090.70	550708.00	8526081.63	4090.70	35.00	1.55
42	677389.85	8444832.16	4333.00	677386.11	8444891.04	4333.00	59.00	1.75
43	677153.03	8445158.23	4336.90	677183.87	8445210.86	4336.90	61.00	1.30
44	676695.16	8444700.14	4349.00	676683.63	8444722.10	4349.00	24.80	1.35
45	677495.40	8451738.19	4363.20	677530.03	8451762.49	4363.20	42.30	2.05
46	678293.32	8452140.03	4358.80	678336.44	8452173.52	4358.80	54.60	2.00
47	678654.90	8452710.20	4383.50	678654.38	8452691.01	4383.50	19.20	2.65
48	678066.29	8452635.43	4400.00	678086.83	8452655.18	4400.00	28.50	2.40
49	679121.65	8453085.48	4379.00	679155.50	8453117.94	4379.00	46.90	2.20
50	679718.75	8453071.03	4316.60	679702.82	8453107.73	4316.60	40.00	1.80
51	678490.71	8455072.77	4371.90	678526.43	8455105.28	4371.90	48.30	1.85
52	677672.61	8456193.94	4447.00	677655.88	8456239.14	4447.00	48.20	1.55
53	731056.44	8401567.83	4608.70	731027.34	8401576.44	4608.70	30.40	2.15
54	731565.50	8400816.89	4650.50	731586.49	8400837.76	4650.50	29.60	2.25
55	731445.92	8400942.65	4648.60	731408.88	8400971.42	4648.60	46.90	2.70
56	732278.85	8399791.14	4666.80	732227.97	8399792.40	4666.80	50.90	2.35
57	714553.94	8438200.51	4562.40	714565.72	8438190.45	4562.40	15.50	2.95
58	714712.89	8435322.92	4610.70	714666.64	8435306.43	4610.70	49.10	2.50
59	714292.79	8434165.22	4503.90	714299.07	8434130.18	4503.90	35.60	2.95
60	714122.97	8413749.19	4556.20	714150.23	8413710.05	4556.20	47.70	1.75
61	713934.31	8413764.81	4527.80	713891.70	8413727.40	4527.80	56.70	2.15
62	710392.22	8413719.28	4540.00	710356.27	8413716.00	4540.00	36.10	2.80
63	291943.56	8829458.42	4615.00	291944.99	8829502.40	4615.00	24.00	2.15
64	292583.56	8827742.10	4615.25	292586.38	8827775.98	4615.25	34.00	2.65
65	293182.34	8827984.32	4662.00	293186.13	8827953.96	4662.00	30.59	2.65
66	295503.37	8827345.20	4733.75	295531.07	8827341.07	4733.75	28.00	2.95
67	293892.01	8826230.54	4556.50	293860.32	8826191.28	4556.50	50.45	1.92
68	293296.03	8825957.81	4567.75	293316.57	8825929.47	4567.75	35.00	2.60
69	290817.26	8820293.71	4740.50	290690.11	8820352.30	4740.50	95.00	1.50
70	290397.31	8820111.87	4748.00	290368.63	8820214.84	4748.00	120.00	2.00
71	289328.22	8820648.44	4706.00	289274.15	8820613.27	4706.00	64.50	1.65
72	289649.08	8819246.41	4767.50	289632.20	8819206.86	4767.50	116.00	1.60
73	288515.11	8819467.22	4437.25	288479.02	8819437.92	4437.25	46.48	2.51

Tabla 3.9.13: Base de datos de variables estadísticas de salida para el modelo con RNA.

Fuente: Adaptado de "Expedientes técnicos de proyectos de siembra y cosecha de agua", UEFSA.

N° DE	EJE 1			EJE 2			L	H
DATOS	E(m)	N(m)	Z(msnm)	E(m)	N(m)	Z(msnm)	(m)	(m)
74	288245.69	8819596.68	4429.25	288209.53	8819620.36	4429.25	43.22	2.00
75	288003.30	8819659.69	4429.00	287965.01	8819673.14	4429.00	41.50	2.50
76	287746.18	8819645.30	4630.10	287763.58	8819672.16	4630.10	32.00	2.45
77	284436.35	8818306.25	4779.90	284488.60	8818384.98	4779.90	94.50	1.20
78	284027.54	8819147.37	4705.80	283987.64	8,8191,44.48	4705.80	40.00	1.70
79	283375.85	8819453.58	4659.40	283341.72	8819385.67	4659.40	76.00	1.65
80	281222.93	8819168.78	4773.90	281163.52	8819216.97	4773.90	76.50	2.15
81	281244.36	8819388.40	4770.70	281229.02	8819461.83	4770.70	79.00	2.00
82	290242.71	8821480.45	4706.25	290234.22	8821436.77	4706.25	44.50	1.95
83	283966.26	8828882.43	4140.00	284025.82	8828896.31	4140.00	67.00	1.80
84	284160.31	8829086.84	4121.25	284235.27	8829086.81	4121.25	75.00	1.75
85	617345.19	8528146.55	4172.10	617368.36	8528165.62	4172.10	30.00	2.70
86	617946.67	8528635.69	4132.30	617943.30	8528683.87	4132.30	48.30	2.05
87	710657.50	8339279.99	4690.10	710682.08	8339226.68	4690.10	58.70	1.50
88	710332.43	8339533.61	4691.10	710331.26	8339464.12	4691.10	69.50	1.35
89	701841.01	8320367.39	4824.20	701799.62	8320358.67	4824.20	42.30	1.85
90	701676.20	8320472.69	4816.40	701702.88	8320409.71	4816.40	68.40	2.20
91	701284.15	8320843.80	4781.70	701297.30	8320769.35	4781.70	75.60	1.50
92	701361.52	8320913.40	4791.40	701376.29	8320870.26	4791.40	45.60	1.90
93	701246.47	8321416.11	4796.60	701283.50	8321400.21	4796.60	40.30	1.70
94	703030.00	8322380.86	4818.60	703009.21	8322335.61	4818.60	49.80	1.40
95	702927.89	8322325.82	4820.00	702882.55	8322319.37	4820.00	45.80	1.90
96	702455.84	8322878.79	4795.20	702435.99	8322833.44	4795.20	49.50	1.80
97	703073.44	8324799.43	4799.20	703078.30	8324725.99	4799.20	73.60	1.50
98	703469.59	8325483.75	4779.40	703441.02	8325551.15	4779.40	73.20	0.85
99	591896.39	8456684.87	4399.20	591896.69	8456701.27	4399.20	36.70	3.20
100	591074.74	8453620.18	4352.00	591107.21	8453578.29	4352.00	53.00	1.85
101	589773.43	8455338.31	4639.60	589840.19	8455353.78	4639.60	68.50	1.60
102	582429.10	8439083.39	4068.40	582392.26	8439049.54	4068.40	43.00	1.85
103	582511.01	8439429.19	4064.90	582468.37	8439434.40	4064.90	50.10	1.10
104	582320.31	8438858.87	4062.50	582291.39	8438848.35	4062.50	30.80	2.07
105	583129.85	8476565.53	4280.40	583115.54	8476570.05	4280.40	15.00	2.30
106	582613.07	8475965.02	4358.60	582573.99	8475988.12	4358.60	45.40	1.50
107	583147.20	8477031.02	4256.00	583132.48	8477038.70	4256.00	16.60	2.15
108	598856.29	8450844.26	4401.80	598871.79	8450798.30	4401.80	48.50	1.40
109	598527.62	8450838.04	4392.80	598503.89	8450762.59	4392.80	79.10	1.95
110	600995.02	8455266.05	4388.60	601017.90	8455277.98	4388.60	25.80	1.90
111	600744.94	8455099.91	4380.50	600771.53	8455099.54	4380.50	26.60	2.20
112	600587.19	8454824.27	4373.00	600596.87	8454857.69	4373.00	34.80	2.90
113	606407.99	8460222.28	4409.10	606406.19	8460231.71	4409.10	9.60	3.00

Tabla 3.9.14: Base de datos de variables estadísticas de salida para el modelo con RNA.

Fuente: Adaptado de "Expedientes técnicos de proyectos de siembra y cosecha de agua", UEFSA.

N° DE	EJE 1			EJE 2			L	H
DATOS	E(m)	N(m)	Z(msnm)	E(m)	N(m)	Z(msnm)	(m)	(m)
114	604082.63	8451182.41	4408.60	604125.36	8451215.43	4408.60	54.00	1.25
115	603601.55	8451556.66	4408.20	603586.45	8451516.18	4408.20	43.20	1.85
116	603331.09	8451484.88	4398.10	603310.00	8451484.05	4398.10	21.10	1.65
117	603207.59	8451629.86	4394.70	603177.28	8,4516,26.52	4394.70	30.50	2.05
118	583764.93	8481499.71	4392.30	583731.73	8481543.55	4392.30	55.00	1.95
119	583395.16	8481427.97	4441.50	583381.64	8481476.61	4441.50	51.50	1.70
120	583812.22	8481697.21	4395.80	583822.97	8481722.41	4395.80	27.40	2.65
121	584247.95	8481879.89	4350.70	584236.72	8481901.21	4350.70	24.10	2.25
122	583456.40	8481713.70	4415.20	583477.06	8481752.55	4415.20	44.00	2.45
123	583273.84	8480797.66	4418.60	583244.79	8480840.79	4418.60	52.00	1.55
124	583379.30	8480621.52	4425.50	583365.58	8480644.77	4425.50	27.00	1.95
125	234799.07	8455513.16	4201.00	234856.98	8455473.12	4201.00	73.00	1.76
126	235564.16	8456955.83	4192.20	235583.93	8456929.41	4192.20	33.00	1.91
127	235439.72	8457224.54	4171.60	235497.79	8457214.11	4171.60	59.00	1.42
128	235267.33	8457105.67	4164.00	235310.42	8457139.85	4164.00	55.00	2.20
129	2,35,267.46	8456945.39	4149.40	2,35,286.87	8456937.37	4149.40	21.00	1.97
130	235374.79	8457066.32	4164.20	235421.22	8457047.76	4164.20	50.00	1.83
131	249401.20	8436679.17	4359.40	249440.92	8436645.61	4359.40	52.00	1.89
132	249527.71	8436899.72	4416.80	249561.48	8436882.29	4416.80	38.00	2.96
133	249607.96	8437116.81	4428.00	249643.60	8437091.01	4428.00	44.00	2.63
134	252420.75	8435102.19	4478.40	252481.73	8435057.96	4478.40	76.00	1.40
135	252865.73	84,35,094.13	4514.80	252890.16	84,35,071.95	4514.80	33.00	2.86
136	252803.29	8434986.12	4496.50	252824.62	8434945.36	4496.50	46.00	1.99
137	253576.22	8433835.32	4432.00	253609.78	8433819.76	4432.00	37.00	2.87
138	253911.98	8434021.77	4495.40	253936.71	8433991.62	4495.40	39.00	2.51
139	253966.70	8433849.16	4471.50	254002.86	8433824.10	4471.50	44.00	2.15
140	254117.91	8433976.52	4500.00	254154.21	8433920.00	4500.00	72.00	1.53
141	254953.82	8433421.79	4506.10	254998.90	8433458.29	4506.10	58.00	1.85
142	254875.05	8433429.56	4511.60	254845.82	8433463.77	4511.60	45.00	1.08
143	254406.34	8432730.54	4421.00	254435.04	8432685.47	4421.00	56.00	2.33
144	254349.39	8432874.23	4436.20	254388.21	8432864.57	4436.20	40.00	2.13
145	254277.78	8433633.44	4502.80	254314.19	8433583.26	4502.80	62.00	2.11
146	270592.95	8400971.67	4517.40	270614.90	8401013.03	4517.40	48.00	1.90
147	278782.36	8414782.18	4849.40	278806.27	8414828.35	4849.40	52.00	1.17
148	492734.54	8549348.22	4712.20	492764.45	8549366.48	4712.20	35.00	2.90
149	494741.52	8541360.27	4645.46	494760.03	8541352.71	4645.46	20.00	2.90
150	488805.70	8525387.25	4640.59	488826.02	8525413.25	4640.59	32.00	1.41
151	492414.16	8524764.11	4559.33	492417.88	8524739.39	4559.33	25.00	1.32
152	488865.56	8540100.90	4725.43	488897.90	8540087.52	4725.43	35.00	1.98
153	494397.19	8543756.04	4689.62	494340.60	8543736.09	4689.62	60.00	1.34
154	484126.74	8591018.60	4719.35	484120.72	8591058.14	4719.35	35.00	1.63
155	484215.44	8590223.75	4704.02	484228.50	8590191.25	4704.02	40.00	2.35

Tabla 3.9.15: Base de datos de variables estadísticas de salida para el modelo con RNA.

Fuente: Adaptado de "Expedientes técnicos de proyectos de siembra y cosecha de agua", UEFSA.

N° DE	EJE 1			EJE 2			L	H
DATOS	E(m)	N(m)	Z(msnm)	E(m)	N(m)	Z(msnm)	(m)	(m)
156	490007.15	8625983.63	4020.58	489964.92	8625956.86	4020.58	50.00	4.00
157	490171.22	8626360.89	3980.33	490138.07	8626349.64	3980.33	35.00	4.00
158	492820.30	8623986.35	4194.40	492790.04	8623966.85	4194.40	36.00	4.00
159	492707.90	8623728.11	4219.42	492663.25	8623722.53	4219.42	45.00	4.00
160	452960.01	8548247.19	4537.44	452995.43	8548260.94	4537.44	38.00	2.44
161	453295.15	8547959.62	4516.51	453332.45	8547984.73	4516.51	45.00	2.51
162	484423.88	8604600.52	4503.50	484442.66	8604593.65	4503.50	20.00	1.97
163	483529.69	8604605.73	4368.69	483507.18	8604575.12	4368.69	38.00	1.73
164	536150.00	8599617.00	4171.99	536170.00	8599633.00	4171.99	26.00	1.68
165	535952.00	8599427.00	4212.46	535944.00	8599449.00	4212.46	24.00	2.60
166	545626.00	8553632.00	4423.00	545628.00	8553582.00	4423.00	50.00	1.74
167	546208.00	8554642.00	4435.48	546183.00	8554632.00	4435.48	27.00	1.57
168	544775.00	8552135.00	4448.98	544803.00	8552113.00	4448.98	36.00	2.24
169	546886.00	8549812.00	4442.49	546909.00	8549841.00	4442.49	37.00	1.80
170	546386.00	8549062.00	4444.46	546361.00	8549019.00	4444.46	50.00	2.33
171	546584.00	8548750.00	4561.50	546552.00	8548719.00	4561.50	44.00	2.50
172	550064.00	8557681.00	4239.99	550132.00	8557693.00	4239.99	70.00	2.35
173	549796.00	8557340.00	4255.50	549800.00	8557371.00	4255.50	31.00	1.43
174	546508.00	8552927.00	4508.48	546498.00	8552976.00	4508.48	50.00	2.13
175	550345.00	8550844.00	4438.00	550337.00	8550882.00	4438.00	38.00	2.55
176	550608.01	8550813.30	4413.00	550603.23	8550861.07	4413.00	48.00	2.38
177	551019.00	8551040.00	4279.50	551009.00	8551083.00	4279.50	44.00	2.66
178	203892.71	8509461.16	4300.40	203909.65	8509495.73	4300.40	38.50	2.90
179	203977.77	8509197.42	4300.40	203954.74	8509210.78	4300.40	26.60	2.00
180	203939.10	8508499.07	4307.40	203925.26	8508443.39	4307.40	63.60	2.12
181	198525.79	8513199.32	4179.60	198545.05	8513229.31	4179.60	35.65	3.00
182	547017.30	8479276.18	4459.30	546927.81	8479205.76	4459.30	115.00	2.35
183	544078.01	8476444.86	4580.70	544106.07	8476460.35	4580.70	32.10	2.70
184	542555.10	8465772.70	4578.40	542543.02	8465799.40	4578.40	29.30	2.26
185	541034.78	8466451.081	4477.30	540992.20	8466462.39	4477.30	43.90	1.82
186	542031.24	8469029.65	4485.40	542052.86	8469064.55	4485.40	41.00	1.22
187	545330.27	8479183.16	4532.90	545293.54	8479186.67	4532.90	36.90	3.09
188	540367.66	8456704.51	4319.20	540329.71	8456702.59	4319.20	38.00	2.10
189	543344.34	8455760.96	4394.30	543323.60	8455818.86	4394.30	61.50	1.00
190	543933.62	8454679.24	4322.80	544025.58	8454760.49	4322.80	134.40	1.50
191	546469.53	8452327.54	4236.50	546526.39	8452345.09	4236.50	59.50	2.00
192	549541.56	8452120.44	4173.00	549680.34	8452082.70	4173.00	156.00	1.20
193	551491.87	8454517.81	4193.60	551487.03	8454460.03	4193.60	54.00	1.25
194	552057.99	8454377.96	4416.20	552013.41	8454366.24	4416.20	44.00	2.10
195	555710.19	8443224.71	4103.00	555786.32	8443233.16	4103.00	83.60	1.60
196	554456.30	8444724.07	4043.00	554456.43	8444723.95	4043.00	63.00	2.20
197	563029.40	8450937.84	3887.20	562999.88	8450991.04	3887.20	57.50	1.50

Tabla 3.9.16: Base de datos de variables estadísticas de salida para el modelo con RNA.

Fuente: Adaptado de "Expedientes técnicos de proyectos de siembra y cosecha de agua", UEFSA.

N° DE	EJE 1			EJE 2			L	H
DATOS	E(m)	N(m)	Z(msnm)	E(m)	N(m)	Z(msnm)	(m)	(m)
198	567981.84	8443006.34	4190.85	567997.98	8442954.90	4190.85	51.00	2.10
199	568006.55	8443083.56	4197.80	568080.33	8443084.09	4197.80	71.00	2.30
200	552597.95	8464107.82	4475.00	552610.91	8464099.33	4475.00	15.50	1.69
201	553321.45	8464667.86	4388.80	553256.87	8464630.12	4388.80	74.80	1.41
202	554712.37	8466082.52	4243.60	554724.59	8466129.22	4243.60	50.00	1.85
203	542980.57	8469175.15	4437.50	543032.67	8469231.83	4437.50	78.30	1.12
204	568014.70	8474230.98	3486.00	567997.54	8474260.83	3486.00	33.50	2.59
205	566641.47	8475305.14	3676.60	566665.02	8475289.99	3676.60	28.00	1.08
206	566234.94	8479129.16	3865.90	566225.47	8479138.35	3865.90	13.20	1.77
207	583375.88	8470790.38	4367.25	583340.41	8470804.64	4367.25	36.20	2.42
208	583570.49	8470906.99	4365.70	583608.01	8470923.01	4365.70	40.80	1.46
209	583476.39	8471489.32	4358.50	583411.69	8471516.11	4358.50	70.50	2.17
210	583018.84	8472148.12	4357.10	582979.17	8472156.30	4357.10	40.50	1.74
211	582528.13	8472813.91	4307.45	582498.75	8472843.50	4307.45	41.70	2.10
212	582890.53	8472744.49	4341.10	582878.25	8472773.93	4341.10	31.90	2.59
213	583051.98	8472995.84	4356.37	583029.25	8473019.17	4356.37	34.00	2.74
214	582739.47	8473812.65	4373.00	582689.49	8473780.01	4373.00	59.70	2.23
215	582414.34	8475519.51	4339.00	582413.95	8475562.31	4339.00	42.80	2.18
216	582359.17	8475163.74	4305.50	582381.32	8475146.94	4305.50	27.80	2.85
217	582994.95	8474918.45	4318.00	582982.58	8474939.59	4318.00	24.50	1.32
218	584639.07	8473427.23	4269.10	584681.53	8473425.36	4269.10	42.50	1.52
219	585457.89	8471479.59	4262.95	585483.91	8471491.21	4262.95	28.50	2.75
220	585916.34	8471243.07	4254.30	585969.57	8471237.68	4254.30	53.50	1.75
221	586096.11	8471253.18	4248.55	586128.55	8471269.24	4248.55	36.40	1.40
222	586249.52	8471428.06	4250.30	586253.87	8471460.26	4250.30	32.50	2.15
223	586217.49	8471609.63	4246.60	586226.51	8471636.67	4246.60	28.50	2.05
224	586101.05	8471580.02	4248.00	586100.56	8471615.61	4248.00	35.60	1.20
225	585884.40	8471706.63	4246.00	585861.54	8471750.87	4246.00	49.80	1.75
226	599028.86	8412894.15	4280.80	599047.12	8412852.25	4280.80	45.70	1.84
227	599290.47	8413206.16	4261.60	599234.26	8413196.10	4261.60	57.10	1.44
228	600383.03	8412442.15	4323.50	600360.65	8412446.48	4323.50	63.40	1.93
229	600381.30	8412506.96	4321.80	600373.75	8412469.27	4321.80	57.00	1.83
230	597306.70	8413974.03	4250.80	597368.07	8413970.04	4250.80	61.50	1.22
231	710657.50	8339279.99	4690.10	710682.08	8339226.68	4690.10	58.70	1.50
232	710332.43	8339533.61	4691.10	710331.26	8339464.12	4691.10	69.50	1.35
233	701841.01	8320367.39	4824.20	701799.62	8320358.67	4824.20	42.30	1.85
234	701676.20	8320472.69	4816.40	701702.88	8320409.71	4816.40	68.40	2.20
235	701284.15	8320843.80	4781.70	701297.30	8320769.35	4781.70	75.60	1.50
236	701361.52	8320913.40	4791.40	701376.29	8320870.26	4791.40	45.60	1.90
237	701246.47	8321416.11	4796.60	701283.50	8321400.21	4796.60	40.30	1.70
238	703030.00	8322380.86	4818.60	703009.21	8322335.61	4818.60	49.80	1.40
239	702927.89	8322325.82	4820.00	702882.55	8322319.37	4820.00	45.80	1.90

Tabla 3.9.17: Base de datos de variables estadísticas de salida para el modelo con RNA.

Fuente: Adaptado de "Expedientes técnicos de proyectos de siembra y cosecha de agua", UEFSA.

N° DE	EJE 1			EJE 2			L	H
DATOS	E(m)	N(m)	Z(msnm)	E(m)	N(m)	Z(msnm)	(m)	(m)
240	702455.84	8322878.79	4795.20	702435.99	8322833.44	4795.20	49.50	1.80
241	703073.44	8324799.43	4799.20	703078.30	8324725.99	4799.20	73.60	1.50
242	703469.59	8325483.75	4779.40	703441.02	8325551.15	4779.40	73.20	0.85

Tabla 3.9.18: Base de datos de variables estadísticas de salida para el modelo con RNA.

3.9.7 Tratamiento estadístico de los datos recopilados

En referencia al tratamiento estadístico de los datos recopilados en la investigación, se refiere al proceso que se sigue con la aplicación de las técnicas estadísticas descriptivas primeramente y luego con las técnicas inferenciales, con la finalidad de organizar, analizar, interpretar, filtrar los datos atípicos y, de esta manera, extraer conclusiones valiosas y significativas para el desarrollo de la investigación. También el seguir este procedimiento dentro de la investigación facilita la toma de decisiones, por lo cual viene a ser de vital importancia realizar los tratamientos estadísticos dentro de las investigaciones.

3.9.7.1 Tratamiento estadístico descriptivo de las variables estadísticas

☞ Medidas de tendencia central

Las medidas de tendencia central son las herramientas esenciales que utiliza la estadística para realizar el análisis y síntesis de datos recopilados de manera clara y significativa. Estas medidas proporcionan a la investigación un resumen claro y preciso del comportamiento, en general, de la variable estadística analizada, destacando un valor representativo de cada variable.

En esta investigación se realiza el análisis detallado de cada variable estadística, calculando las medidas de tendencia central con el uso del software Python.

Fuente: Elaboracion propia

VARIABLE ESTADÍSTICA	MEDIA	MEDIANA	MODA
ESTE	532723.19	582452.66	701264.85
NORTE	8496083.53	8471249.08	8320362.24
ELEVACIÓN	4429.47	4414.15	4688.65
ÁREA DE MICROCUENCA	520486.04	279823.59	48500.00
VOLUMEN DE MICROCUENCA	27255.84	13895.66	3923.22

Tabla 3.9.19: Medidas de tendencia central de variables estadísticas de entrada.

Fuente: Elaboracion propia

VARIABLE ESTADÍSTICA	MEDIA	MEDIANA	MODA
ESTE EJE 1	532721.67	582470.05	701246.47
NORTE EJE 1	8496083.81	8471248.12	8320367.39
ELEVACIÓN EJE 1	4431.83	4417.70	4300.40
ESTE EJE 2	532723.95	582441.16	701283.50
NORTE EJE 2	8496084.18	8471253.46	8320358.67
ELEVACIÓN EJE 2	4431.83	4417.70	4300.40
LONGITUD	47.22	44.00	50.00
ALTURA	1.96	1.90	1.50

Tabla 3.9.20: Medidas de tendencia central de variables estadísticas de salida.

📖 Medidas de dispersión

Las medidas de dispersión son las herramientas estadísticas que muestran qué tan esparcidos o agrupados están los datos analizados en conjunto. Mientras que las medidas de tendencia central muestran la ubicación del punto central de los datos analizados, las medidas de dispersión indican cómo estos datos están organizados respecto a estas medidas de tendencia central.

En esta investigación, estas medidas de dispersión ayudan a entender si los datos están muy agrupados o no están agrupados en el rango de análisis realizado con el software Python.

Fuente: Elaboracion propia mediante Python.

VARIABLE ESTADÍSTICA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	VARIANZA	RANGO	COEFICIENTE DE VARIACIÓN
ESTE	149050.3	22215993342	53371010.85	27.98
NORTE	123631.95	15284857881	509110.18	1.46
ELEVACIÓN	228.91	52401.7	1364.81	5.17
ÁREA DE MICROCUENCA	673704.92	4.53878E+11	5250079.48	129.44
VOLUMEN DE MICROCUENCA	44346.66	1966626082	395302.58	162.71

Tabla 3.9.21: Medidas de dispersión de variables estadísticas de entrada.

Fuente: Elaboracion propia mediante Python.

VARIABLE ESTADÍSTICA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	VARIANZA	RANGO	COEFICIENTE DE VARIACIÓN
ESTE EJE 1	149052.91	22216770814	533753.06	27.98
NORTE EJE 1	123630.56	15284514193	509091.03	1.46
ELEVACIÓN EJE 1	229.68	52754.91	1363.4	5.18
ESTE EJE 2	149048.44	22215437624	533682.92	27.98
NORTE EJE 2	123636.73	15286040813	509143.73	1.46
ELEVACIÓN EJE 2	229.68	52754.91	1363.4	5.18
LONGITUD	20.33	413.42	146.4	43.06
ALTURA	0.58	0.34	3.27	29.58

Tabla 3.9.22: Medidas de dispersión de variables estadísticas de salida.

3.9.7.2 Normalización de las variables estadísticas

La normalización de las variables estadísticas obtenidas del modelo de elevación digital (DEM) y la recopilación de datos de los diferentes expedientes de los proyectos de siembra y cosecha de agua es un proceso crucial para poder asegurar el correcto funcionamiento del modelo con redes neuronales artificiales, puesto que las variables estadísticas recopiladas y procesadas mediante la estadística descriptiva presentan diferentes unidades físicas de medición y también no siguen una distribución normal, por lo que es indispensable la normalización de las mismas. Este proceso garantiza el ajuste correcto de estas variables en un rango común de un mínimo de cero y un máximo de uno de una misma escala, lo que facilita y garantiza que el modelo con redes neuronales artificiales las procese de manera efectiva y eficiente. La normalización también facilita el entrenamiento del modelo, asegurando de esta manera resultados más fiables durante la predicción.

En esta investigación, la normalización se realiza por el método de Min-Max, con algoritmo y código implementado en el lenguaje de programación Python en el

entorno PyCharm. Esto permite escalar las variables estadísticas correctamente dentro del rango 0 a 1, uniformemente, ya que se cuenta con gran cantidad de datos. La formula utilizada para el cálculo de los datos normalizados fue la siguiente:

$$X_{\text{norm}} = \frac{X - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} \quad (\text{III.5})$$

Donde:

- ☞ X : Valor original del dato de la variable estadística.
- ☞ $X_{\min}$: Valor mínimo del conjunto de datos de la variable estadística.
- ☞ $X_{\max}$: Valor máximo del conjunto de datos de la variable estadística.
- ☞ X_{norm} : Valor normalizado de la variable estadística.

☞ Variables estadísticas normalizadas

Fuente: Elaboracion propia mediante Python.

N° DE	PUNTOS DE AFORO			ÁREA DE	VOLUMEN DE
ORDEN	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	MICROCUENCA	EMBALSE
1	0.654010	0.413834	0.728988	0.025929	0.013444
2	0.654046	0.405844	0.749526	0.037997	0.088371
3	0.663143	0.426900	0.697401	0.137653	0.047712
4	0.653221	0.405854	0.705717	0.125109	0.066646
5	0.646720	0.413440	0.851723	0.033717	0.010934
6	0.646529	0.413092	0.879947	0.009580	0.004758
7	0.653601	0.406126	0.751445	0.007362	0.020637
8	0.645735	0.412811	0.901605	0.003966	0.009668
9	0.730094	0.536958	0.413354	0.025341	0.035651
10	0.725720	0.516924	0.568248	0.135573	0.212867
11	0.862513	0.144638	0.867498	0.025645	0.023150
12	0.864305	0.142380	0.838344	0.025914	0.013132
13	0.863731	0.135043	0.856742	0.017165	0.016248
14	0.863127	0.131776	0.845107	0.172374	0.098906
15	0.861286	0.128587	0.814135	0.017045	0.014945
16	0.863560	0.124719	0.790081	0.077149	0.037007
17	0.846668	0.129380	0.815850	0.032871	0.021425
18	0.849401	0.130221	0.794264	0.045404	0.029757
19	0.832705	0.117457	0.769221	0.004707	0.027763

Tabla 3.9.23: Normalización de variables estadísticas de entrada al modelo con RNA.

Fuente: Elaboracion propia mediante Python.

N° DE	PUNTOS DE AFORO			ÁREA DE	VOLUMEN DE
ORDEN	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	MICROCUCENCA	EMBALSE
20	0.831847	0.115440	0.776049	0.008772	0.059596
21	0.625698	0.388182	0.948645	0.026708	0.201240
22	0.629989	0.387057	0.969952	0.038717	0.036193
23	0.782227	0.409637	0.485460	0.057802	0.005658
24	0.782725	0.409663	0.509368	0.020114	0.003148
25	0.770868	0.388198	0.489577	0.020104	0.013706
26	0.771259	0.388426	0.480257	0.048963	0.005330
27	0.769176	0.386155	0.590734	0.120321	0.074363
28	0.771754	0.388272	0.551586	0.208851	0.068103
29	0.771946	0.388932	0.539350	0.303136	0.030784
30	0.772378	0.388693	0.535327	0.345286	0.122055
31	0.768445	0.386001	0.575941	0.026883	0.056778
32	0.767949	0.386398	0.574820	0.076452	0.003325
33	0.766296	0.386532	0.561463	0.353650	0.145534
34	0.766458	0.385363	0.554781	0.063308	0.011521
35	0.753049	0.392702	0.585400	0.088639	0.013543
36	0.753092	0.408224	0.495498	0.024395	0.006016
37	0.752539	0.408148	0.502033	0.016285	0.003809
38	0.752710	0.407620	0.503909	0.047843	0.008112
39	0.660941	0.405752	0.435636	0.062761	0.013368
40	0.661706	0.405119	0.450605	0.011349	0.034569
41	0.659874	0.404058	0.443864	0.043724	0.040528
42	0.897209	0.244534	0.621244	0.223335	0.018787
43	0.896797	0.245177	0.624373	0.188244	0.021197
44	0.895902	0.244243	0.633202	0.131618	0.067563
45	0.897441	0.258073	0.643188	0.099178	0.347150
46	0.898920	0.258851	0.640052	0.234596	0.226171
47	0.899582	0.259950	0.658106	0.049131	0.033357
48	0.898486	0.259820	0.669873	0.070848	0.208902
49	0.900511	0.260751	0.654648	0.057468	0.056496
50	0.901565	0.260695	0.609162	0.128252	0.043701
51	0.899316	0.264640	0.649651	0.063729	0.054864
52	0.897732	0.266830	0.705065	0.037624	0.017175
53	0.997730	0.159516	0.823030	0.028331	0.050674
54	0.998733	0.158044	0.853687	0.005360	0.017990
55	0.998466	0.158301	0.851818	0.005512	0.004534
56	1.000000	0.156017	0.865468	0.041055	0.022634
57	0.966853	0.231453	0.788549	0.123625	0.182132
58	0.967099	0.225791	0.824195	0.015874	0.036963
59	0.966363	0.223494	0.745650	0.091054	0.179757

Tabla 3.9.24: Normalización de variables estadísticas de entrada al modelo con RNA.

Fuente: Elaboracion propia mediante Python.

N° DE	PUNTOS DE AFORO			ÁREA DE	VOLUMEN DE
ORDEN	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	MICROCUCENCA	EMBALSE
60	0.966075	0.183375	0.784857	0.008198	0.010570
61	0.965656	0.183436	0.763667	0.029817	0.028764
62	0.959001	0.183369	0.772188	0.317184	0.025366
63	0.175012	1.000000	0.827595	0.325619	0.101600
64	0.176214	0.996648	0.827412	0.526846	0.254099
65	0.177337	0.997038	0.861629	0.350372	0.364842
66	0.181709	0.995817	0.914135	0.110449	0.105466
67	0.178633	0.993594	0.785120	1.000000	0.419147
68	0.177562	0.993073	0.792660	0.007298	0.052919
69	0.172808	0.982016	0.920033	0.108026	0.064644
70	0.172135	0.981669	0.925125	0.061529	0.023916
71	0.170096	0.982657	0.894623	0.169489	0.063975
72	0.170695	0.979742	0.939713	0.026147	0.018973
73	0.168566	0.980329	0.697052	0.352258	0.269387
74	0.168044	0.980629	0.691664	0.394601	0.053987
75	0.167593	0.980737	0.691027	0.146007	0.123541
76	0.167162	0.980722	0.838505	0.004192	0.028425
77	0.160966	0.978100	0.949063	0.015337	0.020932
78	0.160151	0.979717	0.894440	0.048332	0.037315
79	0.158937	0.980277	0.860449	0.028401	0.018965
80	0.154895	0.979786	0.944022	0.164216	0.103197
81	0.154970	0.980212	0.942300	0.221370	0.029512
82	0.171816	0.984254	0.894579	0.011779	0.017642
83	0.160128	0.998831	0.479898	0.125181	0.023753
84	0.160503	0.999243	0.466109	0.026077	0.010722
85	0.784722	0.408145	0.502766	0.067624	0.023035
86	0.785831	0.409152	0.473927	0.061920	0.091345
87	0.959561	0.037123	0.883068	0.434572	0.373792
88	0.958935	0.037578	0.883881	0.017931	0.017232
89	0.942980	0.000000	0.981052	0.165034	0.047900
90	0.942746	0.000145	0.975051	0.012731	0.005251
91	0.941990	0.000898	0.950176	0.103358	0.027690
92	0.942145	0.001027	0.956968	0.066407	0.012609
93	0.941946	0.002055	0.961028	0.026826	0.016248
94	0.945234	0.003920	0.977250	0.486153	0.020287
95	0.945016	0.003850	0.977938	0.006693	0.020700
96	0.944155	0.004889	0.959833	0.215909	0.054780
97	0.945339	0.008647	0.962991	0.020979	0.029121
98	0.946044	0.010141	0.948945	0.020674	0.045045
99	0.737038	0.267784	0.669551	0.050669	0.022973

Tabla 3.9.25: Normalización de variables estadísticas de entrada al modelo con RNA.

Fuente: Elaboracion propia mediante Python.

N° DE	PUNTOS DE AFORO			ÁREA DE	VOLUMEN DE
ORDEN	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	MICROCUCENCA	EMBALSE
100	0.735513	0.261710	0.635026	0.078755	0.006341
101	0.733108	0.265136	0.623361	0.078622	0.031030
102	0.719241	0.233150	0.427869	0.011353	0.026453
103	0.719403	0.233877	0.424762	0.019844	0.035837
104	0.719056	0.232742	0.422806	0.155282	0.267175
105	0.720582	0.306822	0.582294	0.281813	0.150297
106	0.719607	0.305652	0.640236	0.075492	0.046210
107	0.720624	0.307735	0.564899	0.397640	0.036222
108	0.750075	0.256266	0.671918	0.091035	0.081724
109	0.749422	0.256188	0.664876	0.175357	0.185679
110	0.754098	0.264993	0.661865	0.006427	0.024534
111	0.753633	0.264653	0.655981	0.009646	0.016417
112	0.753319	0.264150	0.649915	0.041855	0.175635
113	0.764214	0.274724	0.676123	0.058807	0.102417
114	0.759881	0.256976	0.677010	0.076026	0.033282
115	0.758947	0.257666	0.676380	0.015074	0.032343
116	0.758431	0.257552	0.668987	0.086863	0.047544
117	0.758200	0.257835	0.666291	0.160672	0.039930
118	0.721773	0.316532	0.664657	0.032674	0.024463
119	0.721093	0.316416	0.700933	0.012960	0.011314
120	0.721889	0.316923	0.667162	0.043664	0.015767
121	0.722681	0.317281	0.634235	0.008503	0.010459
122	0.721233	0.316972	0.681011	0.021493	0.024638
123	0.720843	0.315170	0.684132	0.003722	0.024015
124	0.721053	0.314808	0.689041	0.002903	0.010142
125	0.067985	0.265446	0.524923	0.775649	0.012860
126	0.069403	0.268260	0.517970	0.035462	0.007414
127	0.069169	0.268821	0.503191	0.063037	0.006197
128	0.068841	0.268612	0.497095	0.055066	0.005692
129	0.068836	0.268271	0.486515	0.143266	0.003290
130	0.069081	0.268490	0.497461	0.079589	0.001938
131	0.095335	0.228441	0.640646	0.091655	0.049793
132	0.095578	0.228883	0.681912	0.072554	0.051081
133	0.095729	0.229300	0.690184	0.053638	0.007176
134	0.100972	0.225360	0.727991	0.028782	0.022518
135	0.101813	0.225338	0.753607	0.022175	0.020636
136	0.101688	0.225119	0.740828	0.026513	0.003232
137	0.103149	0.222873	0.693276	0.204424	0.005925
138	0.103777	0.223221	0.739766	0.001752	0.003094
139	0.103894	0.222884	0.722386	0.088659	0.011010

Tabla 3.9.26: Normalización de variables estadísticas de entrada al modelo con RNA.

Fuente: Elaboracion propia mediante Python.

N° DE	PUNTOS DE AFORO			ÁREA DE	VOLUMEN DE
ORDEN	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	MICROCUEENCA	EMBALSE
140	0.104170	0.223071	0.743847	0.063598	0.003224
141	0.105757	0.222117	0.747987	0.008715	0.046607
142	0.105532	0.222119	0.752544	0.007791	0.003430
143	0.104701	0.220650	0.685414	0.023592	0.043083
144	0.104605	0.220989	0.696646	0.007564	0.009853
145	0.104460	0.222457	0.745503	0.005585	0.017544
146	0.135031	0.158367	0.756200	0.085321	0.014395
147	0.150365	0.185487	1.000000	0.083949	0.003569
148	0.551260	0.449797	0.898704	0.071740	0.015727
149	0.555000	0.434082	0.849296	0.045074	0.152791
150	0.543884	0.402736	0.846821	0.061245	0.016080
151	0.550632	0.401459	0.787487	0.000522	0.006620
152	0.543996	0.431606	0.907174	0.042674	0.042347
153	0.554299	0.438776	0.882071	0.036883	0.094401
154	0.535094	0.531665	0.903840	0.042978	0.980825
155	0.535277	0.530038	0.892857	0.029645	1.000000
156	0.546071	0.600273	0.391168	0.106444	0.002115
157	0.546417	0.601043	0.361779	0.226023	0.005074
158	0.551365	0.596366	0.518585	0.000000	0.005953
159	0.551141	0.595870	0.536397	0.023807	0.031286
160	0.476739	0.447628	0.769770	0.069323	0.071292
161	0.477371	0.447077	0.754325	0.170845	0.160613
162	0.535674	0.558297	0.745144	0.027036	0.058417
163	0.533965	0.558291	0.646632	0.026560	0.106300
164	0.632595	0.548533	0.503425	0.163148	0.061439
165	0.632196	0.548166	0.532265	0.108939	0.039884
166	0.650332	0.458132	0.687187	0.064273	0.050510
167	0.651407	0.460169	0.696412	0.016522	0.000000
168	0.648761	0.455229	0.705813	0.015436	0.061377
169	0.652702	0.450706	0.701387	0.010027	0.030437
170	0.651726	0.449164	0.702442	0.352193	0.030437
171	0.652102	0.448580	0.788073	0.276042	0.012985
172	0.658711	0.466156	0.552604	0.019034	0.034114
173	0.658147	0.465508	0.564650	0.024727	0.005577
174	0.651975	0.456846	0.749496	0.027563	0.052547
175	0.659158	0.452774	0.697643	0.086391	0.065759
176	0.659659	0.452710	0.679355	0.113023	0.035899
177	0.660429	0.453120	0.581334	0.199755	0.127307
178	0.010049	0.371465	0.596471	0.060064	0.082427
179	0.010168	0.370927	0.597094	0.060064	0.082427

Tabla 3.9.27: Normalización de variables estadísticas de entrada al modelo con RNA.

Fuente: Elaboracion propia mediante Python.

N° DE	PUNTOS DE AFORO			ÁREA DE	VOLUMEN DE
ORDEN	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	MICROCUEENCA	EMBALSE
180	0.010089	0.369497	0.602172	0.033340	0.016754
181	0.000000	0.378810	0.507858	0.097492	0.016754
182	0.652874	0.312073	0.713330	0.328841	0.026361
183	0.647454	0.306594	0.802236	0.094387	0.214650
184	0.644562	0.285649	0.800639	0.024788	0.105746
185	0.641731	0.286961	0.726445	0.008465	0.031629
186	0.643614	0.292048	0.732673	0.058254	0.063247
187	0.649753	0.311960	0.766744	0.181986	0.131129
188	0.640440	0.267803	0.610510	0.061963	0.046843
189	0.646039	0.265998	0.666730	0.050840	0.013930
190	0.647292	0.263910	0.614056	0.014029	0.011733
191	0.651946	0.259219	0.550304	0.155879	0.022542
192	0.657785	0.258711	0.504371	0.014294	0.015945
193	0.661317	0.263469	0.657447	0.033259	0.066108
194	0.662362	0.263229	0.681970	0.120855	0.106327
195	0.669316	0.241308	0.452642	0.024691	0.009222
196	0.666856	0.244251	0.408321	0.166851	0.061378
197	0.682915	0.256521	0.294612	0.198476	0.018570
198	0.692318	0.241072	0.517266	0.080119	0.031922
199	0.692374	0.241073	0.521736	0.065006	0.022799
200	0.663409	0.282335	0.725735	0.222289	0.413110
201	0.664710	0.283423	0.662334	0.091632	0.110506
202	0.667375	0.286278	0.555638	0.028207	0.013862
203	0.645404	0.292321	0.698244	0.028144	0.087873
204	0.692269	0.302249	0.000000	0.180350	0.086896
205	0.689734	0.304321	0.140833	0.522298	0.072037
206	0.688937	0.311859	0.279079	0.144089	0.047943
207	0.721026	0.295488	0.645819	0.010864	0.048654
208	0.721461	0.295718	0.645387	0.001295	0.010622
209	0.721179	0.296875	0.639635	0.081950	0.186683
210	0.720336	0.298152	0.639019	0.014258	0.024024
211	0.719449	0.299472	0.602260	0.022181	0.020853
212	0.720139	0.299342	0.626527	0.111572	0.042833
213	0.720436	0.299824	0.637810	0.040303	0.030520
214	0.719837	0.301388	0.650266	0.048017	0.046499
215	0.719259	0.304802	0.625281	0.034441	0.132340
216	0.719177	0.304046	0.600267	0.099393	0.144589
217	0.720335	0.303602	0.610634	0.039541	0.051608
218	0.723465	0.300650	0.574563	0.037461	0.130845
219	0.724979	0.296834	0.569229	0.005900	0.029361

Tabla 3.9.28: Normalización de variables estadísticas de entrada al modelo con RNA.

Fuente: Elaboracion propia mediante Python.

N° DE	PUNTOS DE AFORO			ÁREA DE	VOLUMEN DE
ORDEN	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	MICROCUCENCA	EMBALSE
220	0.725867	0.296357	0.563646	0.008474	0.036273
221	0.726174	0.296390	0.559631	0.003127	0.018562
222	0.726449	0.296754	0.560400	0.001737	0.010556
223	0.726394	0.297110	0.557887	0.011055	0.011418
224	0.726166	0.297053	0.559367	0.007924	0.037490
225	0.725739	0.297316	0.557470	0.010104	0.011795
226	0.750405	0.181715	0.582887	0.090701	0.081427
227	0.750829	0.182356	0.569112	0.228843	0.049756
228	0.752905	0.180869	0.614115	0.236082	0.028569
229	0.752917	0.180954	0.612994	0.117506	0.004034
230	0.747195	0.183871	0.561360	0.046509	0.072558
231	0.959561	0.037123	0.883068	0.434572	0.373792
232	0.958935	0.037578	0.883881	0.017931	0.017232
233	0.942980	0.000000	0.981052	0.165034	0.047900
234	0.942746	0.000145	0.975051	0.012731	0.005251
235	0.941989	0.000907	0.950176	0.103358	0.027690
236	0.942145	0.001027	0.956968	0.066407	0.012609
237	0.941946	0.002055	0.961028	0.026826	0.016248
238	0.945234	0.003920	0.977250	0.486153	0.020287
239	0.945016	0.003850	0.977938	0.006693	0.020700
240	0.944155	0.004889	0.959833	0.215909	0.054781
241	0.945339	0.008647	0.962991	0.020979	0.029121
242	0.946044	0.010141	0.948945	0.020674	0.045045

Tabla 3.9.29: Normalización de variables estadísticas de entrada al modelo con RNA.

Fuente: Elaboracion propia mediante Python.

N° DE	EJE 1			EJE 2				
DATOS	ESTE	NORTE	ELEV.	ESTE	NORTE	ELEV.	L	H
1	0.653985	0.413796	0.728986	0.654027	0.413858	0.728986	0.238388	0.296636
2	0.653969	0.405889	0.749303	0.654135	0.405728	0.749303	0.581967	0.159021
3	0.663103	0.426866	0.698254	0.663173	0.426910	0.698254	0.191257	0.617737
4	0.653173	0.405869	0.706176	0.653266	0.405821	0.706176	0.114071	0.449541
5	0.646708	0.413369	0.851988	0.646728	0.413477	0.851988	0.412568	0.311927
6	0.646503	0.413046	0.880153	0.646538	0.413079	0.880153	0.208333	0.296636
7	0.653584	0.406207	0.751650	0.653614	0.406056	0.751650	0.378415	0.327217
8	0.645684	0.412834	0.901790	0.645814	0.412767	0.901790	0.272541	0.266055
9	0.730032	0.536939	0.412938	0.730128	0.536940	0.412938	0.122951	0.220183
10	0.725713	0.516942	0.568725	0.725714	0.516887	0.568725	0.153689	0.541284

Tabla 3.9.30: Normalización de variables estadísticas de salida al modelo con RNA.

Fuente: Elaboracion propia mediante Python.

N° DE	EJE 1			EJE 2				
DATOS	ESTE	NORTE	ELEV.	ESTE	NORTE	ELEV.	L	H
11	0.862466	0.144651	0.867390	0.862548	0.144603	0.867390	0.112022	0.143731
12	0.864233	0.142366	0.838199	0.864397	0.142399	0.838199	0.269126	0.357798
13	0.863672	0.134987	0.856535	0.863776	0.135095	0.856535	0.335383	0.097859
14	0.863050	0.131781	0.844946	0.863203	0.131760	0.844946	0.224044	0.128440
15	0.861198	0.128597	0.813628	0.861356	0.128584	0.813628	0.241803	0.003058
16	0.863489	0.124701	0.789717	0.863652	0.124748	0.789717	0.282787	0.067278
17	0.846604	0.129353	0.815535	0.846740	0.129424	0.815535	0.257514	0.082569
18	0.849416	0.130172	0.794044	0.849354	0.130275	0.794044	0.397541	0.006116
19	0.832697	0.117339	0.768667	0.832720	0.117503	0.768667	0.515027	0.000000
20	0.831767	0.115399	0.776001	0.831919	0.115479	0.776001	0.325820	0.204893
21	0.625699	0.388224	0.949978	0.625701	0.388140	0.949978	0.199454	0.678899
22	0.629972	0.387094	0.970735	0.630016	0.387020	0.970735	0.114754	0.464832
23	0.782171	0.409688	0.485844	0.782263	0.409592	0.485844	0.197404	0.525994
24	0.782673	0.409705	0.509535	0.782760	0.409620	0.509535	0.156421	0.434251
25	0.770826	0.388184	0.488998	0.770905	0.388226	0.488998	0.166667	0.250765
26	0.771215	0.388402	0.480417	0.771313	0.388532	0.480417	0.275956	0.449541
27	0.769133	0.386151	0.590216	0.769207	0.386145	0.590216	0.002732	0.235474
28	0.771751	0.388262	0.551269	0.771755	0.388264	0.551269	0.174863	0.296636
29	0.771928	0.388904	0.539313	0.771955	0.388942	0.539313	0.190574	0.464832
30	0.772376	0.388690	0.535426	0.772362	0.388684	0.535426	0.230191	0.464832
31	0.768426	0.386006	0.575766	0.768431	0.385980	0.575766	0.153005	0.311927
32	0.767886	0.386415	0.574630	0.767995	0.386371	0.574630	0.110656	0.250765
33	0.766257	0.386566	0.561281	0.766324	0.386471	0.561281	0.187158	0.388379
34	0.766409	0.385394	0.554423	0.766497	0.385314	0.554423	0.153005	0.204893
35	0.753009	0.392736	0.585301	0.753080	0.392638	0.585301	0.193989	0.388379
36	0.753028	0.408224	0.495453	0.753143	0.408209	0.495453	0.129098	0.357798
37	0.752577	0.408157	0.501907	0.752530	0.408126	0.501907	0.336066	0.296636
38	0.752674	0.407596	0.503594	0.752736	0.407621	0.503594	0.108607	0.327217
39	0.660899	0.405815	0.435235	0.660974	0.405676	0.435235	0.340847	0.220183
40	0.661695	0.405200	0.450271	0.661717	0.405055	0.450271	0.366803	0.235474
41	0.659873	0.404038	0.443524	0.659873	0.404057	0.443524	0.173497	0.250765
42	0.897164	0.244484	0.621241	0.897239	0.244592	0.621241	0.337432	0.311927
43	0.896720	0.245125	0.624102	0.896860	0.245220	0.624102	0.351093	0.174312
44	0.895863	0.244225	0.632976	0.895923	0.244260	0.632976	0.103825	0.189602
45	0.897362	0.258050	0.643392	0.897509	0.258088	0.643392	0.223361	0.403670
46	0.898857	0.258839	0.640164	0.899020	0.258895	0.640164	0.307377	0.388379
47	0.899534	0.259959	0.658281	0.899615	0.259912	0.658281	0.065574	0.587156
48	0.898431	0.259812	0.670383	0.898552	0.259841	0.670383	0.129098	0.510703
49	0.900409	0.260696	0.654980	0.900554	0.260750	0.654980	0.254781	0.449541
50	0.901527	0.260668	0.609212	0.901580	0.260730	0.609212	0.207650	0.327217
51	0.899227	0.264600	0.649773	0.899376	0.264653	0.649773	0.264344	0.342508
52	0.897694	0.266802	0.704856	0.897744	0.266880	0.704856	0.263661	0.250765

Tabla 3.9.31: Normalización de variables estadísticas de salida al modelo con RNA.

Fuente: Elaboracion propia mediante Python.

N° DE	EJE 1			EJE 2			L	H
DATOS	ESTE	NORTE	ELEV.	ESTE	NORTE	ELEV.		
53	0.997710	0.159501	0.823456	0.997750	0.159518	0.823456	0.142077	0.434251
54	0.998664	0.158026	0.854115	0.998798	0.158068	0.854115	0.136612	0.464832
55	0.998439	0.158273	0.852721	0.998465	0.158330	0.852721	0.254781	0.602446
56	1.000000	0.156011	0.866070	1.000000	0.156014	0.866070	0.282104	0.495413
57	0.966792	0.231458	0.789497	0.966905	0.231431	0.789497	0.040301	0.678899
58	0.967090	0.225805	0.824923	0.967094	0.225767	0.824923	0.269809	0.541284
59	0.966303	0.223531	0.746589	0.966405	0.223457	0.746589	0.177596	0.678899
60	0.965984	0.183428	0.784949	0.966126	0.183350	0.784949	0.260246	0.311927
61	0.965631	0.183459	0.764119	0.965642	0.183384	0.764119	0.321721	0.434251
62	0.958995	0.183370	0.773067	0.959017	0.183361	0.773067	0.181011	0.633028
63	0.175021	1.000000	0.828077	0.175010	1.000000	0.828077	0.098361	0.434251
64	0.176220	0.996629	0.828260	0.176212	0.996609	0.828260	0.166667	0.587156
65	0.177341	0.997104	0.862550	0.177336	0.996959	0.862550	0.143374	0.587156
66	0.181690	0.995849	0.915175	0.181730	0.995755	0.915175	0.125683	0.678899
67	0.178671	0.993660	0.785169	0.178599	0.993497	0.785169	0.279030	0.363914
68	0.177554	0.993124	0.793421	0.177580	0.992982	0.793421	0.173497	0.571865
69	0.172910	0.981998	0.920126	0.172659	0.982028	0.920126	0.583333	0.235474
70	0.172124	0.981641	0.925627	0.172056	0.981758	0.925627	0.754098	0.388379
71	0.170121	0.982695	0.894822	0.170006	0.982541	0.894822	0.375000	0.281346
72	0.170722	0.979941	0.939930	0.170677	0.979779	0.939930	0.726776	0.266055
73	0.168597	0.980374	0.697704	0.168516	0.980233	0.697704	0.251913	0.544343
74	0.168093	0.980629	0.691837	0.168011	0.980591	0.691837	0.229645	0.388379
75	0.167638	0.980752	0.691653	0.167553	0.980695	0.691653	0.217896	0.541284
76	0.167157	0.980724	0.839152	0.167175	0.980693	0.839152	0.153005	0.525994
77	0.160956	0.978094	0.949024	0.161039	0.978164	0.949024	0.579918	0.143731
78	0.160190	0.979746	0.894675	0.160100	0.979656	0.894675	0.207650	0.296636
79	0.158969	0.980348	0.860643	0.158890	0.980130	0.860643	0.453552	0.281346
80	0.154935	0.979788	0.944624	0.154808	0.979799	0.944624	0.456967	0.434251
81	0.154975	0.980220	0.942277	0.154931	0.980279	0.942277	0.474044	0.388379
82	0.171834	0.984329	0.895005	0.171805	0.984158	0.895005	0.238388	0.373089
83	0.160075	0.998869	0.479683	0.160171	0.998810	0.479683	0.392077	0.327217
84	0.160438	0.999270	0.465931	0.160564	0.999184	0.465931	0.446721	0.311927
85	0.784669	0.408138	0.503227	0.784779	0.408150	0.503227	0.139344	0.602446
86	0.785796	0.409098	0.474035	0.785857	0.409168	0.474035	0.264344	0.403670
87	0.959492	0.037150	0.883160	0.959628	0.037058	0.883160	0.335383	0.235474
88	0.958883	0.037648	0.883893	0.958971	0.037525	0.883893	0.409153	0.189602
89	0.942974	0.000000	0.981517	0.942984	0.000000	0.981517	0.223361	0.342508
90	0.942665	0.000207	0.975796	0.942803	0.000100	0.975796	0.401639	0.449541
91	0.941931	0.000936	0.950345	0.942043	0.000807	0.950345	0.450820	0.235474
92	0.942076	0.001073	0.957459	0.942191	0.001005	0.957459	0.245902	0.357798
93	0.941860	0.002060	0.961273	0.942017	0.002046	0.961273	0.209699	0.296636
94	0.945202	0.003955	0.977409	0.945251	0.003883	0.977409	0.274590	0.204893

Tabla 3.9.32: Normalización de variables estadísticas de salida al modelo con RNA.

Fuente: Elaboracion propia mediante Python.

N° DE	EJE 1			EJE 2			L	H
	DATOS	ESTE	NORTE	ELEV.	ESTE	NORTE	ELEV.	
95	0.945010	0.003847	0.978436	0.945013	0.003851	0.978436	0.247268	0.357798
96	0.944126	0.004933	0.960246	0.944177	0.004861	0.960246	0.272541	0.327217
97	0.945283	0.008706	0.963180	0.945380	0.008578	0.963180	0.437158	0.235474
98	0.946025	0.010050	0.948658	0.946060	0.010198	0.948658	0.434426	0.036697
99	0.736990	0.267766	0.669796	0.737051	0.267788	0.669796	0.185109	0.755352
100	0.735450	0.261746	0.635177	0.735572	0.261654	0.635177	0.296448	0.342508
101	0.733012	0.265121	0.846120	0.733198	0.265141	0.846120	0.402322	0.266055
102	0.719253	0.233192	0.427167	0.719242	0.233119	0.427167	0.228142	0.342508
103	0.719406	0.233871	0.424600	0.719385	0.233874	0.424600	0.276639	0.113150
104	0.719049	0.232751	0.422840	0.719053	0.232723	0.422840	0.144809	0.409786
105	0.720566	0.306818	0.582661	0.720597	0.306812	0.582661	0.036885	0.480122
106	0.719597	0.305638	0.640018	0.719583	0.305669	0.640018	0.244536	0.235474
107	0.720598	0.307732	0.564765	0.720629	0.307732	0.564765	0.047814	0.434251
108	0.750029	0.256294	0.671703	0.750121	0.256194	0.671703	0.265710	0.204893
109	0.749414	0.256282	0.665102	0.749432	0.256124	0.665102	0.474727	0.373089
110	0.754036	0.264979	0.662021	0.754142	0.264993	0.662021	0.110656	0.357798
111	0.753568	0.264653	0.656080	0.753681	0.264642	0.656080	0.116120	0.449541
112	0.753272	0.264112	0.650579	0.753353	0.264167	0.650579	0.172131	0.663609
113	0.764178	0.274715	0.677057	0.764239	0.274722	0.677057	0.000000	0.694190
114	0.759821	0.256958	0.676691	0.759965	0.257013	0.676691	0.303279	0.159021
115	0.758920	0.257693	0.676397	0.758955	0.257604	0.676397	0.229508	0.342508
116	0.758413	0.257552	0.668989	0.758437	0.257541	0.668989	0.078552	0.281346
117	0.758182	0.257837	0.666496	0.758188	0.257821	0.666496	0.142760	0.403670
118	0.721755	0.316510	0.664735	0.721752	0.316580	0.664735	0.310109	0.373089
119	0.721063	0.316369	0.700821	0.721096	0.316449	0.700821	0.286202	0.296636
120	0.721844	0.316898	0.667302	0.721923	0.316932	0.667302	0.121585	0.587156
121	0.722660	0.317257	0.634223	0.722698	0.317283	0.634223	0.099044	0.464832
122	0.721177	0.316930	0.681531	0.721275	0.316991	0.681531	0.234973	0.525994
123	0.720835	0.315131	0.684025	0.720840	0.315200	0.684025	0.289617	0.250765
124	0.721033	0.314785	0.689086	0.721066	0.314815	0.689086	0.118852	0.373089
125	0.067959	0.265465	0.524424	0.068040	0.265376	0.524424	0.433060	0.314985
126	0.069392	0.268299	0.517970	0.069402	0.268236	0.517970	0.159836	0.360856
127	0.069159	0.268826	0.502860	0.069241	0.268795	0.502860	0.337432	0.211009
128	0.068836	0.268593	0.497286	0.068890	0.268649	0.497286	0.310109	0.449541
129	0.068836	0.268278	0.486578	0.068846	0.268252	0.486578	0.077869	0.379205
130	0.069038	0.268516	0.497433	0.069098	0.268469	0.497433	0.275956	0.336391
131	0.095316	0.228470	0.640604	0.095367	0.228397	0.640604	0.289617	0.354740
132	0.095553	0.228903	0.682705	0.095593	0.228862	0.682705	0.193989	0.681957
133	0.095704	0.229329	0.690920	0.095747	0.229272	0.690920	0.234973	0.581040
134	0.100974	0.225372	0.727886	0.101065	0.225279	0.727886	0.453552	0.204893
135	0.101807	0.225356	0.754584	0.101830	0.225306	0.754584	0.159836	0.651376
136	0.101690	0.225144	0.741162	0.101708	0.225058	0.741162	0.248634	0.385321

Tabla 3.9.33: Normalización de variables estadísticas de salida al modelo con RNA.

Fuente: Elaboracion propia mediante Python.

N° DE	EJE 1			EJE 2				
DATOS	ESTE	NORTE	ELEV.	ESTE	NORTE	ELEV.	L	H
137	0.103138	0.222883	0.693854	0.103179	0.222847	0.693854	0.187158	0.654434
138	0.103767	0.223250	0.740355	0.103791	0.223184	0.740355	0.200820	0.544343
139	0.103870	0.222911	0.722825	0.103915	0.222855	0.722825	0.234973	0.434251
140	0.104153	0.223161	0.743729	0.104199	0.223044	0.743729	0.426230	0.244648
141	0.105719	0.222071	0.748203	0.105782	0.222137	0.748203	0.330601	0.342508
142	0.105572	0.222086	0.752237	0.105495	0.222148	0.752237	0.241803	0.107034
143	0.104694	0.220713	0.685786	0.104725	0.220619	0.685786	0.316940	0.489297
144	0.104587	0.220996	0.696934	0.104637	0.220971	0.696934	0.207650	0.428135
145	0.104453	0.222487	0.745783	0.104499	0.222382	0.745783	0.357923	0.422018
146	0.135020	0.158330	0.756491	0.135042	0.158412	0.756491	0.262295	0.357798
147	0.150363	0.185458	1.000000	0.150391	0.185546	1.000000	0.289617	0.134557
148	0.551208	0.449784	0.899369	0.551300	0.449790	0.899369	0.173497	0.663609
149	0.554968	0.434093	0.850418	0.555039	0.434050	0.850418	0.071038	0.663609
150	0.543847	0.402717	0.846846	0.543920	0.402744	0.846846	0.153005	0.207951
151	0.550607	0.401493	0.787245	0.550651	0.401420	0.787245	0.105191	0.180428
152	0.543959	0.431619	0.909073	0.544055	0.431565	0.909073	0.173497	0.382263
153	0.554323	0.438799	0.882808	0.554253	0.438732	0.882808	0.344262	0.186544
154	0.535081	0.531636	0.904613	0.535104	0.531676	0.904613	0.173497	0.275229
155	0.535247	0.530075	0.893370	0.535306	0.529973	0.893370	0.207650	0.495413
156	0.546098	0.600317	0.392093	0.546054	0.600220	0.392093	0.275956	1.000000
157	0.546405	0.601059	0.362572	0.546379	0.600991	0.362572	0.173497	1.000000
158	0.551368	0.596394	0.519583	0.551348	0.596311	0.519583	0.180328	1.000000
159	0.551158	0.595887	0.537935	0.551110	0.595831	0.537935	0.241803	1.000000
160	0.476689	0.447621	0.771190	0.476782	0.447619	0.771190	0.193989	0.522936
161	0.477317	0.447056	0.755838	0.477413	0.447076	0.755838	0.241803	0.544343
162	0.535637	0.558315	0.746296	0.535707	0.558261	0.746296	0.071038	0.379205
163	0.533962	0.558325	0.647418	0.533954	0.558224	0.647418	0.193989	0.305810
164	0.632548	0.548526	0.503147	0.632632	0.548518	0.503147	0.112022	0.290520
165	0.632177	0.548153	0.532830	0.632209	0.548156	0.532830	0.098361	0.571865
166	0.650301	0.458198	0.687252	0.650354	0.458070	0.687252	0.275956	0.308869
167	0.651392	0.460182	0.696406	0.651394	0.460132	0.696406	0.118852	0.256881
168	0.648707	0.455258	0.706308	0.648808	0.455184	0.706308	0.180328	0.461774
169	0.652662	0.450695	0.701548	0.652755	0.450722	0.701548	0.187158	0.327217
170	0.651725	0.449221	0.702993	0.651728	0.449108	0.702993	0.275956	0.489297
171	0.652096	0.448609	0.788837	0.652086	0.448518	0.788837	0.234973	0.541284
172	0.658616	0.466152	0.553022	0.658794	0.466144	0.553022	0.412568	0.495413
173	0.658114	0.465482	0.564398	0.658172	0.465512	0.564398	0.146175	0.214067
174	0.651954	0.456813	0.749949	0.651984	0.456879	0.749949	0.275956	0.428135
175	0.659142	0.452722	0.698254	0.659178	0.452767	0.698254	0.193989	0.556575
176	0.659635	0.452662	0.679918	0.659677	0.452726	0.679918	0.262295	0.504587
177	0.660405	0.453107	0.582001	0.660437	0.453161	0.582001	0.234973	0.590214
178	0.010055	0.371434	0.597330	0.010052	0.371481	0.597330	0.197404	0.663609

Tabla 3.9.34: Normalización de variables estadísticas de salida al modelo con RNA.

Fuente: Elaboracion propia mediante Python.

N° DE	EJE 1			EJE 2				
DATOS	ESTE	NORTE	ELEV.	ESTE	NORTE	ELEV.	L	H
179	0.010214	0.370916	0.597330	0.010137	0.370921	0.597330	0.116120	0.388379
180	0.010142	0.369544	0.602464	0.010081	0.369414	0.602464	0.368852	0.425076
181	0.000000	0.378777	0.508728	0.000000	0.378814	0.508728	0.177937	0.694190
182	0.652908	0.312142	0.713877	0.652790	0.311989	0.713877	0.719945	0.495413
183	0.647401	0.306581	0.802919	0.647502	0.306596	0.802919	0.153689	0.602446
184	0.644548	0.285618	0.801232	0.644574	0.285657	0.801232	0.134563	0.467890
185	0.641699	0.286950	0.727079	0.641668	0.286960	0.727079	0.234290	0.333333
186	0.643566	0.292015	0.733020	0.643655	0.292071	0.733020	0.214481	0.149847
187	0.649747	0.311959	0.767860	0.649728	0.311951	0.767860	0.186475	0.721713
188	0.640449	0.267805	0.611119	0.640426	0.267791	0.611119	0.193989	0.418960
189	0.646026	0.265952	0.666202	0.646036	0.266055	0.666202	0.354508	0.082569
190	0.647130	0.263827	0.613760	0.647352	0.263976	0.613760	0.852459	0.235474
191	0.651881	0.259207	0.550462	0.652038	0.259232	0.550462	0.340847	0.388379
192	0.657637	0.258801	0.503887	0.657947	0.258717	0.503887	1.000000	0.143731
193	0.661291	0.263510	0.518997	0.661333	0.263386	0.518997	0.303279	0.159021
194	0.662352	0.263235	0.682265	0.662319	0.263202	0.682265	0.234973	0.418960
195	0.669194	0.241327	0.452545	0.669389	0.241336	0.452545	0.505464	0.266055
196	0.666845	0.244272	0.408537	0.666897	0.244264	0.408537	0.364754	0.449541
197	0.682907	0.256478	0.294264	0.682905	0.256573	0.294264	0.327186	0.235474
198	0.692185	0.240898	0.516980	0.692270	0.240789	0.516980	0.282787	0.418960
199	0.692232	0.241050	0.522077	0.692425	0.241043	0.522077	0.419399	0.480122
200	0.663363	0.282347	0.725392	0.663439	0.282318	0.725392	0.040301	0.293578
201	0.664719	0.283447	0.662168	0.664649	0.283361	0.662168	0.445355	0.207951
202	0.667325	0.286226	0.555670	0.667399	0.286305	0.555670	0.275956	0.342508
203	0.645345	0.292301	0.697888	0.645491	0.292399	0.697888	0.469262	0.119266
204	0.692247	0.302232	0.000000	0.692270	0.302276	0.000000	0.163251	0.568807
205	0.689674	0.304342	0.139798	0.689773	0.304298	0.139798	0.125683	0.107034
206	0.688912	0.311853	0.278642	0.688949	0.311856	0.278642	0.024590	0.318043
207	0.721026	0.295474	0.646362	0.721019	0.295488	0.646362	0.181694	0.516820
208	0.721391	0.295703	0.645225	0.721520	0.295721	0.645225	0.213115	0.223242
209	0.721215	0.296847	0.639944	0.721152	0.296886	0.639944	0.415984	0.440367
210	0.720358	0.298141	0.638917	0.720342	0.298143	0.638917	0.211066	0.308869
211	0.719438	0.299448	0.602501	0.719442	0.299493	0.602501	0.219262	0.418960
212	0.720117	0.299312	0.627182	0.720153	0.299356	0.627182	0.152322	0.568807
213	0.720420	0.299806	0.638383	0.720436	0.299838	0.638383	0.166667	0.614679
214	0.719834	0.301410	0.650579	0.719799	0.301332	0.650579	0.342213	0.458716
215	0.719225	0.304763	0.625642	0.719283	0.304833	0.625642	0.226776	0.443425
216	0.719122	0.304064	0.601071	0.719222	0.304017	0.601071	0.124317	0.648318
217	0.720313	0.303582	0.610239	0.720348	0.303610	0.610239	0.101776	0.180428
218	0.723393	0.300653	0.574373	0.723532	0.300636	0.574373	0.224727	0.241590
219	0.724927	0.296827	0.569862	0.725035	0.296837	0.569862	0.129098	0.617737
220	0.725786	0.296363	0.563518	0.725945	0.296339	0.563518	0.299863	0.311927

Tabla 3.9.35: Normalización de variables estadísticas de salida al modelo con RNA.

Fuente: Elaboracion propia mediante Python.

N° DE	EJE 1			EJE 2				
DATOS	ESTE	NORTE	ELEV.	ESTE	NORTE	ELEV.	L	H
221	0.726123	0.296383	0.559300	0.726243	0.296401	0.559300	0.183060	0.204893
222	0.726410	0.296726	0.560584	0.726478	0.296776	0.560584	0.156421	0.434251
223	0.726350	0.297083	0.557870	0.726427	0.297122	0.557870	0.129098	0.403670
224	0.726132	0.297025	0.558897	0.726191	0.297081	0.558897	0.177596	0.143731
225	0.725726	0.297273	0.557430	0.725743	0.297347	0.557430	0.274590	0.311927
226	0.750353	0.181749	0.582954	0.750449	0.181665	0.582954	0.246585	0.339450
227	0.750843	0.182362	0.568872	0.750800	0.182340	0.568872	0.324454	0.217125
228	0.752890	0.180861	0.614273	0.752911	0.180868	0.614273	0.367486	0.366972
229	0.752887	0.180988	0.613026	0.752935	0.180913	0.613026	0.323770	0.336391
230	0.747126	0.183870	0.560951	0.747303	0.183860	0.560951	0.354508	0.149847
231	0.959492	0.037150	0.883160	0.959628	0.037058	0.883160	0.335383	0.235474
232	0.958883	0.037648	0.883893	0.958971	0.037525	0.883893	0.409153	0.189602
233	0.942974	0.000000	0.981517	0.942984	0.000000	0.981517	0.223361	0.342508
234	0.942665	0.000207	0.975796	0.942803	0.000100	0.975796	0.401639	0.449541
235	0.941931	0.000936	0.950345	0.942043	0.000807	0.950345	0.450820	0.235474
236	0.942076	0.001073	0.957459	0.942191	0.001005	0.957459	0.245902	0.357798
237	0.941860	0.002060	0.961273	0.942017	0.002046	0.961273	0.209699	0.296636
238	0.945202	0.003955	0.977409	0.945251	0.003883	0.977409	0.274590	0.204893
239	0.945010	0.003847	0.978436	0.945013	0.003851	0.978436	0.247268	0.357798
240	0.944126	0.004933	0.960246	0.944177	0.004861	0.960246	0.272541	0.327217
241	0.945283	0.008706	0.963180	0.945380	0.008578	0.963180	0.437158	0.235474
242	0.946025	0.010050	0.948658	0.946060	0.010198	0.948658	0.434426	0.036697

Tabla 3.9.36: Normalización de variables estadísticas de salida al modelo con RNA.

3.9.8 Diseño del modelo con redes neuronales artificiales

En la siguiente investigación, el diseño de un modelo con redes neuronales artificiales implica una serie de pasos fundamentales que facilitan la construcción y optimización del modelo. A continuación, se presenta el modelo implementado en el lenguaje de programación Python, utilizando el entorno de desarrollo PyCharm, juntamente con una explicación detallada del proceso seguido para la predicción del diseño de diques de concreto ciclópeo en los proyectos de siembra y cosecha de agua

3.9.8.1 Programa desarrollado en lenguaje de programación Python

```

1 # Importacion de librerías necesarias para el script.
2 import pandas as pd # Para manejar datos en formato de DataFrame.
3 import tkinter as tk # Para la creacion de interfaces graficas.
4 from tkinter import filedialog, messagebox # Para los dialogos de
    archivos y mensajes de errores.

```



```
5 import unicodedata # Para manejar los caracteres unicode.
6 from sklearn.preprocessing import MinMaxScaler # Para
  normalizacion de la base de datos.
7 from tensorflow import keras # Para construir y entrenar modelos
  de redes neuronales artificiales.
8 from tensorflow.keras import layers # Para crear las capas de las
  redes neuronales artificiales.
9 import numpy as np # Para las operaciones numéricas.
10 from tensorflow.keras.callbacks import EarlyStopping,
  ModelCheckpoint # Para callbacks durante el entrenamiento de la
  red.
11 import tensorflow as tf # Para usar TensorFlow.
12
13 # Determinar la extension correcta para el guardado del modelo
  segun la version de TensorFlow.
14 model_extension = '.keras' if tf.__version__.startswith('2') else '
  .h5'
15
16 # Función para normalizar el nombre de las columnas (quitar acentos
  y convertir a minúsculas).
17 def normalizar_columna(col_name):
18     col_name = ''.join(
19         c for c in unicodedata.normalize('NFD', str(col_name))
20         if unicodedata.category(c) != 'Mn' # Eliminar marcas de acento.
21     )
22     col_name = col_name.strip().lower() # Convertir a minúsculas y
        quitar espacios en blanco.
23     col_name = col_name.replace(" ", "_") # Reemplazar espacios por
        guiones bajos.
24     return col_name
25
26 # Función para limpiar y convertir columnas a tipo numerico.
27 def limpiar_columna(col):
28     try:
29         return col.str.replace(',', '').astype(float) # Reemplazar comas y
            convertir a valores flotantes.
30     except AttributeError:
31         return pd.to_numeric(col, errors='coerce') # Convertir a numerico,
            con manejo de errores.
32
33 # Función para cargar base de datos desde un archivo excel.
34 def cargar_datos():
35     root = tk.Tk() # Crear una ventana raiz (oculta).
36     root.withdraw() # Ocultar la ventana.
37     file_path = filedialog.askopenfilename(filetypes=[("Excel files", "
        *.xlsx;*.xls")]) # Dialogo para seleccionar archivo.
38     if not file_path: # Si no se selecciona ningun archivo.
39         return None
```

```
40
41 try:
42     # Cargar los datos en un DataFrame.
43     datos = pd.read_excel(file_path)
44     # Normalizar los nombres de las columnas.
45     datos.columns = [normalizar_columna(col) for col in datos.columns]
46     # Limpiar columnas de tipo objeto.
47     for col in datos.select_dtypes(include=['object']).columns:
48         datos[col] = limpiar_columna(datos[col])
49     return datos # Retornar el DataFrame limpio y ordenado.
50 except Exception as e: # Manejo de errores al cargar el archivo.
51     messagebox.showerror("Error", f"Error al cargar el archivo: {str(e)}")
52     return None
53 # Función principal para ejecutar el flujo del script.
54 def main():
55     print("Seleccione el archivo de datos de entrada:") # Mensaje al
        usuario.
56     datos_entrada = cargar_datos() # Cargar datos de entrada.
57     if datos_entrada is None: # Verificar si hubo error en la carga.
58         return
59     print("Seleccione el archivo de datos de salida:") # Solicitar
        archivo de salida.
60     datos_salida = cargar_datos() # Cargar datos de salida.
61     if datos_salida is None: # Verificar si hubo error en la carga.
62         return
63     # Definir columnas requeridas
64     columnas_requeridas_entrada = ['e', 'n', 'z', 'area', 'volumen']
65     columnas_requeridas_salida = ['e1', 'n1', 'z1', 'e2', 'n2', 'z2', '
        l', 'h']
66     # Verificar si las columnas requeridas están presentes.
67     if not all(col in datos_entrada.columns for col in
        columnas_requeridas_entrada):
68         messagebox.showerror("Error", "Faltan columnas requeridas en el
        archivo de entrada")
69     return
70     if not all(col in datos_salida.columns for col in
        columnas_requeridas_salida):
71         messagebox.showerror("Error", "Faltan columnas requeridas en el
        archivo de salida")
72     return
73     # Separar los datos en variables X (entrada) e Y (salida)
74     X = datos_entrada[columnas_requeridas_entrada]
75     Y = datos_salida[columnas_requeridas_salida]
76     # Modificación: Separar 40 datos para la validación
77     n_val = 40
78     X_train = X.iloc[:-n_val] # Datos de entrenamiento.
79     X_val = X.iloc[-n_val:] # Datos de validación.
```

```
80 Y_train = Y.iloc[:-n_val] # Etiquetas de entrenamiento.
81 Y_val = Y.iloc[-n_val:] # Etiquetas de validacion.
82 # Normalizacion de los datos.
83 scaler_X = MinMaxScaler() # Escalador para las entradas.
84 scaler_Y = MinMaxScaler() # Escalador para las salidas.
85 X_train_scaled = scaler_X.fit_transform(X_train) # Ajustar y
    transformar X.
86 X_val_scaled = scaler_X.transform(X_val) # Transformar X de
    validacion.
87 Y_train_scaled = scaler_Y.fit_transform(Y_train) # Ajustar y
    transformar Y.
88 Y_val_scaled = scaler_Y.transform(Y_val) # Transformar Y de
    validacion.
89 # Construccion del modelo con redes neuronales artificiales.
90 model = keras.Sequential([
91 layers.Dense(640, activation='relu', input_shape=(X_train_scaled.
    shape[1],)), # Capa de entrada.
92 layers.BatchNormalization(), # Normalizacion por lotes.
93 layers.Dropout(0.3), # Capa de abandono para prevenir sobreajuste.
94 layers.Dense(1280, activation='relu'), # Capa oculta.
95 layers.BatchNormalization(), # Normalizacion por lotes.
96 layers.Dropout(0.3), # Capa de abandono.
97 layers.Dense(2560, activation='relu'), # Capa oculta.
98 layers.BatchNormalization(), # Normalizacion por lotes.
99 layers.Dropout(0.3), # Capa de abandono
100 layers.Dense(1280, activation='relu'), # Capa oculta.
101 layers.BatchNormalization(), # Normalizacion por lotes.
102 layers.Dropout(0.3), # Capa de abandono.
103 layers.Dense(640, activation='relu'), # Capa oculta.
104 layers.BatchNormalization(), # Normalizacion por lotes.
105 layers.Dense(Y_train_scaled.shape[1], activation=None) # Capa de
    salida.
106 ])
107 model.compile(optimizer='adam', loss='mse') # Compilar el modelo
    con Adam y p'erdida MSE
108 # Definir callbacks para el entrenamiento.
109 callbacks = [
110 EarlyStopping(patience=10, restore_best_weights=True), # Detener
    entrenamiento si no hay mejora.
111 ModelCheckpoint(f'best_model{model_extension}', save_best_only=True
    ) # Guardar el mejor modelo.]
112 # Entrenamiento del modelo.
113 model.fit(
114 X_train_scaled, Y_train_scaled,
115 validation_data=(X_val_scaled, Y_val_scaled),
116 epochs=100, # Número de epocas
117 callbacks=callbacks,
118 verbose=1 # Mostrar informacion del entrenamiento.)
```

```
119 # Predicciones en el conjunto de validacion.
120 Y_val_pred_scaled = model.predict(X_val_scaled) # Hacer
    predicciones.
121 Y_val_pred_raw = scaler_Y.inverse_transform(Y_val_pred_scaled) #
    Desescalar predicciones.
122 Y_val_real = scaler_Y.inverse_transform(Y_val_scaled) # Desescalar
    valores reales.
123 # Crear DataFrame para los resultados.
124 resultados = pd.DataFrame()
125 for i, col in enumerate(columnas_requeridas_salida):
126 resultados[f'{col}_pred'] = Y_val_pred[:, i] # Agregar
    predicciones.
127 resultados[f'{col}_real'] = Y_val_real[:, i] # Agregar valores
    reales.
128 resultados[f'error_abs_{col}'] = abs(Y_val_pred[:, i] - Y_val_real
   [:, i]) # Error absoluto.
129 resultados[f'error_pct_{col}'] = abs((Y_val_pred[:, i] - Y_val_real
   [:, i]) / Y_val_real[:, i]) * 100 # Error porcentual.
130 # Guardar resultados en un archivo excel.
131 resultados.to_excel('resultados_validacion.xlsx', index=False)
132 messagebox.showinfo("Exito", "Los resultados se han guardado en '
    resultados_validacion.xlsx") # Mensaje de exito.
133 # Punto de entrada al programa.
134 if __name__ == "__main__":
135 main() # Llamar a la funcion principal.
```

3.9.8.2 Proceso de ejecución del programa en Python usando PyCharm

1. Ejecutar el programa

El usuario debera abrir el entorno de desarrollo PyCharm luego deberá cargar el script del proyecto y ejecutarlo en el programa.

2. Ventana de diálogo

Al ejecutar el programa, se abrirá dos ventanas de diálogo en la computadora del usuario, el cual le pedirá cargar los datos de entrada y salida al modelo con redes neuronales para el entrenamiento y validación durante la predicción.

3. Entrenamiento y validación del modelo con redes neuronales artificiales

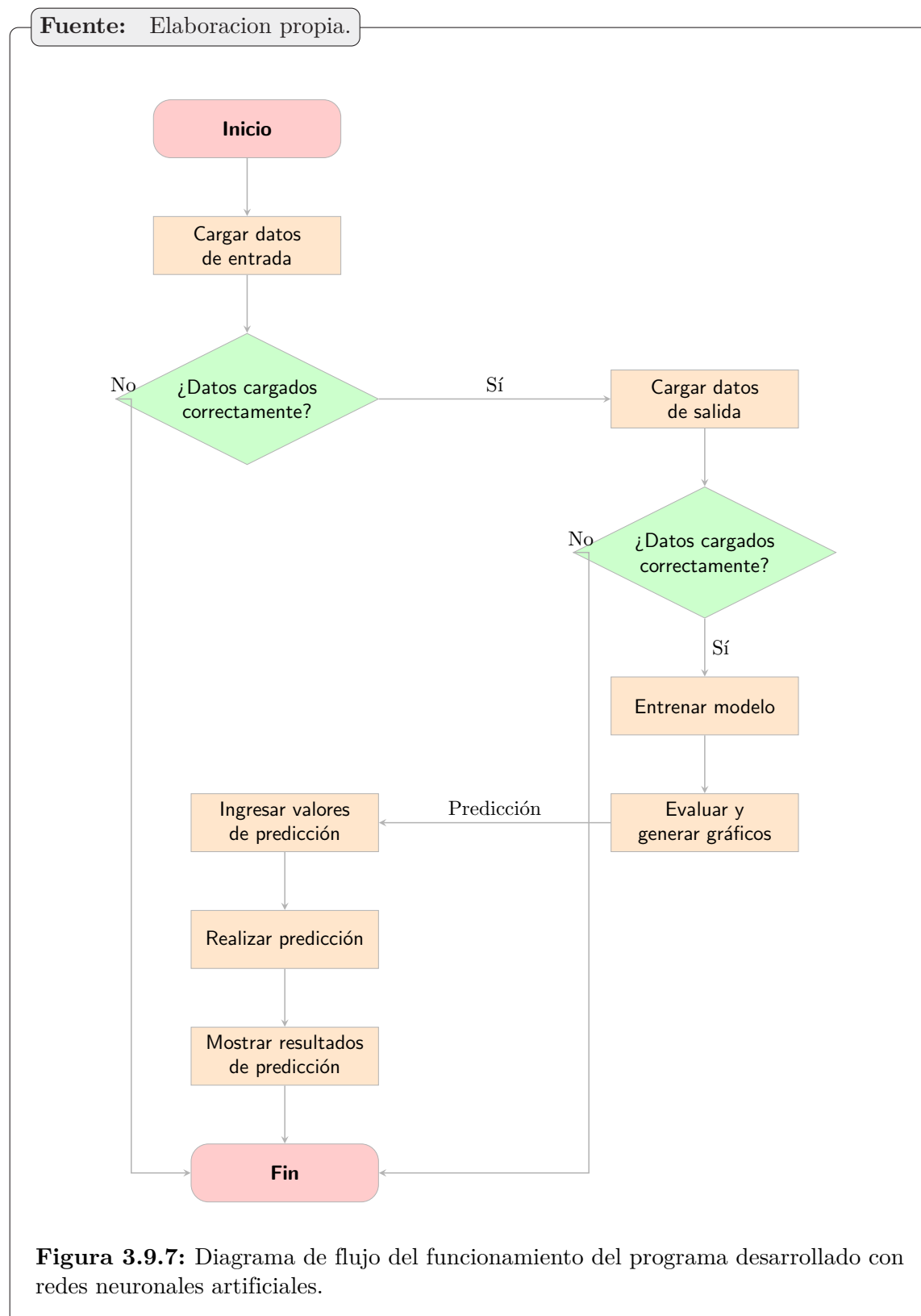
El usuario deberá esperar a que el modelo con redes neuronales artificiales termine el entrenamiento y validación el tiempo que requiera el programa.

4. Ventana de diálogo

Terminado el entrenamiento y validacion del modelo con redes neuronales artificiales, el programa arrojará dos ventanas de dialogo,el usuario debera

seleccionar donde guardar los graficos y resultados de la prediccion con el modelo de redes neuronales artificiales con extensión .pdf y .xls.

3.9.8.3 Diagrama de flujo del funcionamiento del programa



3.9.8.4 Proceso de entrenamiento y validación del modelo con RNA

Fuente: Elaboracion propia mediante Python.

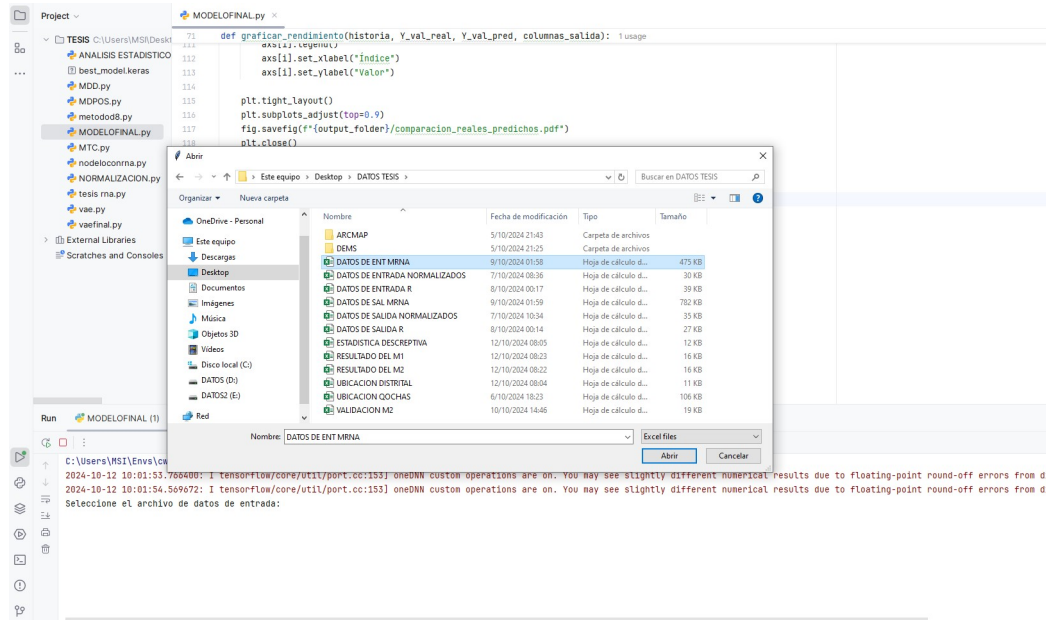


Figura 3.9.8: Ventana de dialogo 1 para cargar datos de entrada al modelo con redes neuronales artificiales.

Fuente: Elaboracion propia mediante Python.

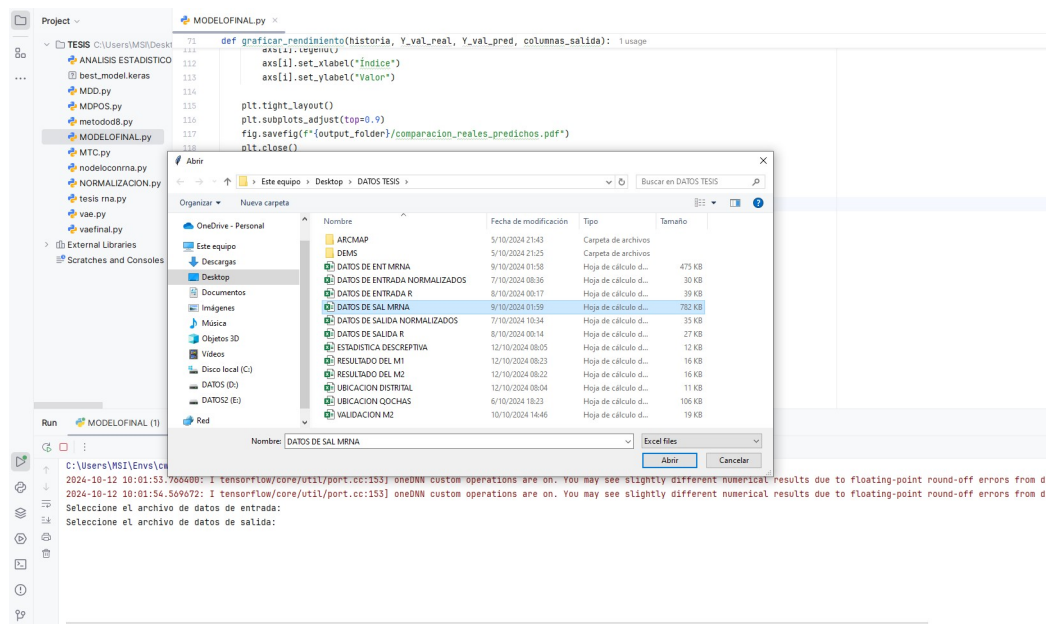


Figura 3.9.9: Ventana de dialogo 2 para cargar datos de entrada al modelo con redes neuronales artificiales.

Fuente: Elaboracion propia mediante Python.

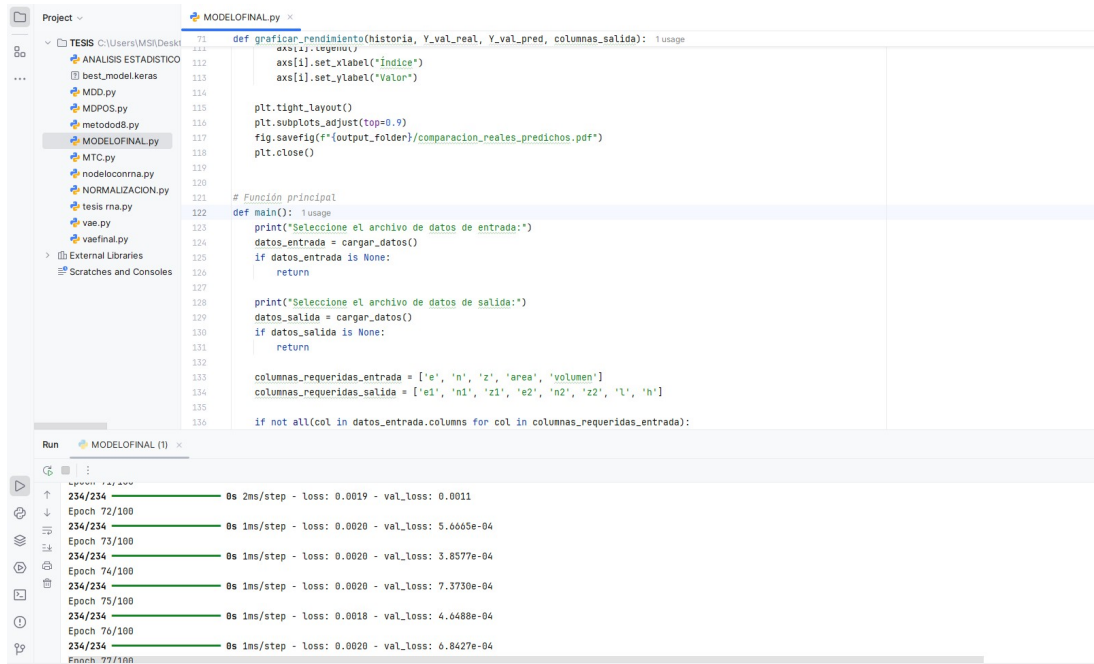


Figura 3.9.10: Proceso de entrenamiento y validación del modelo con redes neuronales artificiales.

Fuente: Elaboracion propia mediante Python.

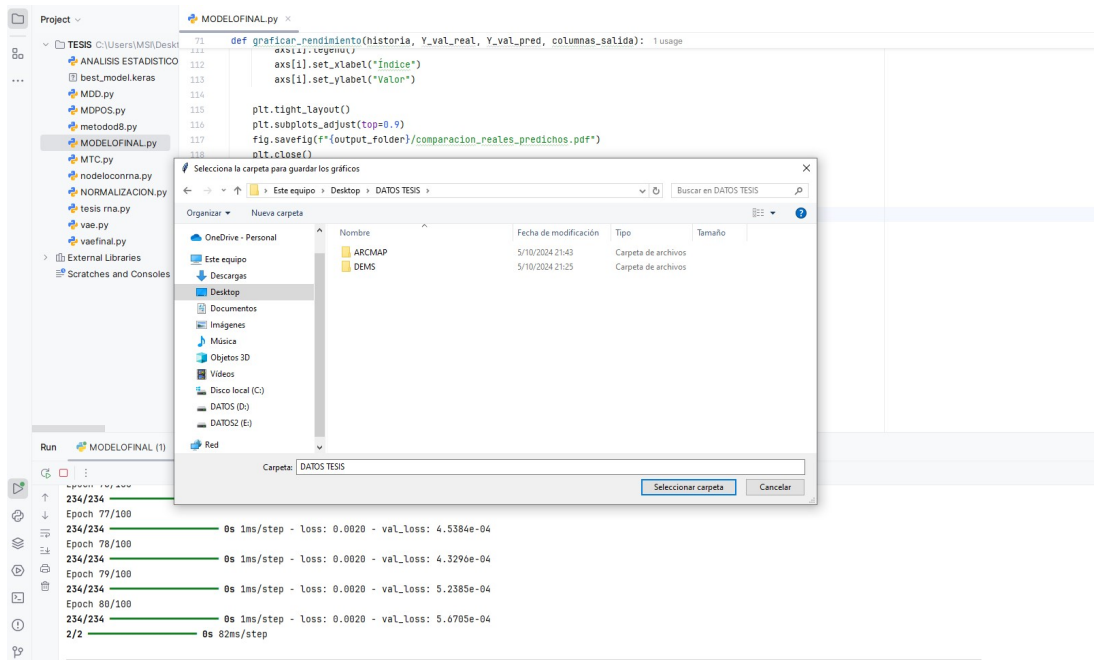


Figura 3.9.11: Ventana de dialogo 1 para guardar los gráficos del resultado de la predicción del modelo con redes neuronales artificiales.

Fuente: Elaboracion propia mediante Python.

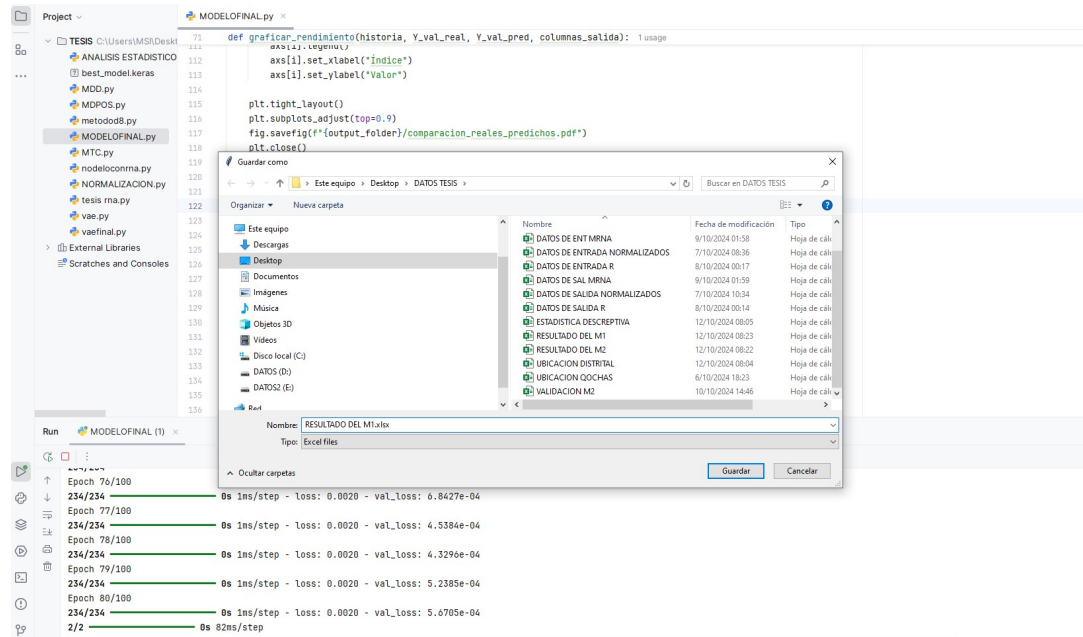


Figura 3.9.12: Ventana de dialogo 2 para guardar los resultados de la predicción del modelo con redes neuronales artificiales.

Fuente: Elaboracion propia mediante Python.

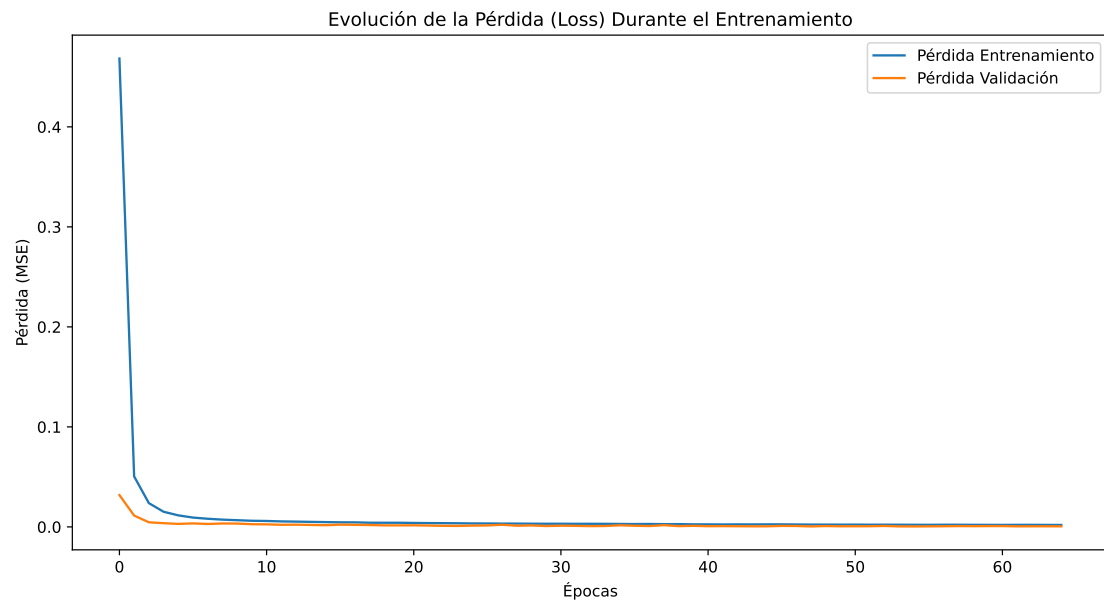


Figura 3.9.13: Evolución de la perdida durante el entrenamiento de modelo con redes neuronales artificiales.

Fuente: Elaboracion propia mediante Python.

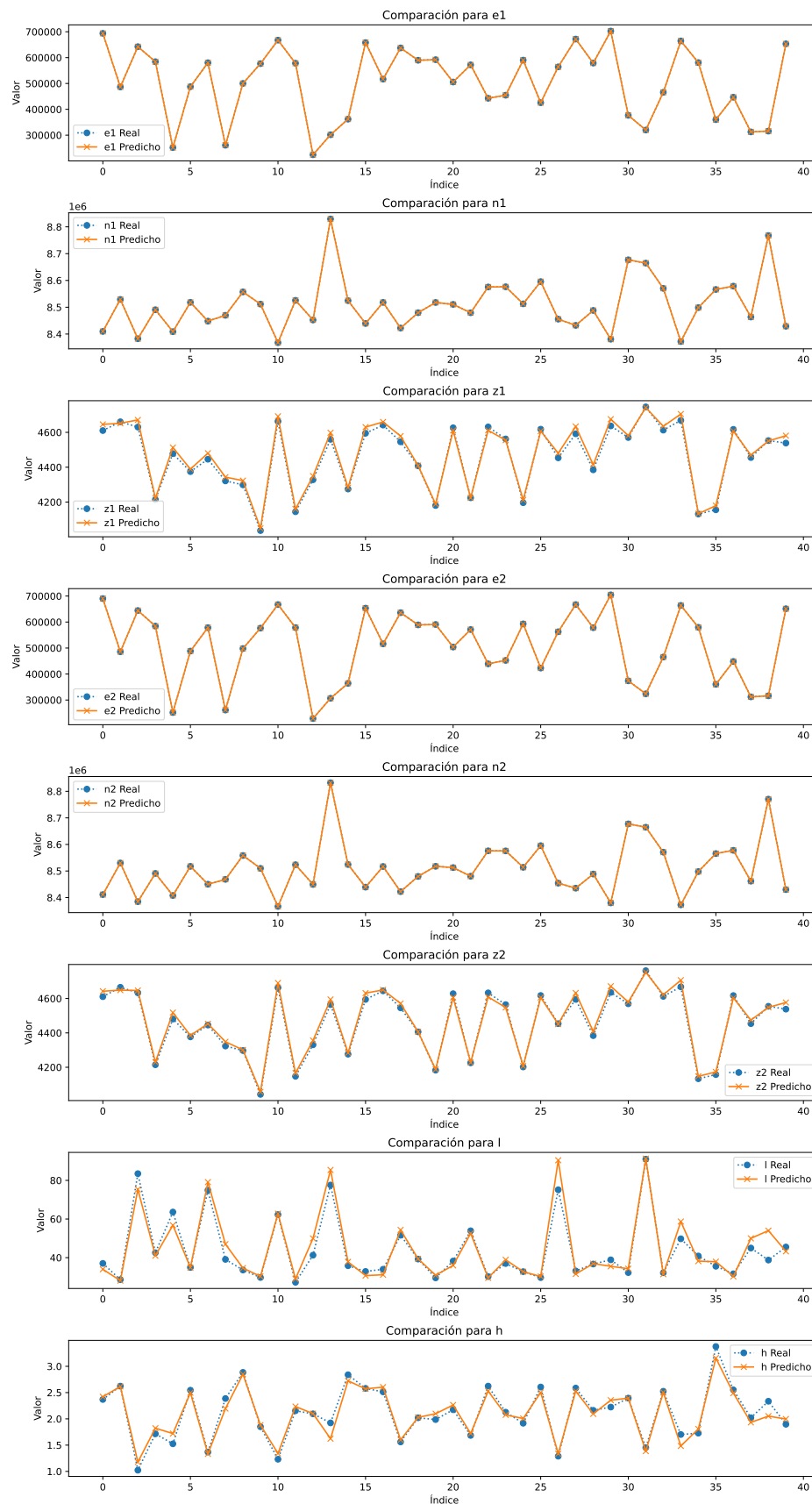


Figura 3.9.14: Comparación de los valores reales y predichos con el modelo de redes neuronales artificiales.

Fuente: Elaboracion propia mediante Python.

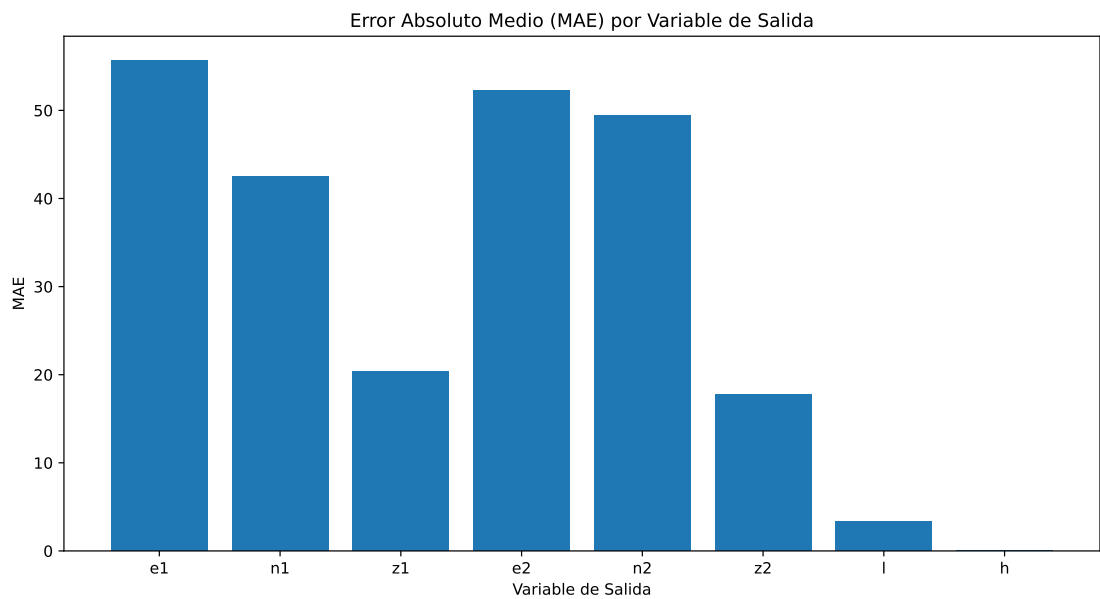


Figura 3.9.15: Error absoluto medio de cada variable estadística predicha y real.

IV

Resultados y discusión

4.1 Contrastación de hipótesis

4.1.1 Hipótesis 1

- ☞ **Afirmación:** El diseño adecuado de la arquitectura del modelo con redes neuronales artificiales para predecir el diseño de diques de concreto ciclópeo optimiza la precisión en los proyectos de siembra y cosecha de agua en Ayacucho, 2024.

4.1.1.1 Contrastación de hipótesis 1

Para la validación de esta hipótesis, se implementó un procedimiento detallado durante la investigación que consistió en varios pasos clave, los cuales se mencionan a continuación:

- ☞ **Creación de varias arquitecturas de modelos con redes neuronales artificiales**

Se desarrolla diferentes arquitecturas del modelo con redes neuronales artificiales, generando variaciones en el número de capas y neuronas. Utilizando el mismo conjunto de datos de entrenamiento y validación, los modelos también tienen el mismo número de épocas de entrenamiento. Finalmente, para la comparabilidad se trabaja con dos modelos el más óptimo y otro medianamente óptimo. Para la comparabilidad de estos dos modelos, se evalúan las métricas de precisión mediante el error absoluto (MAE), el error cuadrático (MSE), el error cuadrático medio y también mediante el coeficiente de determinación R^2 . De esta manera se logra la contrastación de la hipótesis 1.

🔗 Arquitectura del primer modelo con redes neuronales artificiales

```
1      # Definición del modelo secuencial con la librería keras.
2      model = keras.Sequential([
3          # Primera capa densa con 640 neuronas y activación ReLU,
4          tomando como entrada el tamaño de X_train_scaled
5          layers.Dense(640, activation='relu', input_shape=(
6              X_train_scaled.shape[1],)),
7
8          # Normalización por lotes para estabilizar y acelerar el
9          entrenamiento.
10         layers.BatchNormalization(),
11
12         # Dropout para reducir el sobreajuste (30% de las neuronas se
13         desactivan aleatoriamente).
14         layers.Dropout(0.3),
15
16         # Segunda capa densa con 1280 neuronas y activación ReLU.
17         layers.Dense(1280, activation='relu'),
18         layers.BatchNormalization(),
19         layers.Dropout(0.3),
20
21         # Tercera capa densa con 2560 neuronas y activación ReLU.
22         layers.Dense(2560, activation='relu'),
23         layers.BatchNormalization(),
24         layers.Dropout(0.3),
25
26         # Cuarta capa densa con 1280 neuronas y activación ReLU (
27         descenso en el tamaño de la capa).
28         layers.Dense(1280, activation='relu'),
29         layers.BatchNormalization(),
30         layers.Dropout(0.3),
31
32         # Quinta capa densa con 640 neuronas y activación ReLU.
33         layers.Dense(640, activation='relu'),
34         layers.BatchNormalization(),
35
36         # Capa de salida sin función de activación, el número de
37         neuronas es igual al de las variables de salida.
38         layers.Dense(Y_train_scaled.shape[1], activation=None)
39     ])
40
41     # Compilación del modelo con el optimizador Adam y la función
42     de pérdida MSE (error cuadrático medio).
43     model.compile(optimizer='adam', loss='mse')
44
45     # Definición de los callbacks para mejorar el entrenamiento.
46     callbacks = [
47         # EarlyStopping para detener el entrenamiento si el modelo
48         deja de mejorar (10 épocas de paciencia)
49         EarlyStopping(patience=10, restore_best_weights=True),
50         # ModelCheckpoint para guardar solo el mejor modelo durante
```

```

el entrenamiento.
39     ModelCheckpoint(f'best_model{model_extension}',
save_best_only=True)
40 ]
41 # Entrenamiento del modelo con los datos de entrenamiento y
validacion.
42     model.fit(
43         X_train_scaled, Y_train_scaled,          # Datos de
entrenamiento.
44         validation_data=(X_val_scaled, Y_val_scaled), # Datos de
validacion.
45         epochs=100,                               # Numero de epocas de
entrenamiento.
46         callbacks=callbacks,                       # Aplicacion de los
callbacks definidos.
47         verbose=1                                # Muestra detalles
del progreso del entrenamiento.
48     )
49

```

Resultados del primer modelo con redes neuronales artificiales

Fuente: Elaboracion propia mediante Python.

N° Orden	Este 1 Predicho	Este 1 Real	Error Abs_E1	Error Pct_E1	Norte 1 Predicho	Norte 1 Real	Error Abs_N1	Error Pct_N1
1	547621.25000	547592.31500	28.93500	0.00528	8531093.00000	8531027.41400	65.58600	0.00077
2	547543.25000	547583.84800	40.59800	0.00741	8527010.00000	8527001.97600	8.02400	0.00009
3	552416.18750	552458.83000	42.64250	0.00772	8537658.00000	8537681.15500	23.15500	0.00027
4	547181.93750	547158.61400	23.32350	0.00426	8526938.00000	8526991.89100	53.89100	0.00063
5	543661.12500	543708.35900	47.23400	0.00869	8530877.00000	8530809.61800	67.38200	0.00079
6	543632.31250	543598.77700	33.53550	0.00617	8530730.00000	8530645.45300	84.54700	0.00099
7	547429.06250	547378.02900	51.03350	0.00932	8527120.00000	8527163.66700	43.66700	0.00051
8	543238.00000	543161.72900	76.27100	0.01404	8530524.00000	8530537.24400	13.24400	0.00016
9	588271.50000	588182.80300	88.69700	0.01508	8593668.00000	8593718.05900	50.05900	0.00058
10	585927.50000	585877.08700	50.41300	0.00860	8583604.00000	8583537.68400	66.31600	0.00077
11	658906.81250	658869.71000	37.10250	0.00563	8394108.00000	8394008.06000	99.94000	0.00119
12	659829.06250	659812.64000	16.42250	0.00249	8392944.00000	8392844.74000	99.26000	0.00118
13	659613.12500	659513.50000	99.62500	0.01511	8389029.00000	8389087.89000	58.89000	0.00070
14	659216.12500	659181.13000	34.99500	0.00531	8387440.50000	8387456.13000	15.63000	0.00019
15	658259.87500	658192.82000	67.05500	0.01019	8385868.50000	8385835.06000	33.44000	0.00040
16	659498.87500	659415.62000	83.25500	0.01263	8383845.00000	8383851.36000	6.36000	0.00008
17	650407.56250	650403.53000	4.03250	0.00062	8386138.00000	8386219.78000	81.78000	0.00098
18	651974.31250	651904.36000	69.95250	0.01073	8386682.50000	8386636.64000	45.86000	0.00055
19	642923.62500	642980.41000	56.78500	0.00883	8380030.00000	8380103.80000	73.80000	0.00088
20	642431.37500	642483.85000	52.47500	0.00817	8379206.00000	8379115.74000	90.26000	0.00108

Tabla 4.1.1: Resultados de predicciones con primer modelo con redes neuronales artificiales.

Fuente: Elaboracion propia mediante Python.

N°	Este 1	Este 1	Error	Error	Norte 1	Norte 1	Error	Error
Orden	Predicho	Real	Abs_E1	Pct_E1	Predicho	Real	Abs_N1	Pct_N1
21	532566.12500	532494.75000	71.37500	0.01340	8517975.00000	8518008.62000	33.62000	0.00039
22	534792.68750	534775.19000	17.49750	0.00327	8517518.00000	8517433.49000	84.51000	0.00099
23	616044.62500	616012.22000	32.40500	0.00526	8528844.00000	8528936.12000	92.12000	0.00108
24	616351.06250	616280.12000	70.94250	0.01151	8528994.00000	8528944.68000	49.32000	0.00058
25	610031.56250	609956.71700	74.84550	0.01227	8517902.00000	8517988.25800	86.25800	0.00101
26	610154.00000	610163.93000	9.93000	0.00163	8518165.00000	8518099.43000	65.57000	0.00077
27	609003.18750	609052.98000	49.79250	0.00818	8516978.00000	8516953.15000	24.85000	0.00029
28	610494.75000	610450.07300	44.67700	0.00732	8517973.00000	8518027.95300	54.95300	0.00065
29	610497.00000	610544.88600	47.88600	0.00784	8518376.00000	8518355.05300	20.94700	0.00025
30	610713.43750	610783.94600	70.50850	0.01154	8518286.00000	8518246.10900	39.89100	0.00047
31	608625.25000	608675.27000	50.02000	0.00822	8516822.00000	8516879.74200	57.74200	0.00068
32	608432.50000	608387.11600	45.38400	0.00746	8517086.00000	8517087.57000	1.57000	0.00002
33	607555.81250	607517.91000	37.90250	0.00624	8517155.00000	8517164.86000	9.86000	0.00012
34	607505.87500	607598.92000	93.04500	0.01531	8516493.00000	8516568.01000	75.01000	0.00088
35	600494.93750	600446.89500	48.04250	0.00800	8520390.00000	8520305.52200	84.47800	0.00099
36	600403.56250	600456.79800	53.23550	0.00887	8528218.00000	8528190.53800	27.46200	0.00032
37	600152.18750	600216.19600	64.00850	0.01066	8528059.00000	8528156.25700	97.25700	0.00114
38	600201.37500	600267.86200	66.48700	0.01108	8527835.00000	8527870.67800	35.67800	0.00042
39	551375.75000	551282.90300	92.84700	0.01684	8527049.00000	8526964.26400	84.73600	0.00099
40	551654.87500	551707.41200	52.53700	0.00952	8526648.00000	8526651.12200	3.12200	0.00004

Tabla 4.1.2: Resultados de predicciones con primer modelo con redes neuronales artificiales.

Fuente: Elaboracion propia mediante Python.

N°	Elev. 1	Elev. 1	Error	Error	Este 2	Este 2	Error	Error
Orden	Predicho	Real	Abs_Z1	Pct_Z1	Predicho	Real	Abs_E2	Pct_E2
1	4492.15771	4479.90000	12.25771	0.27362	547571.87500	547588.05900	16.18400	0.00296
2	4494.58252	4507.60000	13.01748	0.28879	547570.06250	547645.54300	75.48050	0.01378
3	4406.32324	4438.00000	31.67676	0.71376	552480.43750	552469.33100	11.10650	0.00201
4	4423.65674	4448.80000	25.14326	0.56517	547164.00000	547181.98800	17.98800	0.00329
5	4649.94873	4647.60000	2.34873	0.05054	543743.56250	543692.81100	50.75150	0.00933
6	4705.43896	4686.00000	19.43896	0.41483	543674.62500	543591.28300	83.34200	0.01533
7	4505.50684	4510.80000	5.29316	0.11734	547412.75000	547367.80100	44.94900	0.00821
8	4727.69189	4715.50000	12.19189	0.25855	543141.18750	543205.01100	63.82350	0.01175
9	4126.48047	4049.00000	77.48047	1.91357	588257.25000	588201.82900	55.42100	0.00942
10	4253.18848	4261.40000	8.21152	0.19270	585822.87500	585846.36600	23.49100	0.00401
11	4684.10059	4668.60000	15.50059	0.33202	658920.62500	658872.02000	48.60500	0.00738
12	4659.24170	4628.80000	30.44170	0.65766	659819.93750	659859.06000	39.12250	0.00593
13	4680.95557	4653.80000	27.15557	0.58351	659450.50000	659527.69000	77.19000	0.01170
14	4666.58691	4638.00000	28.58691	0.61636	659143.18750	659221.54000	78.35250	0.01189
15	4641.90967	4595.30000	46.60967	1.01429	658142.87500	658236.27000	93.39500	0.01419
16	4620.07471	4562.70000	57.37471	1.25747	659443.62500	659461.58000	17.95500	0.00272
17	4642.14111	4597.90000	44.24111	0.96220	650348.93750	650435.97000	87.03250	0.01338
18	4614.87695	4568.60000	46.27695	1.01294	651832.75000	651830.84000	1.91000	0.00029

Tabla 4.1.3: Resultados de predicciones con primer modelo con redes neuronales artificiales.

Fuente: Elaboracion propia mediante Python.

N°	Elev. 1	Elev. 1	Error	Error	Este 2	Este 2	Error	Error
Orden	Predicho	Real	Abs_Z1	Pct_Z1	Predicho	Real	Abs_E2	Pct_E2
19	4567.52539	4534.00000	33.52539	0.73942	642886.50000	642953.73000	67.23000	0.01046
20	4569.09131	4544.00000	25.09131	0.55219	642531.31250	642526.26000	5.05250	0.00079
21	4721.21436	4781.20000	59.98564	1.25461	532397.12500	532470.98000	73.85500	0.01387
22	4777.23633	4809.50000	32.26367	0.67083	534805.06250	534774.06000	31.00250	0.00580
23	4201.00293	4148.40000	52.60293	1.26803	615982.31250	616025.41000	43.09750	0.00700
24	4235.87012	4180.70000	55.17012	1.31964	616227.87500	616290.76000	62.88500	0.01020
25	4199.79004	4152.70000	47.09004	1.13396	610010.81250	609963.95800	46.85450	0.00768
26	4185.72217	4141.00000	44.72217	1.07998	610190.18750	610181.45000	8.73750	0.00143
27	4290.68164	4290.70000	0.01836	0.00043	609112.43750	609057.78000	54.65750	0.00897
28	4231.05762	4237.60000	6.54238	0.15439	610463.18750	610417.34300	45.84450	0.00751
29	4211.43848	4221.30000	9.86152	0.23361	610573.12500	610524.11100	49.01400	0.00803
30	4198.05322	4216.00000	17.94678	0.42568	610762.37500	610741.49700	20.87800	0.00342
31	4293.17285	4271.00000	22.17285	0.51915	608558.50000	608643.31700	84.81700	0.01394
32	4288.39453	4269.45000	18.94453	0.44372	608451.62500	608410.62800	40.99700	0.00674
33	4214.24121	4251.25000	37.00879	0.87054	607516.81250	607518.89000	2.07750	0.00034
34	4270.87109	4241.90000	28.97109	0.68297	607559.37500	607611.64000	52.26500	0.00860
35	4295.87207	4284.00000	11.87207	0.27713	600481.31250	600451.22900	30.08350	0.00501
36	4204.43750	4161.50000	42.93750	1.03178	600516.37500	600484.82600	31.54900	0.00525
37	4213.60742	4170.30000	43.30742	1.03847	600233.81250	600157.46000	76.35250	0.01272
38	4214.05322	4172.60000	41.45322	0.99346	600202.18750	600267.30300	65.11550	0.01085
39	4086.08765	4079.40000	6.68765	0.16394	551323.18750	551295.40500	27.78250	0.00504
40	4109.81201	4099.90000	9.91201	0.24176	551696.18750	551692.03500	4.15250	0.00075

Tabla 4.1.4: Resultados de predicciones con primer modelo con redes neuronales artificiales.

Fuente: Elaboracion propia mediante Python.

N°	Norte 2	Norte 2	Error	Error	Elev 2	Elev 2	Error	Error
Orden	Predicho	Real	Abs_N2	Pct_N2	Predicho	Real	Abs_Z2	Pct_Z2
1	8531163.00000	8531071.71000	91.29000	0.00107	4493.80127	4479.90000	13.90127	0.31030
2	8526947.00000	8526932.47200	14.52800	0.00017	4499.91406	4507.60000	7.68594	0.17051
3	8537635.00000	8537717.25900	82.25900	0.00096	4409.98730	4438.00000	28.01270	0.63120
4	8526939.00000	8526979.83600	40.83600	0.00048	4425.24316	4448.80000	23.55684	0.52951
5	8530802.00000	8530877.86700	75.86700	0.00089	4627.04102	4647.60000	20.55898	0.44236
6	8530583.00000	8530675.40400	92.40400	0.00108	4677.82520	4686.00000	8.17480	0.17445
7	8527091.00000	8527099.47700	8.47700	0.00010	4511.28906	4510.80000	0.48906	0.01084
8	8530457.00000	8530516.50900	59.50900	0.00070	4701.27686	4715.50000	14.22314	0.30163
9	8593723.00000	8593738.05500	15.05500	0.00018	4121.83643	4049.00000	72.83643	1.79887
10	8583548.00000	8583528.37800	19.62200	0.00023	4252.82617	4261.40000	8.57383	0.20120
11	8394034.00000	8393982.17000	51.83000	0.00062	4691.68945	4668.60000	23.08945	0.49457
12	8392810.00000	8392860.41000	50.41000	0.00060	4671.31787	4628.80000	42.51787	0.91855
13	8389045.00000	8389141.55000	96.55000	0.00115	4691.37451	4653.80000	37.57451	0.80739
14	8387527.50000	8387443.30000	84.20000	0.00100	4676.36182	4638.00000	38.36182	0.82712
15	8385909.50000	8385826.37000	83.13000	0.00099	4657.91309	4595.30000	62.61309	1.36255
16	8383959.50000	8383873.46000	86.04000	0.00103	4635.40576	4562.70000	72.70576	1.59348

Tabla 4.1.5: Resultados de predicciones con primer modelo con redes neuronales artificiales.

Fuente: Elaboracion propia mediante Python.

N°	Norte 2	Norte 2	Error	Error	Elev 2	Elev 2	Error	Error
Orden	Predicho	Real	Abs_N2	Pct_N2	Predicho	Real	Abs_Z2	Pct_Z2
17	8386242.00000	8386254.20000	12.20000	0.00015	4657.75342	4597.90000	59.85342	1.30176
18	8386614.00000	8386687.51000	73.51000	0.00088	4633.74365	4568.60000	65.14365	1.42590
19	8380256.00000	8380184.50000	71.50000	0.00085	4580.76025	4534.00000	46.76025	1.03132
20	8379235.00000	8379154.27000	80.73000	0.00096	4583.96631	4544.00000	39.96631	0.87954
21	8518055.00000	8517977.95000	77.05000	0.00090	4704.60205	4781.20000	76.59795	1.60207
22	8517398.00000	8517407.52000	9.52000	0.00011	4759.97607	4809.50000	49.52393	1.02971
23	8528905.00000	8528899.95000	5.05000	0.00006	4198.08496	4148.40000	49.68496	1.19769
24	8528907.00000	8528913.98000	6.98000	0.00008	4233.04590	4180.70000	52.34590	1.25208
25	8517994.00000	8518021.47800	27.47800	0.00032	4195.11670	4152.70000	42.41670	1.02142
26	8518259.00000	8518177.49000	81.51000	0.00096	4181.33105	4141.00000	40.33105	0.97394
27	8516925.00000	8516961.93000	36.93000	0.00043	4291.90186	4290.70000	1.20186	0.02801
28	8518068.00000	8518040.90500	27.09500	0.00032	4230.97803	4237.60000	6.62197	0.15627
29	8518322.00000	8518386.27300	64.27300	0.00075	4201.41357	4221.30000	19.88643	0.47110
30	8518191.00000	8518254.65100	63.65100	0.00075	4190.29443	4216.00000	25.70557	0.60971
31	8516839.00000	8516878.09200	39.09200	0.00046	4293.47363	4271.00000	22.47363	0.52619
32	8517140.00000	8517076.94900	63.05100	0.00074	4290.96387	4269.45000	21.51387	0.50390
33	8517072.00000	8517127.87000	55.87000	0.00066	4205.24072	4251.25000	46.00928	1.08225
34	8516530.00000	8516538.66000	8.66000	0.00010	4271.06836	4241.90000	29.16836	0.68762
35	8520171.00000	8520267.76900	96.76900	0.00114	4301.36035	4284.00000	17.36035	0.40524
36	8528255.00000	8528195.70400	59.29600	0.00070	4202.18311	4161.50000	40.68311	0.97761
37	8528155.00000	8528153.50900	1.49100	0.00002	4211.46143	4170.30000	41.16143	0.98701
38	8527872.00000	8527896.17200	24.17200	0.00028	4212.89600	4172.60000	40.29600	0.96573
39	8527004.00000	8526906.09200	97.90800	0.00115	4082.09644	4079.40000	2.69644	0.06610
40	8526650.00000	8526589.71800	60.28200	0.00071	4106.19775	4099.90000	6.29775	0.15361

Tabla 4.1.6: Resultados de predicciones con primer modelo con redes neuronales artificiales.

Fuente: Elaboracion propia mediante Python.

N°	Longitud	Longitud	Error	Error	Altura	Altura	Error	Error
Orden	Predicho	Real	Abs_L	Pct_L	Predicho	Real	Abs_H	Pct_H
1	49.41576	44.50000	4.91576	11.04665	1.74187	1.70000	0.04187	2.46289
2	97.39529	94.80000	2.59529	2.73764	1.26050	1.25000	0.01050	0.83981
3	49.42344	37.60000	11.82344	31.44532	2.92542	2.75000	0.17542	6.37896
4	27.06178	26.30000	0.76178	2.89649	2.29321	2.20000	0.09321	4.23702
5	76.22023	70.00000	6.22023	8.88604	1.90020	1.75000	0.15020	8.58278
6	40.87320	40.10000	0.77320	1.92819	1.77714	1.70000	0.07714	4.53740
7	70.62962	65.00000	5.62962	8.66096	1.92602	1.80000	0.12602	7.00102
8	54.71071	49.50000	5.21071	10.52668	1.65870	1.60000	0.05870	3.66876
9	27.68982	27.60000	0.08982	0.32545	1.57127	1.45000	0.12127	8.36348
10	35.91540	32.10000	3.81540	11.88599	2.50132	2.50000	0.00132	0.05281
11	27.54575	26.00000	1.54575	5.94519	1.35080	1.20000	0.15080	12.56635
12	50.18969	49.00000	1.18969	2.42793	2.00440	1.90000	0.10440	5.49453
13	64.99909	58.70000	6.29909	10.73099	1.14904	1.05000	0.09904	9.43261
14	51.36072	42.40000	8.96072	21.13378	1.24785	1.15000	0.09785	8.50841

Tabla 4.1.7: Resultados de predicciones con primer modelo con redes neuronales artificiales.

Fuente: Elaboracion propia mediante Python.

N° Orden	Longitud Predicho	Longitud Real	Error Abs_L	Error Pct_L	Altura Predicho	Altura Real	Error Abs_H	Error Pct_H
15	45.58073	45.00000	0.58073	1.29051	0.75360	0.74000	0.01360	1.83834
16	52.64938	51.00000	1.64938	3.23408	1.08001	0.95000	0.13001	13.68545
17	48.93535	47.30000	1.63535	3.45741	1.08434	1.00000	0.08434	8.43351
18	68.53950	67.80000	0.73950	1.09071	0.84467	0.75000	0.09467	12.62261
19	87.12020	85.00000	2.12020	2.49435	0.78774	0.73000	0.05774	7.90949
20	58.79117	57.30000	1.49117	2.60239	1.50596	1.40000	0.10596	7.56841
21	39.77517	38.80000	0.97517	2.51333	3.00787	2.95000	0.05787	1.96181
22	29.11802	26.40000	2.71802	10.29552	2.28374	2.25000	0.03374	1.49943
23	39.69428	38.50000	1.19428	3.10204	2.54359	2.45000	0.09359	3.82005
24	33.11075	32.50000	0.61075	1.87924	2.22673	2.15000	0.07673	3.56874
25	35.94345	34.00000	1.94345	5.71603	1.63882	1.55000	0.08882	5.73053
26	51.79499	50.00000	1.79499	3.58997	2.27530	2.20000	0.07530	3.42255
27	21.37885	10.00000	11.37885	113.78845	1.65120	1.50000	0.15120	10.08002
28	37.49316	35.20000	2.29316	6.51467	1.86101	1.70000	0.16101	9.47112
29	39.88612	37.50000	2.38612	6.36299	2.29569	2.25000	0.04569	2.03073
30	50.48539	43.30000	7.18539	16.59443	2.32761	2.25000	0.07761	3.44934
31	33.95536	32.00000	1.95536	6.11049	1.80591	1.75000	0.05591	3.19504
32	32.49292	25.80000	6.69292	25.94157	1.59649	1.55000	0.04649	2.99952
33	37.36377	37.00000	0.36377	0.98317	2.04804	2.00000	0.04804	2.40176
34	38.28530	32.00000	6.28530	19.64155	1.60832	1.40000	0.20832	14.88010
35	38.65555	38.00000	0.65555	1.72513	2.06547	2.00000	0.06547	3.27352
36	30.87723	28.50000	2.37723	8.34116	1.92930	1.90000	0.02930	1.54218
37	59.09908	58.80000	0.29908	0.50864	1.74909	1.70000	0.04909	2.88781
38	27.16220	25.50000	1.66220	6.51842	1.85298	1.80000	0.05298	2.94348
39	70.27385	59.50000	10.77385	18.10730	1.54891	1.45000	0.09891	6.82158
40	69.16884	63.30000	5.86884	9.27147	1.60674	1.50000	0.10674	7.11598

Tabla 4.1.8: Resultados de predicciones con primer modelo con redes neuronales artificiales.

☞ Cálculo de las métricas de error del primer modelo con redes neuronales artificiales

El modelo muestra a través de este análisis un desempeño bastante aceptable con coeficientes de determinación R^2 superiores a 0.92 en todas las variables estadísticas. Las coordenadas este y norte muestran la mayor precisión $R^2 > 0.988$, seguidas por elevaciones $R^2 > 0.96$. Los errores (MAE, MSE y RMSE) son proporcionalmente bajos, siendo más precisos en longitud y altura (MAE de 3.43 y 0.08 respectivamente). La consistencia entre métricas de error confirma la robustez y confiabilidad del modelo para todas las variables estadísticas analizadas, demostrando su efectividad en predicciones del diseño de diques de concreto ciclópeo en proyectos de siembra y cosecha de agua.

Fuente: Elaboracion propia mediante Python.

Variable estadística	MAE	MSE	RMSE	R ²
Coordenada este 1	52.443788	3269.132137	57.176325	0.999998
Coordenada norte 1	52.751125	3676.190634	60.631598	0.999999
Elevación 1	28.783365	1163.373926	34.108268	0.976020
Coordenada este 2	45.260000	2740.015698	52.345159	0.999998
Coordenada norte 2	52.401875	3695.013028	60.786619	0.999999
Elevación 2	32.964392	1525.409409	39.056490	0.968558
Longitud	3.436528	21.941343	4.684159	0.924280
Altura	0.085422	0.009418	0.097048	0.966354

Tabla 4.1.9: Métricas de errores del primer modelo con redes neuronales artificiales

🔗 Arquitectura del segundo modelo con redes neuronales artificiales

```

1
2 # Definicion del modelo secuencial con la libreria Keras
3 model = keras.Sequential([
4
5 # Primera capa densa con 64 neuronas y activacion ReLU, tomando
6 # como entrada el tamano de X_train_scaled.
7 layers.Dense(64, activation='relu', input_shape=(X_train_scaled.
8 # Normalizacion por lotes para estabilizar y acelerar el
9 # entrenamiento.
10 layers.BatchNormalization(),
11 # Dropout para reducir el sobreajuste (30\% de las neuronas se
12 # desactivan aleatoriamente).
13 layers.Dropout(0.3),
14 # Segunda capa densa con 128 neuronas y activacion ReLU.
15 layers.Dense(128, activation='relu'),
16 layers.BatchNormalization(),
17 layers.Dropout(0.3),
18
19 # Tercera capa densa con 256 neuronas y activacion ReLU.
20 layers.Dense(256, activation='relu'),
21 layers.BatchNormalization(),
22 layers.Dropout(0.3),
23
24 # Cuarta capa densa con 128 neuronas y activacion ReLU (descenso
25 # en el tamano de la capa).
```

```
25 layers.Dense(128, activation='relu'),
26 layers.BatchNormalization(),
27 layers.Dropout(0.3),
28
29 # Quinta capa densa con 64 neuronas y activacion ReLU.
30
31 layers.Dense(64, activation='relu'),
32 layers.BatchNormalization(),
33
34 # Capa de salida sin funcion de activacion (None), el numero de
    neuronas es igual al de las variables de salida.
35 layers.Dense(Y_train_scaled.shape[1], activation=None)
36 ])
37
38 # Compilacion del modelo con el optimizador Adam y la funcion de
    perdida MSE (error cuadratico medio).
39 model.compile(optimizer='adam', loss='mse')
40
41 # Definicion de los callbacks para mejorar el entrenamiento.
42 callbacks = [
43 # EarlyStopping para detener el entrenamiento si el modelo deja
    de mejorar (10 epocas de paciencia).
44 EarlyStopping(patience=10, restore_best_weights=True),
45 # ModelCheckpoint para guardar solo el mejor modelo durante el
    entrenamiento.
46 ModelCheckpoint(f'best_model{model_extension}', save_best_only=
    True)
47 ]
48
49 # Entrenamiento del modelo con los datos de entrenamiento y
    validacion.
50 model.fit(
51 X_train_scaled, Y_train_scaled, # Datos de entrenamiento
    .
52 validation_data=(X_val_scaled, Y_val_scaled), # Datos de
    validacion.
53 epochs=100, # N'umero de epocas de
    entrenamiento.
54 callbacks=callbacks, # Aplicacion de los
    callbacks definidos.
55 verbose=1 # Muestra detalles del
    progreso del entrenamiento.
56 )
```

☞ Resultados del segundo modelo con redes neuronales artificiales

Fuente: Elaboracion propia mediante Python.

N° Orden	Este 1 Predicho	Este 1 Real	Error Abs_E1	Error Pct_E1	Norte 1 Predicho	Norte 1 Real	Error Abs_N1	Error Pct_N1
1	547627.31250	547592.31500	34.99750	0.00639	8530992.00000	8531027.41400	35.41400	0.00042
2	547513.56250	547583.84800	70.28550	0.01284	8527063.00000	8527001.97600	61.02400	0.00072
3	552387.50000	552458.83000	71.33000	0.01291	8537664.00000	8537681.15500	17.15500	0.00020
4	547164.68750	547158.61400	6.07350	0.00111	8526898.00000	8526991.89100	93.89100	0.00110
5	543644.37500	543708.35900	63.98400	0.01177	8530890.00000	8530809.61800	80.38200	0.00094
6	543656.68750	543598.77700	57.91050	0.01065	8530563.00000	8530645.45300	82.45300	0.00097
7	547419.81250	547378.02900	41.78350	0.00763	8527154.00000	8527163.66700	9.66700	0.00011
8	543261.43750	543161.72900	99.70850	0.01836	8530477.00000	8530537.24400	60.24400	0.00071
9	588233.43750	588182.80300	50.63450	0.00861	8593743.00000	8593718.05900	24.94100	0.00029
10	585935.12500	585877.08700	58.03800	0.00991	8583575.00000	8583537.68400	37.31600	0.00043
11	658772.12500	658869.71000	97.58500	0.01481	8393970.00000	8394008.06000	38.06000	0.00045
12	659863.31250	659812.64000	50.67250	0.00768	8392916.00000	8392844.74000	71.26000	0.00085
13	659585.43750	659513.50000	71.93750	0.01091	8389101.00000	8389087.89000	13.11000	0.00016
14	659136.31250	659181.13000	44.81750	0.00680	8387538.50000	8387456.13000	82.37000	0.00098
15	658099.75000	658192.82000	93.07000	0.01414	8385817.00000	8385835.06000	18.06000	0.00022
16	659401.56250	659415.62000	14.05750	0.00213	8383825.00000	8383851.36000	26.36000	0.00031
17	650440.75000	650403.53000	37.22000	0.00572	8386277.00000	8386219.78000	57.22000	0.00068
18	651890.93750	651904.36000	13.42250	0.00206	8386709.00000	8386636.64000	72.36000	0.00086
19	642942.62500	642980.41000	37.78500	0.00588	8380006.00000	8380103.80000	97.80000	0.00117
20	642483.31250	642483.85000	0.53750	0.00008	8379131.00000	8379115.74000	15.26000	0.00018

Tabla 4.1.10: Resultados de predicciones con el segundo modelo con RNA.

Fuente: Elaboracion propia mediante Python.

N° Orden	Este 1 Predicho	Este 1 Real	Error Abs_E1	Error Pct_E1	Norte 1 Predicho	Norte 1 Real	Error Abs_N1	Error Pct_N1
21	532510.56250	532494.75000	15.81250	0.00297	8517994.00000	8518008.62000	14.62000	0.00017
22	534763.12500	534775.19000	12.06500	0.00226	8517447.00000	8517433.49000	13.51000	0.00016
23	616082.43750	616012.22000	70.21750	0.01140	8528904.00000	8528936.12000	32.12000	0.00038
24	616322.00000	616280.12000	41.88000	0.00680	8528861.00000	8528944.68000	83.68000	0.00098
25	609948.50000	609956.71700	8.21700	0.00135	8518058.00000	8517988.25800	69.74200	0.00082
26	610165.93750	610163.93000	2.00750	0.00033	8518149.00000	8518099.43000	49.57000	0.00058
27	609102.25000	609052.98000	49.27000	0.00809	8516978.00000	8516953.15000	24.85000	0.00029
28	610388.75000	610450.07300	61.32300	0.01005	8518044.00000	8518027.95300	16.04700	0.00019
29	610585.12500	610544.88600	40.23900	0.00659	8518347.00000	8518355.05300	8.05300	0.00009
30	610794.62500	610783.94600	10.67900	0.00175	8518315.00000	8518246.10900	68.89100	0.00081
31	608646.87500	608675.27000	28.39500	0.00467	8516948.00000	8516879.74200	68.25800	0.00080
32	608307.81250	608387.11600	79.30350	0.01304	8517054.00000	8517087.57000	33.57000	0.00039
33	607493.18750	607517.91000	24.72250	0.00407	8517217.00000	8517164.86000	52.14000	0.00061
34	607681.25000	607598.92000	82.33000	0.01355	8516546.00000	8516568.01000	22.01000	0.00026
35	600468.68750	600446.89500	21.79250	0.00363	8520207.00000	8520305.52200	98.52200	0.00116
36	600425.62500	600456.79800	31.17300	0.00519	8528267.00000	8528190.53800	76.46200	0.00090
37	600315.43750	600216.19600	99.24150	0.01653	8528171.00000	8528156.25700	14.74300	0.00017
38	600236.12500	600267.86200	31.73700	0.00529	8527851.00000	8527870.67800	19.67800	0.00023
39	551303.06250	551282.90300	20.15950	0.00366	8526982.00000	8526964.26400	17.73600	0.00021
40	551768.12500	551707.41200	60.71300	0.01100	8526620.00000	8526651.12200	31.12200	0.00036

Tabla 4.1.11: Resultados de predicciones con el segundo modelo con RNA.

Fuente: Elaboracion propia mediante Python.

N°	Elev. 1	Elev. 1	Error	Error	Este 2	Este 2	Error	Error
Orden	Predicho	Real	Abs_Z1	Pct_Z1	Predicho	Real	Abs_E2	Pct_E2
1	4455.19336	4479.90000	24.70664	0.55150	547647.87500	547588.05900	59.81600	0.01092
2	4474.20898	4507.60000	33.39102	0.74077	547728.25000	547645.54300	82.70700	0.01510
3	4373.95947	4438.00000	64.04053	1.44300	552523.93750	552469.33100	54.60650	0.00988
4	4394.98096	4448.80000	53.81904	1.20974	547273.68750	547181.98800	91.69950	0.01676
5	4571.57080	4647.60000	76.02920	1.63588	543696.81250	543692.81100	4.00150	0.00074
6	4610.96240	4686.00000	75.03760	1.60131	543531.06250	543591.28300	60.22050	0.01108
7	4490.59961	4510.80000	20.20039	0.44782	547379.31250	547367.80100	11.51150	0.00210
8	4615.69141	4715.50000	99.80859	2.11661	543131.68750	543205.01100	73.32350	0.01350
9	4056.59497	4049.00000	7.59497	0.18758	588113.00000	588201.82900	88.82900	0.01510
10	4262.44336	4261.40000	1.04336	0.02448	585753.56250	585846.36600	92.80350	0.01584
11	4555.14355	4668.60000	113.45645	2.43020	658896.62500	658872.02000	24.60500	0.00373
12	4535.30518	4628.80000	93.49482	2.01985	659948.37500	659859.06000	89.31500	0.01354
13	4549.33398	4653.80000	104.46602	2.24475	659435.50000	659527.69000	92.19000	0.01398
14	4546.80859	4638.00000	91.19141	1.96618	659151.43750	659221.54000	70.10250	0.01063
15	4520.37354	4595.30000	74.92646	1.63050	658327.00000	658236.27000	90.73000	0.01378
16	4494.95264	4562.70000	67.74736	1.48481	659386.06250	659461.58000	75.51750	0.01145
17	4519.20557	4597.90000	78.69443	1.71153	650519.18750	650435.97000	83.21750	0.01279
18	4502.28711	4568.60000	66.31289	1.45149	651842.43750	651830.84000	11.59750	0.00178

Tabla 4.1.12: Resultados de predicciones con el segundo modelo con RNA.

Fuente: Elaboracion propia mediante Python.

N°	Elev. 1	Elev. 1	Error	Error	Este 2	Este 2	Error	Error
Orden	Predicho	Real	Abs_Z1	Pct_Z1	Predicho	Real	Abs_E2	Pct_E2
19	4501.87646	4534.00000	32.12354	0.70850	643004.12500	642953.73000	50.39500	0.00784
20	4501.32324	4544.00000	42.67676	0.93919	642512.62500	642526.26000	13.63500	0.00212
21	4695.09326	4781.20000	86.10674	1.80094	532568.18750	532470.98000	97.20750	0.01826
22	4659.08252	4809.50000	150.41748	3.12751	534790.56250	534774.06000	16.50250	0.00309
23	4148.56055	4148.40000	0.16055	0.00387	616015.18750	616025.41000	10.22250	0.00166
24	4188.80859	4180.70000	8.10859	0.19395	616318.06250	616290.76000	27.30250	0.00443
25	4161.43555	4152.70000	8.73555	0.21036	609989.93750	609963.95800	25.97950	0.00426
26	4145.31689	4141.00000	4.31689	0.10425	610129.87500	610181.45000	51.57500	0.00845
27	4290.26611	4290.70000	0.43389	0.01011	609019.68750	609057.78000	38.09250	0.00625
28	4231.94043	4237.60000	5.65957	0.13356	610434.87500	610417.34300	17.53200	0.00287
29	4189.25146	4221.30000	32.04854	0.75921	610450.18750	610524.11100	73.92350	0.01211
30	4173.95703	4216.00000	42.04297	0.99722	610736.31250	610741.49700	5.18450	0.00085
31	4282.44287	4271.00000	11.44287	0.26792	608699.31250	608643.31700	55.99550	0.00920
32	4275.10498	4269.45000	5.65498	0.13245	608338.12500	608410.62800	72.50300	0.01192
33	4206.23975	4251.25000	45.01025	1.05875	607511.68750	607518.89000	7.20250	0.00119
34	4251.11719	4241.90000	9.21719	0.21729	607626.43750	607611.64000	14.79750	0.00244
35	4283.75684	4284.00000	0.24316	0.00568	600371.43750	600451.22900	79.79150	0.01329
36	4174.96582	4161.50000	13.46582	0.32358	600481.62500	600484.82600	3.20100	0.00053
37	4186.63379	4170.30000	16.33379	0.39167	600143.00000	600157.46000	14.46000	0.00241
38	4193.85303	4172.60000	21.25303	0.50935	600302.31250	600267.30300	35.00950	0.00583
39	4107.74365	4079.40000	28.34365	0.69480	551269.31250	551295.40500	26.09250	0.00473
40	4131.75732	4099.90000	31.85732	0.77703	551777.93750	551692.03500	85.90250	0.01557

Tabla 4.1.13: Resultados de predicciones con el segundo modelo con RNA.

Fuente: Elaboracion propia mediante Python.

N° Orden	Norte 2 Predicho	Norte 2 Real	Error Abs_N2	Error Pct_N2	Elev 2 Predicho	Elev 2 Real	Error Abs_Z2	Error Pct_Z2
1	8531113.00000	8531071.71000	41.29000	0.00048	4417.27344	4479.90000	62.62656	1.39795
2	8527032.00000	8526932.47200	99.52800	0.00117	4436.83057	4507.60000	70.76943	1.57000
3	8537722.00000	8537717.25900	4.74100	0.00006	4363.55762	4438.00000	74.44238	1.67739
4	8526913.00000	8526979.83600	66.83600	0.00078	4375.00293	4448.80000	73.79707	1.65881
5	8530794.00000	8530877.86700	83.86700	0.00098	4532.00195	4647.60000	115.59805	2.48726
6	8530702.00000	8530675.40400	26.59600	0.00031	4536.77051	4686.00000	149.22949	3.18458
7	8527087.00000	8527099.47700	12.47700	0.00015	4443.71582	4510.80000	67.08418	1.48719
8	8530599.00000	8530516.50900	82.49100	0.00097	4602.45020	4715.50000	113.04980	2.39741
9	8593785.00000	8593738.05500	46.94500	0.00055	4110.96826	4049.00000	61.96826	1.53046
10	8583513.00000	8583528.37800	15.37800	0.00018	4263.76074	4261.40000	2.36074	0.05540
11	8394023.00000	8393982.17000	40.83000	0.00049	4623.53076	4668.60000	45.06924	0.96537
12	8392844.00000	8392860.41000	16.41000	0.00020	4597.91699	4628.80000	30.88301	0.66719
13	8389085.00000	8389141.55000	56.55000	0.00067	4617.72217	4653.80000	36.07783	0.77523
14	8387380.50000	8387443.30000	62.80000	0.00075	4611.61133	4638.00000	26.38867	0.56897
15	8385814.50000	8385826.37000	11.87000	0.00014	4576.80957	4595.30000	18.49043	0.40238
16	8383778.00000	8383873.46000	95.46000	0.00114	4550.03516	4562.70000	12.66484	0.27757

Tabla 4.1.14: Resultados de predicciones con el segundo modelo con RNA.

Fuente: Elaboracion propia mediante Python.

N° Orden	Norte 2 Predicho	Norte 2 Real	Error Abs_N2	Error Pct_N2	Elev 2 Predicho	Elev 2 Real	Error Abs_Z2	Error Pct_Z2
17	8386177.50000	8386254.20000	76.70000	0.00091	4575.53271	4597.90000	22.36729	0.48647
18	8386699.00000	8386687.51000	11.49000	0.00014	4551.35059	4568.60000	17.24941	0.37756
19	8380116.50000	8380184.50000	68.00000	0.00081	4527.23486	4534.00000	6.76514	0.14921
20	8379211.50000	8379154.27000	57.23000	0.00068	4525.85107	4544.00000	18.14893	0.39940
21	8517982.00000	8517977.95000	4.05000	0.00005	4635.61768	4781.20000	145.58232	3.04489
22	8517308.00000	8517407.52000	99.52000	0.00117	4621.56396	4809.50000	187.93604	3.90760
23	8528901.00000	8528899.95000	1.05000	0.00001	4199.23730	4148.40000	50.83730	1.22547
24	8528961.00000	8528913.98000	47.02000	0.00055	4226.97510	4180.70000	46.27510	1.10687
25	8518011.00000	8518021.47800	10.47800	0.00012	4206.16553	4152.70000	53.46553	1.28749
26	8518222.00000	8518177.49000	44.51000	0.00052	4193.83496	4141.00000	52.83496	1.27590
27	8516971.00000	8516961.93000	9.07000	0.00011	4289.13477	4290.70000	1.56523	0.03648
28	8518091.00000	8518040.90500	50.09500	0.00059	4259.75586	4237.60000	22.15586	0.52284
29	8518484.00000	8518386.27300	97.72700	0.00115	4217.47559	4221.30000	3.82441	0.09060
30	8518301.00000	8518254.65100	46.34900	0.00054	4192.43213	4216.00000	23.56787	0.55901
31	8516843.00000	8516878.09200	35.09200	0.00041	4280.75684	4271.00000	9.75684	0.22844
32	8517103.00000	8517076.94900	26.05100	0.00031	4273.65527	4269.45000	4.20527	0.09850
33	8517038.00000	8517127.87000	89.87000	0.00106	4215.34619	4251.25000	35.90381	0.84455
34	8516637.00000	8516538.66000	98.34000	0.00115	4257.37061	4241.90000	15.47061	0.36471
35	8520265.00000	8520267.76900	2.76900	0.00003	4277.76855	4284.00000	6.23145	0.14546
36	8528277.00000	8528195.70400	81.29600	0.00095	4206.35352	4161.50000	44.85352	1.07782
37	8528184.00000	8528153.50900	30.49100	0.00036	4210.43213	4170.30000	40.13213	0.96233
38	8527973.00000	8527896.17200	76.82800	0.00090	4206.08447	4172.60000	33.48447	0.80248
39	8526806.00000	8526906.09200	100.09200	0.00117	4135.41846	4079.40000	56.01846	1.37320
40	8526688.00000	8526589.71800	98.28200	0.00115	4156.66943	4099.90000	56.76943	1.38465

Tabla 4.1.15: Resultados de predicciones con el segundo modelo con RNA.

Fuente: Elaboracion propia mediante Python.

N° Orden	Longitud Predicho	Longitud Real	Error Abs_L	Error Pct_L	Altura Predicho	Altura Real	Error Abs_H	Error Pct_H
1	35.71803	44.50000	8.78197	19.73477	1.87040	1.70000	0.17040	10.02381
2	32.21601	94.80000	62.58399	66.01687	2.09978	1.25000	0.84978	67.98216
3	25.58305	37.60000	12.01695	31.95997	2.30172	2.75000	0.44828	16.30110
4	27.45324	26.30000	1.15324	4.38494	2.24334	2.20000	0.04334	1.97014
5	33.92559	70.00000	36.07441	51.53487	1.87100	1.75000	0.12100	6.91410
6	35.14146	40.10000	4.95854	12.36543	1.82358	1.70000	0.12358	7.26952
7	36.97123	65.00000	28.02877	43.12119	1.79567	1.80000	0.00433	0.24030
8	39.17053	49.50000	10.32947	20.86762	1.90288	1.60000	0.30288	18.93026
9	41.36235	27.60000	13.76235	49.86357	2.30643	1.45000	0.85643	59.06382
10	31.38340	32.10000	0.71660	2.23239	2.44367	2.50000	0.05633	2.25307
11	50.74047	26.00000	24.74047	95.15566	1.36407	1.20000	0.16407	13.67290
12	52.21785	49.00000	3.21785	6.56703	1.31649	1.90000	0.58351	30.71100
13	54.73742	58.70000	3.96258	6.75057	1.24894	1.05000	0.19894	18.94656
14	34.74883	42.40000	7.65117	18.04521	1.88694	1.15000	0.73694	64.08187

Tabla 4.1.16: Resultados de predicciones con el segundo modelo con RNA.

Fuente: Elaboracion propia mediante Python.

N° Orden	Longitud Predicho	Longitud Real	Error Abs_L	Error Pct_L	Altura Predicho	Altura Real	Error Abs_H	Error Pct_H
15	58.21344	45.00000	13.21344	29.36320	1.17040	0.74000	0.43040	58.16239
16	46.56123	51.00000	4.43877	8.70348	1.46958	0.95000	0.51958	54.69296
17	59.53906	47.30000	12.23906	25.87539	1.16247	1.00000	0.16247	16.24733
18	56.23872	67.80000	11.56128	17.05204	1.24178	0.75000	0.49178	65.57051
19	72.84934	85.00000	12.15066	14.29489	0.94521	0.73000	0.21521	29.48039
20	71.30406	57.30000	14.00406	24.43990	1.00415	1.40000	0.39585	28.27478
21	28.62073	38.80000	10.17927	26.23524	2.37819	2.95000	0.57181	19.38351
22	42.82596	26.40000	16.42596	62.21955	2.19423	2.25000	0.05577	2.47846
23	38.88496	38.50000	0.38496	0.99991	1.85885	2.45000	0.59115	24.12877
24	39.97183	32.50000	7.47183	22.99024	1.85132	2.15000	0.29868	13.89227
25	42.82239	34.00000	8.82239	25.94820	1.74025	1.55000	0.19025	12.27409
26	41.62214	50.00000	8.37786	16.75571	1.75678	2.20000	0.44322	20.14629
27	32.46426	10.00000	22.46426	224.64260	2.03638	1.50000	0.53638	35.75856
28	31.65101	35.20000	3.54899	10.08237	2.10074	1.70000	0.40074	23.57280
29	24.79234	37.50000	12.70766	33.88710	2.20525	2.25000	0.04475	1.98895
30	24.67108	43.30000	18.62892	43.02291	2.20063	2.25000	0.04937	2.19432
31	36.60806	32.00000	4.60806	14.40017	1.88358	1.75000	0.13358	7.63299
32	34.73785	25.80000	8.93785	34.64283	1.94820	1.55000	0.39820	25.69043
33	23.82815	37.00000	13.17185	35.59961	2.23040	2.00000	0.23040	11.51981
34	36.70642	32.00000	4.70642	14.70757	1.86938	1.40000	0.46938	33.52684
35	33.70957	38.00000	4.29043	11.29060	2.01321	2.00000	0.01321	0.66057
36	41.26661	28.50000	12.76661	44.79512	1.78065	1.90000	0.11935	6.28169
37	41.55579	58.80000	17.24421	29.32689	1.78062	1.70000	0.08062	4.74248
38	39.16863	25.50000	13.66863	53.60247	1.78725	1.80000	0.01275	0.70817
39	50.95474	59.50000	8.54526	14.36178	1.81920	1.45000	0.36920	25.46186
40	56.94061	63.30000	6.35939	10.04644	1.74594	1.50000	0.24594	16.39616

Tabla 4.1.17: Resultados de predicciones con el segundo modelo con RNA.

☞ **Cálculo de las métricas de error del segundo modelo con redes neuronales artificiales**

El modelo con redes neuronales artificiales demuestra un rendimiento bastante aceptable en las predicciones de las coordenadas $R^2 > 0.999$ y elevaciones $R^2 > 0.91$. Sin embargo el modelo, demuestra limitaciones significativas en las predicciones de la longitud y altura $R^2 < 0.5$. Los errores son consistentes en coordenadas y elevaciones, pero la precisión disminuye notablemente en variables de longitud y altura, sugiriendo que el modelo es más efectivo para predicciones geospaciales directas que para las medidas derivadas del ello.

Fuente: Elaboración propia mediante Python.

Variable estadística	MAE	MSE	RMSE	R^2
Coordenada este 1	45.178213	2835.933496	53.253483	0.999998
Coordenada norte 1	45.241775	2844.104784	53.330149	0.999999
Elevación 1	43.540358	3326.796944	57.678392	0.931428
Coordenada este 2	49.482525	3471.767862	58.921710	0.999998
Coordenada norte 2	50.661725	3669.652578	60.577657	0.999999
Elevación 2	47.897534	4101.823669	64.045481	0.915453
Longitud	12.222411	268.624874	16.389780	0.072965
Altura	0.303246	0.145266	0.381138	0.481058

Tabla 4.1.18: Métricas de errores del segundo modelo con redes neuronales artificiales.

4.1.1.2 Aceptación de la hipótesis 1

El análisis comparativo realizado de las métricas de error de ambos modelos muestra como resultado que un diseño arquitectónico específico proporciona una mayor precisión, por lo tanto, esto respalda la idea de que una arquitectura bien diseñada es crucial para el éxito de modelos con redes neuronales artificiales para predecir el diseño de diques de concreto ciclópeo en los proyectos de siembra y cosecha de agua.

4.1.2 Hipótesis 2

☞ **Afirmación:** La selección adecuada de la base de datos y del algoritmo de entrenamiento del modelo con redes neuronales artificiales para la predicción del diseño de diques de concreto ciclópeo optimiza el tiempo de aprendizaje de la red en los proyectos de siembra y cosecha de agua, Ayacucho 2024.

4.1.2.1 Contrastación de hipótesis 2

📖 Preparación de la base de datos

Antes de ingresar la base de datos de entrenamiento y validación, se realizó el tratamiento estadístico descriptivo para la depuración de las variables estadísticas atípicas de la base de datos, y luego de ello, dentro del código, se realiza la normalización de columnas y la limpieza de valores no numéricos que pudieran existir, mejorando la precisión del modelo con redes neuronales artificiales. También se realiza un escalado Min-Max; esto se aplica para transformar los datos de entrada y salida en una misma escala, garantizando de esta manera que la escala de los datos esté alineada con los requisitos del algoritmo, evitando problemas de convergencia lenta o falta de precisión.

📖 Algoritmo de entrenamiento y arquitectura del modelo

El modelo con redes neuronales artificiales se construye con una arquitectura multicapa, que incluye capas de normalización batch, Dropout y unidades de activación ReLU. Esta arquitectura, bien estructurada, ayuda a optimizar el tiempo de aprendizaje.

Además de ello, el código implementado utiliza el optimizador Adam y la función de pérdida de error cuadrático medio (MSE), que son algoritmos estándar en redes neuronales artificiales cuando se trabaja con datos numéricos y adecuados para minimizar errores en modelos de predicción de tipo regresión lineal, como este caso. Para mejorar la eficiencia del modelo en el entrenamiento, se han integrado técnicas de regularización (como Dropout) y un sistema de parada temprana (EarlyStopping), que previene el sobreentrenamiento y reduce el tiempo necesario para alcanzar la convergencia óptima.

📖 Optimización del tiempo de aprendizaje

La optimización del tiempo de aprendizaje del modelo con redes neuronales artificiales para predecir el diseño de diques de concreto ciclopeo también se refuerza mediante el uso de callbacks, específicamente el checkpointing para realizar el guardado del mejor modelo y EarlyStopping para interrumpir el entrenamiento si no se encuentra mejora tras un número de épocas.

Este enfoque permite que el modelo se entrene durante el mínimo de épocas necesarias, reduciendo el tiempo total de entrenamiento y evitando desperdiciar recursos en entrenamiento adicional innecesario.

4.1.2.2 Aceptación de la hipótesis 2

La arquitectura diseñada, los algoritmos de optimización y las técnicas de regularización están diseñadas para optimizar el tiempo de aprendizaje del modelo con redes

neuronales, ya que el modelo converge rápidamente a un valor de error bajo en un tiempo razonable. Por lo tanto, la optimización de tiempo y precisión del modelo con redes neuronales artificiales para predecir el diseño de diques de concreto ciclópeo se logra; de esta manera, la hipótesis 2 es aceptada.

4.1.3 Hipótesis 3

☞ **Afirmación:** El coeficiente de determinación del rendimiento del modelo con redes neuronales artificiales para predecir el diseño de diques de concreto ciclópeo es significativamente alto en los proyectos de siembra y cosecha de agua en Ayacucho, 2024.

4.1.3.1 Contrastación de hipótesis 3

Para la contrastación de la siguiente hipótesis, se aplica una regresión lineal simple de cada una de las variables estadísticas predichas, con el objetivo de identificar relaciones lineales y patrones relevantes entre las variables de entrada y los resultados del modelo con redes neuronales artificiales.

El análisis se realiza utilizando el lenguaje de programación Python, aprovechando sus herramientas avanzadas para el análisis de datos. Los resultados generados se interpretan estadísticamente para cada una de las variables estadísticas, brindando una comprensión más profunda del comportamiento del modelo y su precisión en las predicciones asociadas al diseño de los diques de concreto ciclópeo.

☞ **Análisis de regresión lineal de las variables estadísticas predichas y reales del modelo con redes neuronales artificiales más óptimo.**

Fuente: Elaboracion propia mediante Python.

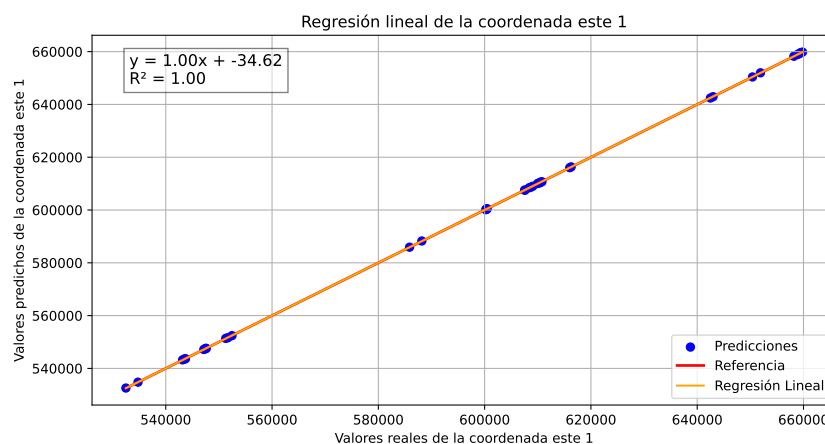


Figura 4.1.1: Regresión lineal de la variable estadística coordenada Este 1 predicha por el modelo con redes neuronales artificiales vs la variable estadística real.

Interpretación

De acuerdo con la regresión lineal realizada, el coeficiente de determinación es $R^2 = 0.999998 \approx 1$. Este valor indica que el modelo explica el 99.9998% de la variabilidad de los datos de la variable estadística ESTE 1. Dado que un R^2 bastante alto sugiere que el modelo con redes neuronales artificiales se ajusta muy bien a los datos, logrando capturar casi toda la variación, esto resulta ser un indicador de que la relación entre las variables estadísticas de entrada y salida del modelo es bastante fuerte.

Fuente: Elaboracion propia mediante Python.

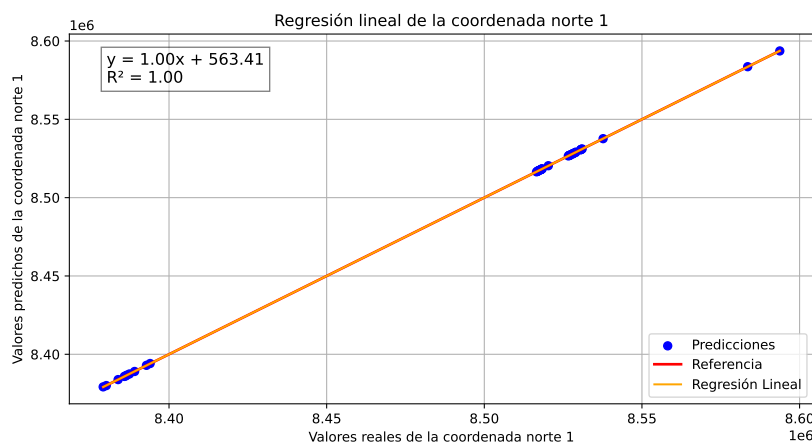


Figura 4.1.2: Regresión lineal de la variable estadística coordenada Norte 1 predicha por el modelo con redes neuronales artificiales vs la variable estadística real.

Interpretación

De acuerdo con la regresión lineal, el R^2 resultante sugiere que el modelo es bastante bueno en la explicación de la variabilidad de la variable estadística NORTE 1, lo que indica que el modelo con redes neuronales artificiales tiene una buena capacidad para capturar la relación entre los datos de entrada y salida.

Fuente: Elaboracion propia mediante Python.

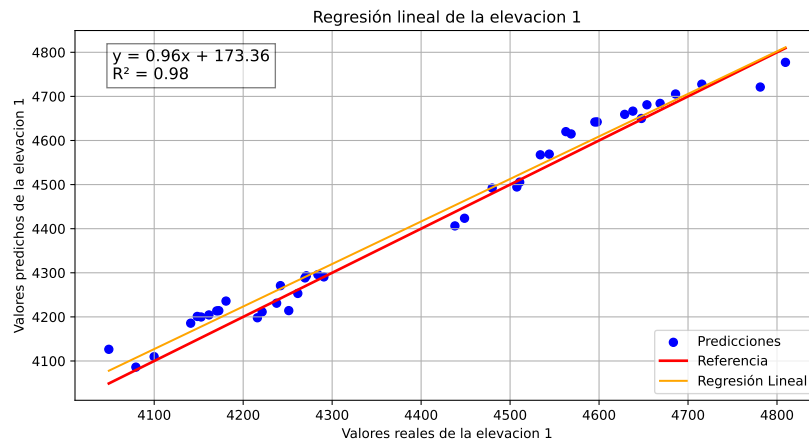


Figura 4.1.3: Regresión lineal de la variable estadística Elevación 1 predicha por el modelo con redes neuronales artificiales vs la variable estadística real.

Interpretación

De acuerdo a la regresión lineal aplicada en el análisis el $R^2 = 0.976020 \approx 0.98$ de la variable estadística elevación 1 es menor a las variables anteriores que cabe mencionar son elementos de un único punto, aun siendo así resulta ser regularmente alto, ya que el modelo con redes neuronales explica el 97.60% de la variabilidad de los datos. Esto sugiere que, aunque el modelo con redes neuronales artificiales es efectivo en las predicciones, hay aspectos adicionales en los datos que podrían mejorar la capacidad de predicción del modelo.

Fuente: Elaboracion propia mediante Python.

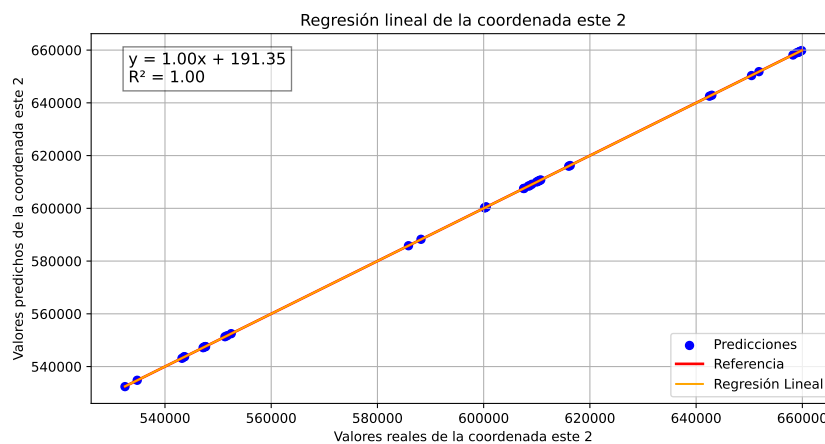


Figura 4.1.4: Regresión lineal de la variable estadística coordenada Este 2 predicha por el modelo con redes neuronales artificiales vs la variable estadística real.

Interpretación

De acuerdo con la regresión lineal realizada para esta variable estadística, el coeficiente de determinación es $R^2 = 0.999998 \approx 1$. Este valor indica que el modelo con redes neuronales artificiales explica el 99.9998% de la variabilidad de los datos de la variable estadística ESTE 2, en la predicción con el modelo. Dado que un R^2 tan alto sugiere que el modelo con redes neuronales artificiales se ajusta muy bien a los datos, logrando capturar casi toda la variación que existe entre ellos, esto resulta ser un buen indicador de la durante la predicción.

Fuente: Elaboración propia mediante Python.

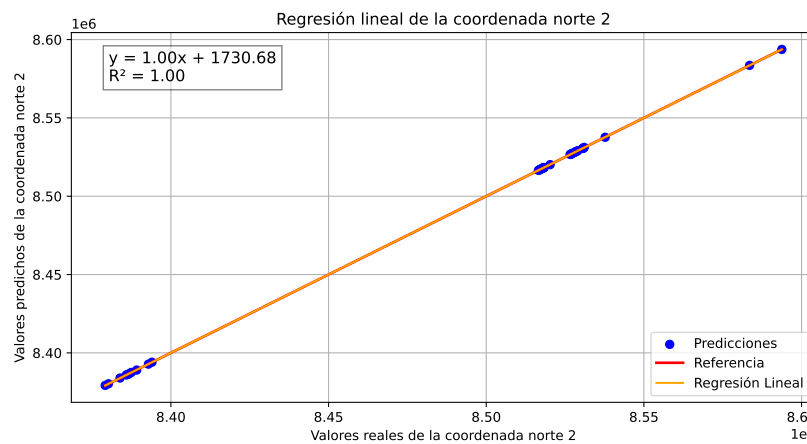


Figura 4.1.5: Regresión lineal de la variable estadística coordenada Norte 2 predicha por el modelo con redes neuronales artificiales vs la variable estadística real.

Interpretación

De acuerdo con la regresión lineal realizada, el $R^2 = 0.999999 \approx 1$ resultante sugiere que el modelo con redes neuronales artificiales es bastante bueno en la explicación de la variabilidad de la variable estadística NORTE 2, lo que indica que el modelo con redes neuronales artificiales tiene una buena capacidad para capturar la relación entre los datos de entrada y salida.

Fuente: Elaboracion propia mediante Python.

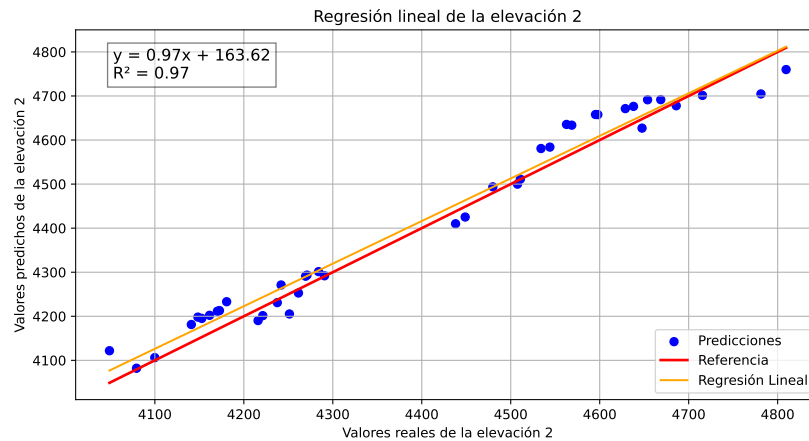


Figura 4.1.6: Regresión lineal de la variable estadística Elevación 2 predicha por el modelo con redes neuronales artificiales vs la variable estadística real.

Interpretación

De acuerdo a la regresión lineal aplicada en el análisis de esta variable estadística el resultado es $R^2 = 0.968558 \approx 0.97$ aunque la variable estadística ELEVACIÓN 2 tiene menor el R^2 comparado a las variables estadísticas anteriores cabe mencionar que son elementos de un único punto, aun siendo así resulta ser regularmente alto, ya que el modelo con redes neuronales artificiales explica el 97% de la variabilidad de los datos. Esto sugiere que, aunque el modelo con redes neuronales artificiales es efectivo en las predicciones, hay aspectos adicionales en los datos que podrían mejorar la capacidad de predicción del modelo.

Fuente: Elaboracion propia mediante Python.

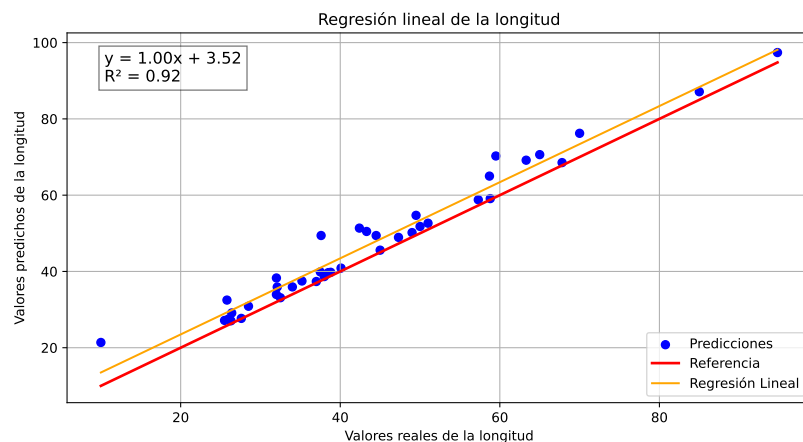


Figura 4.1.7: Regresión lineal de la variable estadística Longitud predicha por el modelo con redes neuronales artificiales vs la variable estadística real.

Interpretación

La regresión lineal para esta variable estadística, tiene un coeficiente de determinación $R^2 = 0.924280 \approx 0.92$. Este valor indica que el modelo con redes neuronales artificiales explica el 92.42% de la variabilidad de los datos de esta variable. Dado que un R^2 regularmente alto sugiere que el modelo con redes neuronales artificiales se ajusta bien a los datos. Esto resulta ser medianamente un buen indicador de que la relación entre las variables estadísticas de entrada y salida al modelo con redes neuronales artificiales es fuerte.

Fuente: Elaboracion propia mediante Python.

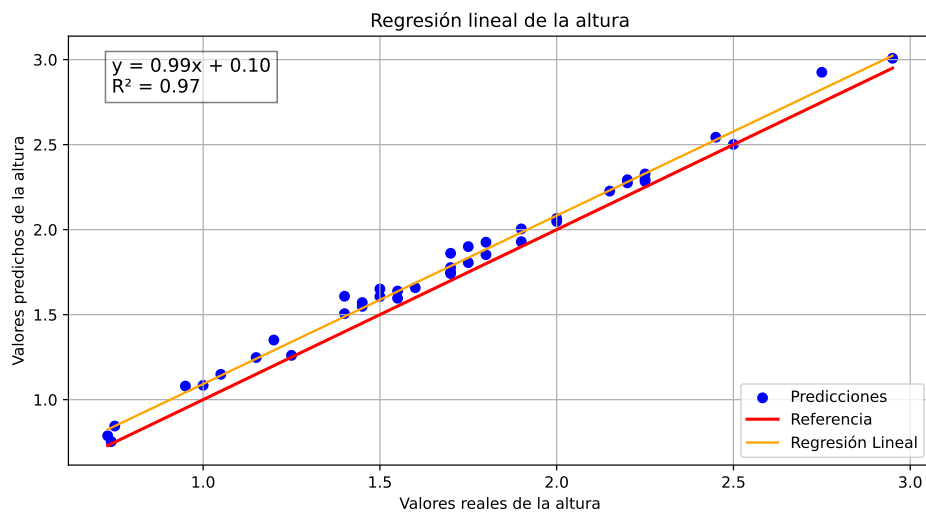


Figura 4.1.8: Regresión lineal de la variable estadística Altura predicha por el modelo con redes neuronales artificiales vs la variable estadística real.

Interpretación

La regresión lineal para esta variable estadística, da el valor de $R^2 = 0.966354 \approx 0.97$ esto indica que el modelo explica el 96.63% de la variabilidad de datos. por lo tanto el R^2 viene siendo un valor bastante alto, lo que sugiere que el modelo representa bien la relación entre las variables estadísticas de entrada y salida para el modelo con redes neuronales artificiales en cuanto a la predicción de la ALTURA. Un R^2 alto como este significa que la mayoría de los puntos de datos caen cerca de la línea de predicción, mostrando un ajuste bastante sólido del modelo con redes neuronales artificiales en general, aunque podría mejorar mediante ajustes pequeños y detallados para poder captar la variabilidad restante.

📌 Análisis de errores de las variables estadísticas resultado

Fuente: Elaboracion propia mediante Python.

Variable estadística	MAE	MSE	RMSE	R^2
Coordenada este 1	52.443788	3269.132137	57.176325	0.999998
Coordenada norte 1	52.751125	3676.190634	60.631598	0.999999
Elevación 1	28.783365	1163.373926	34.108268	0.976020
Coordenada este 2	45.260000	2740.015698	52.345159	0.999998
Coordenada norte 2	52.401875	3695.013028	60.786619	0.999999
Elevación 2	32.964392	1525.409409	39.056490	0.968558
Longitud	3.436528	21.941343	4.684159	0.924280
Altura	0.085422	0.009418	0.097048	0.966354

Tabla 4.1.19: Métricas de errores del modelo con redes neuronales artificiales más optimo.

El modelo muestra a través de este análisis un desempeño bastante aceptable con coeficientes de determinación R^2 superiores a 0.92 en todas las variables estadísticas. Las coordenadas este y norte muestran la mayor precisión $R^2 > 0.988$, seguidas por elevaciones $R^2 > 0.96$. Los errores (MAE, MSE y RMSE) son proporcionalmente bajos, siendo más precisos en longitud y altura (MAE de 3.43 y 0.08 respectivamente). La consistencia entre métricas de error confirma la robustez y confiabilidad del modelo para todas las variables estadísticas analizadas, demostrando su efectividad en predicciones del diseño de diques de concreto ciclópeo en proyectos de siembra y cosecha de agua.

4.1.3.2 Aceptación de la hipótesis 3

Dado que el coeficiente de determinación R^2 para todas las variables de salida es bastante alto, se acepta que la precisión del modelo con redes neuronales artificiales es significativamente alta. Esto implica que la arquitectura del modelo y los datos utilizados son adecuados para lograr una predicción confiable del diseño de diques de concreto ciclópeo en los proyectos de siembra y cosecha de agua.

Por lo tanto, el valor alto de R^2 obtenido en cada variable estadística de salida respalda definitivamente la hipótesis 3, mostrando que el rendimiento del modelo con redes neuronales artificiales es suficientemente preciso y confiable para predecir de manera efectiva el diseño de los diques de concreto ciclópeo.

4.1.3.3 Aceptación de la hipótesis general

De este modo, se logra contrastar la hipótesis general a partir de la validación de las hipótesis específicas. El modelo desarrollado con redes neuronales artificiales

demuestra ser adecuado para predecir el diseño de diques de concreto ciclópeo, optimizando significativamente la precisión en los proyectos de siembra y cosecha de agua, y contribuyendo al diseño eficiente y sostenible de estas infraestructuras.



Conclusiones

5.1 Conclusiones

Las conclusiones de la presente investigación se desarrollan de acuerdo a los objetivos planteados inicialmente y también a los resultados alcanzados a lo largo del estudio. Cada objetivo específico ha sido debidamente alcanzado y por ende el objetivo general, lo que ha permitido generar un conjunto de hallazgos significativos que refuerzan la validez de las hipótesis planteadas.

1. La arquitectura diseñada para el modelo con redes neuronales artificiales, con múltiples capas y neuronas, junto con la función de activación ReLU, ha demostrado ser efectiva para capturar las relaciones complejas existentes entre las variables estadísticas utilizadas en la investigación. La implementación de capas intermedias de normalización y Dropout también ha ayudado a reducir el riesgo del sobreajuste y mejorar la generalización del modelo con redes neuronales artificiales para predecir el diseño de diques de concreto ciclópeo. El diseño adecuado de la arquitectura ha permitido, además, que el modelo alcance un alto nivel de precisión en las predicciones realizadas, lo cual es esencial para aplicaciones prácticas en proyectos de siembra y cosecha de agua.
2. La selección de una base de datos bien estructurada y de un algoritmo de entrenamiento optimizado ha sido la clave en parte para la mejora de la eficiencia del proceso de aprendizaje del modelo con redes neuronales artificiales. La integración de técnicas de normalización y escalado robusto aplicado permitió que el modelo maneje eficientemente las variables estadísticas con diferentes escalas, mientras que la selección del algoritmo de optimización Adam favoreció una rápida convergencia con menores errores. Estos aspectos fueron determinantes para reducir el tiempo de entrenamiento y de esta manera garantizar la

precisión de los resultados en las predicciones del diseño de diques de concreto ciclópeo en los proyectos de siembra y cosecha.

3. Los valores altos de coeficiente de determinación R^2 obtenidos a partir de la regresión lineal simple en la mayoría de las variables estadísticas indican que el modelo es capaz de predecir de manera confiable y precisa los valores de salida esperados. Esto demuestra que el modelo con redes neuronales artificiales tiene una capacidad considerable para capturar las relaciones entre las variables de diseño planteados, respaldando su aplicabilidad en el diseño de diques de concreto ciclópeo en los proyectos de siembra y cosecha de agua. Además, la precisión alcanzada confirma que el modelo es una herramienta útil para respaldar decisiones técnicas durante el diseño.
4. Por lo tanto, se logró desarrollar un modelo con redes neuronales artificiales, caracterizado por su alta precisión y confiabilidad, capaz de predecir el diseño óptimo de diques de concreto ciclópeo. Este modelo satisface plenamente los requisitos técnicos y específicos de los proyectos orientados a la siembra y cosecha de agua, asegurando soluciones sostenibles y eficientes para la gestión de recursos hídricos.

5.2 Recomendaciones

1. Mantener la arquitectura actual para trabajos futuros y explorar ajustes en el número de capas, neuronas y funciones de activación adicionales, como ELU o SELU, para casos aún más específicos donde las variables estadísticas puedan presentar mayores variaciones. La arquitectura debe evaluarse periódicamente en futuras investigaciones para asegurar la captura de las relaciones lineales y no lineales, y siga siendo efectiva bajo diferentes escenarios. Esta evaluación continua permitirá maximizar la precisión y robustez del modelo con redes neuronales artificiales para predecir el diseño de diques de concreto ciclopeo en los proyectos de siembra y cosecha.
2. Fortalecer la base de datos utilizada a través de la incorporación de nuevos datos de proyectos de siembra y cosecha de agua y datos actualizados que representen diversas condiciones de diseño en la diversidad de zonas geográficas, ya que esto permitirá una mejora continua en la precisión y generalización del modelo con redes neuronales. Asimismo, experimentar con otros algoritmos de optimización, como RMSprop o SGD con momentum, en conjunto con técnicas avanzadas de regularización, como el aprendizaje de tasa adaptativa, para optimizar aún más el proceso de aprendizaje y la precisión en el diseño de diques de concreto ciclópeo.
3. Continuar monitoreando el coeficiente de determinación R^2 mediante la regre-

sión lineal o no lineal en cada actualización del modelo con redes neuronales artificiales, y realizar evaluaciones periódicas de la precisión mediante métodos de validación cruzada. Para aumentar la confiabilidad de las predicciones realizadas en situaciones prácticas, realizar pruebas en campo que comparen los valores predichos con los datos reales, lo que también permitirá realizar ajustes en las variables de entrada y en la estructura del modelo según sea necesario en los proyectos de siembra y cosecha de agua.

4. Por lo tanto se sugiere implementar el modelo desarrollado en proyectos piloto de siembra y cosecha de agua, priorizando microcuencas que presenten problemáticas significativas de disponibilidad hídrica. Esto permitirá validar su desempeño en condiciones reales y ajustar posibles limitaciones. Asimismo, sería valioso complementar el modelo con herramientas de análisis económico y ambiental para evaluar el impacto de los diseños propuestos, maximizando su aplicabilidad en regiones vulnerables y promoviendo su adopción a mayor escala.

5.3 Trabajos futuros

- ☞ Simulación y optimización de costos en la construcción de diques: ampliar el modelo para considerar variables de costo y logística, desarrollando así un sistema de ayuda a la decisión que optimice tanto el diseño estructural como el presupuesto de obra, permitiendo maximizar la eficiencia de los recursos en los proyectos de siembra y cosecha de agua.
- ☞ Estudios comparativos con otras técnicas de inteligencia artificial: comparar el desempeño del modelo de las redes neuronales con otros métodos de IA, como los modelos de sistemas difusos (fuzzy logic) o los algoritmos genéticos, para determinar cuál técnica es más efectiva en la predicción de diseño de diques de concreto ciclópeo y bajo qué circunstancias específicas se ajustan mejor.
- ☞ Aplicación de redes neuronales para el monitoreo en tiempo real de diques existentes: desarrollar un modelo con redes neuronales que permita no solo predecir el diseño de diques de concreto ciclópeo, sino también monitorear en tiempo real el estado estructural de los diques mediante sensores y otros dispositivos de monitoreo en campo. Este enfoque preventivo podría contribuir a la detección temprana de fallas y la intervención oportuna, alargando la vida útil de estas estructuras.

Referencias Bibliográficas

- Aprendo en Casa. (2021). *Exploramos: Analizamos el volumen de agua*. Retrieved from <https://resources.aprendoencasa.pe/red/aec/regular/2021/bcda8a03-0a5b-47f1-84ab-81e54646eea4/Exp3-secundaria-5-exploramos-Act05-Analizamoselvolumendeagua.pdf>
- Ascencio, A., Mendez, F., Consulting, G., APNES, A., INEGI, & López, M. (2017). *Modelos digitales de elevación y su aplicación en el análisis territorial*. Retrieved from https://www.academia.edu/35199035/Modelos_digitales_de_elevaci%C3%B3n_Teor%C3%ADa_m%C3%A9todos_de_interpolaci%C3%B3n_y_aplicaciones; <https://www.geosolutionsconsulting.com/modelos-de-elevacion-digital/>; <https://asociacionapnes.com/modelo-de-elevacion-digital-todo-lo-que-necesitas-saber-para-comprenderlo-y-aprovecharlo-al-maximo/>; <https://www.inegi.org.mx/contenidos/temas/mapas/relieve/continental/metadatos/mde.pdf>; <https://www.redalyc.org/pdf/4517/451744685004.pdf>
- Barrantes, L., & Suárez, R. (2023). *¿qué es una red neuronal? y las redes neuronales: qué son y por qué están volviendo*. Retrieved from <https://iaparamarketingyventas.com/2023/08/17/que-es-una-red-neuronal/>, <https://www.xataka.com/robotica-e-ia/las-redes-neuronales-que-son-y-por-que-estan-volviendo>
- Brown, T., Walker, J., & Smith, R. (2019). Application of artificial intelligence in the design of water storage infrastructure. *Journal of Hydraulic Engineering*, 24(3), 318-327. Retrieved from <https://link.springer.com/journal/40996>
- Capital, F., School, I. D., Carlino, P., & Autor(es). (2024). *Métodos de aprendizaje no supervisados para la ..., ¿qué son los modelos de predicción en data science?, título del documento, título del documento*. Retrieved from <https://fastercapital.com>, <https://iddigitalschool.com>, <https://www.aacademica.org/paula.carlino/274.pdf>, https://apps.utel.edu.mx/recursos/files/r161r/w24572w/S1_R01.pdf
- Centrogeo, & CATIE. (s.f.). *Red de subcuencas de México; criterios para priorizar áreas*. Retrieved from <https://idegeo.centrogeo.org.mx/layers/geonode%3Aredsubciigw>; https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/1036/Criterios_para_priorizar_areas.pdf?sequence=1
- Cheng, B., Titterington, D., & Sánchez Sánchez, P. A. (2012). *Modelización neuronal: aproximación estadística y econométrica; una nueva metodología de entrenamiento de redes neuronales y sus implicaciones en la selección de modelos*. Retrieved from https://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/35334/6/4.CAPITULO_3.pdf; <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/9818/43632277.2012.pdf>; <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/93491/05Cap2.pdf>
- Crespo, F. (2017). *Métodos estadísticos: ejercicios resueltos y teoría*. Retrieved from <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/91736/IPP-Crespo%20-%20M%C3%A9todos%20estad%C3%ADsticos:%20ejercicios%20resueltos%20y%20teor%C3%ADa.pdf?sequence=2>

- De la Colina Martínez, J., Ramírez de Alba, H., Rodríguez González, M. ., Ruiz, J., & Sánchez, J. (1999). *La ingeniería estructural; capítulo 3: Análisis de estructuras; evaluación de la sostenibilidad de las estructuras*. Retrieved from <https://www.redalyc.org/pdf/104/10401812.pdf>; <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/93542/04CAPITULO3.pdf?sequence=4>; <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/3378/37768-5.pdf?sequence=5>
- de Neuropedia, F., & 3, M. (2024). *Explorando los fundamentos de neuropedia y módulo 3*. Retrieved from <https://es.linkedin.com>, <https://plataformaedu.meducacionsantiago.gob.ar> (Recuperado el 11 de octubre de 2024, de es.linkedin.com y plataformaedu.meducacionsantiago.gob.ar)
- de Neuropedia, F., 3, M., & Bits, C. (2024). *Explorando los fundamentos de neuropedia, módulo 3, y el gradiente descendente*. Retrieved from <https://es.linkedin.com>, <https://plataformaedu.meducacionsantiago.gob.ar>, <https://codificandobits.com/blog/el-gradiente-descendente/> (Recuperado el 11 de octubre de 2024, de es.linkedin.com, plataformaedu.meducacionsantiago.gob.ar, y codificandobits.com)
- FAO, Nacional, I. G., Azcanio García, M., Quintana Tápanes, J., Medina León, J., Nogueira Rivera, J., & Córdova Arias, M. (2020a). *Análisis de la gestión hídrica y técnicas de delimitación de microcuencas*. Retrieved from <https://www.fao.org/climatechange/30329-07fbead2365b50c707fe5ed283868f23d.pdf>; https://archive.org/download/4.tiempodeconcentracioncompleto/3.%20MANUAL_DE_DELIMITACION_Y_CODIFICACION_UH_.pdf; <https://www.redalyc.org/pdf/5722/572260849006.pdf>; https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-24222020000100169
- FAO, Nacional, I. G., Azcanio García, M., Quintana Tápanes, J., Medina León, J., Nogueira Rivera, J., & Córdova Arias, M. (2020b). *Análisis de la gestión hídrica y técnicas de delimitación de microcuencas*. Retrieved from <https://www.fao.org/climatechange/30329-07fbead2365b50c707fe5ed283868f23d.pdf>; https://archive.org/download/4.tiempodeconcentracioncompleto/3.%20MANUAL_DE_DELIMITACION_Y_CODIFICACION_UH_.pdf; <https://www.redalyc.org/pdf/5722/572260849006.pdf>; https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-24222020000100169
- FAO, USDA, & Enterprise, H. P. (s.f.). *Integración de prácticas para la adaptación al cambio climático en la agricultura, manual de medición de cuencas hidrográficas y gestión de almacenamiento de datos*. Retrieved from <https://www.fao.org/climatechange/30329-07fbead2365b50c707fe5ed283868f23d.pdf>, https://www.fs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/stelprdb5338930.pdf, <https://www.hpe.com/lamerica/es/what-is/storage-management.html>
- Flores, R., Álvarez, J., & Paredes, E. (2019). Evaluación de la eficiencia de diques de concreto ciclópeo en proyectos de cosecha de agua en ayacucho. *Revista de Ingeniería Hidráulica Peruana*, 7(1), 45-60. Retrieved from <https://link.springer.com/journal/40996>
- Forestal, S., & Ecolopedia. (s.f.). *Modelos digitales de elevación: aplicaciones y tecnología; tipos de cuencas hidrográficas*. Retrieved from https://www.fs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/stelprdb5338930.pdf; <https://ecolopedia.org/medioambiente/tipos-de-cuencas-hidrograficas/>

- García, J., & FAO. (s.f.). *Manual de delimitación y codificación de unidades hidrológicas, manual de buenas prácticas para el uso eficiente del agua en la agricultura*. Retrieved from https://archive.org/download/4.tiempodeconcentracioncompleto/3.%20MANUAL_DE_DELIMITACION_Y_CODIFICACION_UH_.pdf, <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/158f38e2-86ef-47a9-aa3e-21be6fe6bd28/content>
- Gyata, Innova, C., & Neuronal, E. D. U. R. (2024). *Funciones de pérdida en machine learning y su importancia en el entrenamiento de redes neuronales*. Retrieved from <https://www.gyata.ai/es/machine-learning/machine-learning-loss-functions>, <https://canalinnova.com/la-importancia-de-la-funcion-de-perdida-en-machine-learning/>, <https://fastercapital.com> (Recuperado el 11 de octubre de 2024, de <https://www.gyata.ai/es/machine-learning/machine-learning-loss-functions>, <https://canalinnova.com/la-importancia-de-la-funcion-de-perdida-en-machine-learning/> y <https://fastercapital.com>)
- Gómez de León, A., Ruiz, J., & Sánchez, J. (2010). *Cálculo de estructuras de hormigón*. Retrieved from <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/3262/50964-10.pdf?sequence=10>
- Habitat, U., Torres, L., Flores, R., & Cervantes, G. (s.f.). *Estrategias de planificación urbana resiliente, evaluación de la degradación ambiental en México, y análisis de patrones hidrológicos en cuencas mexicanas*. Retrieved from <https://unhabitat.org/sites/default/files/2021/07/375751spa.pdf>, https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-77432006000100005, https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-10792019000100003
- Hashemi, R., Mohammadi, H., & Ebrahimi, M. (2018). Optimization of concrete dike design using artificial neural networks. *Iranian Journal of Civil Engineering*, 15(2), 227-235. Retrieved from <https://link.springer.com/journal/40996>
- Hunts.ai, Cursos, A., Artificial, I., Madrid, E., & Wikipedia. (s.f.). *Guía completa sobre la inteligencia artificial: funciones, objetivos y aplicaciones*. Retrieved from https://hunts.ai/es/blog/inteligencia-artificial-guia-completa-sobre-la-ia-y-sus-funciones!/#google_vignette, <https://www.aluracursos.com/blog/que-es-la-inteligencia-artificial>, <https://inteligenciasartificial.es/cual-es-el-objetivo-principal-de-la-inteligencia-artificial/>, <https://www.eaemadrid.com/es/blog/objetivo-inteligencia-artificial>, https://es.wikipedia.org/wiki/Inteligencia_artificial
- INEGI, Education, T. P., & Ideas, C. (2024). *Modelo digital de elevación: Relieve continental; la estadística descriptiva: Conceptos y aplicaciones; análisis de datos cualitativos y cuantitativos*. Retrieved from <https://www.inegi.org.mx/contenidos/temas/mapas/relieve/continental/metadatos/mde.pdf>; <https://thepower.education/blog/la-estadistica-descriptiva>; <https://conectandoideas.net/analisis-de-datos-cualitativos-y-cuantitativos/>
- Innovatiana, Intec, M., & Gyata. (2024). *Comprender las redes neuronales convolucionales (cnn) y manual de operación para los indicadores de la serie combics y funciones de pérdida en machine learning*. Retrieved from <https://es.innovatiana.com/post/convolutional-neural>

- network,https://www.minebea-intec.com/sharepoint/intec_global/marketing/product_manuals/industrial_scales/indicators/man-combics_visores_caisl1_caisl2_cais1_cais2_oper_es_9864801827.pdf,<https://www.gyata.ai/es/machine-learning/machine-learning-loss-functions>
- Instituto Tecnológico de Chihuahua. (s.f.). *Tabla de contenido del libro de estadística*. Retrieved from <https://virtual.uptc.edu.co/ova/estadistica/docs/libros/estadistica1/toc.html>
- JICA, Acuña Saldaña, J. M., Bibliocad, CONCYTEC, Seguro, C., & Agency, F. E. M. (s.f.). *Recursos sobre obras hidráulicas y concreto ciclópeo*. Retrieved from https://www.jica.go.jp/Resource/project/all_c_america/001/materials/pdf/manual_02.pdf,<https://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14067/6100/AcuA%20SaldaA%20Juan%20Miguel.pdf?isAllowed=y&sequence=1>,https://www.bibliocad.com/es/biblioteca/disenio-de-muro-de-contencion-de-concreto-ciclopeo_108094/,https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/URPU_85ae6d2798af7a8f02d5f05229421945/Details,<https://www.construyendoseguro.com/el-arte-de-elaborar-concreto-ciclopeo-guia-de-construccion-y-consejos-practicos/>,<https://www.fema.gov/media-library-data/730061>
- Lizarazo Marriaga, J. M., Gómez Cortés, J. G., Ibáñez Asensio, S., Gisbert Blanquer, J. M., Moreno Ramón, H., Villamil Bahamón, R., & NeuralWord. (2021). *Desarrollo de un modelo de redes neuronales artificiales para predecir la resistencia a la compresión y la resistividad eléctrica del concreto; el sistema de coordenadas utm; modelo predictivo neuronal para la evaluación del riesgo crediticio; sistema de coordenadas universal transversal de mercator*. Retrieved from <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/28787/14771-44391-1-PB.pdf?sequence=1>;<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/10772/Coordenadas%20UTM.pdf>;<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/52246/08901050.2013.pdf?sequence=1>;<https://www.neuralword.com/es/article/sistema-de-coordenadas-universal-transversal-de-mercator>
- Martínez, J., Gómez, M., & Gómez, H. (2017). Hydraulic behavior prediction of concrete dams using artificial neural networks. *Journal of Water Resources Management*, 31(2), 525-538. Retrieved from <https://link.springer.com/journal/40996>
- Mendoza, A., Salazar, L., & Quispe, P. (2016). Modelación y diseño de diques de concreto en regiones andinas del Perú. *Ingeniería Civil Peruana*, 8(3), 115-128. Retrieved from <https://link.springer.com/journal/40996>
- Montoya, F. J., Cárdenas, E. J., López, M., Londoño, C., de Medio Ambiente y Recursos Naturales, S., IUCN, & Delfín, A. (s.f.). *Identificación y análisis de microcuencas; el desarrollo de las microcuencas: un enfoque conceptual; diagnóstico de las microcuencas en la región de los ríos del estado de Guerrero; conservation of freshwater ecosystems: global perspectives; ciclo de vida de los insectos acuáticos y su importancia en las microcuencas*. Retrieved from https://zaloamati.azc.uam.mx/bitstream/handle/11191/9650/Identificacion_y_analisis_de_microcuencas_2020.pdf?sequence=1;http://scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-215X2020000100069;<https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2013/>

CD001596.pdf;<https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2009-095.pdf>;<http://sea-entomologia.org/PDF/PDFSM3MVOL6/Pdf9079088009DelfinAlfonso.pdf>

- Mosquera, C. H. M., Velasquez, J. D., & Zambrano, C. (2021). *Uso de modelo predictivo de redes neuronales para analizar y estimar la resistencia a compresión de concretos con agregados reciclados y materiales cementantes suplementarios; arnn: un paquete para la predicción de series de tiempo usando redes neuronales autorregresivas*. Retrieved from <https://manglar.uninorte.edu.co/bitstream/handle/10584/11371/11707159.pdf?sequence=1>;<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/38753/26744-93664-1-PB.pdf?sequence=1>
- Mosquera Mosquera, C. H. (2022). *Uso de modelo predictivo de redes neuronales para analizar y estimar la resistencia a compresión de concretos con agregados reciclados y materiales cementantes suplementarios*. Retrieved from <https://manglar.uninorte.edu.co/bitstream/handle/10584/11371/11707159.pdf?sequence=1>
- Ochoa Tocachi, B. F., Cuadros-Adriazola, J., & Bonnesoeur, V. (2022). *Cubhic 2.0: Documento metodológico para la gestión sostenible de las gochas*. Retrieved from <https://www.forest-trends.org/wp-content/uploads/2022/08/CUBHIC-2.0-Documento-Metodologico-Qochas.pdf>
- Perú, C., Viva, G., Academy, P., Hydraulics, P., CAPI, CERSA, ... UPC (s.f.). *Recursos sobre diseño y supervisión de obras hidráulicas*. Retrieved from <https://cacperu.com/capacitaciones/especializacion/disenio-construccion-y-supervision-de-obras-hidraulicas-123/>,<https://www.geologiaviva.info/ingenieria/manual-de-diseno-de-estructuras-hidraulicas/>,<https://pyrabim.com/courses-archive/disenio-de-estructuras-hidraulicas-para-proyectos-de-saneamiento-con-metodologia-bim/>,<https://peruhydraulics.com.pe/servicio/estructuras-hidraulicas>,<https://capi.com.pe/web/diplomado-en-obras-hidraulicas-aplicado-al-diseno-calculo-construccion-y-supervision/>,<https://cersa.org.pe/capacitaciones/?q=content%2Fproduct%2Fdiplomado-en-diseno-residencia-y-supervisi-n-de-obras-hidr-aulicas>,<https://www.redalyc.org/journal/4779/477961406006/477961406006.pdf>,<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/94147/05Jcb05de16.pdf?sequence=5>
- Pérez, M., Huayhualla, A., & Ramos, D. (2020). Uso de modelos computacionales en el diseño de diques de concreto en zonas de deslizamiento en huancavelica. *Peruvian Journal of Civil Engineering*, 12(2), 78-92. Retrieved from <https://link.springer.com/journal/40996>
- Quesada, M. E., Solano Fajardo, E., Orobio Quiñones, A., & Microsoft. (2011). *Uso de modelos de elevación digital como alternativa para mostrar errores en mapas topográficos; generación de modelo digital de un terreno a partir de datos topográficos; ¿qué es la ciencia de datos?* Retrieved from <https://www.redalyc.org/pdf/4517/451744685004.pdf>;<http://repositorio.unicauca.edu.co:8080/bitstream/handle/123456789/501/Generaci%C3%B3n%20del%20modelo%20digital%20de%20un%20terreno%20a%20partir%20de%20datos%20topogr%C3%A1ficos.pdf?sequence=1>;<https://>

azure.microsoft.com/es-mx/resources/cloud-computing-dictionary/what-is-data-science/

- Restrepo, J. (2021). Aplicaciones de redes neuronales en la resolución de problemas de optimización. *Revista UIS Ingenierías*, 20(1), 31-44. Retrieved from http://scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-17982021000100071
- Saldaña, A., JICA, J. M., Bibliocad, CONCYTEC, Seguro, C., Agency, F. E. M., ... SENAMHI (s.f.). *Recursos sobre obras hidráulicas y concreto ciclópeo*. Retrieved from https://www.jica.go.jp/Resource/project/all_c_america/001/materials/pdf/manual_02.pdf, <https://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14067/6100/AcuAña%20SaldaAña%20Juan%20Miguel.pdf?isAllowed=y&sequence=1>, https://www.bibliocad.com/es/biblioteca/disenio-de-muro-de-contencion-de-concreto-ciclopeo_108094/, https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/URPU_85ae6d2798af7a8f02d5f05229421945/Details, <https://www.construyendoseguro.com/el-arte-de-elaborar-concreto-ciclopeo-guia-de-construccion-y-consejos-practicos/>, <https://www.fema.gov/media-library-data/730061>, <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/94147/05Jcb05de16.pdf?sequence=5>, <https://www.midagri.gob.pe/portal/datero/53sector-agrario/el-clima>, <https://www.senamhi.gob.pe/main.php?dp=ayacucho&p=mapa-climatico-del-peru>
- Servindi, & ACANITS. (s.f.). *Siembra y cosecha de agua: La propuesta desconocida y metodología ts para gestión de cuencas*. Retrieved from <https://www.servindi.org/actualidad-noticias/31/05/2021/siembra-y-cosecha-de-agua-la-propuesta-desconocida-del-debate>, <https://www.acanits.org/assets/img/libros/Metodologia%20TS.pdf>
- Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural, E. R. (s.f.). *Normas técnicas complementarias para el diseño y construcción de estructuras de concreto, y análisis de impacto ambiental*. Retrieved from https://www.smie.org.mx/uploads/1/2022-11/normas_tecnicas_complementarias_diseno_construccion_estructuras_concreto_2017.pdf, https://www.edpr.com/north-america/sites/edprna/files/2020-09/MIA-R_Cap-6-EDC.pdf
- TheDataSchools, Pareto, Digital, I., & AprenderBigData. (s.f.). *Conceptos básicos y avanzados de machine learning*. Retrieved from <https://thedata.schools.com/que-es/machine-learning/>, <https://blog.pareto.io/es/machine-learning-2/>, https://informatecdigital.com/inteligencia-artificial/aprendizaje-automatico-conceptos-basicos-y-avanzados/#google_vignette, <https://aprenderbigdata.com/machine-learning/>
- Villasís Kever, M. ., & Miranda Novales, M. G. (2016). El protocolo de investigación iv: las variables de estudio. *Revista Alergia México*, 63(3), 303-310. Retrieved from <https://www.redalyc.org/pdf/4867/486755025003.pdf>
- Villegas, M., Rodríguez, H., & Carhuanchó, C. (2018). Optimización del diseño de presas y diques en los andes peruanos utilizando inteligencia artificial. *Revista Andina de Ingeniería*, 11(4), 89-104. Retrieved from <https://link.springer.com/journal/40996>
- ViveVirtual, & TheDataSchools. (s.f.). *Redes neuronales e ia*. Retrieved

- from https://vivevirtual.es/noticias-ia/redes-neuronales-ia/#google_vignette,<https://thedataschools.com/que-es/red-neuronal/>
- ViveVirtual, TheDataSchools, & IBM. (s.f.). *Redes neuronales e ia*. Retrieved from https://vivevirtual.es/noticias-ia/redes-neuronales-ia/#google_vignette,<https://thedataschools.com/que-es/red-neuronal/>,<https://www.ibm.com/es-es/topics/neural-networks>
- Vázquez Pérez, J. P. (2024). *Enfoque cuantitativo y sus diseños: descripciones, aplicaciones y procesos*. Retrieved from <https://cea.uprrp.edu/wp-content/uploads/2024/03/Enfoque-cuantitativo-y-sus-disenos-descripciones-aplicaciones-y-procesos.pdf>
- Water, U., de Medio Ambiente y Recursos Naturales, S., GWP, Metropol, & Martínez, A. (s.f.). *Step-by-step methodology for the establishment of the water quality monitoring system, global goals and indicators for water-related targets, diagnóstico de las microcuencas en la región de los ríos del estado de guerrero, cuenca hidrológica: un enfoque para la gestión del agua, manual para la realización de aforos caudal fuentes superficiales, aprovechamiento del agua: fundamentos para la gestión de recursos hídricos*. Retrieved from https://www.unwater.org/sites/default/files/app/uploads/2017/05/SP_Step-by-step-methodology-6-3-2_Revision-2017-01-18_Final.pdf,https://www.unwater.org/sites/default/files/app/uploads/2017/10/G2_Metas-e-indicadores-mundiales_Version-2017-07-14.pdf,<https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2013/CD001596.pdf>,https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-sam_files/publicaciones/varios/cuenca_hidrologica.pdf,<https://www.metropol.gov.co/area/Documents/transparencia/M-GAA-RR-03%20Manual%20para%20la%20realizaci%C3%B3n%20aforos%20caudal%20fuentes%20superficiales.pdf>,<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/21725/3353962.2005.Parte%2013.pdf?sequence=11>
- Yilmaz, S., Altunisik, A., & Gencoglu, M. (2015). Predictive modeling of dam strength using artificial neural networks. *Journal of Civil Engineering and Management*, 21(7), 318-327. Retrieved from <https://link.springer.com/journal/40996>

- ☞ **Redes neuronales artificiales (RNA):** Algoritmos inspirados en el funcionamiento del cerebro humano que se utilizan para identificar patrones y realizar predicciones basadas en grandes volúmenes de datos.
- ☞ **Diques de concreto ciclópeo:** Estructuras hidráulicas construidas con una mezcla de concreto y grandes piedras, empleadas para almacenar y regular el flujo de agua.
- ☞ **Modelo de elevación digital (DEM):** Representación tridimensional de la superficie de la Tierra, que permite estudiar las variaciones topográficas del terreno.
- ☞ **Siembra y cosecha de agua:** Técnica de manejo hídrico para captar, almacenar y gestionar el agua de lluvia o escorrentía en épocas de sequía mediante infraestructura, como diques o qochas.
- ☞ **Algoritmo Adam:** Método de optimización utilizado en el entrenamiento de redes neuronales, conocido por su capacidad para alcanzar una convergencia rápida en la minimización del error.
- ☞ **Normalización y escalado:** Procesos de ajuste de datos a una escala común para mejorar el rendimiento y estabilidad del modelo.
- ☞ **Coeficiente de determinación (R^2):** Métrica estadística que mide la precisión del modelo al indicar la proporción de varianza en los valores observados explicada por el modelo con redes neuronales artificiales.
- ☞ **Error cuadrático medio (MSE):** Métrica que cuantifica el promedio de los errores al cuadrado entre los valores predichos y los valores observados, penalizando con mayor peso los errores mas grandes.
- ☞ **Raíz del error cuadrático medio (RMSE):** Desviación estándar de los errores de predicción del modelo, proporcionando una métrica en las mismas unidades que los datos observados.
- ☞ **Error absoluto medio (MAE):** Promedio de los errores absolutos entre los valores predichos y observados, proporcionando una medida directa de la precisión del modelo con redes neuronales artificiales.
- ☞ **Nivel de significancia estadística (α):** Probabilidad de cometer un error tipo I en una prueba de hipótesis, indicando la probabilidad de rechazar incorrectamente la hipótesis nula.
- ☞ **Coeficiente de regresión (β):** Parámetro en un modelo de regresión que representa la relación entre una variable independiente y una variable dependi-

ente.

- ☞ **Término de error o residuo (ε):** Diferencia entre el valor observado y el valor predicho por el modelo, utilizado para evaluar la precisión de las predicciones.

Acrónimos

- ☞ **RNA:** Redes neuronales artificiales.
- ☞ **DEM:** Modelo de elevación digital (digital elevation model).
- ☞ **MSE:** Error cuadrático medio (mean squared error).
- ☞ **RMSE:** Raíz del error cuadrático medio (root mean squared error).
- ☞ **MAE:** Error absoluto medio (mean absolute error).
- ☞ R^2 : Coeficiente de Determinación.
- ☞ **UTM:** Sistema de coordenadas universal transversal de mercator.

- ☞ **R^2** : Coeficiente de determinación, que mide la precisión del modelo en la predicción de los valores observados.
- ☞ **MSE**: Error cuadrático medio, que cuantifica el promedio de los errores al cuadrado entre valores predichos y observados.
- ☞ **RMSE**: Raíz del error cuadrático medio, que representa la desviación estándar de los errores de predicción del modelo.
- ☞ **MAE**: Error absoluto medio, que calcula el promedio de los errores absolutos entre los valores predichos y observados.
- ☞ **α** : Nivel de significancia estadística, indicando la probabilidad de error tipo I en una prueba de hipótesis.
- ☞ **β** : Coeficiente en regresión, que representa la relación entre una variable independiente y una dependiente en un modelo lineal.
- ☞ **ϵ** : Término de error o residuo en los modelos de predicción, indicando la diferencia entre el valor observado y el predicho.



Matriz de consistencia.

Contiene:

Anexo A Matriz de consistencia.

MODELO CON REDES NEURONALES ARTIFICIALES PARA PREDECIR EL DISEÑO DE DIQUES DE CONCRETO CICLOPEO EN LOS PROYECTOS DE SIEMBRA Y COSECHA DE AGUA, AYACUCHO 2024.						
MATRIZ DE CONSISTENCIA						
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	Poblacion y Muestra
¿Cuál es el modelo adecuado para la predicción del diseño de diques de concreto ciclopeo con redes neuronales artificiales en los proyectos de siembra y cosecha de agua, Ayacucho 2024?	Diseñar el modelo adecuado para la predicción del diseño de diques de concreto ciclopeo con redes neuronales artificiales en los proyectos de siembra y cosecha de agua, Ayacucho 2024.	El modelo adecuado con redes neuronales artificiales para predecir el diseño de diques de concreto ciclopeo optimiza la precisión del diseño en los proyectos de siembra y cosecha de agua, Ayacucho, 2024.		Arquitectura del modelo con redes neuronales artificiales	-Número de capas de RNA -Número de neuronas por capa de RNA -Función de activación de la RNA -Algoritmo de optimización -Tasa de aprendizaje -Regularización -Inicialización de pesos -Estructura de conexiones	
Problemas Específicos:	Objetivos Específicos:	Hipótesis específicas				
¿Cuál es la arquitectura adecuada del modelo con redes neuronales artificiales para la predicción del diseño de diques de concreto ciclopeo en los proyectos de siembra y cosecha de agua, Ayacucho 2024?	Diseñar la arquitectura adecuada del modelo con redes neuronales artificiales para la predicción del diseño de diques de concreto ciclopeo en los proyectos de siembra y cosecha de agua, Ayacucho 2024.	El diseño adecuado de la arquitectura del modelo con redes neuronales artificiales para predecir el diseño de diques de concreto ciclopeo optimiza la precisión en los proyectos de siembra y cosecha de agua en Ayacucho, 2024.	Modelo con redes neuronales artificiales (independiente)	Base de datos y algoritmo de entrenamiento	-Modelo de elevación digital. -Punto de sifro -Área de la microcuenca -Volumen de almacenamiento de la microcuenca	Poblacion: Proyectos de siembra y cosecha de agua del año 2019 a 2024.
¿Cuál es la base de datos y algoritmo de entrenamiento adecuado para el modelo con redes neuronales artificiales para la predicción del diseño de diques de concreto ciclopeo en los proyectos de siembra y cosecha de agua, Ayacucho 2024?	Seleccionar la base de datos y algoritmo de entrenamiento adecuado para el modelo de redes neuronales artificiales para la predicción del diseño de diques de concreto ciclopeo en los proyectos de siembra y cosecha de agua, Ayacucho 2024.	La selección adecuada de la base de datos y del algoritmo de entrenamiento del modelo con redes neuronales artificiales para la predicción del diseño de diques de concreto ciclopeo optimiza el tiempo de aprendizaje de la red en los proyectos de siembra y cosecha de agua, Ayacucho 2024.		Rendimiento del modelo con redes neuronales artificiales	- Coeficiente de determinación de las variables predichas.	Muestra: Proyectos de siembra y cosecha de agua del año 2019 a 2024 en el departamentos de Ayacucho, Apurímac, Cusco, Huancavelica y Lima.
¿Cuál es el coeficiente de determinación del rendimiento del modelo con redes neuronales artificiales para la predicción del diseño de diques de concreto ciclopeo en los proyectos de siembra y cosecha de agua, Ayacucho 2024?	Determinar el coeficiente de determinación del rendimiento del modelo con redes neuronales artificiales para la predicción del diseño de diques de concreto ciclopeo en los proyectos de siembra y cosecha de agua, Ayacucho 2024.	El coeficiente de determinación del rendimiento del modelo con redes neuronales artificiales para predecir el diseño de diques de concreto ciclopeo es significativamente alto en los proyectos de siembra y cosecha de agua en Ayacucho, 2024.	Diseño de diques de concreto ciclopeo (dependiente)	Dimensiones de la estructura	-Ubicación del dique en coordenadas UTM -Longitud del dique -Altura máxima del dique	

B

Memoria descriptiva de los expedientes técnicos de obra de los proyectos de siembra y cosecha agua.

Contiene:

Anexo B Metas físicas de los expedientes técnicos de obra de los proyectos de siembra y cosecha agua.



EXPEDIENTE TECNICO

***“CONSTRUCCION DE CAPTACION DE AGUA;
EN EL(LA) RECARGA HÍDRICA PARA LAS
UNIDADES PRODUCTORAS DEL SISTEMA DE
RIEGO ISCCANA, SOCOS, YANAYACU,
INGAHUASI, SAN MATEO DE JATUMPAMPA,
ARIZONA, PACCHA, YURACCRACCAY, EQUIZ,
MOLLEBAMBA, PANTI, DISTRITO DE VINCHOS,
PROVINCIA HUAMANGA; DISTRITO DE CHACA,
PROVINCIA HUANTA, DEPARTAMENTO
AYACUCHO”***

CUI 2606189

**INVERSIÓN:
S/ 1,767,810.30**

**AYACUCHO
2024**

CUADRO N°6: Dimensiones de Qochas

QOCHA	DIQUE PRINCIPAL			DIQUE CONFINAMIENTO 1			DIQUE CONFINAMIENTO 2		
	LONGITUD m	CORONA m	ALTURA m	LONGITUD m	CORONA m	ALTURA m	LONGITUD m	CORONA m	ALTURA m
VICUÑAQOCHA	49.50	0.30	1.60	-	-	-	-	-	-
TAQRAQOCHA	40.10	0.30	1.70	11.20	0.30	0.75	25.6	0.3	0.75
QOCHACUCHO	70.00	0.30	1.75	-	-	-	-	-	-
CHALLHUAQOCHA	44.50	0.30	1.70	-	-	-	-	-	-
HUAYLUPATA	37.60	0.30	2.75	-	-	-	-	-	-
HATUNQOCHA	94.80	0.30	1.25	38.20	0.30	1.55	-	-	-
TAQSANAQOCHA	65.00	0.30	1.80	10.70	0.30	0.40	-	-	-
OSHCOQOCHA	26.30	0.30	2.20	20.60	0.30	0.80	-	-	-
TOTORAQOCHA	32.10	0.30	2.50	-	-	-	-	-	-
MOROQOCHA 1	27.60	0.30	1.45	41.80	0.30	1.35	-	-	-

CUADRO N°7: Dimensiones de Obras de arte

QOCHA	ANCHO ALIVIADERO			TOMA Y DESCARGA		
	LONGITUD (m)	ANCHO (m)	CAUDAL DE DESCARGA (m3/s)	DIAMETRO mm	LONGITUD m	CAUDAL DE DESCARGA (m3/s)
VICUÑAQOCHA	24	7	0.307	160	12	0.061
TAQRAQOCHA	2.9	5	0.415	160	12	0.063
QOCHACUCHO	45	16.5	1.004	160	12	0.064
CHALLHUAQOCHA	39	13.5	0.814	160	18	0.063
HUAYLUPATA	4.6	10	1.648	160	6	0.080
HATUNQOCHA	2.6	21	1.216	160	6	0.054
TAQSANAQOCHA	1.6	6.8	0.306	160	12	0.065
OSHCOQOCHA	4.3	10	1.643	160	6	0.072
TOTORAQOCHA	4.5	11	1.426	160	6	0.077
MOROQOCHA 1	2.8	9.5	0.645	160	6	0.058

2.6 RESUMEN DEL COSTO DE LA INVERSIÓN

El costo para la inversión se detalla en el siguiente cuadro:

RESUMEN GENERAL DEL PRESUPUESTO			
INVERSIÓN :	CONSTRUCCION DE CAPTACION DE AGUA; EN EL(LA) RECARGA HÍDRICA PARA LAS UNIDADES PRODUCTORAS DEL SISTEMA DE RIEGO ISCCANA, SOCOS, YANAYACU, INGAHUASI, SAN MATEO DE JATUMPAMPA, ARIZONA, PACCHA, YURACCRACCAY, EQUIZ, MOLLEBAMBA, PANTI, DISTRITO DE VINCHOS, PROVINCIA HUAMANGA; DISTRITO DE CHACA, PROVINCIA HUANTA, DEPARTAMENTO AYACUCHO		
CÓDIGO ÚNICO DE INVERSIÓN:	2606189		
UNIDAD EJECUTORA DE INVERSIONES:	UNIDAD EJECUTORA FONDO SIERRA AZUL		
FUNCIÓN:	17 AMBIENTE		
PROGRAMA:	054 DESARROLLO ESTRATÉGICO, CONSERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DEL PATRIMONIO NATURAL		
SUB-PROGRAMA:	0120: GESTIÓN INTEGRADA Y SOSTENIBLE DE ECOSISTEMAS		
SECTOR RESPONSABLE:	013 AGRICULTURA		
UBICACIÓN:	VINCHOS-CHACA-HUAMANGA-HUANTA - AYACUCHO		
CÓDIGO DE OBRA O INTERVENCIÓN	NOMBRE	TIPO DE ACCION	COSTO (S/.)
I.- COSTO DIRECTO			1,233,266.52
1.1. INFRAESTRUCTURA NATURAL			1,233,266.52
AYA13-2023-Q1	VICUÑAQOCHA	QOCHA	114,595.82
AYA13-2023-Q2	TAQRAQOCHA	QOCHA	86,957.30
AYA13-2023-Q3	QOCHACUCHO	QOCHA	150,652.58
AYA13-2023-Q4	CHALLHUAQOCHA	QOCHA	122,837.01
AYA13-2023-Q5	HUAYLUPATA	QOCHA	117,848.62
AYA13-2023-Q6	HATUNQOCHA	QOCHA	166,405.34
AYA13-2023-Q7	TAQSANAQOCHA	QOCHA	120,700.33
AYA13-2023-Q8	OSHCOQOCHA	QOCHA	108,046.52
AYA13-2023-Q9	TOTORAQOCHA	QOCHA	138,684.51
AYA13-2023-Q10	MOROQOCHA 1	QOCHA	106,538.49
II.- COSTO INDIRECTO			534,543.78
GASTOS GENERALES			251,687.52
GASTOS DE SUPERVISION			104,040.90
GASTOS DE LIQUIDACION			37,500.00
GASTOS DE GESTIÓN			141,315.36
TOTAL INVERSION			1,767,810.30

El costo total del proyecto asciende a S/ 1,767,810.30 (Un millón setecientos sesenta y siete mil ochocientos diez con 30/100 soles).

2.7 PLAZO DE EJECUCIÓN

El plazo de ejecución de la inversión es de 120 días calendarios; el cual contempla la ejecución de la obra (90 días de ejecución) y liquidación de la inversión (30 días).



EXPEDIENTE TECNICO

“CONSTRUCCION DE CAPTACION DE AGUA; EN EL(LA) RECARGA HÍDRICA PARA LAS UNIDADES PRODUCTORAS SISTEMA DE RIEGO PRESURIZADO EN SAMINCA, SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO EN TACMAYOCC, SERVICIO DE AGUA DEL SISTEMA DE RIEGO EN CHIWILLUYOCC, DISTRITO DE SAN ANTONIO DE ANTAPARCO, DISTRITO DE PARAS, PROVINCIA CANGALLO, DEPARTAMENTO AYACUCHO”

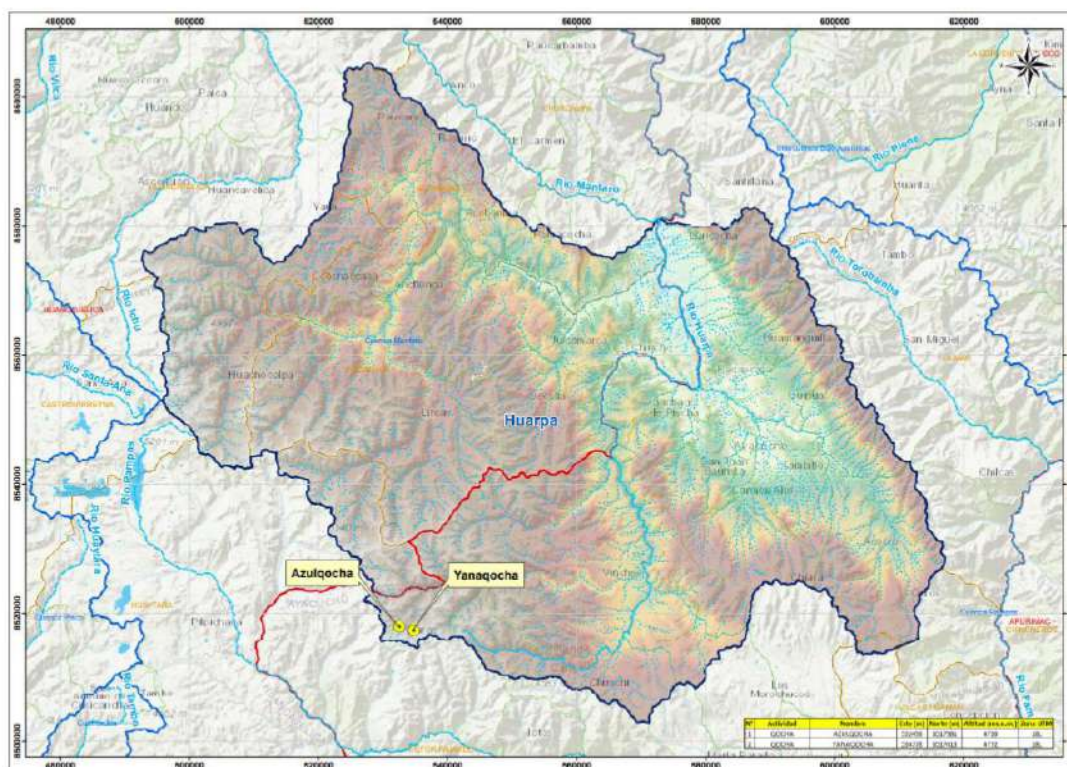
CUI 2616947

**INVERSIÓN:
S/ 325,604.73**

**AYACUCHO
2024**

1.3.5 MAPA DE LAS ZONAS A INTERVENIR

FIGURA N° 01: Imagen satelital de ubicación de las acciones de SyCA



1.4 BENEFICIARIOS

Los beneficiarios directos de la inversión IOARR son 39 familias, de la comunidad de Tunsulla, ubicado en el distrito de Paras, provincia Cangallo que tiene acondicionada 37.02 ha para recarga hídrica.

1.5 METAS FÍSICAS

CUADRO N° 04: Meta física (Resumen)

COMPONENTE	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD
Qocha	Unidad	02

CUADRO N° 05: Dimensiones de Qochas

QOCHA	DIQUE			ANCHO ALIVIADERO m	DESCARGA	
	LONGITUD m	CORONA m	ALTURA m		DIAMETRO mm	LONGITUD m
AZULQOCHA	38.8	0.3	2.95	2.50	160	9.00
YANAQOCHA	26.4	0.3	2.25	3.50	160	9.00

1.6 RESUMEN DEL COSTO DE LA INVERSIÓN

El costo para la inversión se detalla en el siguiente cuadro:

CUADRO N° 07: Resumen de Presupuesto

RESUMEN GENERAL DEL PRESUPUESTO			
INVERSIÓN:	CONSTRUCCION DE CAPTACION DE AGUA EN EL(LA) RECARGA HÍDRICA PARA LAS UNIDADES PRODUCTORAS SISTEMA DE RIEGO PRESURIZADO EN SAMINCA, SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO EN TACMAYOCC, SERVICIO DE AGUA DEL SISTEMA DE RIEGO EN CHIWILLUYOCC, DISTRITO DE SAN ANTONIO DE ANTAPARCO, DISTRITO DE PARAS, PROVINCIA CANGALLO, DEPARTAMENTO AYACUCHO		
CÓDIGO ÚNICO DE INVERSIÓN:	2616947		
UNIDAD EJECUTORA DE INVERSIONES:	UNIDAD EJECUTORA FONDO SIERRA AZUL		
FUNCIÓN:	17 AMBIENTE		
PROGRAMA:	054 DESARROLLO ESTRATÉGICO, CONSERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DEL PATRIMONIO NATURAL		
SUB-PROGRAMA:	0120: GESTIÓN INTEGRADA Y SOSTENIBLE DE ECOSISTEMAS		
SECTOR RESPONSABLE:	013 AGRICULTURA		
UBICACIÓN:	TUNSULLA - PARAS - CANGALLO - AYACUCHO		
CÓDIGO DE OBRA O INTERVENCIÓN	NOMBRE	TIPO DE ACCION	COSTO (S/)
I.- COSTO DIRECTO			196,096.54
1.1. INFRAESTRUCTURA NATURAL			196,096.54
AYA15-2023-Q1	AZULQOCHA	QOCHA	130,139.77
AYA15-2023-Q2	YANAQOCHA	QOCHA	65,956.77
II.- COSTO INDIRECTO			129,508.19
GASTOS GENERALES			27,846.52
GASTOS DE SUPERVISION			50,663.80
GASTOS DE LIQUIDACION			7,200.00
GASTOS DE GESTIÓN			43,797.87
TOTAL INVERSIÓN			325,604.73

El costo total del proyecto asciende a S/ 325,604.73 (Trescientos veinticinco mil seiscientos cuatro con 73/100 soles), para los tipos de inversión planteadas.

CUADRO N° 08: Presupuesto desagregado por componente

CÓDIGO DE OBRA O INTERVENCIÓN	LUGAR DE INTERVENCIÓN	COSTO DIRECTO	GASTOS GENERALES	GASTOS DE SUPERVISIÓN	GASTO DE LIQUIDACION	GASTOS DE GESTION	TOTAL
AYA15-2023-Q1	AZULQOCHA	130,139.77	14,127.52	26,076.40	3,600.00	21,898.935	195,842.63
AYA15-2023-Q2	YANAQOCHA	65,956.77	13,719.00	24,587.40	3,600.00	21,898.935	129,762.11
TOTAL		196,096.54	27,846.52	50,663.80	7,200.00	43,797.87	325,604.73



EXPEDIENTE TECNICO

***“CONSTRUCCION DE CAPTACION DE AGUA;
EN EL(LA) RECARGA HÍDRICA PARA LAS
UNIDADES PRODUCTORAS SISTEMA DE
RIEGO SEQUELLO EN EL DISTRITO DE
MARCABAMBA, SISTEMA DE RIEGO JERCCO
PUCRO EN EL DISTRITO DE LAMPA Y SISTEMA
DE RIEGO TOCCYASCCA EN EL DISTRITO DE
SAN JAVIER DE ALPABAMBA, DISTRITO DE
CORACORA, PROVINCIA PARINACOCHAS,
DEPARTAMENTO AYACUCHO”***

CUI 2616951

**INVERSIÓN:
S/ 1,623,150.31**

**AYACUCHO
2024**

CUADRO N°6: Dimensiones de Qochas

QOCHA	DIQUE PRINCIPAL			DIQUE CONFINAMIENTO 1			DIQUE CONFINAMIENTO 2		
	LONGITUD	CORONA	ALTURA	LONGITUD	CORONA	ALTURA	LONGITUD	CORONA	ALTURA
	m	m	m	m	m	m	m	m	m
CHALLWAQOCHA	26.00	0.3	1.20	-	-	-	-	-	-
CCELLHUAQOCHA	49.00	0.3	1.90	15	0.3	0.75	24	0.3	0.75
ESQUINAQOCHA 2	58.70	0.3	1.05	-	-	-	-	-	-
YANAQOCHA	42.40	0.3	1.15	-	-	-	-	-	-
LLIWAQOCHA	45.00	0.3	0.74	-	-	-	-	-	-
LAGUNAQOCHA	51.00	0.3	0.95	40	0.3	1.55	-	-	-
PIRUROQOCHA 1	47.30	0.3	1.00	10	0.3	0.4	-	-	-
CCELWAQOCHA	67.80	0.3	0.75	25	0.3	0.8	-	-	-
CHETJARUMI 1	85.00	0.3	0.73	-	-	-	-	-	-
PULWASQOCHA	57.30	0.3	1.40	35	0.3	1.35	-	-	-

CUADRO N°7: Dimensiones de Obras de arte

QOCHA	ANCHO ALVIADERO			TOMA Y DESCARGA		
	LONGITUD (m)	ANCHO (m)	CAUDAL DE DESCARGA (m3/s)	DIAMETRO mm	LONGITUD m	CAUDAL DE DESCARGA (m3/s)
CHALLWAQOCHA	2.5	7	0.307	160	12	0.071
CCELLHUAQOCHA	2.9	5	0.415	160	12	0.053
ESQUINAQOCHA 2	4.5	16.5	1.004	160	12	0.084
YANAQOCHA	3.9	13.5	0.814	160	18	0.093
LLIWAQOCHA	4.6	10	1.648	160	6	0.070
LAGUNAQOCHA	2.6	21	1.216	160	6	0.044
PIRUROQOCHA 1	1.6	6.8	0.306	160	12	0.055
CCELWAQOCHA	4.3	10	1.643	160	6	0.072
CHETJARUMI 1	4.5	11	1.426	160	6	0.067
PULWASQOCHA	2.8	9.5	0.645	160	6	0.058

UNIDAD EJECUTORA “FONDO SIERRA AZUL”



EXPEDIENTE TECNICO DE INVERSION

“CONSTRUCCIÓN DE CAPTACIÓN DE AGUA; EN EL (LA) RECARGA HÍDRICA PARA 03 UNIDADES PRODUCTORAS DE LOS SISTEMA DE RIEGO PACCPAYOCC, PUMAPUQUIO Y YANAYACU; DISTRITO ACOCRO, DISTRITO SOCOS, PROVINCIA HUAMANGA, DEPARTAMENTO AYACUCHO”

AYACUCHO – 2020

Dique y obras conexas para Qocha	Aya1-2020-Q11	WACHWAQOCHA 1	59,377.54	187.01
Dique y obras conexas para Qocha	Aya1-2020-Q12	WACHWAQOCHA 2	6,401.71	34.57
Dique y obras conexas para Qocha	Aya1-2020-Q13	CHANCHAYLLOQOCHA	7,201.00	47.87
Dique y obras conexas para Qocha	Aya1-2020-Q14	YANACCACCAQOCHA 1	4,225.45	14.14
Dique y obras conexas para Qocha	Aya1-2020-Q15	YANACCACCAQOCHA 2	3,352.93	9.89
Dique y obras conexas para Qocha	Aya1-2020-Q16	YANACCACCAQOCHA 3	5,054.17	26.45
Dique y obras conexas para Qocha	Aya1-2020-Q17	QOCHAPATA 1	7,131.68	34.29
Dique y obras conexas para Qocha	Aya1-2020-Q18	QOCHAPATA 2	15,512.59	7.29
Dique y obras conexas para Qocha	Aya1-2020-Q19	SACHAQOCHA	17,868.36	24.29
TOTAL			296,099.59	1,043.81

(*) La superficie implementada para la acción qocha, se estima por el área de espejo o embalse, para las otras acciones representa el área intervenida.

(**) La Superficie Acondicionada para la acción qocha se estima por el área de recarga hídrica de la qocha.

CUADRO N° 05: Dimensiones del Dique por Qocha

QOCHA	DIQUE							ALIVIADERO	DESCARGA	
	Longitud (m)	Longitud Confinamiento (m)	Longitud Confinamiento (m)	Corona (m)	Altura conf. 1 (m)	Altura conf. 3 (m)	Altura conf. 2 (m)	Longitud (m)	Diametro (mm)	Longitud (m)
TOTORA QOCHA-COOISA	38.50			0.35	2.45			6.5	160	18
LLULLUQAQOCHA	32.50	21.80	34.30	0.35	2.15	0.4	0.65	5	160	18
HUATAYQOCHA 1	34.00	32.20		0.35	1.55	1		4	160	24
HUATAYQOCHA 2	50.00	30.00		0.35	2.2	0.6		6	160	18
TOROQOCHA	10.00	50.00		0.35	1.5	0.9		5	160	18
TOTORAQOCHA	35.20			0.35	1.7			12	160	18
PUCLLAQOCHA	37.50			0.35	2.25			12	160	24
CCELLOQOCHA	43.30			0.35	2.25			14	160	18
ANTAHUAYLLAQOCHA 1	32.00	61.00		4.04	1.75	0.77		5	160	18
ANTAHUAYLLAQOCHA 2	25.80			4.04	1.55			10	160	18
WACHWAQOCHA 1	37.00			4.04	2			4	160	18
WACHWAQOCHA 2	32.00	4.50		4.04	1.4	0.4		6	160	18
CHANCHAYLLOQOCHA	38.00	7.70		0.35	2	0.6		10	160	12
YANACCACCAQOCHA 1	28.50	20.00		4.04	1.9	0.68		6	160	24
YANACCACCAQOCHA 2	58.80			4.04	1.7			6	160	24
YANACCACCAQOCHA 3	25.50			4.04	1.8			4	160	24
QOCHAPATA 1	59.50			4.04	1.45			5	160	18
QOCHAPATA 2	63.30	32.00		4.04	1.5	0.5		3	160	24
SACHAQOCHA	35.00			4.04	1.55			5	160	18

CUADRO N° 06: Resumen de Metas Físicas

META	UNIDAD DE MEDIDA	VALORACION
Qochas (Dique y obras conexas)	Unidad	19

1.6. RESUMEN DEL COSTO DEL PROYECTO

El costo para la inversión se indica en el siguiente cuadro:

Resumen analítico por intervención

CÓDIGO DE OBRA O INTERVENCIÓN	LUGAR DE INTERVENCIÓN	COSTO DIRECTO	GASTOS GENERALES	GASTOS DE SUPERVISIÓN	GASTO DE LIQUIDACION	TOTAL
Aya1-2020-Q1	TOTORA QOCHA-CCOISA	104,178.92	31,596.25	9,648.50	3,000.00	148,423.67
Aya1-2020-Q2	LLULLUCHAQOCHA	104,770.20	30,075.30	9,390.00	3,000.00	147,235.50
Aya1-2020-Q3	HUATAYQOCHA 1	88,572.82	23,663.39	8,614.22	3,000.00	123,850.43
Aya1-2020-Q4	HUATAYQOCHA 2	105,561.26	24,894.04	8,447.92	3,000.00	141,903.22
Aya1-2020-Q5	TOROQOCHA	82,764.76	24,963.58	10,214.22	3,000.00	120,942.56
Aya1-2020-Q6	TOTORAQOCHA	72,051.73	21,106.28	9,950.22	3,000.00	106,108.23
Aya1-2020-Q7	PUCCLAQOCHA	86,124.67	23,855.47	9,654.00	3,000.00	122,634.14
Aya1-2020-Q8	CCELLOQOCHA	97,660.44	24,903.99	9,390.00	3,000.00	134,954.43
Aya1-2020-Q9	ANTAHUAYLLAQOCHA 1	82,900.01	24,095.25	9,950.22	3,000.00	119,945.48
Aya1-2020-Q10	ANTAHUAYLLAQOCHA 2	79,370.11	24,691.58	9,950.22	3,000.00	117,011.91
Aya1-2020-Q11	WACHWAQOCHA 1	79,843.19	26,375.99	9,654.00	3,000.00	118,873.18
Aya1-2020-Q12	WACHWAQOCHA 2	67,699.61	23,713.21	9,390.00	3,000.00	103,802.82
Aya1-2020-Q13	CHANCHAYLLOQOCHA	75,173.60	29,007.87	12,699.90	3,000.00	119,881.37
Aya1-2020-Q14	YANACCACCAQOCHA 1	79,646.79	26,100.93	10,214.22	3,000.00	118,961.94
Aya1-2020-Q15	YANACCACCAQOCHA 2	101,804.29	30,215.25	9,950.22	3,000.00	144,969.76
Aya1-2020-Q16	YANACCACCAQOCHA 3	75,989.45	25,936.93	9,950.22	3,000.00	114,876.60
Aya1-2020-Q17	QOCHAPATA 1	105,149.71	26,363.99	10,214.22	3,000.00	144,727.92
Aya1-2020-Q18	QOCHAPATA 2	111,382.29	26,533.99	9,950.22	3,000.00	150,866.50
Aya1-2020-Q19	SACHAQOCHA	96,360.34	29,766.65	10,214.22	3,000.00	139,341.21
TOTAL		1,697,004.19	497,859.94	187,446.74	57,000.00	2,439,310.87

Consolidado del presupuesto total

TIPO DE ACCIÓN	COSTO DIRECTO	GASTOS GENERALES	GASTOS DE SUPERVISIÓN	GASTO DE LIQUIDACION	GASTOS DE GESTION	TOTAL
QOCHA (DIQUE)	1,697,004.19	497,859.94	187,446.74	57,000.00	202,713.17	2,642,024.04
TOTAL	1,697,004.19	497,859.94	187,446.74	57,000.00	202,713.17	2,642,024.04

SON: DOS MILLONES SEISCIENTOS CUARENTA Y DOS MIL VEINTICUATRO CON 04/100 SOLES.

UNIDAD EJECUTORA “FONDO SIERRA AZUL”



RESUMEN EJECUTIVO

Lima, Diciembre 2020

CUADRO N° 04: Metas Física

Descripción de la intervención	Código de Acción	Nombre de la Acción	Volumen incremental de recarga hídrica (m3)	Superf. Acondicionada para Recarga Hídrica (ha)
DIQUE PARA QOCHA	APU9-2020-Q1	CONDORTIANCCA	9,274.14	118.59
DIQUE PARA QOCHA	APU9-2020-Q2	PAUCCA	10,226.64	100.17
DIQUE PARA QOCHA	APU9-2020-Q3	YANACCOCHA-TORAYA	28,555.32	70.44
DIQUE PARA QOCHA	APU9-2020-Q4	PILLCOCANCHA	139,076.70	53.41
DIQUE PARA QOCHA	APU9-2020-Q5	PARCCACCOCHA	91,253.24	124.50
DIQUE PARA QOCHA	APU9-2020-Q6	AICHUNQUCCOCHA	15,033.56	27.13
DIQUE PARA QOCHA	APU9-2020-Q7	YANACCOCHA-CANNUA	84,427.08	38.53
DIQUE PARA QOCHA	APU9-2020-Q8	TOTORACCOCHA	24,180.29	31.51
DIQUE PARA QOCHA	APU9-2020-Q9	KACCLLAHUASINA	19,122.53	68.67
DIQUE PARA QOCHA	APU9-2020-Q10	CHALLHUACCOCHA	23,535.13	34.79
DIQUE PARA QOCHA	APU9-2020-Q11	SORACCOCHA	8,636.62	21.09
TOTAL			453,321.24	688.82

CUADRO N° 05: Dimensiones del Dique por Qocha

DESCRIPCIÓN	DIQUE			LONGITUD ALIVIADERO (m)	DESCARGA	
	LONGITUD (m)	CORONA (m)	ALTURA (m)		DIAMETRO (mm)	LONGITUD (m)
CONDORTIANCCA	59.00	0.30	1.75	3.80	160.00	18.00
PAUCCA	61.00	0.30	1.30	4.20	160.00	18.00
YANACCOCHA-TORAYA DIQUE 1	24.80	0.30	1.35	4.5	160.00	18.00
YANACCOCHA-TORAYA DIQUE 2	49.60	0.30	0.73			
PILLCOCANCHA	42.30	0.30	2.05	3.9	160.00	18.00
PARCCACCOCHA	54.60	0.30	2.00	4.40	160.00	12.00
AICHUNQUCCOCHA DIQUE 1	19.20	0.30	2.65	3.20	160.00	12.00
AICHUNQUCCOCHA DIQUE 2	24.40	0.30	1.85			
YANACCOCHA-CANNUA	28.50	0.30	2.40	4.30	160.00	12.00
TOTORACCOCHA	46.90	0.30	2.20	4.00	160.00	18.00
KACCLLAHUASINA	40.00	0.30	1.80	4.60	160.00	12.00
CHALLHUACCOCHA	48.30	0.30	1.85	3.80	160.00	12.00
SORACCOCHA	48.20	0.30	1.55	2.30	160.00	18.00

1.6. RESUMEN DEL COSTO DEL PROYECTO

El costo para la inversión se detalla en el siguiente cuadro:

CUADRO N° 06: Costo Total del Presupuesto

CÓDIGO DE ACCION O INTERVENCIÓN	NOMBRE	TIPO DE ACCION	COSTO (S/.)
I.- COSTO DIRECTO			
APU9-2020-Q1	CONDORTIANCCA	QOCHA	93,408.72
APU9-2020-Q2	PAUCCA	QOCHA	94,975.89
APU9-2020-Q3	YANACCOCHA-TORAYA	QOCHA	112,908.58
APU9-2020-Q4	PILLCOCANCHA	QOCHA	105,217.47
APU9-2020-Q5	PARCCACCOCHA	QOCHA	93,277.56
APU9-2020-Q6	AICHUNQUCCOCHA	QOCHA	97,346.53
APU9-2020-Q7	YANACCOCHA-CANNUA	QOCHA	82,675.31
APU9-2020-Q8	TOTORACCOCHA	QOCHA	102,597.65
APU9-2020-Q9	KACCLLAHUASINA	QOCHA	79,498.47
APU9-2020-Q10	CHALLHUACCOCHA	QOCHA	88,313.49
APU9-2020-Q11	SORACCOCHA	QOCHA	94,248.11
			=====
TOTAL COSTO DIRECTO			1,044,467.78
II.- COSTO INDIRECTO			564,388.00
GASTOS GENERALES			331,851.20
GASTOS DE SUPERVISION			94,611.80
GASTOS DE LIQUIDACION			33,000.00
GASTOS DE GESTIÓN			104,925.00
			=====
TOTAL INVERSION			1,608,855.78

El presupuesto asciende a la suma de un millón seiscientos ocho mil ochocientos cincuenta y cinco con 78/100 soles.

1.7. PLAZO DE EJECUCIÓN

El proyecto tiene un plazo de ejecución total de 120 días calendario; 75 días de ejecución de obra, 15 días de preliquidación y 30 días de liquidación final técnico-financiera.

1.8. MODALIDAD DE EJECUCIÓN

El proyecto será ejecutado por Administración Directa.

CRONOGRAMA

UNIDAD EJECUTORA “FONDO SIERRA AZUL”



EXPEDIENTE TECNICO DE INVERSIÓN

***“CONSTRUCCIÓN DE CAPTACIÓN DE AGUA; EN
EL (LA) RECARGA HÍDRICA EN LOS DISTRITOS
DE ANTABAMBA, EL ORO Y SABAINO PARA 04
UNIDADES PRODUCTORAS DE LOS SISTEMA DE
RIEGO, AYAHUAY, MISKAPATA - EL ORO;
AMANTAY - SABAINO Y WISCAHUACA III ETAPA
DISTRITO ANTABAMBA, PROVINCIA
ANTABAMBA, DEPARTAMENTO APURIMAC”***

APURIMAC – 2020

2.6. METAS FISICAS

Cuadro N° 2. 5: Resumen de Meta Física

Componente	Unidad de Medida	Valoración
Qocha (Dique y Obras Conexas)	Unidad	10

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 2. 6: Contribución al Cierre de Brechas por Meta Física

Descripción de la Intervención	Volumen Incremental de Recarga Hidrica (m3)	Superf. Acondicionada para Recarga Hidrica (ha)
Dique y Obras Conexas para Qochas	239,600.24	363.02

Fuente: Elaboración Propia (Estudio Hidrología y Topográfico).

Cuadro N° 2.7: Dimensiones del Dique por Qocha

Nombre de Qocha	Dique			Aliviadero			Tubería Descarga	
	Longitud (m)	Altura (m)	Ancho Corona (m)	Longitud (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Diámetro Descarga (mm)	Longitud (m)
Chachaski	30.40	2.15	0.30	6.00	7.50	0.40	160.00	6.00
Wisllaccocha 01	29.60	2.25	0.30	9.00	7.00	0.35	160.00	18.00
Wisllaccocha 02	46.90	2.70	0.30	5.70	6.00	0.50	160.00	15.00
Condori 01	50.90	2.35	0.30	6.70	5.00	0.50	160.00	24.00
Pataccocha	15.50	2.95	0.30	2.50	8.50	0.50	160.00	6.00
Vicuñaccocha	49.10	2.50	0.30	3.60	7.00	0.60	160.00	24.00
Corregidor	35.60	2.95	0.30	3.80	5.50	0.60	160.00	24.00
Ccochani 01	47.70	1.75	0.30	6.80	6.50	0.60	160.00	26.00
Ccochani 02	56.70	2.15	0.30	9.00	10.00	0.40	160.00	18.00
Laguna Ticlla	36.10	2.80	0.30	3.60	7.00	0.50	160.00	6.00

Fuente: Elaboración Propia (Capítulo Criterios de Diseño, Planos Diseño)

“UNIDAD EJECUTORA 0036 – 001634 “FONDO SIERRA AZUL”

2.7. RESUMEN DEL COSTO DE LA INVERSIÓN DE OPTIMIZACIÓN

El costo para la inversión por acción se detalla en el siguiente cuadro

Cuadro N° 2.8: Resumen Analítico

CÓDIGO DE OBRA O INTERVENCIÓN	CODIGO DE ACCIÓN	LUGAR DE INTERVENCIÓN	COSTO DIRECTO	GASTOS GENERALES	GASTOS DE SUPERVISIÓN	GASTOS LIQUIDACIÓN	GASTOS GESTIÓN	TOTAL
APU12-2020	APU12-2020-Q1	Chachaski	67,014.26	26,041.30	9,587.00	3,000.00	9,592.00	115,234.56
	APU12-2020-Q2	Wisllacocha 01	112,397.31	26,041.30	9,587.00	3,000.00	9,592.00	160,617.61
	APU12-2020-Q3	Wisllacocha 02	105,644.11	26,611.30	9,587.00	3,000.00	9,592.00	154,434.41
	APU12-2020-Q4	Condori 01	123,221.02	26,611.30	9,587.00	3,000.00	9,592.00	172,011.32
	APU12-2020-Q5	Pataccocha	58,627.60	23,908.97	8,571.70	3,000.00	9,592.00	103,700.27
	APU12-2020-Q6	Vicuñacocha	114,430.06	23,908.97	8,571.70	3,000.00	9,592.00	159,502.73
	APU12-2020-Q7	Corregidor	108,223.38	23,908.97	8,571.70	3,000.00	9,592.00	153,296.05
	APU12-2020-Q8	Ccochani 01	96,088.00	24,003.97	8,571.70	3,000.00	9,592.00	141,255.67
	APU12-2020-Q9	Ccochani 02	106,004.75	24,003.97	8,571.70	3,000.00	9,592.00	151,172.42
	APU12-2020-Q10	Laguna Ticlla	119,006.98	24,003.97	8,571.70	3,000.00	9,592.00	164,174.65
TOTAL			1,010,657.47	249,043.98	89,778.20	30,000.00	95,920.00	1,475,399.65

Fuente: Elaboración Propia (Capítulo Costos & Presupuesto)

I.- MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1. ANTECEDENTES

Las qochas o represas rústicas son depósitos o reservorios de agua, que el hombre utiliza aprovechando la depresión natural del suelo (hondonadas) o las lagunas naturales, construyendo para ello un dique que permite captar y almacenar el agua proveniente de las lluvias, para luego ser utilizada en los meses de mayor escasez.

El cambio climático y su repercusión en los ecosistemas hídricos es una problemática que viene afectando a las zonas altoandinas originando mayor evaporación y la escasez de agua para riego. Por otro lado, las prácticas de sobrepastoreo, quemadas, deforestación afectan la infiltración natural del agua en el suelo y, en consecuencia, disminuyen la recarga hídrica del acuífero en las partes altas de las cuencas.

La implementación de las micro represas rústicas o “qochas” se han impulsado a partir del conocimiento tradicional del campesino de la sierra del Perú, practicado desde tiempos inmemorables siendo de importancia para la siembra y cosecha de agua para el uso y aprovechamiento de las familias.

La Unidad Ejecutora 036-001634 “Fondo Sierra Azul”, tiene como política frente al cambio climático, el impulsar la siembra y cosecha de agua en la zona altoandina, por ello y en respuesta a la Municipalidad distrital de Gorgor, quien solicita mediante oficio N° 047-2020-MDG-A de fecha 28 de febrero del 2020, solicita la priorización de proyectos de siembra y cosecha de agua en su jurisdicción, es por ello, que en coordinación con la respectiva municipalidad se ha verificado la existencia de qochas de lo cual se deriva la elaboración del presente Expediente Técnico de Siembra y Cosecha de agua en el distrito de Gorgor, Provincia de Cajatambo departamento de Lima.

1.2. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

El objetivo general del proyecto es incrementar la oferta hídrica en la Unidad Productora de servicios a través del incremento de la recarga hídrica en las qochas ubicadas en las partes altas del distrito de Gorgor

OBJETIVO ESPECIFICO

- Implementar actividades de siembra y cosecha de agua a través de la construcción de 22 diques para embalsar 913,059.64 m³.

Los beneficiarios del área de influencia del proyecto son 139 familias, según reporta el padrón de beneficiarios.

1.5. METAS FISICAS

Las metas físicas se muestran en el cuadro N° 4.

CUADRO N° 04: Meta Física

META	UNIDAD	CANTIDAD
Qochas (dique de concreto)	Und.	22
TOTAL		22

CUADRO N° 05: Dimensiones del Dique por Qocha

DESCRIPCION	DIQUE			ALIVIAD (m)	DESCARGA	
	LONGITUD (m)	CORONA (m)	ALTURA (m)		DIAMETRO (mm)	LONGITUD (mm)
Peñicocha	24.0	0.4	2.15	20.0	160	17.0
<i>Confinado</i>	20.0	0.4	0.55			
Rucma 1	34.0	0.4	2.65	21.5	160	23.0
Rucma 2	30.59	0.4	2.65	12.0	160	11.0
Huillacocha	28.0	0.4	2.95	19.5	160	23.0
Tayacocha 1	50.45	0.4	1.92	33.0	160	11.0
Tayacocha 2	35.0	0.4	2.60	8.0	160	23.0
Zapatococha 1	95.0	0.4	1.50	15.0	160	17.0
<i>Confinado</i>	45.0	0.4	0.97			
Zapatococha 2	120.0	0.4	2.0	24.0	160	17.0
Yanagaga	64.5	0.4	1.65	6.0	160	17.0
<i>Confinado</i>	17.5	0.4	0.70			
Gallococha	116.0	0.4	1.60	14.5	160	17.0
<i>Muro C°</i>	43.0	0.4	0.70			
Murococha	46.48	0.4	2.51	25.0	160	22.0
Torococha	43.22	0.4	2.0	22.5	160	11.0
Raracocha 1	41.50	0.4	2.5	20.5	160	11.0
Raracocha 2	32.0	0.4	2.45	7.5	160	17.0
<i>Confinado</i>	22.5	0.4	0.85			
Totorococha	94.5	0.4	1.20	11.0	160	17.0
Vinococha	40.0	0.4	1.70	10.0	160	17.0
Estrellacocha	76.0	0.4	1.65	16.5	160	17.0
Yanaparian 1	76.5	0.4	2.15	23.0	160	11.0
Yanaparian 2	79.0	0.4	2.00	27.5	160	11.0
Pausha 1	44.5	0.4	1.95	10.5	160	17.0
Sullacocha	67.0	0.4	1.80	20.0	160	17.0
Tambococha	75.0	0.4	1.75	14.0	160	17.0

1.6. RESUMEN DEL COSTO DEL PROYECTO

El costo para la inversión se detalla en el siguiente cuadro:

RESUMEN ANALITICO POR INTERVENCIÓN

CÓDIGO DE ACCION O INTERVENCIÓN	LUGAR DE INTERVENCIÓN	COSTO DIRECTO	GASTOS GENERALES	GASTOS DE SUPERVISIÓN	GASTO DE LIQUIDACION	TOTAL
Lima1-2020-Q1	PEÑICOCHA	91,026.07	28,987.08	8,465.20	3,000.00	131,478.35
Lima1-2020-Q2	RUCMA 1	87,216.62	28,907.08	8,377.20	3,000.00	127,500.90
Lima1-2020-Q3	RUCMA 2	77,340.82	28,347.08	8,377.20	3,000.00	117,065.10
Lima1-2020-Q4	HUILLACocha	89,203.54	29,067.08	8,465.20	3,000.00	129,735.82
Lima1-2020-Q5	TAYACocha 1	86,842.37	28,347.08	8,377.20	3,000.00	126,566.65
Lima1-2020-Q6	TAYACocha 2	81,995.98	29,147.08	8,377.20	3,000.00	122,520.26
Lima1-2020-Q7	ZAPATOCocha 1	131,682.42	28,879.90	8,377.20	3,000.00	171,939.52
Lima1-2020-Q8	ZAPATOCocha 2	159,850.60	29,599.90	8,377.20	3,000.00	200,827.70
Lima1-2020-Q9	YANAGAGA	108,890.62	28,549.58	8,465.20	3,000.00	148,905.40
Lima1-2020-Q10	GALLOCOCHA	140,127.96	29,199.90	8,377.20	3,000.00	180,705.06
Lima1-2020-Q11	MUROCOCHA	106,225.36	27,989.58	8,377.20	3,000.00	145,592.14
Lima1-2020-Q12	TOROCOCHA	69,111.25	27,109.58	8,377.20	3,000.00	107,598.03
Lima1-2020-Q13	RARACocha 1	86,867.43	27,109.58	8,377.20	3,000.00	125,354.21
Lima1-2020-Q14	RARACocha 2	79,222.95	27,829.58	8,465.20	3,000.00	118,517.73
Lima1-2020-Q15	TOTOROCOCHA	83,834.93	28,259.90	8,465.20	3,000.00	123,560.03
Lima1-2020-Q16	VINOCOCHA	76,965.36	27,414.58	8,377.20	3,000.00	115,757.14
Lima1-2020-Q17	ESTRELLACocha	99,723.97	28,739.90	8,377.20	3,000.00	139,841.07
Lima1-2020-Q18	YANAPARIAN 1	81,315.85	28,026.99	9,392.50	3,000.00	121,735.34
Lima1-2020-Q19	YANAPARIAN 2	74,322.43	27,786.99	9,480.50	3,000.00	114,589.92
Lima1-2020-Q20	PAUSHA 1	80,832.19	28,549.58	8,465.20	3,000.00	120,846.97
Lima1-2020-Q21	SULLACocha	98,853.17	26,591.99	9,480.50	3,000.00	137,925.66
Lima1-2020-Q22	TAMBOCOCHA	106,724.40	26,751.99	9,392.50	3,000.00	145,868.89
TOTAL		2,098,176.29	621,192.00	189,063.60	66,000.00	2,974,431.89

CONSOLIDADO DEL PRESUPUESTO TOTAL

TIPO DE ACCIÓN	COSTO DIRECTO	GASTOS GENERALES	GASTOS DE SUPERVISIÓN	GASTO DE LIQUIDACION	GASTOS DE GESTION	TOTAL
QOCHA (DIQUE)	2,098,176.29	621,192.00	189,063.60	66,000.00	448,381.00	3,422,812.89
TOTAL	2,098,176.29	621,192.00	189,063.60	66,000.00	448,381.00	3'422,812.89

El presupuesto asciende a la suma de tres millones cuatrocientos veintidós mil ochocientos doce con 89/100 soles

1.7. PLAZO DE EJECUCIÓN

UNIDAD EJECUTORA “FONDO SIERRA AZUL”



EXPEDIENTE TECNICO DE INVERSION

***“CONSTRUCCION DE CAPTACION DE AGUA ; EN EL(LA)
RECARGA HÍDRICA PARA 02 UNIDADES PRODUCTORAS
DE LOS SISTEMA DE RIEGO PACCHACUCHO Y PUNCUS;
DISTRITO DE OCROS, PROVINCIA HUAMANGA,
DEPARTAMENTO AYACUCHO”***

AYACUCHO – 2020

CUADRO N° 05: Dimensiones del Dique por Qocha

QOCHA	DIQUE			ALIVIADERO	DESCARGA	
	Longitud (m)	Ancho Corona (m)	Altura (m)	Longitud (m)	Diametro (mm)	Longitud (m)
CHALLHUAQOCHA	30	0.35	2.7	0.35	160	18
CHAMPAQOCHA	48.3	0.40	2.05	4	160	12

CUADRO N° 06: Resumen de Metas Físicas

META	UNIDAD DE MEDIDA	VALORACION
Qocha	Unidad	02

1.6. RESUMEN DEL COSTO DE LA INVERSION

El costo para la inversión se indica en el siguiente cuadro:

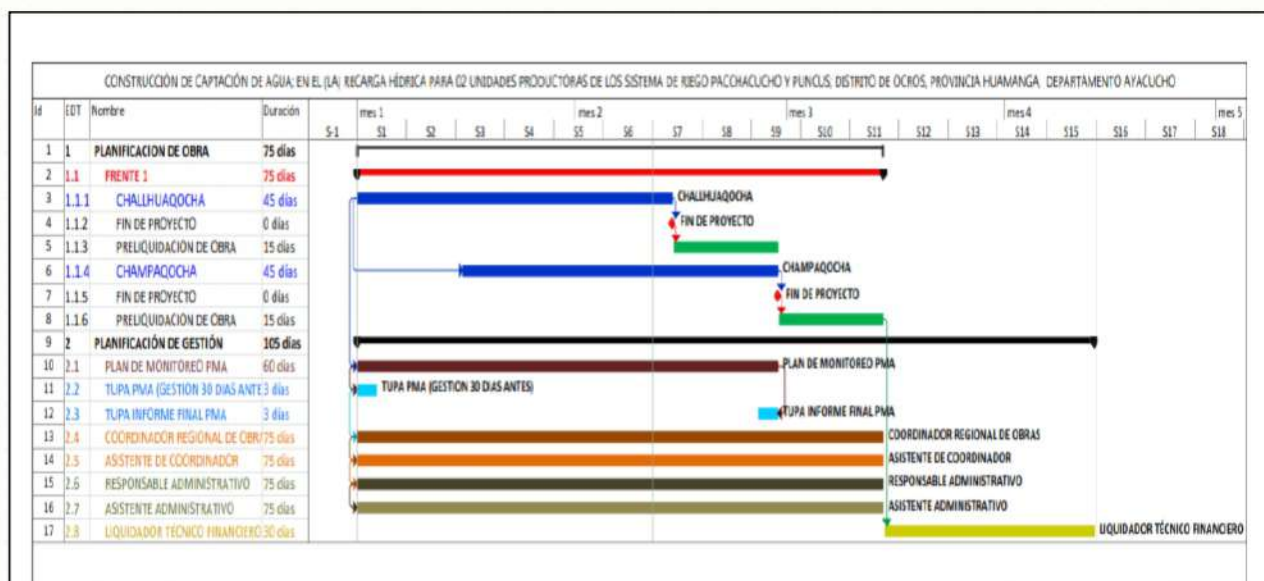
Consolidado del presupuesto total

TIPO DE ACCIÓN	COSTO DIRECTO	GASTOS GENERALES	GASTOS DE SUPERVISIÓN	GASTOS DE LIQUIDACION	GASTOS DE GESTION	TOTAL
QOCHA (DIQUE)	178,077.36	53,507.71	19,041.00	6,000.00	9,979.10	266,605.17
TOTAL	178,077.36	53,507.71	19,041.00	6,000.00	9,979.10	266,605.17

SON: DOSCIENTOS SESENTA Y SEIS MIL SEISCIENTOS CINCO CON 17/100 SOLES.

1.7. PLAZO DE EJECUCIÓN

El plazo de ejecución de la inversión es 105 días, el cual contempla la ejecución de la obra (60 días calendarios), pre liquidación (15 días calendarios) y la liquidación de la inversión (30 días calendario).



UNIDAD EJECUTORA “FONDO SIERRA AZUL”



EXPEDIENTE TECNICO DE INVERSIÓN

***“CONSTRUCCIÓN DE CAPTACIÓN DE AGUA; EN
EL (LA) RECARGA HÍDRICA EN LOS DISTRITOS
SAN JAVIER DE ALPABAMBA Y OYOLO PARA EL
SISTEMA DE RIEGO HUACCME, DISTRITO DE
COLTA Y DISTRITO DE OYOLO, PROVINCIA
PAUCAR DEL SARA SARA, DEPARTAMENTO
AYACUCHO”***

AYACUCHO – 2021

2.6. METAS FISICAS

Cuadro N° 2. 5: Resumen de Meta Física

Componente	Unidad de Medida	Valoración
Qocha (Dique y Obras Conexas)	Unidad	12

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 2. 6: Contribución al Cierre de Brechas por Meta Física

Descripción de la Intervención	Código de Acción	Nombre de la Acción	Volumen Incremental de Recarga Hídrica (m³)	Superf. Acondicionada para Recarga Hídrica (ha)
Dique y Obras Conexas para Qochas	AYA7-2020-Q1	Samaccayccocha 01	149,608.36	229.49
	AYA7-2020-Q2	Samaccayccocha 02	8,659.47	10.75
	AYA7-2020-Q3	Saylahuarmi 01	20,782.51	87.98
	AYA7-2020-Q4	Saylahuarmi 02	3,923.22	8.02
	AYA7-2020-Q5	Chumpuño 01	12,793.49	55.60
	AYA7-2020-Q6	Chumpuño 02	6,831.69	36.20
	AYA7-2020-Q7	Laucata 01	8,270.19	15.42
	AYA7-2020-Q8	Pukaallcca 01	9,866.86	256.57
	AYA7-2020-Q9	Pukaallcca 02	10,030.05	4.85
	AYA7-2020-Q10	Pukaallcca 03	23,502.29	114.69
	AYA7-2020-Q11	Aculla 01	13,359.06	12.35
	AYA7-2020-Q12	Aculla 02	19,653.72	12.19

Fuente: Elaboración Propia (Estudio Hidrología y Topográfico).

Cuadro N° 2.7: Dimensiones del Dique por Qocha

	Dique			Aliviadero			Tubería Descarga	
	Longitud (m)	Altura (m)	Ancho Corona (m)	Longitud (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Diámetro Descarga (mm)	Longitud (m)
Samaccayccocha 01	58.70	1.50	0.40	6.00	15.00	0.50	160.00	36.00
Samaccayccocha 02	69.50	1.35	0.40	8.00	14.50	0.50	160.00	24.00
Saylahuarmi 01	42.30	1.85	0.40	8.00	16.00	0.50	160.00	20.00
Saylahuarmi 02	68.40	2.20	0.40	6.00	14.00	0.40	160.00	24.00
Chumpuño 01	75.60	1.50	0.40	10.00	16.00	0.50	160.00	30.00
Chumpuño 02	45.60	1.90	0.40	12.00	15.50	0.50	160.00	22.00
Laucata 01	40.30	1.70	0.40	8.00	14.50	0.50	160.00	24.00
Pukaallcca 01	49.80	1.40	0.40	8.00	17.30	0.70	160.00	27.00
Pukaallcca 02	45.80	1.90	0.40	8.00	13.50	0.40	160.00	24.00
Pukaallcca 03	49.50	1.80	0.40	8.00	14.50	0.50	160.00	23.00
Aculla 01	73.60	1.50	0.40	12.00	13.60	0.50	160.00	32.00
Aculla 02	73.20	0.85	0.40	8.00	16.60	0.40	160.00	18.00

Fuente: Elaboración Propia (Capítulo Criterios de Diseño, Planos Diseño)

“UNIDAD EJECUTORA 0036 – 001634 “FONDO SIERRA AZUL”

2.7. RESUMEN DEL COSTO DE LA INVERSIÓN DE OPTIMIZACIÓN

El costo para la inversión por acción se detalla en el siguiente cuadro

Cuadro N° 2.8: Resumen Analítico

PRESUPUESTO RESUMEN								
NOMBRE DE LA INVERSIÓN : Construcción De Captación De Agua; En El (La) Recarga Hídrica en los Distritos San Javier de Alpabamba y Oyolo Para El Sistema De Riego Huaccme, Distrito de Colta y Distrito de Oyolo, Provincia Paucar del Sara Sara, Departamento Ayacucho. CÓDIGO ÚNICO DE INVERSIÓN : 2497404 UNIDAD EJECUTORA DE INVERSIONES : UNIDAD EJECUTORA FONDO SIERRA AZUL FUNCIÓN : 17 AMBIENTE PROGRAMA : 054 DESARROLLO ESTRATÉGICO, CONSERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DEL PATRIMONIO NATURAL SUB-PROGRAMA : 0122 GESTIÓN INTEGRADA DE LOS RECURSOS HÍDRICOS SECTOR RESPONSABLE : AGRICULTURA UBICACIÓN : AYACUCHO - PAUCAR DEL SARA SARA - OYOLO TIPO DE ACCIÓN : CONSTRUCCIÓN DE DIQUE PARA QOCHA								
CÓDIGO DE OBRA O INTERVENCIÓN	CODIGO DE ACCIÓN	LUGAR DE INTERVENCIÓN	COSTO DIRECTO	GASTOS GENERALES	GASTOS DE SUPERVISIÓN	GASTOS LIQUIDACIÓN	GASTOS GESTIÓN	TOTAL
Aya7-2020	Aya7-2020-Q1	Samaccayccocha 01	126,900.83	32,975.30	9,392.50	3,225.00	14,043.60	186,537.23
	Aya7-2020-Q2	Samaccayccocha 02	143,510.24	32,975.30	9,392.50	3,225.00	14,043.60	203,146.64
	Aya7-2020-Q3	Saylahuarmi 01	109,389.33	32,595.30	9,392.50	3,225.00	14,043.60	168,645.73
	Aya7-2020-Q4	Saylahuarmi 02	132,556.64	32,595.30	9,392.50	3,225.00	14,043.60	191,813.04
	Aya7-2020-Q5	Chumpuño 01	127,659.05	28,671.30	8,377.20	3,225.00	14,043.60	181,976.15
	Aya7-2020-Q6	Chumpuño 02	119,903.38	28,671.30	8,377.20	3,225.00	14,043.60	174,220.48
	Aya7-2020-Q7	Laucata 01	99,631.49	28,671.30	8,377.20	3,225.00	14,043.60	147,948.59
	Aya7-2020-Q8	Pukaa Ilcca 01	114,005.62	28,296.30	8,377.20	3,225.00	14,043.60	167,947.72
	Aya7-2020-Q9	Pukaa Ilcca 02	105,867.55	28,296.30	8,377.20	3,225.00	14,043.60	159,809.65
	Aya7-2020-Q10	Pukaa Ilcca 03	127,213.90	28,296.30	8,377.20	3,225.00	14,043.60	181,156.00
	Aya7-2020-Q11	Aculla 01	144,219.70	32,690.30	9,392.50	3,225.00	14,043.60	203,571.10
	Aya7-2020-Q12	Aculla 02	108,448.98	32,690.30	9,392.50	3,225.00	14,043.60	167,800.38
TOTAL			1,453,306.71	367,424.57	106,618.20	38,700.00	168,523.24	2,134,572.72

Fuente: Elaboración Propia (Capítulo Costos & Presupuesto)

UNIDAD EJECUTORA “FONDO SIERRA AZUL”



EXPEDIENTE TECNICO DE INVERSION

“REPARACION DE QOCHAS (EXCLUSIVO PARA N.E.) Y ZANJA DE INFILTRACION (EXCLUSIVO PARA N.E.); EN EL(LA) INFRAESTRUCTURA NATURAL DEL TERRITORIO HIDRICO PRODUCTIVO QENHUACUCHO QONTAQ DEL DISTRITO DE SACSAMARCA, PROVINCIA HUANCA SANCOS, DEPARTAMENTO AYACUCHO”

AYACUCHO – 2023

1.5. METAS FÍSICAS

En el presente proyecto se plantea lo siguiente:

CUADRO N° 04: Metas Físicas de la Inversión

Descripción de la intervención	Código de Acción	Nombre de la Acción	Superf. implementada con infraestructura de recarga hídrica (Ha) *	Volumen incremental de recarga hídrica (m3)	Superf. Acondicionada para Recarga Hídrica (Ha)**
Dique y obras conexas para Qocha	Aya11-2023-Q1	Chaca Corral 2	0.81	10,928.71	27.94
Dique y obras conexas para Qocha	Aya11-2023-Q2	Oscoco Cucho 2 Qocha	0.97	11,548.41	42.68
Dique y obras conexas para Qocha	Aya11-2023-Q3	Oscoco Cucho 1 Qocha	0.54	4,381.73	42.61
Dique y obras conexas para Qocha	Aya11-2023-Q4	Qenhuacucho 3	2.27	12,480.68	7.3
Dique y obras conexas para Qocha	Aya11-2023-Q5	Qenhuacucho 6	1.16	6,173.75	11.75
Dique y obras conexas para Qocha	Aya11-2023-Q6	Qenhuacucho 7	8.22	67,438.39	82.86
TOTAL			13.97	112,951.67	215.14

(*) La superficie implementada para la acción qocha, se estima por el área de espejo o embalse, para las otras acciones representa el área intervenida.

(**) La Superficie Acondicionada para la acción qocha se estima por el área de recarga hídrica de la qocha.

CUADRO N° 05: Dimensiones del Dique por Qocha

QOCHA	TIPO DE DIQUE	DIQUE Long. 1 (m)	DIQUE Alt. 1 (m)	DIQUE Ancho Corona (m)	VERTEDERO Largo (m)	VERTEDERO Ancho (m)	VERTEDERO Alto (m)	DESCARGA Diam (mm)	DESCARGA Long. (m)	DESCARGA Q max (m³/s)
CHACCA CORRAL 2	CONCRETO CICLOPEO	36.7	3.2	0.3	7.5	0.45	0.4	160	6	0.844
OSCOO CUCHO 2 QOCHA	CONCRETO CICLOPEO	53	1.85	0.3	7	0.45	0.4	160	6	1.406
OSCOO CUCHO 1 QOCHA	CONCRETO CICLOPEO	68.5	1.6	0.3	7	0.45	0.4	160	6	1.315
QENHUACUCHO 6	CONCRETO CICLOPEO	43	1.85	0.3	5	0.45	0.3	160	18	0.309
QENHUACUCHO 3	CONCRETO CICLOPEO	50.1	1.1	0.3	4	0.45	0.4	160	18	0.216
QENHUACUCHO 7	CONCRETO CICLOPEO	30.8	2.07	0.3	13	0.45	0.4	160	24	2.147

CUADRO N° 05: Dimensiones de las Zanjas de Infiltración por Sector

N°	NOMBRE DE LA INVERSIÓN	ZANJAS (KM)	NOMBRE DE LA INTERVENCIÓN	BASE INFERIOR	BASE SUPERIOR	LONG (L)
7	REPARACION DE QOCHAS (EXCLUSIVO PARA N.E.) Y ZANJA DE INFILTRACION (EXCLUSIVO PARA N.E.); EN EL(LA) INFRAESTRUCTURA NATURAL DEL TERRITORIO HIDRICO PRODUCTIVO	20	WINTOCCASA 1	0.40	0.55	10
8	QENHUACUCHO QONTAQ DEL DISTRITO DE SACSAMARCA, PROVINCIA HUANCA SANCOS, DEPARTAMENTO AYACUCHO	10	WINTOCCASA 2	0.40	0.55	10

CUADRO N° 06: Resumen de Metas Físicas

META	UNIDAD DE MEDIDA	VALORACION
Qochas (Dique y obras conexas)	Unidad	06
Zanjas de Infiltración	Km	30

1.6. RESUMEN DEL COSTO DEL PROYECTO

El costo para la inversión se indica en el siguiente cuadro:

“REPARACION DE QOCHAS (EXCLUSIVO PARA N.E.) Y ZANJA DE INFILTRACION (EXCLUSIVO PARA N.E.); EN EL(LA) INFRAESTRUCTURA NATURAL DEL TERRITORIO HIDRICO PRODUCTIVO QENHUACUCHO QONTAQ DEL DISTRITO DE SACSAMARCA, PROVINCIA HUANCA SANCOS, DEPARTAMENTO AYACUCHO”

UNIDAD EJECUTORA 0036 – 001634 “FONDO SIERRA AZUL”

RESUMEN GENERAL DEL PRESUPUESTO			
INVERSIÓN :	“REPARACION DE QOCHAS (EXCLUSIVO PARA N.E.) Y ZANJA DE INFILTRACION (EXCLUSIVO PARA N.E.); EN EL(LA) INFRAESTRUCTURA NATURAL DEL TERRITORIO HIDRICO PRODUCTIVO QENHUACUCHO QONTAQ DEL DISTRITO DE SACSAMARCA, PROVINCIA HUANCA SANCOS, DEPARTAMENTO AYACUCHO”		
CÓDIGO ÚNICO DE INVERSIÓN:	2592926		
UNIDAD EJECUTORA DE INVERSIONES:	UNIDAD EJECUTORA FONDO SIERRA AZUL		
FUNCIÓN:	17 AMBIENTE		
PROGRAMA:	054 DESARROLLO ESTRATÉGICO, CONSERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DEL PATRIMONIO NATURAL		
SUB-PROGRAMA:	0120: GESTIÓN INTEGRADA Y SOSTENIBLE DE ECOSISTEMAS		
SECTOR RESPONSABLE:	013 AGRICULTURA		
UBICACIÓN:	SACSAMARCA - HUANCA SANCOS - AYACUCHO		
CÓDIGO DE OBRA O INTERVENCIÓN	NOMBRE	TIPO DE ACCION	COSTO (S/.)
I.- COSTO DIRECTO			846,401.11
1.1. INFRAESTRUCTURA NATURAL			846,401.11
Aya11-2023-Q1	CHACCA CORRAL 2	QOCHA	92,418.23
Aya11-2023-Q2	OSCCO CUCHO 2 QOCHA	QOCHA	118,571.00
Aya11-2023-Q3	OSCCO CUCHO 1 QOCHA	QOCHA	118,349.85
Aya11-2023-Q4	QENHUACUCHO 3	QOCHA	116,322.60
Aya11-2023-Q5	QENHUACUCHO 6	QOCHA	113,085.05
Aya11-2023-Q6	QENHUACUCHO 7	QOCHA	118,632.15
Aya11-2023-Z1	WINTOCCASA 1	ZANJA DE INFILTRACION	96,110.67
Aya11-2023-Z2	WINTOCCASA 2	ZANJA DE INFILTRACION	72,911.56
II.- COSTO INDIRECTO			486,508.94
GASTOS GENERALES			142,188.44
GASTOS DE SUPERVISION			185,267.60
GASTOS DE LIQUIDACION			23,800.00
GASTOS DE GESTIÓN			128,252.90
ELABORACION DE EXP. TECNICO			7,000.00
TOTAL INVERSION			1,332,910.05

SON: UN MILLON TRESCIENTOS TREINTA Y DOS MIL NOVECIENTOS DIEZ CON 5/100 SOLES.

1.7. PLAZO DE EJECUCIÓN

El plazo de ejecución de la inversión es 120 días, el cual contempla la ejecución de la obra (75 días calendarios), pre liquidación (15 días calendarios) y la liquidación de la inversión (30 días calendario).

“REPARACION DE QOCHAS (EXCLUSIVO PARA N.E.) Y ZANJA DE INFILTRACION (EXCLUSIVO PARA N.E.); EN EL(LA) INFRAESTRUCTURA NATURAL DEL TERRITORIO HIDRICO PRODUCTIVO QENHUACUCHO QONTAQ DEL DISTRITO DE SACSAMARCA, PROVINCIA HUANCA SANCOS, DEPARTAMENTO AYACUCHO”

UNIDAD EJECUTORA “FONDO SIERRA AZUL”



EXPEDIENTE TECNICO DE INVERSION

“CONSTRUCCION DE CAPTACION DE AGUA ; EN EL(LA) RECARGA HÍDRICA PARA 12 UNIDADES PRODUCTORAS DE LOS SISTEMAS DE RIEGO ERUSCO, ATAHUI - CAYARA; SAN JOSE, PACOPATA - COLCA; PACCHA - CANARIA, CACHIPAMPA - HUALLA, ARASNO - HUANCAPI; PINTOCCA, PACUNIORCCON, RANRAHUAYCCO, HUALLA, CAYRAVILI, DISTRITO DE HUAMANQUIQUIA, PROVINCIA VICTOR FAJARDO, DEPARTAMENTO AYACUCHO”

AYACUCHO – 2020

UNIDAD EJECUTORA 0036 – 001634 “FONDO SIERRA AZUL”

Dique y obras conexas para Qocha	AYA6-2020-Q6	INTIHUATANA 1	2.36	42,333.29	32.21
Dique y obras conexas para Qocha	AYA6-2020-Q7	INTIHUATANA 2	5.68	15,004.04	41.25
Dique y obras conexas para Qocha	AYA6-2020-Q8	INTIHUATANA 3	1.92	14,632.85	9.25
Dique y obras conexas para Qocha	AYA6-2020-Q9	CHINCHINCAQOCHA	2.65	20,641.51	46.94
Dique y obras conexas para Qocha	AYA6-2020-Q10	HUACURAYLLA 1	2.40	17,717.64	85.69
Dique y obras conexas para Qocha	AYA6-2020-Q11	HUACURAYLLA 2	0.84	11,517.53	18.49
Dique y obras conexas para Qocha	AYA6-2020-Q12	CHAQUIQOCHA 1	0.62	6,319.90	8.14
Dique y obras conexas para Qocha	AYA6-2020-Q13	CHAQUIQOCHA 2	0.57	8,080.33	24.26
Dique y obras conexas para Qocha	AYA6-2020-Q14	TIRANIQOCHA 1	0.44	5,981.92	5.8
Dique y obras conexas para Qocha	AYA6-2020-Q15	TIRANIQOCHA 2	0.70	11,586.94	12.62
Dique y obras conexas para Qocha	AYA6-2020-Q16	TIRANIQOCHA 3	1.23	11,340.53	3.29
Dique y obras conexas para Qocha	AYA6-2020-Q17	TIRANIQOCHA 4	0.45	5,856.75	2.86
Dique y obras conexas para Qocha	AYA6-2020-Q18	ANTAQOCHA	2.00	20,114.36	40.97
Dique y obras conexas para Qocha	AYA6-2020-Q19	MAQUIQOCHA 1	5.06	61,289.12	149.29
Dique y obras conexas para Qocha	AYA6-2020-Q20	MAQUIQOCHA 2	1.16	16,166.09	210.1
TOTAL			45.12	469,142.52	868.11

(*) La superficie implementada para la acción qocha, se estima por el área de espejo o embalse, para las otras acciones representa el área intervenida.

(**) La Superficie Acondicionada para la acción qocha se estima por el área de recarga hídrica de la qocha.

CUADRO N° 05: Dimensiones del Dique por Qocha

QOCHAS	DIQUE					ALIVIADERO	DESCARGA		AREA DE EMBALSE (m2)	VOLUMEN EMBALSE (m3)
	Longitud (m)	Longitud Confinamiento (m)	Altura conf. 1 (m)	Altura conf. 1 (m)	Corona (m)	Longitud (m)	Diametro (mm)	Longitud (m)		
YANAQOCHA	16		2.3		0.3	12	100	12	50,802.51	61,289.12
CHACCRAQOCHA	454		15		0.3	18	100	7.5	20,027.42	20,114.36
HUINQOCHA	16.6	23	2.15	1.55	0.3	10	100	13	11,561.42	16,166.09
QUILLAQOCHA 1	48.5		14		4.04	5	100	18	42,872.81	34,193.23
QUILLAQOCHA 2	79.1		195		4.04	5	100	35.5	67,480.25	75,248.88
INTIHUATANA 1	25.8		19		0.3	5	100	18	14,397.94	11,545.80
INTIHUATANA 2	26.6		2.2		0.3	5	100	18	9,258.33	8,337.28
INTIHUATANA 3	34.8		2.9		4.04	5	100	21	36,780.72	71,276.51
CHINCHINCAQOCHA	9.8		3		0.3	7	100	10	23,573.11	42,333.29
HUACURAYLLA 1	54		125		4.04	5	100	24	56,792.20	15,004.04
HUACURAYLLA 2	43.2		185		4.04	5	100	20	19,181.52	14,832.85
CHAQUIQOCHA 1	2.11	43.3	165	0.5	4.04	5	100	18	26,497.10	20,641.51
CHAQUIQOCHA 2	30.5		2.05		0.3	5	100	17	24,003.11	17,717.64
TIRANIQOCHA 1	56		195		0.3	12	100	10	8,375.65	11,517.53
TIRANIQOCHA 2	515		17		4.04	2.85	100	20	6,221.80	6,319.90
TIRANIQOCHA 3	274		2.65		0.3	15	100	10	5,656.06	8,080.33
TIRANIQOCHA 4	24.1		2.25		4.04	5	100	19	4,353.94	5,981.92
ANTAQOCHA	44		2.45		0.3	17	100	10	6,968.34	11,586.94
MAQUIQOCHA 1	52		155		4.04	6	100	20	12,339.16	11,340.53
MAQUIQOCHA 2	27		195		4.04	5	100	18	4,933.07	5,856.75

CUADRO N° 06: Resumen de Metas Físicas

META	UNIDAD DE MEDIDA	VALORACION
Qochas (Dique y obras conexas)	Unidad	20

“CONSTRUCCION DE CAPTACION DE AGUA ; EN EL(LA) RECARGA HÍDRICA PARA 12 UNIDADES PRODUCTORAS DE LOS SISTEMAS DE RIEGO ERUSCO, ATAHUI - CAYARA; SAN JOSE, PACOPATA - COLCA; PACCHA - CANARIA, CACHIPAMPA - HUALLA, ARASNO - HUANCAPÍ; PINTOCCA, PACUNIORCCON, RANRAHUAYCCO, HUALLA, CAYRAVILI, DISTRITO DE HUAMANQUIQUIA, PROVINCIA VÍCTOR FAJARDO, DEPARTAMENTO AYACUCHO”

1.6. RESUMEN DEL COSTO DEL PROYECTO

El costo para la inversión se indica en el siguiente cuadro:

RESUMEN GENERAL DEL PRESUPUESTO			
INVERSIÓN :	CONSTRUCCION DE CAPTACION DE AGUA ; EN EL(LA) RECARGA HÍDRICA PARA 12 UNIDADES PRODUCTORAS DE LOS SISTEMAS DE RIEGO ERUSCO, ATAHUI - CAYARA; JOSE, PACOPATA - COLCA; PACCHA - CANARIA, CACHIPAMPA - HUALLA, ARASNO - HUANCAPÍ; PINTOCCA, PACUNIORCCON, RANRAHUAYCCO, HUALLA, CAYRAVILI, DISTRITO DE HUAMANQUIQUIA, PROVINCIA VÍCTOR FAJARDO, DEPARTAMENTO AYACUCHO		
CÓDIGO ÚNICO DE INVERSIÓN:	2497651		
UNIDAD EJECUTORA DE INVERSIONES:	UNIDAD EJECUTORA FONDO SIERRA AZUL		
FUNCIÓN:	17 AMBIENTE		
PROGRAMA:	054 DESARROLLO ESTRATÉGICO, CONSERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE PATRIMONIO NATURAL		
SUB-PROGRAMA:	0122 GESTIÓN INTEGRADA DE LOS RECURSOS HÍDRICOS		
SECTOR RESPONSABLE:	AGRICULTURA		
UBICACIÓN:	AYACUCHO-FAJARDO-APONGO, HUAMANQUIQUIA, HUALLA, CARAPO		
TIPO DE ACCIÓN :	CONSTRUCCIÓN DE DIQUE PARA QOCHA		

CÓDIGO DE OBRA O INTERVENCIÓN	NOMBRE	TIPO DE ACCION	COSTO (\$/.)
I.- COSTO DIRECTO			
AYA6-2020-Q01	YANAQOCHA	QOCHA	59,155.34
AYA6-2020-Q02	CHACCRACCAQOCHA	QOCHA	99,287.72
AYA6-2020-Q03	HUINSOQOCHA	QOCHA	82,961.36
AYA6-2020-Q04	QIULLAQOCHA 1	QOCHA	107,803.13
AYA6-2020-Q05	QIULLAQOCHA 2	QOCHA	150,767.48
AYA6-2020-Q06	INTIHUATANA 1	QOCHA	76,275.68
AYA6-2020-Q07	INTIHUATANA 2	QOCHA	69,222.03
AYA6-2020-Q08	INTIHUATANA 3	QOCHA	104,936.50
AYA6-2020-Q09	CHINCHINCAQOCHA	QOCHA	68,777.23
AYA6-2020-Q10	HUACURAYLLA 1	QOCHA	122,147.86
AYA6-2020-Q11	HUACURAYLLA 2	QOCHA	82,158.13
AYA6-2020-Q12	CHAQUIQOCHA 1	QOCHA	76,528.64
AYA6-2020-Q13	CHAQUIQOCHA 2	QOCHA	95,169.22
AYA6-2020-Q14	TIRANIQOCHA 1	QOCHA	107,710.97
AYA6-2020-Q15	TIRANIQOCHA 2	QOCHA	105,450.86
AYA6-2020-Q16	TIRANIQOCHA 3	QOCHA	73,764.30
AYA6-2020-Q17	TIRANIQOCHA 4	QOCHA	72,833.10
AYA6-2020-Q18	ANTAQOCHA	QOCHA	119,451.80
AYA6-2020-Q19	MAQUIQOCHA 1	QOCHA	88,833.54
AYA6-2020-Q20	MAQUIQOCHA 2	QOCHA	77,215.46
			'=====
TOTAL COSTO DIRECTO			1,840,450.35
II.- COSTO INDIRECTO			1,077,625.23
GASTOS GENERALES			620,683.63
GASTOS DE SUPERVISION			177,828.60
GASTOS DE LIQUIDACION			60,000.00
GASTOS DE GESTIÓN			219,113.00
			'=====
TOTAL INVERSION			2,918,075.58

SON: DOS MILLONES NOVECIENTOS DIECIOCHO MIL SETENTA Y CINCO 58/100 SOLES.

“CONSTRUCCION DE CAPTACION DE AGUA ; EN EL(LA) RECARGA HÍDRICA PARA 12 UNIDADES PRODUCTORAS DE LOS SISTEMAS DE RIEGO ERUSCO, ATAHUI - CAYARA; SAN JOSE, PACOPATA - COLCA; PACCHA - CANARIA, CACHIPAMPA - HUALLA, ARASNO - HUANCAPÍ; PINTOCCA, PACUNIORCCON, RANRAHUAYCCO, HUALLA, CAYRAVILI, DISTRITO DE HUAMANQUIQUIA, PROVINCIA VÍCTOR FAJARDO, DEPARTAMENTO AYACUCHO”

I.- MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1. ANTECEDENTES

Las qochas o represas rústicas son depósitos o reservorios de agua, que el hombre utiliza aprovechando la depresión natural del suelo (hondonadas) o las lagunas naturales, construyendo para ello un dique que permite captar y almacenar el agua proveniente de las lluvias, para luego ser utilizada en los meses de mayor escasez.

El cambio climático y su repercusión en los ecosistemas hídricos es una problemática que viene afectando a las zonas altoandinas originando mayor evaporación y la escasez de agua para riego. Por otro lado, las prácticas de sobrepastoreo, quemas, deforestación afectan la infiltración natural del agua en el suelo y, en consecuencia, disminuyen la recarga hídrica del acuífero en las partes altas de las cuencas.

La implementación de las micro represas rústicas o “qochas” se han impulsado a partir del conocimiento tradicional del campesino de la sierra del Perú, practicado desde tiempos inmemorables siendo de importancia para la siembra y cosecha de agua para el uso y aprovechamiento de las familias.

La Unidad Ejecutora 036-001634 “Fondo Sierra Azul”, tiene como política frente al cambio climático, el impulsar la siembra y cosecha de agua en la zona altoandina, por ello y en respuesta a la Municipalidad distrital de Checacupe, San Pedro, San Pablo y Marangani de la región Cusco, quienes solicitan mediante oficio N° 207-2019-MDC/C de fecha 27 de mayo del 2019, oficio N° 107-2021-A/C-C de fecha 15 de marzo del 2021, oficio N° 005 – 2021 MDSP/A de fecha 08 de enero del 2021 y oficio N° 312-2021-A-MDM de fecha 19 de octubre del 2021, respectivamente, solicitan la priorización de proyectos de siembra y cosecha de agua en su jurisdicción, es por ello, que en coordinación con las respectivas municipalidades se ha verificado la existencia de qochas de lo cual se deriva la elaboración del presente Expediente Técnico de Siembra y Cosecha de agua en los distritos de Checacupe, San Pedro, San Pablo y Marangani, Provincia de Canchis, departamento de Cusco.

1.2. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

El objetivo general del proyecto es incrementar la oferta hídrica en la Unidad Productora de servicios a través del incremento de la recarga hídrica en las qochas ubicadas en las partes altas de los distritos de Checacupe, San Pedro, San Pablo y Marangani.

Diques y obras conexas para qochas	CUS2-2021-Q23	Qqecrapataqocha	0.478	3,043.15	45.41
TOTAL			15.511	196,893.28	1,095.65

(*) La superficie implementada para la acción qocha, se estima por el área de espejo o embalse, para las otras acciones representa el área intervenida.

(**) La Superficie Acondicionada para la acción qocha se estima por el área de recarga hídrica de la qocha.

CUADRO N° 4.1: Resumen de Metas Físicas

META	UNIDAD	CANTIDAD
Qochas (dique de concreto)	Und.	18
Qochas (dique de gavión)	Und	5
TOTAL		23

CUADRO N° 05: Dimensiones del Dique por Qocha

DESCRIPCION	DIQUE			ALIVIAD (m)	DESCARGA	
	LONGIT. (m)	CORONA (m)	ALTURA (m)		Ø (mm)	LONGIT. (mm)
PATAQOCHA 1	73,00	0.30	1,76	22,0	160	12,00
RUQUIQOCHA	33,00	0.30	1,91	7,0	160	6,00
Confinado	24,00	0.30	1.22			
PALLAC QOCHA 1	59,00	0.30	1,42	12,0	160	6,00
PALLAC QOCHA 2	55,00	0.30	2,20	11,0	160	6,00
PALLAC QOCHA 3	21,00	0.30	1,97	14,0	160	6,00
Confinado	26,00	0.30	1,75			
PALLAC QOCHA 4	50,00	0.30	1,83	17,0	160	6,00
QUINSAQOCHA 1	52,00	0.30	1,89	9,0	160	18,00
QUINSAQOCHA 2	38,00	0.30	2,96	3,5	160	12,00
QUINSAQOCHA 3	44,00	0.30	2,63	11,0	160	12,00
QUELHUAQOCHA	76,00	0.30	1,40	4,0	160	18,00
WUASCCAQOCHA	33,00	0.30	2,86	11,0	160	6,00
MUYUCQOCHA	46,00	0.30	1,99	9,0	160	18,00
QOMERQOCHA	37,00	0.30	2,87	11,5	160	18,00
PATAQOCHA	39,00	0.30	2,51	7,0	160	24,00
YANAQOCHA 1	44,00	0.30	2,15	8,5	160	24,00
YANAQOCHA 2	72,00	0.30	1,53	8,5	160	18,00
QAQAQOCHA 1	58,00	0.30	1,85	8,0	160	12,00
QAQAQOCHA 2	45,00	0.30	1,08	14,0	160	18,00
Confinado	40,00	0.30	1.03			
HAMPATOQOCHA 1	56,00	0.30	2,33	11,0	160	24,00
HAMPATOQOCHA 2	40,00	0.30	2,13	5,0	160	12,00
SORAQOCHA	62,00	0.30	2,11	5,0	160	18,00
MARIAQOCHA	48,00	0.30	1,90	12,0	160	12,00
QQECRAPATAQOCHA	52,00	0.30	1,17	16,0	160	12,00
Confinado	22,00	0.30	1,05			

1.6. RESUMEN DEL COSTO DEL PROYECTO

El costo de inversión se detalla en el siguiente cuadro:

CUADRO N° 06: Costo Total del Presupuesto

CÓDIGO DE ACCIÓN O INTERVENCIÓN	LUGAR DE INTERVENCIÓN	COSTO DIRECTO	GASTOS GENERALES	GASTOS DE SUPERVISIÓN	GASTO DE LIQUIDACIÓN	GASTOS DE GESTIÓN	TOTAL
CUS2-2021-Q1	PATAQOCHA 1	126,391.54	24,632.80	8,292.20	3,156.52	12,829.86	175,302.92
CUS2-2021-Q2	RUQUIQOCHA	133,589.06	24,112.80	8,255.70	3,156.52	12,829.86	181,943.94
CUS2-2021-Q3	PALLAC QOCHA 1	145,666.31	24,112.80	8,292.20	3,156.52	12,829.86	194,057.69
CUS2-2021-Q4	PALLAC QOCHA 2	150,259.34	24,112.80	8,255.70	3,156.52	12,829.86	198,614.22
CUS2-2021-Q5	PALLAC QOCHA 3	136,942.42	24,112.80	8,255.70	3,156.52	12,829.86	185,297.30
CUS2-2021-Q6	PALLAC QOCHA 4	148,706.08	24,112.80	8,255.70	3,156.52	12,829.86	197,060.96
CUS2-2021-Q7	QUINSAQOCHA 1	118,601.50	25,412.80	8,292.20	3,156.52	12,829.86	168,292.88
CUS2-2021-Q8	QUINSAQOCHA 2	114,377.21	25,412.80	8,255.70	3,156.52	12,829.86	164,032.09
CUS2-2021-Q9	QUINSAQOCHA 3	113,295.20	25,452.80	8,255.70	3,156.52	12,829.86	162,990.08
CUS2-2021-Q10	QUELHUAQOCHA	121,760.62	26,452.80	8,292.20	3,156.52	12,829.86	172,492.00
CUS2-2021-Q11	WUASCAQOCHA	122,957.99	25,492.80	8,255.70	3,156.52	12,829.86	172,692.87
CUS2-2021-Q12	MUYUCQOCHA	121,169.81	26,612.80	8,255.70	3,156.52	12,829.86	172,024.69
CUS2-2021-Q13	QOMERQOCHA	128,664.05	26,132.80	8,292.20	3,156.52	12,829.86	179,075.43
CUS2-2021-Q14	PATAQOCHA	110,526.46	26,052.80	8,292.20	3,156.52	12,829.86	160,857.84
CUS2-2021-Q15	YANAQOCHA 1	118,102.41	26,132.80	8,255.70	3,156.52	12,829.86	168,477.29
CUS2-2021-Q16	YANAQOCHA 2	129,059.55	26,532.80	8,255.70	3,156.52	12,829.86	179,834.43
CUS2-2021-Q17	QAQAQOCHA 1	127,027.73	25,492.80	8,292.20	3,156.52	12,829.86	176,799.11
CUS2-2021-Q18	QAQAQOCHA 2	136,315.94	25,452.80	8,255.70	3,156.52	12,829.86	186,010.82
CUS2-2021-Q19	HAMPATOQOCHA 1	133,923.22	27,192.80	8,255.70	3,156.52	12,829.86	185,358.10
CUS2-2021-Q20	HAMPATOQOCHA 2	114,061.74	26,392.80	8,255.70	3,156.52	12,829.86	164,696.62
CUS2-2021-Q21	SORAQOCHA	120,607.89	26,452.80	8,255.70	3,156.52	12,829.86	171,302.77
CUS2-2021-Q22	MARIAQOCHA	112,614.84	25,291.45	9,307.50	3,156.52	12,829.86	163,200.17
CUS2-2021-Q23	QQUECRAPATAQOCHA	149,512.60	25,371.45	9,271.00	3,156.52	12,829.86	200,141.43
TOTAL		2,934,133.51	586,531.70	192,203.70	72,600.00	295,086.83	4,080,555.74

El presupuesto asciende a la suma de cuatro millones ochenta mil quinientos cincuentaicinco y 74/100 soles.

1.7. PLAZO DE EJECUCIÓN

El proyecto tiene un plazo de ejecución total de 120 días calendario; 75 días de ejecución de obra, 15 días de preliquidación y 30 días de liquidación final técnico-financiera.

1.8. MODALIDAD DE EJECUCIÓN

El proyecto será ejecutado por Administración Directa.

GOBIERNO REGIONAL DE HUANCAVELICA

DIRECCIÓN REGIONAL DE YAKU TARPUY
PARA LA LUCHA CONTRA LA POBREZA



Gobierno Regional
HUANCAVELICA

FONDO SIERRA AZUL

**EXPEDIENTE TECNICO DE OPTIMIZACION DE
SIEMBRA Y COSECHA DE AGUA**

**“CONSTRUCCIÓN DE CAPTACIÓN SUPERFICIAL
DE AGUA; EN EL (LA) MEJORAMIENTO Y
CONSTRUCCIÓN DEL CANAL DE RIEGO
ALELUYA DEL ANEXO SAN JOSÉ DE PACALI DEL
DISTRITO DE TAMBO, PROVINCIA HUAYTARÁ,
DEPARTAMENTO HUANCAVELICA”**

HUANCAVELICA – 2019

1.3. BENEFICIARIOS

Los beneficiarios directos de la Unidad productora son 30 familias que representan a 150 habitantes y 125 ha.

Los beneficiarios directos de las Qochas propuestas hacen a 84 familias que representan a 336 habitantes

1.4. METAS FISICAS

CUADRO N° 04: Meta Física

COMPONENTE	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD
Qocha	Unidad	6

DESCRIPCIÓN	DIQUE			LONGITUD DE ALIVIADERO m	DESCARGA	
	LONGITUD m	CORONA m	ALTURA m		DIAMETRO mm	LONGITUD m
PUCAPATACCOCHA	35	0.4	2.9	14	160	18
PUCACCACCACCOCHA	20	0.4	2.9	14	160	17
PARIONACCOCHA	60	0.4	1.34	14	160	14
AZULCCOCHA	35	0.4	1.98	14	160	17
PUYHUANQOCHA	32	0.3	1.41	14	160	14
YURACPUNTA	25	0.3	1.32	14	160	14
TOTAL	207			84		94

1.5. RESUMEN DEL COSTO DE LA INVERSIÓN DE OPTIMIZACIÓN

El costo para la inversión se detalla en el siguiente cuadro:

CUADRO N° 05: Costo Total del Presupuesto

RESUMEN GENERAL DEL PRESUPUESTO

PROYECTO: "CONSTRUCCIÓN DE CAPTACIÓN SUPERFICIAL DE AGUA; EN EL (LA) MEJORAMIENTO Y CONSTRUCCIÓN DE DEL CANAL DE RIEGO ALELUYA DEL ANEXO SAN JOSÉ DE PACALI DEL DISTRITO DE TAMBO, PROVINCIA DE HUAYTARA, DEPARTAMENTO DE HUANCAMELICA"

CUI : 2405795

N°	NOMBRE DE LA QOCHA	CODIGO	COSTO DIRECTO (S/.)	GASTOS GENERALES (S/.)	SUPERVISION DE OBRA (S/.)	TOTAL POR QOCHA (S/.)
1	PUCAPATACCOCHA	Hca1-2019-Q1	67,740.67	13,047.09	9,073.80	89,861.56
2	PUCACCACCACCOCHA	Hca1-2019-Q2	50,563.22	13,047.09	9,073.80	72,684.11
3	PARIONACCOCHA	Hca1-2019-Q3	64,808.76	13,047.09	9,073.80	86,929.65
4	AZULCCOCHA	Hca1-2019-Q4	65,386.03	13,047.09	9,073.80	87,506.92
5	YURACPUNTA	Hca1-2019-Q5	40,895.26	13,047.09	9,073.80	63,016.15
6	PUYHUANCCOCHA	Hca1-2019-Q6	49,119.27	13,047.09	9,073.80	71,240.16
COSTO TOTAL DEL PROYECTO			338,513.21	78,282.54	54,442.80	471,238.55

SON: CUATROCIENTOS SETENTA Y UN MIL DOSCIENTOS TREINTA Y OCHO CON 55/100 SOLES

1.6. PLAZO DE EJECUCIÓN

PROYECTO DE INVERSIÓN POR OPTIMIZACIÓN: "CONSTRUCCIÓN DE CAPTACIÓN SUPERFICIAL DE AGUA; EN EL (LA) MEJORAMIENTO Y CONSTRUCCIÓN DEL CANAL DE RIEGO ALELUYA DEL ANEXO SAN JOSÉ DE PACALI DEL DISTRITO DE TAMBO, PROVINCIA HUAYTARA, DEPARTAMENTO HUANCAMELICA"

GOBIERNO REGIONAL DE HUANCAVELICA

**DIRECCIÓN REGIONAL DE YAKU TARPUY
PARA LA LUCHA CONTRA LA POBREZA**



Gobierno Regional
HUANCAVELICA

FONDO SIERRA AZUL

**EXPEDIENTE TECNICO DE OPTIMIZACION DE
SIEMBRA Y COSECHA DE AGUA**

**“CONSTRUCCIÓN DE CAPTACIÓN SUPERFICIAL
DE AGUA; EN EL (LA) MEJORAMIENTO DEL
SISTEMA DE RIEGO SHUCASH DE LAS
LOCALIDADES DE MOLINO, SEGOVIA,
MATAHUASI Y VILCA, DISTRITO DE VILCA,
PROVINCIA HUANCAVELICA, DEPARTAMENTO
HUANCAVELICA”**

HUANCAVELICA – 2019

1.2.8. MAPA DE LAS ZONAS A INTERVENIR

1.2.9.

FIGURA N° 01: Zona de intervención



*mapa general de las zonas a intervenir

1.3. BENEFICIARIOS

Los beneficiarios directos son 29 Familias que representan a 116 habitantes, para un área de 54.40 ha.

La Unidad Productora de Servicios cuenta con 120 productores agrarios.

1.4. METAS FISICAS

CUADRO N° 04: Meta Física

COMPONENTE	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD
Qocha	Unidad	2

DESCRIPCIÓN	DIQUE			LONGITUD DE ALIVIADERO m	DESCARGA	
	LONGITUD m	CORONA m	ALTURA m		DIAMETRO mm	LONGITUD m
YANACCOCHA	35	0.4	1.63	15	160	20
PARIONACCOCHA	40	0.4	2.35	14	160	19
TOTAL	75			29		39

PROYECTO DE INVERSIÓN POR OPTIMIZACIÓN: “CONSTRUCCIÓN DE CAPTACIÓN SUPERFICIAL DE AGUA; EN EL (LA) MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO SHUCASH DE LAS LOCALIDADES DE MOLINO, SEGOVIA, MATAHUASI Y VILCA, DISTRITO DE VILCA, PROVINCIA HUANCAMELICA, DEPARTAMENTO HUANCAMELICA”

1.5. RESUMEN DEL COSTO DE LA INVERSIÓN DE OPTIMIZACIÓN

El costo para la inversión se detalla en el siguiente cuadro:

CUADRO N° 05: Costo Total del Presupuesto**RESUMEN GENERAL DEL PRESUPUESTO**

PROYECTO: "CONSTRUCCIÓN DE CAPTACIÓN SUPERFICIAL DE AGUA; EN EL (LA) MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO SHUCASH DE LAS LOCALIDADES DE MOLINOS, SEGOVIA, MATAHUASI Y VILCA, DISTRITO DE VILCA - POVINIA HUANCVELICA - HUANCVELICA"

CUI : 2406482

N°	NOMBRE DE LA QOCHA	CODIGO	COSTO DIRECTO (S/.)	GASTOS GENERALES (S/.)	SUPERVISION DE OBRA (S/.)	TOTAL POR QOCHA (S/.)
1	YANACCOCHA	Hca2-2019-Q1	67,409.54	13,459.83	9,599.90	90,469.27
2	PARIONACCOCHA	Hca2-2019-Q2	68,977.81	13,459.83	9,599.90	92,037.54
COSTO TOTAL DEL PROYECTO			136,387.35	26,919.66	19,199.80	182,506.81

SON: CIENTO OCHENTA Y DOS MIL QUINIENTOS SEIS CON 81/100 SOLES

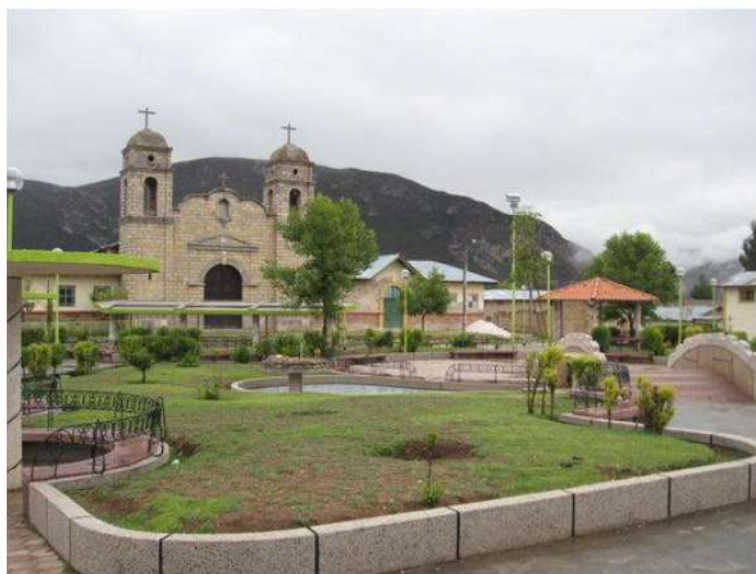
1.6. PLAZO DE EJECUCIÓN

La obra se culminará en 45 días calendarios a partir de la fecha de inicio del proyecto.

1.7. MODALIDAD DE EJECUCIÓN

El proyecto será ejecutado por Administración Directa.

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PILCHACA



FONDO SIERRA AZUL

EXPEDIENTE TECNICO DE INVERSIÓN

**“CONSTRUCCION DE CAPTACIÓN
SUPERFICIAL DE AGUA; EN EL(LA)
INSTALACION DEL SERVICIO DE AGUA
DEL SISTEMA DE RIEGO DE
CRUZPAMPA EN LA LOCALIDAD
SEBASTIAN BARRANCA, DISTRITO DE
PILCHACA, PROVINCIA HUANCVELICA,
DEPARTAMENTO HUANCVELICA”**

PILCHACA– 2019

FIGURA N° 01: Zona de intervención imagen satelital

1.3. BENEFICIARIOS

Los beneficiarios directos son 150 Familias que representan a 750 habitantes, para un área de 140 ha.

Los beneficiarios directos de la Unidad productora son 48 familias que representan a 1,890 habitantes y 40.00 ha.

1.4. METAS FISICAS

CUADRO N° 04: Meta Física

COMPONENTE	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD
Qocha	Unidad	4

DESCRIPCIÓN	DIQUE			LONGITUD DE ALIVIADERO (m)	DESCARGA	
	LONGITUD (m)	CORONA (m)	ALTURA (m)		DIAMETRO (mm)	LONGITUD (m)
PINOPAMPA	50.00	0.45	4.00	10.00	160.00	18.00
CHUÑOPAMPA	35.00	0.45	4.00	10.00	160.00	18.00
PALOMACCOCHA	36.00	0.45	4.00	10.00	160.00	18.00
ACACLOCCOCHA	45.00	0.45	4.00	10.00	160.00	18.00
TOTAL	350.65			50.00		

PROYECTO DE INVERSION POR OPTIMIZACION: “CONSTRUCCION DE CAPTACIÓN SUPERFICIAL DE AGUA; EN EL(LA) INSTALACION DEL SERVICIO DE AGUA DEL SISTEMA DE RIEGO DE CRUZPAMPA EN LA LOCALIDAD SEBASTIAN BARRANCA, DISTRITO DE PILCHACA, PROVINCIA HUANCAMELICA, DEPARTAMENTO HUANCAMELICA”

1.5. RESUMEN DEL COSTO DE LA INVERSIÓN DE OPTIMIZACIÓN

El costo para la inversión se detalla en el siguiente cuadro:

CUADRO N° 05: Costo Total del Presupuesto

PROYECTO: CONSTRUCCION DE CAPTACIÓN SUPERFICIAL DE AGUA; EN EL(LA) INSTALACION DEL SERVICIO DE AGUA DEL SISTEMA DE RIEGO DE CRUZPAMPA EN LA LOCALIDAD SEBASTIAN BARRANCA, DISTRITO DE PILCHACA, PROVINCIA HUANCVELICA, DEPARTAMENTO HUANCVELICA

CODIGO DE OBRA	NOMBRE DE LA QOCHA	COSTO DIRECTO	GASTOS GENERALES	GASTOS DE SUPERVISIÓN	TOTAL
Hca3-2019-Q1	PINOPAMPA	77,797.46	14,011.713	9,089.300	100,898.47
Hca3-2019-Q2	CHUÑUPAMPA	71,053.01	14,011.713	9,089.300	94,154.02
Hca3-2019-Q3	PALOMACCOCHA	67,589.31	14,011.713	9,089.300	90,690.32
Hca3-2019-Q4	ACACLOCCOCHA	82,396.97	14,011.713	9,089.300	105,497.98
TOTAL		298,836.75	56,046.85	36,357.2000	391,240.80

1.6. PLAZO DE EJECUCIÓN

La obra se culminará en 45 días calendarios a partir de la fecha de inicio del proyecto.

1.7. MODALIDAD DE EJECUCIÓN

El proyecto será ejecutado por Administración Directa.

LA UNIDAD EJECUTORA 0036- 001634 “FONDO SIERRA AZUL”



FONDO SIERRA AZUL

EXPEDIENTE TECNICO DE INVERSIÓN

**“CONSTRUCCIÓN DE CAPTACIÓN
SUPERFICIAL DE AGUA; EN EL (LA) 01
UNIDAD PRODUCTORA DE MEJORAMIENTO
DE CANALES RIEGO DE ACEQUIA GRANDE Y
PILPA, EN EL SECTOR URBANO DE LA
CIUDAD DE CHINCHA ALTA DISTRITO
CHINCHA ALTA, PROVINCIA CHINCHA,
DEPARTAMENTO ICA”**

LIMA– 2019

Figura N° 03: Zona de intervención imagen satelital

*mapa general de las zonas a intervenir

1.3. BENEFICIARIOS

Los beneficiarios directos son 75 Familias que representan a 375 habitantes, para un área de 70 ha.

1.4. METAS FISICAS

CUADRO N° 04: Meta Física

COMPONENTE	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD
Qocha	Unidad	2

DESCRIPCIÓN	DIQUE			LONGITUD DE ALIVIADERO (m)	DESCARGA		ÁREA DE EMBALSE (m2)	VOLUMEN DE EMBALSE – M3
	LONGITUD (m)	CORONA (m)	ALTURA (m)		DIAMETRO (mm)	LONGITUD (m)		
Gentilcocha I	38.00	0.40	2.44	10.00	160	20.00	12307.104	30,029.33
Gentilcocha II	45.00	0.40	2.51	10.00	160	20.00	26031.164	65,338.22
TOTAL	350.65	0.80	4.95	50.00		79.00	31,150.00	95,367.55

1.5. RESUMEN DEL COSTO DE LA INVERSIÓN DE OPTIMIZACIÓN

PROYECTO DE INVERSION POR OPTIMIZACION: “CONSTRUCCIÓN DE CAPTACIÓN SUPERFICIAL DE AGUA; EN EL (LA) 01 UNIDAD PRODUCTORA DE MEJORAMIENTO DE CANALES RIEGO DE ACEQUIA GRANDE Y PILPA, EN EL SECTOR URBANO DE LA CIUDAD DE CHINCHA ALTA DISTRITO CHINCHA ALTA, PROVINCIA CHINCHA, DEPARTAMENTO ICA”

El costo para la inversión se detalla en el siguiente cuadro:

CUADRO N° 05: Costo Total del Presupuesto

RESUMEN GENERAL DEL PRESUPUESTO						
PROYECTO :						
“CONSTRUCCIÓN DE CAPTACIÓN SUPERFICIAL DE AGUA; EN EL (LA) 01 UNIDAD PRODUCTORA DE MEJORAMIENTO DE CANALES RIEGO DE ACEQUIA GRANDE Y PILPA, EN EL SECTOR URBANO DE LA CIUDAD DE CHINCHA ALTA DISTRITO CHINCHA ALTA, PROVINCIA CHINCHA, DEPARTAMENTO ICA”						
LUGAR :						
HUANCAVELICA - CASTROVIRREYNA - HUACHOS						
N°	NOMBRE DE LA QOCHA	CODIGO	COSTO DIRECTO (S/.)	GASTOS GENERALES (S/.)	SUPERVISION DE OBRA (S/.)	TOTAL POR QOCHA (S/.)
1	GENTILCCOCHA I	Hca4-2019-Q1	76,253.88	13,427.83	8,970.90	98,652.61
2	GENTILCCOCHA II	Hca4-2019-Q2	86,996.52	13,427.83	8,970.90	109,395.25
COSTO TOTAL DEL PROYECTO			163,250.40	26,855.66	17,941.80	208,047.86

1.6. PLAZO DE EJECUCIÓN

La obra se culminará en 45 días calendarios a partir de la fecha de inicio del proyecto.

1.7. MODALIDAD DE EJECUCIÓN

El proyecto será ejecutado por Administración Directa.

LA UNIDAD EJECUTORA 0036- 001634 “FONDO SIERRA AZUL”



FONDO SIERRA AZUL

EXPEDIENTE TECNICO DE INVERSIÓN

**“CONSTRUCCION DE CAPTACIÓN
SUPERFICIAL DE AGUA; EN EL (LA) 01
UNIDAD PRODUCTORA DE LA INSTALACION
DEL SISTEMA DE RIEGO EQUILPOCCOCHA
MANTA Y DEL SISTEMA DE RIEGO RETAMA-
CCOLLPA DISTRITO DE MANTA, PROVINCIA
HUANCAVELICA, DEPARTAMENTO
HUANCAVELICA”**

LIMA– 2019

Figura N° 03: Zona de intervención imagen satelital

*mapa general de las zonas a intervenir

1.3. BENEFICIARIOS

Los beneficiarios directos son 35 Familias que representan a 175 habitantes, para un área de 70 ha.

1.4. METAS FISICAS

CUADRO N° 04: Meta Física

COMPONENTE	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD
Qocha	Unidad	2

DESCRIPCIÓN	DIQUE			LONGITUD DE ALIVIADERO (m)	DESCARGA	
	LONGITUD (m)	CORONA (m)	ALTURA (m)		DIAMETRO (mm)	LONGITUD (m)
Pataccocha	20.00	0.35	1.97	10.00	160	20.00
Warmiccocha	38.00	0.35	1.73	10.00	160	20.00
TOTAL	58.00	0.70	3.69	20.00		40.00

1.5. RESUMEN DEL COSTO DE LA INVERSIÓN DE OPTIMIZACIÓN

El costo para la inversión se detalla en el siguiente cuadro:

PROYECTO DE INVERSIÓN POR OPTIMIZACIÓN: “CONSTRUCCIÓN DE CAPTACIÓN SUPERFICIAL DE AGUA; EN EL (LA) 01 UNIDAD PRODUCTORA DE LA INSTALACION DEL SISTEMA DE RIEGO EQUILPOCCOCHA MANTA Y DEL SISTEMA DE RIEGO RETAMA-CCOLLA DISTRITO DE MANTA, PROVINCIA HUANCVELICA, DEPARTAMENTO HUANCVELICA”

CUADRO N° 05: Costo Total del Presupuesto**RESUMEN GENERAL DEL PRESUPUESTO**

PROYECTO : "CONSTRUCCION DE CAPTACIÓN SUPERFICIAL DE AGUA; EN EL (LA) 01 UNIDAD PRODUCTORA DE LA INSTALACION DEL SISTEMA DE RIEGO EQUILPOCCOCHA MANTA Y DEL SISTEMA DE RIEGO RETAMA-CCOLLPA DISTRITO DE MANTA, PROVINCIA HUANCVELICA, DEPARTAMENTO HUANCVELICA"

LUGAR : HUANCVELICA - HUANCVELICA - MANTA

N°	NOMBRE DE LA QOCHA	CODIGO	COSTO DIRECTO (S/.)	GASTOS GENERALES (S/.)	SUPERVISION DE OBRA (S/.)	TOTAL POR QOCHA (S/.)
1	PATACCOCHA	Hca5-2019-Q1	44,101.77	13,427.83	8,970.90	66,500.50
2	WARMICCOCHA	Hca5-2019-Q2	67,403.74	13,427.83	8,970.90	89,802.47
COSTO TOTAL DEL PROYECTO			111,505.51	26,855.66	17,941.80	156,302.97

1.6. PLAZO DE EJECUCIÓN

La obra se culminará en 45 días calendarios a partir de la fecha de inicio del proyecto.

1.7. MODALIDAD DE EJECUCIÓN

El proyecto será ejecutado por Administración Directa.

PROYECTO DE INVERSION POR OPTIMIZACION: "CONSTRUCCION DE CAPTACIÓN SUPERFICIAL DE AGUA; EN EL (LA) 01 UNIDAD PRODUCTORA DE LA INSTALACION DEL SISTEMA DE RIEGO EQUILPOCCOCHA MANTA Y DEL SISTEMA DE RIEGO RETAMA-CCOLLPA DISTRITO DE MANTA, PROVINCIA HUANCVELICA, DEPARTAMENTO HUANCVELICA"

LA UNIDAD EJECUTORA 0036- 001634 “FONDO SIERRA AZUL”



FONDO SIERRA AZUL

EXPEDIENTE TECNICO DE INVERSIÓN

**“CONSTRUCCION DE CAPTACIÓN SUPERFICIAL
DE AGUA; EN EL(LA) 03 UNIDADES
PRODUCTORAS DE LOS SISTEMAS DE RIEGO DE
LAS LOCALIDADES DE INTEGRACION RUPACC,
VILLA EL SOL Y CCOCHAPATA, DISTRITO DE
ANDABAMBA, PROVINCIA ACOBAMBA,
DEPARTAMENTO HUANCAMELICA”**

LIMA – 2019

Foto N° 01: Qocha Ccoriqocha

1.4. BENEFICIARIOS

Los beneficiarios directos son 128 Familias que representan a 640 habitantes, para un área de 20 ha de las localidades de Ccochatay, Lindapampa y Rupacc, distrito de Andabamba.

1.5. METAS FISICAS

CUADRO N° 04: Meta Física

COMPONENTE	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD
Qocha	Unidad	2

DESCRIPCIÓN	DIQUE			LONGITUD DE ALIVIADERO (m)	DESCARGA	
	LONGITUD (m)	CORONA (m)	ALTURA (m)		DIAMETRO (mm)	LONGITUD (m)
Allccaqocha	26.00	0.40	1.68	10.00	160.00	18.00
Ccoriqocha	24.00	0.40	2.60	10.00	160.00	22.00

1.6. RESUMEN DEL COSTO DE LA INVERSIÓN DE OPTIMIZACIÓN

El costo para la inversión se detalla en el siguiente cuadro:

CUADRO N° 05: Costo Total del Presupuesto

RESUMEN GENERAL DEL PRESUPUESTO						
FTE.FTO	:	DONACIONES Y TRANSFERENCIAS Y RECURSOS DETERMINADOS				
UNIDAD GEST.	:	UNIDAD EJECUTORA FONDO SIERRA AZUL				
FUNCION	:	17 AMBIENTE				
PROGRAMA	:	054 DESARROLLO ESTRATEGICO, CONSERVACION Y APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DEL PATRIMONIO NATURAL				
SUB-PROGRAMA	:	0122 GESTION INTEGRADA DE LOS RECURSOS NATURALES				
PROYECTO	:	“CONSTRUCCION DE CAPTACIÓN SUPERFICIAL DE AGUA; EN EL(LA) 03 UNIDADES PRODUCTORAS DE LOS SISTEMAS DE RIEGO DE LAS LOCALIDADES DE INTEGRACION RUPACC, VILLA EL SOL Y CCOCHAPATA, DISTRITO DE ANDABAMBA, PROVINCIA ACOBAMBA, DEPARTAMENTO HUANCAMELICA”				
LUGAR	:	HUANCAMELICA - ACOBAMBA - ANDABAMBA- CCOCHAPATA, LINDAPAMPA y RUPACC				
CUI	:	2448242				
N°	NOMBRE DE LA QOCHA	CODIGO	COSTO DIRECTO (S/.)	GASTOS GENERALES (S/.)	SUPERVISION DE OBRA (S/.)	TOTAL POR QOCHA (S/.)
1	CCORIQOCHA	Hca8-2019-Q1	62,374.22	13,427.83	8,970.90	84,772.95
2	ALLCCAQOCHA	Hca8-2019-Q2	51,553.75	13,427.83	8,970.90	73,952.48
COSTO TOTAL DEL PROYECTO			113,927.97	26,855.66	17,941.80	158,725.43

SON: CIENTO CINCUENTA Y OCHO MIL SETECIENTOS VEINTICINCO CON 43/100 SOLES

1.7. PLAZO DE EJECUCIÓN

Plazo de ejecución de la obra será de 45 días calendarios que se detalla en el cronograma de ejecución del proyecto.

1.8. MODALIDAD DE EJECUCIÓN

El proyecto será ejecutado por Administración Directa.

LA UNIDAD EJECUTORA 0036-001634 “FONDO SIERRA AZUL”



FONDO SIERRA AZUL

EXPEDIENTE TECNICO DE INVERSIÓN

**“CONSTRUCCIÓN DE CAPTACIÓN
SUPERFICIAL DE AGUA; EN EL (LA) 01
UNIDAD PRODUCTORA DE MEJORAMIENTO
DE IRRIGACIÓN LIRCAY, DISTRITO DE
SECCLLA, PROVINCIA DE ANGARAES,
DEPARTAMENTO HUANCAMELICA”.**

LIMA - 2019

Foto N°06: Qocha Nadin



Fuente: equipo técnico

1.4. BENEFICIARIOS

Los beneficiarios directos son 120 familias que representan a 600 habitantes, para un área de 160 ha de la localidad de Quispicancha y Ccochatay del distrito de Secclla.

1.5. METAS FÍSICAS

Cuadro N°04: Metas Físicas del Proyecto

COMPONENTE	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD
Qocha	Unidad	06

DESCRIPCIÓN	DIQUE			LONGITUD ALIVIADERO m	DESCARGA	
	LONGITUD	CORONA	ALTURA		DIAMETRO	LONGITUD
	m	m	m		mm	m
Nadin	50.00	0.35	1.74	10.00	160.00	22.00
Aqakocmina	27.00	0.35	1.57	10.00	160.00	17.00
Mapacocha	36.00	0.40	2.24	10.00	160.00	23.50
San Miguel II	37.00	0.35	1.80	10.00	160.00	20.00
Condoray I	50.00	0.40	2.33	10.00	160.00	24.00
Condoray II	44.00	0.40	2.50	10.00	160.00	23.50

1.6. RESUMEN DEL COSTO DE LA INVERSIÓN DE OPTIMIZACIÓN

El costo para la inversión se detalla en el siguiente cuadro:

Cuadro N°05: Costo Total del Proyecto

RESUMEN GENERAL DEL PRESUPUESTO								
FTE.FTO	:	DONACIONES Y TRANSFERENCIAS Y RECURSOS DETERMINADOS						
UNIDAD GEST.	:	UNIDAD EJECUTORA FONDO SIERRA AZUL						
FUNCION	:	17 AMBIENTE						
PROGRAMA	:	054 DESARROLLO ESTRATEGICO, CONSERVACION Y APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DEL PATRIMONIO NATURAL						
SUB-PROGRAMA	:	0122 GESTION INTEGRADA DE LOS RECURSOS NATURALES						
PROYECTO	:	"CONSTRUCCIÓN DE CAPTACIÓN SUPERFICIAL DE AGUA; EN EL (LA) 01 UNIDAD PRODUCTORA DE MEJORAMIENTO DE IRRIGACIÓN LIRCAY, DISTRITO DE SECCLLA, PROVINCIA DE ANGARAES, DEPARTAMENTO HUANCAYELICA".						
LUGAR	:	HUANCAYELICA - ANGARAES - SECCLLA - QUISPICANCHA y CCOCHATAY						
CUI	:	2448097						
N°	NOMBRE DE LA QOCHA	CODIGO	COSTO DIRECTO CCOCHAS (S/.)	COSTO DIRECTO REVEGETACION CON ESPECIES NATIVAS (S/.)	COSTO DIRECTO TOTAL (S/.)	GASTOS GENERALES (S/.)	SUPERVISION DE OBRA (S/.)	TOTAL POR QOCHA (S/.)
1	NADIN	Hca6-2019-Q1	79,674.11	14,495.24	94,169.35	15,204.60	8,970.90	118,344.85
2	AQAKOCMINA	Hca6-2019-Q2	49,290.91	14,495.24	63,786.15	15,204.60	8,970.90	87,961.65
3	MAPACCOCHA	Hca6-2019-Q3	105,836.19	14,495.24	120,331.43	15,204.60	8,970.90	144,506.93
4	SAN MIGUEL II	Hca6-2019-Q4	80,482.05	14,495.24	94,977.29	15,204.60	8,970.90	119,152.79
5	CONDORAY I	Hca6-2019-Q5	85,015.67	14,495.24	99,510.91	15,204.60	8,970.90	123,686.41
6	CONDORAY II	Hca6-2019-Q6	83,477.16	14,495.24	97,972.40	15,204.60	8,970.90	122,147.90
COSTO TOTAL DEL PROYECTO			483,776.09	86,971.44	570,747.53	91,227.62	53,825.40	715,800.55

SON: SETECIENTOS QUINCE MIL OCHOCIENTOS CON 55/100 SOLES.

1.7. PLAZO DE EJECUCIÓN

Plazo de ejecución de la obra será de 45 días calendarios que se detalla en el cronograma de ejecución del proyecto.

1.8. MODALIDAD DE EJECUCIÓN

El proyecto será ejecutado por Administración Directa.

LA UNIDAD EJECUTORA 0036-001634 “FONDO SIERRA AZUL”



FONDO SIERRA AZUL

EXPEDIENTE TECNICO DE INVERSIÓN

**“CONSTRUCCIÓN DE CAPTACIÓN SUPERFICIAL
DE AGUA; EN EL (LAS) 03 UNIDADES
PRODUCTORAS DE LOS SISTEMAS DE RIEGO
EN LAS LOCALIDADES DE ATUNA QUIHUAY,
ANTAMACHAY, SASAYLLA Y CHILLAMA,
DISTRITO DE SECCLLA, PROVINCIA ANGARAES,
DEPARTAMENTO HUANCVELICA”**

LIMA– 2019

1.5. METAS FÍSICAS

Cuadro N°04: Metas Fisicas del Proyecto

COMPONENTE	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD
Qocha	Unidad	03

DESCRIPCIÓN	DIQUE			ALIVIADERO	DESCARGA	
	LONGITUD	CORONA	ALTURA		DIAMETRO	LONGITUD
	m	m	m		mm	m
CHAMPA QOCHA	50.00	0.40	2.13	10.00	160.00	22.00
JAYLIN QOCHA	70.00	0.40	2.35	10.00	160.00	23.00
PISCCOQOCHA	31.00	0.35	1.43	10.00	160.00	17.00

1.6. RESUMEN DEL COSTO DE LA INVERSIÓN DE OPTIMIZACIÓN

El costo para la inversión se detalla en el siguiente cuadro:

Cuadro N°05: Costo Total del Proyecto

RESUMEN GENERAL DEL PRESUPUESTO						
FTE.FTO	:	DONACIONES Y TRANSFERENCIAS Y RECURSOS DETERMINADOS				
UNIDAD GEST.	:	UNIDAD EJECUTORA FONDO SIERRA AZUL				
FUNCION	:	17 AMBIENTE				
PROGRAMA	:	054 DESARROLLO ESTRATEGICO, CONSERVACION Y APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DEL PATRIMONIO NATURAL				
SUB-PROGRAMA	:	0122 GESTION INTEGRADA DE LOS RECURSOS NATURALES				
PROYECTO	:	“CONSTRUCCIÓN DE CAPTACIÓN SUPERFICIAL DE AGUA; EN EL (LAS) 03 UNIDADES PRODUCTORAS DE LOS SISTEMAS DE RIEGO EN LAS LOCALIDADES DE ATUNA QUIHUAY, ANTAMACHAY, SASAYLLA Y CHILLAMA, DISTRITO DE SECCLLA, PROVINCIA ANGARAES, DEPARTAMENTO HUANCAMELICA”				
LUGAR	:	HUANCAMELICA - ANGARAES - SECCLLA - ATUNA Y TRANCA				
CUI	:	2448099				
N°	NOMBRE DE LA QOCHA	CODIGO	COSTO DIRECTO (S/.)	GASTOS GENERALES (S/.)	SUPERVISION DE OBRA (S/.)	TOTAL POR QOCHA (S/.)
1	CHAMPACCOCHA	Hca 9-2019-Q1	89,857.85	13,047.09	6,525.73	109,430.67
2	JAYLINCCOCHA	Hca 9-2019-Q2	113,096.24	13,047.09	6,525.73	132,669.06
3	PISCCOCCOCHA	Hca 9-2019-Q3	55,054.09	13,047.09	6,525.73	74,626.91
COSTO TOTAL DEL PROYECTO			258,008.18	39,141.27	19,577.20	316,726.65

SON: TRECIENTOS DIECISÉIS MIL SETECIENTOS VEINTISÉIS CON 65/100 SOLES.

LA UNIDAD EJECUTORA 0036-001634 “FONDO SIERRA AZUL”



FONDO SIERRA AZUL

EXPEDIENTE TECNICO DE INVERSIÓN

**“CONSTRUCCIÓN DE CAPTACIÓN
SUPERFICIAL DE AGUA; EN EL (LA) UNIDAD
PRODUCTORA DE CONSTRUCCIÓN DE LA
REPRESA LLIPLLIPA PAMPA, DISTRITO
SECCLLA, PROVINCIA ANGARAES,
DEPARTAMENTO HUANCAMELICA”**

LIMA– 2019

Foto N°03: Qocha Añasccocha I



1.4. BENEFICIARIOS

Los beneficiarios directos son 60 familias que representan a 300 habitantes, para un área de 100 ha de la localidad de Atuna del distrito de Secclla.

1.5. METAS FÍSICAS

Cuadro N°04: Metas Físicas del Proyecto

COMPONENTE	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD
Qocha	Unidad	03

DESCRIPCIÓN	DIQUE			LONGITUD ALIVIADERO	DESCARGA	
	LONGITUD	CORONA	ALTURA	m	DIAMETRO	LONGITUD
	m	m	m		mm	m
WAWQENTUYOQ	38.00	0.40	2.55	10.00	160.00	7.00
AÑASCCOCHA II	48.00	0.40	2.38	10.00	160.00	22.00
AÑASCCOCHA I	44.00	0.40	2.66	10.00	160.00	24.00

1.6. RESUMEN DEL COSTO DE LA INVERSIÓN DE OPTIMIZACIÓN

El costo para la inversión se detalla en el siguiente cuadro:

Cuadro N°05: Costo Total del Proyecto

RESUMEN GENERAL DEL PRESUPUESTO

FTE.FTO	:	DONACIONES Y TRANSFERENCIAS Y RECURSOS DETERMINADOS
UNIDAD GEST.	:	UNIDAD EJECUTORA FONDO SIERRA AZUL
FUNCION	:	17 AMBIENTE
PROGRAMA	:	064 DESARROLLO ESTRATEGICO, CONSERVACION Y APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DEL PATRIMONIO NATURAL
SUB-PROGRAMA	:	0122 GESTION INTEGRADA DE LOS RECURSOS NATURALES
PROYECTO	:	"CONSTRUCCIÓN DE CAPTACIÓN SUPERFICIAL DE AGUA; EN EL (LA) UNIDAD PRODUCTORA DE CONSTRUCCIÓN DE LA REPRESA LLIPLIPA PAMPA, DISTRITO SECCLLA, PROVINCIA ANGARAES, DEPARTAMENTO HUANCAMELICA"
LUGAR	:	HUANCAMELICA - ANGARAES - SECCLLA - ATUNA
CUI	:	2448095

N°	NOMBRE DE LA QOCHA	CODIGO	COSTO DIRECTO COCHAS (S/.)	COSTO DIRECTO REVEGETACION CON ESPECIES NATIVAS (S/.)	COSTO DIRECTO TOTAL (S/.)	GASTOS GENERALES (S/.)	SUPERVISION DE OBRA (S/.)	TOTAL POR QOCHA (S/.)
1	WAWGENTUYOQ	Hca7-2019-Q1	33,326.51	14,495.24	47,821.75	14,231.61	6,547.40	68,600.76
2	AÑASCCOCHA II	Hca7-2019-Q2	80,191.82	14,495.24	94,687.06	14,231.61	6,547.40	115,466.07
3	AÑASCCOCHA I	Hca7-2019-Q3	78,243.34	14,495.24	92,738.58	14,231.61	6,547.40	113,517.59
COSTO TOTAL DEL PROYECTO			191,761.67	43,485.72	235,247.39	42,694.82	19,642.20	297,584.41

SON: DOSCIENTOS NOVENTA Y SIETE MIL QUINIENTOS OCHENTA Y CUATRO CON 55/100 SOLES

1.7. PLAZO DE EJECUCIÓN

Plazo de ejecución de la obra será de 45 días calendarios que se detalla en el cronograma de ejecución del proyecto.

1.8. MODALIDAD DE EJECUCIÓN

El proyecto será ejecutado por Administración Directa.

CAPITULO I

I. MEMORIA DESCRIPTIVA

PROYECTO: “CONSTRUCCION DE CAPTACION DE AGUA; EN EL(LA) UNIDADES PRODUCTORAS DE LOS SISTEMAS DE RIEGO DE LAS COMUNIDADES CAMPESINAS DE CCAMAHUARA, SIUSA, PILLAHUARA, UMACHURCO Y PACOR ALTO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR, PROVINCIA CALCA, DEPARTAMENTO CUSCO” CUI: 2479360

1.1. ANTECEDENTES

El Ministerio de Agricultura y Riego-MINAGRI, a través de la Unidad Ejecutora Sierra Azul y de acuerdo a sus funciones y competencias, gestiona los recursos naturales y la diversidad biológica de competencia del sector en forma sostenible, en lo que respecta las acciones.

Gestionar el uso eficiente del recurso hídrico para fines agrarios y la actividad de impulsar la conservación de suelos y recuperación de suelos agrarios degradados, promueven acciones de siembra y cosecha de agua que permite mejorar la disponibilidad local, al realizar un conjunto de acciones con medidas vegetativas y físicas articuladas entre sí, para la retención sub superficial y superficial del agua, para lo cual los usuarios organizados realizan leves transformaciones en los territorios de los sistemas hídricos productivos de las unidades hidrográficas (microcuencas), donde se demande agua para la ganadería y agricultura familiar.

Las qochas o represas rústicas son depósitos o reservorios de agua, que el hombre utiliza aprovechando la depresión natural del suelo (hondonadas) o las lagunas naturales, construyendo para ello un dique que permite captar y almacenar el agua proveniente de las lluvias, para luego ser utilizada en los meses de mayor escasez.

La implementación de las micro represas rústicas o “qochas” se han impulsado a partir del conocimiento tradicional campesino de la sierra del Perú, practicado desde tiempos inmemorables son de importancia para la siembra y cosecha de agua para el uso y aprovechamiento de las familias.

La Municipalidad Distrital de San Salvador, en sus planes de desarrollo promueven la presente actividad, tal es así que a través de autoridades locales y Gobierno Local, en coordinación con la Unidad Ejecutora 036 Fondo Sierra Azul presentan el expediente técnico para su financiamiento a la oficina de Secretaria Técnica del FONDO SIERRA AZUL, teniendo en cuenta que, el distrito mencionado requiere la ejecución de éstas inversiones para mejorar la capacidad de interceptación y retención de las aguas de lluvia, su almacenamiento y regulación, con lo cual se incrementará la disponibilidad de agua para sus actividades agropecuarias y optimización del activo agua para la Unidad productora de servicios.

El proyecto materia de la presente Memoria, consiste en la elaboración del Expediente Técnico de inversiones de optimización de siembra y cosecha de agua denominado: **“CONSTRUCCION DE CAPTACION DE AGUA; EN EL(LA) UNIDADES PRODUCTORAS DE LOS SISTEMAS DE RIEGO DE LAS COMUNIDADES CAMPESINAS DE CCAMAHUARA, SIUSA, PILLAHUARA, UMACHURCO Y PACOR ALTO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR, PROVINCIA CALCA, DEPARTAMENTO CUSCO”**

CUADRO N° 04: METAS FÍSICAS DE LA INVERSIÓN

QOCHA	TIPO DE DIQUE	DIQUE					ALIVIADERO		TRANSICION (m)	CANAL	POZA DISIPADORA	PISO DE SALIDA (m)	DESCARGA		Qmáx. (m³/s)
		Longitud del Dique		Altura del Dique		Ancho Corona (m)									
		Longitud 1 (m)	Longitud 2 (m)	Altura 1 (m)	Altura 2 (m)		Largo (m)	Ancho (m)					Longitud (m)	Longitud (m)	
TULLUPAMPA QOCHA	DIQUE DE CONCRETO CICLOPEO	35.65	58.50	3.00	1.10	0.30	3.5	0.30	-	-	2.14	2.00	160.00	24.00	0.673
SEMIRIAM 1	DIQUE DE CONCRETO CICLOPEO	38.50	26.60	2.90	2.00	0.30	2.50	0.30	-	-	1.78	2.00	160.00	24.00	0.139
QOLPANAQOCHA	DIQUE DE CONCRETO CICLOPEO	63.60	43.70	2.12	2.10	0.4	3.5	0.30	-	-	2.5	2.00	160.00	24.00	0.265

Fuente: Elaboración Propia, datos de resulta

"CONSTRUCCION DE CAPTACION DE AGUA: EN EL(LA) UNIDADES PRODUCTORAS DE LOS SISTEMAS DE RIEGO DE LAS COMUNIDADES CAMPESINAS DE CCAMAHUARA, SIUSA, PILLAHUARA, UMACHURCO Y PACOR ALTO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR, PROVINCIA CALCA, DEPARTAMENTO CUSCO"

1.6. RESUMEN DEL COSTO DE LA INVERSION

El costo para la inversión se detalla en el siguiente cuadro:

CUADRO N° 05: Presupuesto desagregado

RESUMEN GENERAL DEL PRESUPUESTO			
INVERSIÓN :	CONSTRUCCION DE CAPTACION DE AGUA; EN EL (LA) UNIDADES PRODUCTORAS DE LOS SISTEMAS DE RIEGO DE LAS COMUNIDADES CAMPESINAS DE CCAMAHUARA, SIUSA, PILLAHUARA, UMACHURCO Y PACOR ALTO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR, PROVINCIA CALCA, DEPARTAMENTO CUSCO		
CÓDIGO ÚNICO DE INVERSIÓN:	2479360		
UNIDAD EJECUTORA DE INVERSIONES:	UNIDAD EJECUTORA FONDO SIERRA AZUL		
FUNCIÓN:	17 AMBIENTE		
PROGRAMA:	054 DESARROLLO ESTRATÉGICO, CONSERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DEL PATRIMONIO NATURAL		
SUB-PROGRAMA:	0122 GESTIÓN INTEGRADA DE LOS RECURSOS HÍDRICOS		
SECTOR RESPONSABLE:	AGRICULTURA		
UBICACIÓN:	SAN SALVADOR - CALCA - CUSCO		
TIPO DE ACCIÓN :	CONSTRUCCIÓN DE DIQUE PARA QOCHA		

CÓDIGO DE OBRA O INTERVENCIÓN	NOMBRE	TIPO DE ACCION	COSTO (S/.)
I.- COSTO DIRECTO			
CUS5-2021-Q1	TULLUPAMPA QOCHA	QOCHA	110,504.51
CUS5-2021-Q2	SEMIRIAM 1	QOCHA	136,909.51
CUS5-2021-Q4	QOLPANAQOCHA	QOCHA	129,992.22
TOTAL COSTO DIRECTO			377,406.24
II.- COSTO INDIRECTO			
2.1	GASTOS GENERALES		71,869.76
2.2	GASTOS DE SUPERVISION		25,437.60
2.3	GASTOS DE LIQUIDACION		9,000.00
2.4	GASTOS DE GESTIÓN		45,278.11
MONTO DE EJECUCION DE OBRA			528,991.71

MONTO TOTAL DE INVERSION	
MONTO DE EJECUCION DE OBRA (FINANCIAMIENTO CON SIERRA AZUL)	528,991.71
ELABORACION DE EXPEDIENTE TECNICO (MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAN SALVADOR)	38,000.00
MONTO TOTAL DE INVERSION	566,991.71

Fuente: Elaboración Propia

El Costo del proyecto asciende a la suma de S/. 566,991.71 (Quinientos sesenta y seis mil novecientos noventa y uno con 71/100 Soles).

UNIDAD EJECUTORA "FONDO SIERRA AZUL"



**"REPARACION DE QOCHAS (EXCLUSIVO
PARA N.E.) Y ZANJA DE INFILTRACION
(EXCLUSIVO PARA N.E.); EN EL(LA)
INFRAESTRUCTURA NATURAL DEL
TERRITORIO HIDRICO PRODUCTIVO
QUILLU CRUZ CCOCHA CUCHO DEL
DISTRITO DE SANTIAGO DE
LUCANAMARCA, PROVINCIA HUANCA
SANCOS, DEPARTAMENTO AYACUCHO"**

CAPITULO I

MEMORIA DESCRIPTIVA

1.4. BENEFICIARIOS

- Los beneficiarios directos del proyecto comprenden 100 familias pertenecientes a las localidades de **Quillu Cruz Ccocha Cucho**, como resultado de la inclusión en las Inversiones de Siembra y Cosecha de Agua.

1.5. METAS FISICAS

CUADRO N° 05: Dimensiones del Dique por Qocha

QOCHA	DIQUE PRINCIPAL			DIQUE CONF I			DIQUE CONF II			ALIVERTEDERO		TUB. DESCARGA	
	LONG.	CORONA	ALTURA	LONG.	CORONA	ALTURA	LONG.	CORONA	ALTURA	LONG.	ANCHO	DIAMETRO	LONG.
	m	m	m	m	m	m	m	m	m			mm	m
HUAYTAQOCHA	115.00	0.30	2.35	---	---	---	---	---	---	5.30	10.30	160	10.00
YAWAR QOCHA	32.10	0.30	2.70	---	---	---	---	---	---	5.80	15.00	160	24.00
YAWAR QOCHA 2	29.30	0.30	2.26	15.80	0.30	1.12	20.00	0.30	0.33	5.00	10.90	160	10.00
QUILLUCRUZ QOCHA	43.90	0.30	1.82	---	---	---	---	---	---	5.00	11.30	160	24.00
UQUQUY QOCHA	41.00	0.30	1.22	---	---	---	---	---	---	4.80	12.00	160	18.00
QUELLWAQOCHA	36.90	0.30	3.09	---	---	---	---	---	---	6.00	16.80	160	6.00

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 06: Resumen de Metas Físicas

META	UNIDAD DE MEDIDA	VALORACIÓN
QOCHA	UNIDAD	06
ZANJAS	KM	30

Fuente: Elaboración Propia

1.6. RESUMEN DEL COSTO DE LA INVERSIÓN

El costo para la inversión se detalla en el siguiente cuadro:

CUADRO N° 08: Resumen analítico por intervención

CÓDIGO DE OBRA O INTERVENCIÓN	LUGAR DE INTERVENCIÓN	COSTO DIRECTO	GASTOS GENERALES	GASTOS DE SUPERVISIÓN	GASTO DE LIQUIDACION	GASTOS DE GESTION	TOTAL
Aya10-2023-Q1	HUAYTAQOCHA	135,369.44	19,364.06	36,356.50	3,400.00	15,908.13	210,398.13
Aya10-2023-Q2	QUELLWAQOCHA	125,563.55	19,363.57	35,953.50	3,400.00	15,908.13	200,188.75
Aya10-2023-Q3	YAWARQOCHA	178,827.91	23,935.31	33,032.40	3,400.00	15,908.13	255,103.75
Aya10-2023-Q4	YAWARQOCHA 2	181,658.63	19,429.93	26,383.50	3,400.00	15,908.13	246,780.19
Aya10-2023-Q5	QUILLUCRUZ QOCHA	155,494.53	19,433.92	24,286.50	3,400.00	15,908.13	218,523.08
Aya10-2023-Q6	UQUQUY QOCHA	160,913.72	23,688.49	32,529.40	3,400.00	15,908.13	236,439.74
TOTAL		937,827.78	125,215.28	188,541.80	20,400.00	95,448.80	1,367,433.66

Fuente: Elaboración Propia

CÓDIGO DE OBRA O INTERVENCIÓN	LUGAR DE INTERVENCIÓN	COSTO DIRECTO	GASTOS GENERALES	GASTOS DE SUPERVISIÓN	GASTO DE LIQUIDACION	GASTOS DE GESTION	TOTAL
AYA10-2023-Z1	ESTANCIA CCASA 1	117,359.04	15,923.84	17,272.30	3,400.00	16,402.05	170,357.23
AYA10-2023-Z2	ESTANCIA CCASA 2	107,639.95	16,361.52	17,675.30	0.00	16,402.05	158,078.82
TOTAL		224,998.99	32,285.36	34,947.60	3,400.00	32,804.10	328,436.05

CUADRO N° 09: Consolidado del Presupuesto

CODIGO DE OBRA O INTERVENCIÓN	NOMBRE	TIPO DE ACCION	COSTO (S/.)
I.- COSTO DIRECTO			1,162,826.77
1.1. INFRAESTRUCTURA NATURAL			1,162,826.77
Aya10-2023-Q1	HUAYTAQOCHA	QOCHA	135,369.44
Aya10-2023-Q2	QELLWAQOCHA	QOCHA	125,563.55
Aya10-2023-Q3	YAWAR QOCHA	QOCHA	178,827.91
Aya10-2023-Q4	YAWAR QOCHA 2	QOCHA	181,658.63
Aya10-2023-Q5	QILLUCRUZ QOCHA	QOCHA	155,494.53
Aya10-2023-Q6	UQUQUY QOCHA	QOCHA	160,913.72
AYA10-2023-Z1	ESTANCIA CCASA 1	ZANJA DE INFILTRACION	117,359.04
AYA10-2023-Z2	ESTANCIA CCASA 1	ZANJA DE INFILTRACION	107,639.95
II.- COSTO INDIRECTO			936,826.77
GASTOS GENERALES			157,500.64
GASTOS DE SUPERVISION			223,489.40
GASTOS DE LIQUIDACION			23,800.00
GASTOS DE GESTIÓN			128,252.90
ELABORACION DE EXP. TECNICO			7,000.00
TOTAL INVERSION			1,702,869.71

CUADRO N° 10: Consolidado del presupuesto total

TIPO DE ACCIÓN	COSTO DIRECTO	GASTOS GENERALES	GASTOS DE SUPERVISIÓN	GASTO DE LIQUIDACION	GASTOS DE GESTION	ELAB. EXP. TECNICO	TOTAL
QOCHA (DIQUE)	937,827.78	125,215.28	188,541.80	20,400.00	95,448.80	6,000.00	1,373,433.66
ZANJA DE INFILTRACION	224,998.99	32,285.36	34,947.60	3,400.00	32,804.10	1,000.00	329,436.05
TOTAL	1,162,826.77	157,500.64	223,489.40	23,800.00	128,252.90	7,000.00	1,702,869.71

SON: S/1,702,869.71 (un millón setecientos dos mil ochocientos sesenta y nueve con 71/100 soles).

1.7. PLAZO DE EJECUCIÓN

El plazo de ejecución de la inversión es 120 días, el cual contempla la ejecución de la obra (90 días calendarios) y la liquidación de la inversión (30 días calendario), el cual se muestra en el siguiente diagrama de Gantt.

UNIDAD EJECUTORA “FONDO SIERRA AZUL”



EXPEDIENTE TECNICO DE INVERSION

***“REPARACION DE QOCHAS (EXCLUSIVO PARA N.E.); EN EL
(LA) INFRAESTRUCTURA NATURAL DEL TERRITORIO
HÍDRICO PRODUCTIVO LECCLECCACOA DEL DISTRITO
DE SANCOS, PROVINCIA HUANCA SANCOS,
DEPARTAMENTO AYACUCHO”***

AYACUCHO – 2023

1.5. METAS FÍSICAS

En el presente proyecto se plantea lo siguiente:

Descripción de la intervención	Código de Acción	Nombre de la Acción	Superf. implementada con infraestructura de recarga hídrica (m²) *	Volumen incremental de recarga hídrica (m³)	Superf. Acondicionada para Recarga Hídrica (Ha)**
DIQUES Y OBRAS CONEXAS PARA QOCHAS	AYA12-2023-Q1	HAYLLACCOCHA	20,364.63	16,230.76	33.87
DIQUES Y OBRAS CONEXAS PARA QOCHAS	AYA12-2023-Q2	UJUJUNIYOCC 3	11,979.45	7,353.99	28.03
DIQUES Y OBRAS CONEXAS PARA QOCHAS	AYA12-2023-Q3	UJUJUNIYOCC 2	7,012.36	6,485.40	8.70
DIQUES Y OBRAS CONEXAS PARA QOCHAS	AYA12-2023-Q4	LECCLECCACOCHA 2	7,488.47	10,758.30	83.17
DIQUES Y OBRAS CONEXAS PARA QOCHAS	AYA12-2023-Q5	PACHACUYO 3	14,354.12	8,150.80	8.84
DIQUES Y OBRAS CONEXAS PARA QOCHAS	AYA12-2023-Q6	ACCOCCOCHA 1	38,044.07	27,980.12	18.80
DIQUES Y OBRAS CONEXAS PARA QOCHAS	AYA12-2023-Q7	ACCOCCOCHA 3	44,985.10	43,878.80	64.79
DIQUES Y OBRAS CONEXAS PARA QOCHAS	AYA12-2023-Q8	SOYTOOJOJATA	4,983.53	5,492.99	14.30
DIQUES Y OBRAS CONEXAS PARA QOCHAS	AYA12-2023-Q9	JOCHAHUASI	29,639.37	26,110.42	88.93
DIQUES Y OBRAS CONEXAS PARA QOCHAS	AYA12-2023-Q11	TICCRARPUCCOCHA	11,581.43	9,188.14	105.54
DIQUES Y OBRAS CONEXAS PARA QOCHAS	AYA12-2023-Q12	OSNOCCOCHA 1	9,819.24	14,466.34	43.40
DIQUES Y OBRAS CONEXAS PARA QOCHAS	AYA12-2023-Q13	OSNOCCOCHA 2	10,816.94	10,860.06	35.46
TOTAL			211,068.71	186,956.12	533.83

CUADRO N° 05: Dimensiones del Dique por Qocha

ITEM	QOCHA	CARACTERÍSTICAS DE DIQUE					TUB. DESCARGA	
		TIPO		LONGITUD	CORONA	ALTURA	DIAMETRO	LONGITUD
		CONCRETO CICLOPEO	PRINCIPAL / CONFINAMIENTO	m	m	m	mm	m
1	HUAYLLAOCCHA	CONCRETO	DIQUE 1 - PRINCIPAL	38	0.35	2.1	160	18
2	ULULUNIYOCC 3	CONCRETO	DIQUE 1 - PRINCIPAL	61.5	0.35	1	160	18
3	ULULUNIYOCC 2	CONCRETO	DIQUE 1 - PRINCIPAL	134.4	0.35	1.5	160	18
4	LECCLECCACOCHA 2	CONCRETO	DIQUE 1 - PRINCIPAL	59.5	0.35	2	160	22
5	PACHACOYO 3	CONCRETO	DIQUE 1 - PRINCIPAL	156	0.35	1.2	160	22
6	ACCOCCOCHA 1	CONCRETO	DIQUE 1 - PRINCIPAL	54	0.35	1.25	160	18
7	ACCOCCOCHA 3	CONCRETO	DIQUE 1 - PRINCIPAL	44	0.35	2.1	160	18
8	SOYTOCJOJATA	CONCRETO	DIQUE 1 - PRINCIPAL	83.6	0.35	1.6	160	18
9	JOCHAHUASI	CONCRETO	DIQUE 1 - PRINCIPAL	63	0.35	2.2	160	18
			DIQUE 1 - CONFINAMIENTO	36.5	0.35	0.95		
10	TICCARPUCCOCHA	CONCRETO	DIQUE 1 - PRINCIPAL	57.5	0.35	1.5	160	18
11	OSNOCCOCHA 1	CONCRETO	DIQUE 1 - PRINCIPAL	51	0.35	2.1	160	12
12	OSNOCCOCHA 2	CONCRETO	DIQUE 1 - PRINCIPAL	71	0.35	2.3	160	12

CUADRO N° 06: Resumen de Metas Físicas

META	UNIDAD DE MEDIDA	VALORACION
Qochas (Dique y obras conexas)	Unidad	12

1.6. RESUMEN DEL COSTO DEL PROYECTO

RESUMEN GENERAL DEL PRESUPUESTO			
INVERSIÓN :	REPARACIÓN DE QOCHAS (EXCLUSIVO PARA N.E.); EN EL (LA) INFRAESTRUCTURA NATURAL DEL TERRITORIO HIDRICO PRODUCTIVO LECCLECCACOA DEL DISTRITO DE SANCOS, PROVINCIA HUANCA SANCOS, DEPARTAMENTO AYACUCHO		
CÓDIGO ÚNICO DE INVERSIÓN:	2592287		
UNIDAD EJECUTORA DE INVERSIONES:	UNIDAD EJECUTORA FONDO SIERRA AZUL		
FUNCIÓN:	17 AMBIENTE		
PROGRAMA:	054 DESARROLLO ESTRATÉGICO, CONSERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DEL PATRIMONIO NATURAL		
SUB-PROGRAMA:	0120: GESTIÓN INTEGRADA Y SOSTENIBLE DE ECOSISTEMAS		
SECTOR RESPONSABLE:	013 AGRICULTURA		
UBICACIÓN:	DISTRITO SANCOS - PROVINCIA HUANCA SANCOS- DEPARTAMENTO AYACUCHO		
CÓDIGO DE OBRA O INTERVENCIÓN	NOMBRE	TIPO DE ACCION	COSTO (S/.)
I.- COSTO DIRECTO			2,104,115.17
1.1. INFRAESTRUCTURA NATURAL			2,104,115.17
Aya12-2023-Q1	HUAYLLACCOCHA	QOCHA	132,111.71
Aya12-2023-Q2	UJUUJINIYOCC 3	QOCHA	141,005.88
Aya12-2023-Q3	UJUUJINIYOCC 2	QOCHA	235,898.30
Aya12-2023-Q4	LECCLECCACOA 2	QOCHA	173,008.72
Aya12-2023-Q5	PACHACUYO 3	QOCHA	231,414.56
Aya12-2023-Q6	ACCOCCOCHA 1	QOCHA	129,373.37
Aya12-2023-Q7	ACCOCCOCHA 3	QOCHA	122,388.03
Aya12-2023-Q8	SOYTOOJOJATA	QOCHA	211,067.80
Aya12-2023-Q9	JOCHAHUASI	QOCHA	209,642.64
Aya12-2023-Q10	TICCRARPUCCOCHA	QOCHA	161,412.04
Aya12-2023-Q11	OSNOCCOCHA 1	QOCHA	153,975.95
Aya12-2023-Q12	OSNOCCOCHA 2	QOCHA	202,816.17
II.- COSTO INDIRECTO			810,880.25
GASTOS GENERALES			228,335.50
GASTOS DE SUPERVISION			352,125.20
GASTOS DE LIQUIDACION			40,800.00
GASTOS DE GESTIÓN			177,619.55
ELABORACION DE EXP. TECNICO			12,000.00
TOTAL INVERSION			2,914,995.42

UNIDAD EJECUTORA “FONDO SIERRA AZUL”



EXPEDIENTE TECNICO DE INVERSION

“CONSTRUCCION DE CAPTACION DE AGUA; EN EL(LA) RECARGA HÍDRICA PARA LAS UNIDADES PRODUCTORAS DE LOS SISTEMAS DE RIEGO CONDORAY - SAN MIGUEL; ROCCHAS - SAN MIGUEL; PAJPATOMA PATACORRAL - MOROCHUCOS; IRRIGACION IBIAS - OCROS; DISTRITO DE CARAPO, PROVINCIA HUANCA SANCOS, DEPARTAMENTO AYACUCHO”

AYACUCHO – 2021

UNIDAD EJECUTORA 0036 – 001634 “FONDO SIERRA AZUL”

CUADRO N° 15: Metas del Proyecto.

QOCHA	TIPO DE DIQUE	DIQUE							ALVIADERO	TOMA DE CAPTACION (m)	TRANSICION (m)	POZA DISIPADORA	DESCARGA		Q _{max} (m ³ /s)
		Altura 1 (m)	Altura 2 (m)	Altura 3 (m)	Longitud 1 (m)	Longitud 2 (m)	Longitud 3 (m)	Ancho Corona (m)					Longitud (m)	Diametro (mm)	
ISLAQOCHA	CONCRETO CICLOPEO	1.69	0.78		15.50	26.00		0.30	9.00			2.82	160.00	6.00	2.376
TAQRAQOCHA	CONCRETO CICLOPEO	1.41			74.80			0.30	8.50			2.82	160.00	6.00	1.588
QENWAGUCHU	CONCRETO CICLOPEO	1.85			50.00			0.30	5.00	7.00	17.00		160.00	24.00	0.626
QAUULLAQOCHA	CONCRETO CICLOPEO	1.12	0.72	0.73	78.30	38.20	34.30	0.30	8.00				160.00	18.00	0.619
QUINUAQOCHA	CONCRETO CICLOPEO	2.59			33.50			0.30	5.00	18.00	18.00		160.00	18.00	2.292
TOTORABAMBA-1	CONCRETO CICLOPEO	1.08	0.97		28	16.50		0.30	8.8				160.00	12.00	4.340 **
PILLIQOCHA	CONCRETO CICLOPEO	1.77	0.49	0.29	13.20	13.60	8.50	0.30	5.00	10.00			160.00	18.00	1.896
PATAQOCHA 1	CONCRETO CICLOPEO	2.42			36.20			0.30	5.00	2.60	5.00	3.00	160.00	18.00	0.365
PATAQOCHA 2	CONCRETO CICLOPEO	1.46			40.80			0.30	3.00		7.00		160.00	18.00	0.167
QOCHAPARCO	CONCRETO CICLOPEO	2.17	0.26		70.5	15		0.30	10	2.48			160.00	18.00	1.836
PUCAQOCHA	CONCRETO CICLOPEO	1.74			40.50			0.30	6.00	2.75	5.00	S/P	160.00	18.00	0.779
MAURAMA	CONCRETO CICLOPEO	2.10			41.70			0.30	8.50			2.82	160.00	12.00	0.817
CONRUSPUCRU 1	CONCRETO CICLOPEO	2.59			31.90			0.30	5.00	10.00	10.00		160.00	24.00	1.990
CONRUSPUCRU 2	CONCRETO CICLOPEO	2.74			34.00			0.30	5.00	5.00	8.25		160.00	24.00	1.015
SOILLUQCHA QOCHA	CONCRETO CICLOPEO	2.23			59.70			0.30	7.00	15.00	5.00	S/P	160.00	18.00	1.144
CHAMACCHALE	CONCRETO CICLOPEO	2.18	1.11		42.80	30.50		0.30	3.00			10.00	160.00	18.00	0.819
CHAMPAQOCHA	CONCRETO CICLOPEO	2.85			27.80			0.30	3			8.00	160.00	12.00	1.824
PARCCAQOCHA	CONCRETO CICLOPEO	1.32	0.47		24.50	10.00		0.30	4.00	3.17		S/P	160.00	6.00	1.055
QEUULLAQOCHA	CONCRETO CICLOPEO	1.52			42.50			0.30	3.00	11.00	9.30		160.00	18.00	1.244

** Se ha procedido a calcular el caudal máximo mediante la metodología del tránsito de avenidas (transito hidrológico de embalses) considerando el modelo hidrológico HEC-HMS, Por tanto se ha calculado el hidrograma de entrada el Método Hidrograma Triangular = 1.17 m³/s para un Tr: 100 años.

“CONSTRUCCION DE CAPTACION DE AGUA; EN EL(LA) RECARGA HIDRICA PARA LAS UNIDADES PRODUCTORAS DE LOS SISTEMAS DE RIEGO CONDORAY - SAN MIGUEL; ROCCHAS - SAN MIGUEL; PAJPATOMA PATACORRAL - MOROCHUCOS; IRRIGACION IBIAS - OCROS; DISTRITO DE CARAPO, PROVINCIA HUANCA SANCOS, DEPARTAMENTO AYACUCHO”

UNIDAD EJECUTORA “FONDO SIERRA AZUL”



EXPEDIENTE TECNICO DE INVERSION

“CONSTRUCCIÓN DE CAPTACIÓN DE AGUA; EN EL (LA) RECARGA HÍDRICA PARA 03 UNIDADES PRODUCTORAS DE LOS SISTEMAS DE RIEGO YURACCACCA-MARIA PARADO DE BELLIDO, SAN JUAN DE PATARA-HUAMANQUIQUIA Y TAULLIHUASI-CARAPO, DISTRITO DE SACSAMARCA, PROVINCIA HUANCA SANCOS, DEPARTAMENTO AYACUCHO”

AYACUCHO – 2021

TOTAL	8.68	74,384.00	34.72
--------------	-------------	------------------	--------------

(*) La superficie implementada para la acción qocha, se estima por el área de espejo o embalse, para las otras acciones representa el área intervenida.

(**) La Superficie Acondicionada para la acción qocha se estima por el área de recarga hídrica de la qocha.

CUADRO N° 05: Dimensiones del Dique por Qocha

QOCHA	TIPO DE DIQUE PRINCIPAL	DIQUE					ALIVIADERO			POZA DISIPADORA		DESCARGA		
		Altura 1 (m)	Altura 2 (m)	Longitud 1 (m)	Longitud 2 (m)	Ancho Corona (m)	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Longitud (m)	B (m)	b (m)	Longitud (m)	Longitud (m)
Waqra pampa-1	DIQUE DE CONCRETO	2.75		28.5		0.30	2.3	10	0.45	2.69	4.00	2.00	4	18
Waqra pampa-2	DIQUE DE CONCRETO	1.75		53.5		0.30	2	13.4	0.5	3.05	3.40	1.50	5	18
Waqra pampa-3	DIQUE DE CONCRETO	1.40		36.4		0.30	2	13.6	0.4	2.15	3.60	2.00	5	18
Waqra pampa-4	DIQUE DE CONCRETO	2.15		32.5		0.30	2	13	0.4	2.00	3.00	1.50	4	18
Waqra pampa-6	DIQUE DE CONCRETO	2.05		28.5		0.30	2	14	0.4	2.69	4.00	2.00	-	18
Waqra pampa-7	DIQUE DE CONCRETO	1.20	0.75	35.6	24.5	0.30	2	13.5	0.45	2.70	3.50	1.50	4	18
Waqra pampa-8	DIQUE DE CONCRETO	1.75		49.8		0.30	2	15.2	0.45	3.75	5.20	2.50	3	18

CUADRO N° 06: Resumen de Metas Físicas

META	UNIDAD DE MEDIDA	VALORACION
Qochas (Dique y obras conexas)	Unidad	07

1.6. RESUMEN DEL COSTO DEL PROYECTO

El costo para la inversión se indica en el siguiente cuadro:

RESUMEN GENERAL DEL PRESUPUESTO			
INVERSIÓN :	“CONSTRUCCIÓN DE CAPTACIÓN DE AGUA; EN EL (LA) RECARGA HÍDRICA PARA 03 UNIDADES PRODUCTORAS DE LOS SISTEMAS DE RIEGO YURACCACCA-MARIA PARADO DE BELLIDO, SAN JUAN DE PATARA-HUAMANQUIQUIA Y TAULLIHUASI-CARAPO, DISTRITO DE SACSAMARCA, PROVINCIA HUANCA SANCOS, DEPARTAMENTO AYACUCHO”		
CÓDIGO ÚNICO DE INVERSIÓN:	2516344		
UNIDAD EJECUTORA DE INVERSIONES:	UNIDAD EJECUTORA FONDO SIERRA AZUL		
FUNCIÓN:	17 AMBIENTE		
PROGRAMA:	054 DESARROLLO ESTRATÉGICO, CONSERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DEL PATRIMONIO NATURAL		
SUB-PROGRAMA:	0122 GESTIÓN INTEGRADA DE LOS RECURSOS HÍDRICOS		
SECTOR RESPONSABLE:	AGRICULTURA		
UBICACIÓN:	SACSAMARCA		
TIPO DE ACCIÓN :	CONSTRUCCIÓN DE DIQUE PARA QOCHA		
CÓDIGO DE OBRA O INTERVENCIÓN	NOMBRE	TIPO DE ACCION	COSTO (S/.)
I.- COSTO DIRECTO			
AYA3-2021-Q1	WAQRA PAMPA-1	QOCHA	87,686.46
AYA3-2021-Q2	WAQRA PAMAPA-2	QOCHA	102,404.90

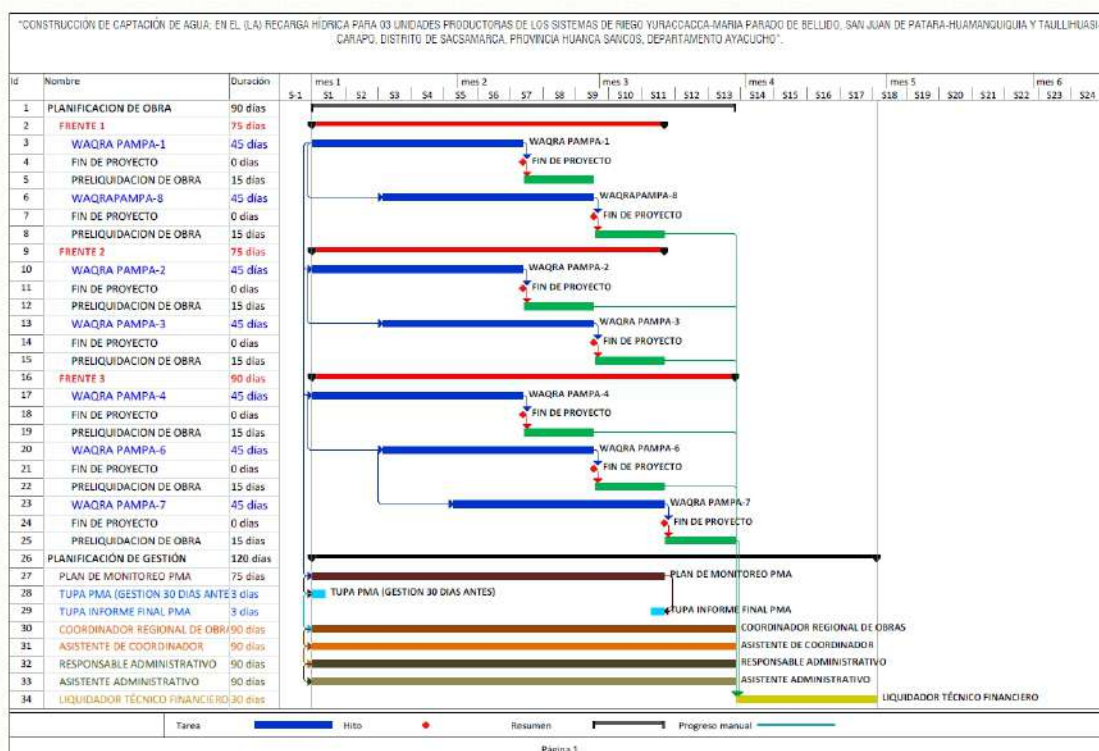
“CONSTRUCCIÓN DE CAPTACIÓN DE AGUA; EN EL (LA) RECARGA HÍDRICA PARA 03 UNIDADES PRODUCTORAS DE LOS SISTEMAS DE RIEGO YURACCACCA-MARIA PARADO DE BELLIDO, SAN JUAN DE PATARA-HUAMANQUIQUIA Y TAULLIHUASI-CARAPO, DISTRITO DE SACSAMARCA, PROVINCIA HUANCA SANCOS, DEPARTAMENTO AYACUCHO”

AYA3-2021-Q3	WAQRA PAMPA-3	QOCHA	89,187.84
AYA3-2021-Q4	WAQRA PAMPA-4	QOCHA	91,470.54
AYA3-2021-Q5	WAQRA PAMPA-6	QOCHA	79,599.08
AYA3-2021-Q6	WAQRA PAMPA-7	QOCHA	102,866.15
AYA3-2021-Q7	WAQRA PAMPA-8	QOCHA	99,396.23
			=====
TOTAL COSTO DIRECTO			652,611.20
II.- COSTO INDIRECTO			353,715.29
GASTOS GENERALES			168,305.58
GASTOS DE SUPERVISION			62,701.60
GASTOS DE LIQUIDACION			22,350.00
GASTOS DE GESTIÓN			100,358.11
			=====
TOTAL INVERSION			1,006,326.49

SON: UN MILLON SEIS MIL TRESCIENTOS VEINTE Y SEIS CON 49/100 SOLES.

1.7. PLAZO DE EJECUCIÓN

El plazo de ejecución de la inversión es 120 días, el cual contempla la ejecución de la obra (75 días calendarios), pre liquidación (15 días calendarios) y la liquidación de la inversión (30 días calendario).



1.8. MODALIDAD DE EJECUCIÓN

La modalidad de ejecución de la obra será por ADMINISTRACIÓN DIRECTA.

UNIDAD EJECUTORA “FONDO SIERRA AZUL”



EXPEDIENTE TECNICO DE INVERSION

“CONSTRUCCION DE CAPTACION DE AGUA; EN EL(LA) RECARGA HÍDRICA PARA 03 UNIDADES PRODUCTORAS DE LOS SISTEMAS DE RIEGO CABANA SUR II ETAPA-CABANA, LLACCTA CCOCHA-CABANA Y HUANCULLUCU-SANTA ANA DE HUAYCAHUACHO DISTRITO DE CABANA, PROVINCIA LUCANAS, DEPARTAMENTO AYACUCHO” CUI 2523926

AYACUCHO – 2021

1.4. BENEFICIARIOS

Los beneficiarios directos del proyecto; comprenden a 90 familias pertenecientes a la localidad de Cabana, que representa 621 habitantes y 152 has, como resultado de la inclusión en las Inversiones de Siembra y Cosecha de Agua.

Indirectamente se beneficiará a 253 familias de los usuarios de riego de las Unidades Productoras; que representan 1012 habitantes; con un área de servicio de 174 has, puesto que favorecerá a la agricultura; que es su principal actividad económica.

1.5. METAS FÍSICAS

En el presente proyecto se plantea lo siguiente:

CUADRO N° 04: Metas Físicas de la Inversión

Descripción de la intervención	Código de Acción	Nombre de la Acción	Superf. implementada con infraestructura de recarga hídrica (Ha) *	Volumen incremental de recarga hídrica (m3)	Superf. Acondicionada para Recarga Hídrica (Ha)**
Dique y obras conexas para Qocha	AYA4-2021-Q1	AGOMICHAYOCC-1	3.05	34,035.85	48.95
Dique y obras conexas para Qocha	AYA4-2021-Q2	AGOMICHAYOCC-2	2.83	21,516.08	121.48
Dique y obras conexas para Qocha	AYA4-2021-Q3	ÑUÑUORQO-1	1.12	13,140.74	125.28
Dique y obras conexas para Qocha	AYA4-2021-Q4	ÑUÑUORQO-2	0.42	3,442.03	63.03
Dique y obras conexas para Qocha	AYA4-2021-Q5	ROQUEQOCHA	4.42	30,529.62	25.75
TOTAL			11.84	102,664.32	384.50

(*) La superficie implementada para la acción qocha, se estima por el área de espejo o embalse, para las otras acciones representa el área intervenida.

(**) La Superficie Acondicionada para la acción qocha se estima por el área de recarga hídrica de la qocha.

CUADRO N° 05: Dimensiones del Dique por Qocha

QOCHA	TIPO DE DIQUE	DIQUE			ALIVIADERO			TRANSICION			CANAL			POZA DISIPADORA	DESCARGA	
		Altura (m)	Longitud (m)	Ancho Corona (m)	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Longitud (m)	B (m)	b (m)	Longitud (m)	Base (m)	Altura (m)	Longitud (m)	Diametro (mm)	Longitud (m)
AGOMICHAYOCC-1	CONCRETO CICLOPEO	1.84	45.70	0.40	0.54	7.70	0.50	**	**	**	-	-	-	2.00	160	6
AGOMICHAYOCC-2	CONCRETO CICLOPEO	1.44	57.10	0.40	0.48	4.80	0.55	**	**	**	-	-	-	2.20	160	6
ÑUÑUORQO-1	CONCRETO CICLOPEO	1.93	63.40	0.30	0.49	8.30	0.60	**	**	**	-	-	-	2.80	160	6
ÑUÑUORQO-2	CONCRETO CICLOPEO	1.83	57.00	0.30	2.30	10.50	0.40	**	**	**	-	-	-	-	160	6
ROQUEQOCHA	CONCRETO CICLOPEO	1.22	61.50	4.04	2.00	5.40	0.50							1.50	160	16

CUADRO N° 06: Resumen de Metas Físicas

META	UNIDAD DE MEDIDA	VALORACION
Qochas (Dique y obras conexas)	Unidad	05

1.6. RESUMEN DEL COSTO DEL PROYECTO

El costo para la inversión se indica en el siguiente cuadro:

RESUMEN GENERAL DEL PRESUPUESTO

INVERSIÓN : “CONSTRUCCION DE CAPTACION DE AGUA; EN EL(LA) RECARGA HÍDRICA PARA 03 UNIDADES PRODUCTORAS DE LOS SISTEMAS DE RIEGO CABANA SUR II ETAPA-CABANA, LLACCTA CCOCHA-CABANA Y HUANCULLUCU-SANTA ANA DE HUAYCAHUACHO DISTRITO DE CABANA, PROVINCIA LUCANAS, DEPARTAMENTO AYACUCHO”

CÓDIGO ÚNICO DE INVERSIÓN: 2523926

UNIDAD EJECUTORA DE INVERSIONES: UNIDAD EJECUTORA FONDO SIERRA AZUL

FUNCIÓN: 17 AMBIENTE

PROGRAMA: 054 DESARROLLO ESTRATÉGICO, CONSERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DEL PATRIMONIO NATURAL

SUB-PROGRAMA: 0122 GESTIÓN INTEGRADA DE LOS RECURSOS HÍDRICOS

SECTOR RESPONSABLE: AGRICULTURA

UBICACIÓN: CABANA

TIPO DE ACCIÓN : CONSTRUCCIÓN DE DIQUE PARA QOCHA

CÓDIGO DE OBRA O INTERVENCIÓN	NOMBRE	TIPO DE ACCION	COSTO (S/.)
I.- COSTO DIRECTO			
AYA4-2021-Q1	AGOMICLAYOCC-1	QOCHA	95,434.33
AYA4-2021-Q2	AGOMICLAYOCC-2	QOCHA	100,986.58
AYA4-2021-Q3	ÑUÑUORQO-1	QOCHA	118,499.50
AYA4-2021-Q4	ÑUÑUORQO-2	QOCHA	115,225.85
AYA4-2021-Q5	ROQUEQOCHA	QOCHA	105,682.38

“CONSTRUCCION DE CAPTACION DE AGUA; EN EL(LA) RECARGA HÍDRICA PARA 03 UNIDADES PRODUCTORAS DE LOS SISTEMAS DE RIEGO CABANA SUR II ETAPA-CABANA, LLACCTA CCOCHA-CABANA Y HUANCULLUCU-SANTA ANA DE HUAYCAHUACHO DISTRITO DE CABANA, PROVINCIA LUCANAS, DEPARTAMENTO AYACUCHO” CUI 2523926

UNIDAD EJECUTORA “FONDO SIERRA AZUL”



EXPEDIENTE TECNICO DE INVERSIÓN

***“CONSTRUCCIÓN DE CAPTACIÓN DE AGUA; EN
EL (LA) RECARGA HÍDRICA EN LOS DISTRITOS
SAN JAVIER DE ALPABAMBA Y OYOLO PARA EL
SISTEMA DE RIEGO HUACCME, DISTRITO DE
COLTA Y DISTRITO DE OYOLO, PROVINCIA
PAUCAR DEL SARA SARA, DEPARTAMENTO
AYACUCHO”***

AYACUCHO – 2021

2.6. METAS FISICAS

Cuadro N° 2. 5: Resumen de Meta Física

Componente	Unidad de Medida	Valoración
Qocha (Dique y Obras Conexas)	Unidad	12

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 2. 6: Contribución al Cierre de Brechas por Meta Física

Descripción de la Intervención	Código de Acción	Nombre de la Acción	Volumen Incremental de Recarga Hídrica (m3)	Superf. Acondicionada para Recarga Hídrica (ha)
Dique y Obras Conexas para Qochas	AYA7-2020-Q1	Samaccayccocha 01	149,608.36	229.49
	AYA7-2020-Q2	Samaccayccocha 02	8,659.47	10.75
	AYA7-2020-Q3	Saylahuarmi 01	20,782.51	87.98
	AYA7-2020-Q4	Saylahuarmi 02	3,923.22	8.02
	AYA7-2020-Q5	Chumpuño 01	12,793.49	55.60
	AYA7-2020-Q6	Chumpuño 02	6,831.69	36.20
	AYA7-2020-Q7	Laucata 01	8,270.19	15.42
	AYA7-2020-Q8	Pukaallcca 01	9,866.86	256.57
	AYA7-2020-Q9	Pukaallcca 02	10,030.05	4.85
	AYA7-2020-Q10	Pukaallcca 03	23,502.29	114.69
	AYA7-2020-Q11	Aculla 01	13,359.06	12.35
	AYA7-2020-Q12	Aculla 02	19,653.72	12.19

Fuente: Elaboración Propia (Estudio Hidrología y Topográfico).

Cuadro N° 2.7: Dimensiones del Dique por Qocha

	Dique			Aliviadero			Tubería Descarga	
	Longitud (m)	Altura (m)	Ancho Corona (m)	Longitud (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Diámetro Descarga (mm)	Longitud (m)
Samaccayccocha 01	58.70	1.50	0.35	8.00	6.00	0.50	160.00	36.00
Samaccayccocha 02	69.50	1.35	0.35	6.00	4.50	0.50	160.00	24.00
Saylahuarmi 01	42.30	1.85	0.35	8.00	6.00	0.50	160.00	20.00
Saylahuarmi 02	68.40	2.20	0.35	10.00	4.00	0.40	160.00	24.00
Chumpuño 01	75.60	1.50	0.35	10.00	6.00	0.50	160.00	30.00
Chumpuño 02	45.60	1.90	0.35	5.00	5.50	0.50	160.00	22.00
Laucata 01	40.30	1.70	0.35	5.00	4.50	0.50	160.00	24.00
Pukaallcca 01	49.80	1.40	0.35	6.00	7.30	0.70	160.00	27.00
Pukaallcca 02	45.80	1.90	0.35	8.00	3.50	0.40	160.00	24.00
Pukaallcca 03	49.50	1.80	0.35	6.00	4.50	0.50	160.00	23.00
Aculla 01	73.60	1.50	0.35	6.00	3.60	0.50	160.00	32.00
Aculla 02	73.20	0.85	0.35	8.00	6.60	0.40	160.00	18.00

Fuente: Elaboración Propia (Capítulo Criterios de Diseño, Planos Diseño)

“UNIDAD EJECUTORA 0036 – 001634 “FONDO SIERRA AZUL”

2.7. RESUMEN DEL COSTO DE LA INVERSIÓN DE OPTIMIZACIÓN

El costo para la inversión por acción se detalla en el siguiente cuadro

Cuadro N° 2.8: Resumen Analítico

PRESUPUESTO RESUMEN								
NOMBRE DE LA INVERSIÓN : Construcción De Captación De Agua; En El (La) Recarga Hídrica en los Distritos San Javier de Alpabamba y Oyolo Para El Sistema De Riego Huaccme, Distrito de Colta y Distrito de Oyolo, Provincia Paucar del Sara Sara, Departamento Ayacucho. CÓDIGO ÚNICO DE INVERSIÓN : 2497404 UNIDAD EJECUTORA DE INVERSIONES : UNIDAD EJECUTORA FONDO SIERRA AZUL FUNCIÓN : 17 AMBIENTE PROGRAMA : 054 DESARROLLO ESTRATÉGICO, CONSERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DEL PATRIMONIO NATURAL SUB-PROGRAMA : 0122 GESTIÓN INTEGRADA DE LOS RECURSOS HÍDRICOS SECTOR RESPONSABLE : AGRICULTURA UBICACIÓN : AYACUCHO - PAUCAR DEL SARA SARA - OYOLO TIPO DE ACCIÓN : CONSTRUCCIÓN DE DIQUE PARA QOCHA								
CÓDIGO DE OBRA O INTERVENCIÓN	CODIGO DE ACCIÓN	LUGAR DE INTERVENCIÓN	COSTO DIRECTO	GASTOS GENERALES	GASTOS DE SUPERVISIÓN	GASTOS LIQUIDACIÓN	GASTOS GESTIÓN	TOTAL
Aya7-2020	Aya7-2020-Q1	Samaccayccocha 01	126,900.83	32,975.30	9,392.50	3,225.00	14,043.60	186,537.23
	Aya7-2020-Q2	Samaccayccocha 02	143,510.24	32,975.30	9,392.50	3,225.00	14,043.60	203,146.64
	Aya7-2020-Q3	Saylahuarmi 01	109,389.33	32,595.30	9,392.50	3,225.00	14,043.60	168,645.73
	Aya7-2020-Q4	Saylahuarmi 02	132,556.64	32,595.30	9,392.50	3,225.00	14,043.60	191,813.04
	Aya7-2020-Q5	Chumpuño 01	127,659.05	28,671.30	8,377.20	3,225.00	14,043.60	181,976.15
	Aya7-2020-Q6	Chumpuño 02	119,903.38	28,671.30	8,377.20	3,225.00	14,043.60	174,220.48
	Aya7-2020-Q7	Lauceta 01	99,631.49	28,671.30	8,377.20	3,225.00	14,043.60	147,948.59
	Aya7-2020-Q8	Pukaa Ilcca 01	114,005.62	28,296.30	8,377.20	3,225.00	14,043.60	167,947.72
	Aya7-2020-Q9	Pukaa Ilcca 02	105,867.55	28,296.30	8,377.20	3,225.00	14,043.60	159,809.65
	Aya7-2020-Q10	Pukaa Ilcca 03	127,213.90	28,296.30	8,377.20	3,225.00	14,043.60	181,156.00
	Aya7-2020-Q11	Aculla 01	144,219.70	32,690.30	9,392.50	3,225.00	14,043.60	203,571.10
	Aya7-2020-Q12	Aculla 02	108,448.98	32,690.30	9,392.50	3,225.00	14,043.60	167,800.38
TOTAL			1,453,306.71	367,424.57	106,618.20	38,700.00	168,523.24	2,134,572.72

Fuente: Elaboración Propia (Capítulo Costos & Presupuesto)

“UNIDAD EJECUTORA 0036 – 001634 “FONDO SIERRA AZUL”

Cuadro N° 2.9: Consolidado de Presupuesto

PRESUPUESTO RESUMEN			
NOMBRE DE LA INVERSIÓN : Construcción De Captación De Agua; En El (La) Recarga Hídrica en los Distritos San Javier de Alpbamba y Oyolo Para El Sistema De Riego Huaccme, Distrito de Colta y Distrito de Oyolo, Provincia Paucar del Sara Sara, Departamento Ayacucho. CÓDIGO ÚNICO DE INVERSIÓN : 2497404 UNIDAD EJECUTORA DE INVERSIONES : UNIDAD EJECUTORA FONDO SIERRA AZUL FUNCIÓN : 17 AMBIENTE PROGRAMA : 054 DESARROLLO ESTRATÉGICO, CONSERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DEL PATRIMONIO NATURAL SUB-PROGRAMA : 0122 GESTIÓN INTEGRADA DE LOS RECURSOS HÍDRICOS SECTOR RESPONSABLE : AGRICULTURA UBICACIÓN : AYACUCHO - PAUCAR DEL SARA SARA - OYOLO TIPO DE ACCIÓN : CONSTRUCCIÓN DE DIQUE PARA QOCHA			
CÓDIGO DE EXPEDIENTE	CODIGO DE ACCIÓN (QOCHA)	NOMBRE	COSTO
		COSTO DIRECTO	1,453,306.71
Aya7-2020	Aya7-2020-Q1	Samaccayccocha 01	126,900.83
	Aya7-2020-Q2	Samaccayccocha 02	143,510.24
	Aya7-2020-Q3	Saylahuarmi 01	109,389.33
	Aya7-2020-Q4	Saylahuarmi 02	132,556.64
	Aya7-2020-Q5	Chumpuño 01	127,659.05
	Aya7-2020-Q6	Chumpuño 02	119,903.38
	Aya7-2020-Q7	Laucata 01	93,631.49
	Aya7-2020-Q8	Pukaallcca 01	114,005.62
	Aya7-2020-Q9	Pukaallcca 02	105,867.55
	Aya7-2020-Q10	Pukaallcca 03	127,213.90
	Aya7-2020-Q11	Aculla 01	144,219.70
	Aya7-2020-Q12	Aculla 02	108,448.98
II		COSTO INDIRECTO	681,266.01
		GASTOS GENERALES	367,424.57
		GASTOS DE SUPERVISION	106,618.20
		GASTOS DE LIQUIDACION	38,700.00
		GASTOS DE GESTION	168,523.24
			=====
		TOTAL DE INVERSION	2,134,572.72

Fuente: Elaboración Propia (Capítulo Costos & Presupuesto)

Monto Total De Inversión es: Dos Millones ciento treinta y cuatro mil quinientos setenta y dos con 72/100 soles

=====

“CONSTRUCCIÓN DE CAPTACIÓN DE AGUA; EN EL (LA) RECARGA HÍDRICA EN LOS DISTRITOS SAN JAVIER DE ALPBAMBA Y OYOLO PARA EL SISTEMA DE RIEGO HUACCME, DISTRITO DE COLTA Y DISTRITO DE OYOLO, PROVINCIA PAUCAR DEL SARA SARA, DEPARTAMENTO AYACUCHO”

**UNSCH**FACULTAD DE
INGENIERÍA
DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 097-2024-FIMGC****PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

En la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga de la ciudad de Ayacucho, en cumplimiento a la **Resolución Decanal N° 752-2024-FIMGC-D**, a los doce días del mes de diciembre de 2024, siendo las 4:00 p.m, reunidos en el Auditorio de la Escuela Profesional de Ingeniería de Minas, bajo la presidencia del MSc. Ing. José Ernesto ESTRADA CÁRDENAS y los miembros; MSc. Ing. Jaime Leonardo BENDEZÚ PRADO, MSc. Ing. Alex Sander IRCAÑAUPA HUAMANI y MSc. Ing. Hemerson LIZARBE ALARCON, actuando como secretario docente el MSc. Ing. Kelvis BERROCAL ARGUMEDO, para proceder a la sustentación de tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, del bachiller en Ciencias de la Ingeniería Civil:

David PALOMINO PARIONA

Quien presentó la tesis denominada:

Modelo con redes neuronales artificiales para predecir el diseño de diques de concreto ciclópeo en los proyectos de siembra y cosecha de agua, Ayacucho 2024

Los señores miembros del jurado luego de expuesto la tesis y absueltas las preguntas, delibera y lo declaran:

APROBADO CON NOTA DIECISEIS (16)

Siendo las 6:00 p.m. del día 12 de diciembre de 2024, culmina el acto de sustentación de tesis, y en conformidad a lo actuado los miembros del jurado firmamos al pie del presente.

MSc. Ing. José Ernesto ESTRADA CÁRDENAS
Presidente

MSc. Ing. Jaime Leonardo BENDEZÚ PRADO
Miembro

MSc. Ing. Alex Sander IRCAÑAUPA HUAMANI
Miembro

MSc. Ing. Hemerson LIZARBE ALARCON
Miembro

MSc. Ing. Kelvis BERROCAL ARGUMEDO
Secretario docente de la FIMGC

cc:
Archivo

**UNSCH**FACULTAD DE
INGENIERÍA
DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL

"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTANCIA N° 002-2025-FIMGC/ASIH

El que suscribe; responsable verificador de originalidad de trabajos de tesis de pregrado con el software Turnitin, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y Civil; en cumplimiento a la Resolución de Consejo Universitario N° 039-2021-UNSCH-CU, Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga y Resolución Decanal N° 697-2024-FIMGC-UNSCH-D, dejo constancia de originalidad de trabajo de investigación, que el/la Sr./Srta.

Apellidos y Nombres : David PALOMINO PARIONA

Escuela Profesional : INGENIERÍA CIVIL

Título de la Tesis : Modelo con redes neuronales artificiales para predecir el diseño de diques de concreto ciclópeo en los proyectos de siembra y cosecha de agua, Ayacucho 2024

Evaluación de la Originalidad : 7 % Índice de Similitud

Identificador de la entrega : 2617124424

Por tanto, según los Artículos 12, 13 y 17 del Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación, es **PROCEDENTE** otorgar la **Constancia de Originalidad** para los fines que crea conveniente.

En señal de conformidad y verificación se firma la presente constancia

Ayacucho, 17 de marzo de 2025



UNIVERSIDAD NACIONAL DE
SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y Civil

Mg. Ing. Alex Sender **IRCAÑAUPA HUAMANI**
Verificador de Originalidad de Trabajos de Tesis de Pregrado
Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Civil

Con depósito para Sustentación y Trámites
Cc. Archivo.

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL
Av. Independencia S/N Ciudad Universitaria
Central Tel. 066 312510
Anexo 151

Modelo con redes neuronales artificiales para predecir el diseño de diques de concreto ciclópeo en los proyectos de siembra y cosecha de agua, Ayacucho 2024

por David PALOMINO PARIONA

Fecha de entrega: 17-mar-2025 06:07a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2617124424

Nombre del archivo: TE_David_Palomino_Pariona.pdf (18.41M)

Total de palabras: 51768

Total de caracteres: 256739

Modelo con redes neuronales artificiales para predecir el diseño de diques de concreto ciclópeo en los proyectos de siembra y cosecha de agua, Ayacucho 2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

7%	7%	6%	5%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga	3%
	Trabajo del estudiante	
2	andina.pe	1%
	Fuente de Internet	
3	hdl.handle.net	<1%
	Fuente de Internet	
4	repositorio.lamolina.edu.pe	<1%
	Fuente de Internet	
5	repositorio.unap.edu.pe	<1%
	Fuente de Internet	
6	www.researchgate.net	<1%
	Fuente de Internet	
7	Alejandro Cabrera García. "DESARROLLO DE NUEVOS MATERIALES NANOESTRUCTURADOS BASADOS EN REDES ORGANOMETÁLICAS	<1%

CON APLICACIONES BIOMÉDICAS.",
Universitat Politecnica de Valencia, 2019
Publicación

8	Submitted to Universidad San Ignacio de Loyola Trabajo del estudiante	<1 %
9	Submitted to Universidad Internacional de la Rioja Trabajo del estudiante	<1 %
10	worldwidescience.org Fuente de Internet	<1 %
11	Submitted to Universidad de Guayaquil Trabajo del estudiante	<1 %
12	Submitted to Instituto Superior de Artes, Ciencias y Comunicación IACC Trabajo del estudiante	<1 %
13	Submitted to Asia Pacific University College of Technology and Innovation (UCTI) Trabajo del estudiante	<1 %
14	docs.google.com Fuente de Internet	<1 %
15	Ferrán Navarro Ferrer. "Modelos predictivos de las características prestacionales de hormigones fabricados en condiciones industriales", Universitat Politecnica de Valencia, 2016	<1 %

16	manglar.uninorte.edu.co Fuente de Internet	<1 %
17	documentop.com Fuente de Internet	<1 %
18	Submitted to Universidad San Marcos Trabajo del estudiante	<1 %
19	repositorio.esan.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
20	"Tecnologias e Metodologias Ativas: a interdisciplinaridade tecnológica em pesquisa - Volume 3", Editora Cientifica Digital, 2024 Publicación	<1 %
21	repositorio.uni.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
22	core.ac.uk Fuente de Internet	<1 %
23	es.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
24	JADER RODRIGUEZ CORTINA. "CONTRIBUCION AL ESTUDIO DE LA INTENSIFICACION DEL PROCESO DE SECADO DE TOMILLO (Thymus Vulgaris L.): APLICACIÓN DE ULTRASONIDOS DE	<1 %

POTENCIA Y SECADO INTERMITENTE", Universitat Politecnica de Valencia, 2013

Publicación

25

www.fastercapital.com

Fuente de Internet

<1 %

26

qdoc.tips

Fuente de Internet

<1 %

27

renati.sunedu.gob.pe

Fuente de Internet

<1 %

28

Submitted to Aliat Universidades

Trabajo del estudiante

<1 %

29

José Manuel Bueno Barrachina. "Contribución al mantenimiento de aisladores de alta tensión en servicio basado en medidas de corrientes de fuga", Universitat Politecnica de Valencia, 2023

Publicación

<1 %

30

www.aeroterra.com

Fuente de Internet

<1 %

31

Submitted to Infile

Trabajo del estudiante

<1 %

32

Submitted to Universidad TecMilenio

Trabajo del estudiante

<1 %

33

repositorio.upse.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

< 30 words

Excluir bibliografía

Activo