

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS

FACULTAD DE INGENIERÍAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS

**ZONAS EN RIESGO POR INUNDACIÓN MEDIANTE LA SIMULACIÓN DEL
INCREMENTO DEL NIVEL DEL LAGO TITICACA EN EL ÁREA URBANA DE
LA CIUDAD DE PUNO - 2024**

PRESENTADA POR:

JHON WILFREDO CHAVEZ SALINAS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

PUNO – PERÚ

2025



Repositorio Institucional ALCIRA by [Universidad Privada San Carlos](https://www.upsc.edu.pe) is licensed under a [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



5.56%

SIMILARITY OVERALL

SCANNED ON: 29 JAN 2025, 7:36 AM

Similarity report

Your text is highlighted according to the matched content in the results above.

● IDENTICAL
1.69%

● CHANGED TEXT
3.87%

Report #24578845

JHON WILFREDO CHAVEZ SALINAS // ZONAS EN RIESGO POR INUNDACIÓN MEDIANTE LA SIMULACIÓN DEL INCREMENTO DEL NIVEL DEL LAGO TITICACA EN EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE PUNO - 2024 RESUMEN La presente investigación tuvo como objetivo determinar las zonas en riesgo por inundación mediante la simulación del incremento del nivel del Lago Titicaca en el área urbana de la ciudad de Puno, como población se ha considerado toda la superficie del área urbana igual a 20.28 km², la metodología se ha centrado en cálculos de la superficie del Lago Titicaca y su variación, como resultados se ha elaborado un mapa de las zonas del área urbana de la ciudad de Puno, en formato shapefile en el software ArcMap 10.8, conteniendo polígonos que corresponden a 30 zonas de los barrios de la ciudad de Puno, así mismo se ha determinado la altura de cada zona, siendo la más baja igual a 3813[m] y la máxima de 3997 [m]; también ha obtenido el modelo de elevación digital (DEM) del perfil del terreno, utilizando el método de seguimiento de rutas del SIG de Google Earth Pro en su Versión 7.3.6 generado un archivo de curvas de nivel para luego crear un modelo TIM (triangulated irregular network : red irregular de triángulos) y con ello obtener el modelo de elevación digital con un rango que varía desde los 3804 hasta 4325 [m]; por último se ha modelado una inundación, en el software ArcScene 3D versión 10.8, estableciendo 49 escenas donde cada una representa el incremento del Lago

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS
FACULTAD DE INGENIERÍAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL
TESIS

**ZONAS EN RIESGO POR INUNDACIÓN MEDIANTE LA SIMULACIÓN DEL
INCREMENTO DEL NIVEL DEL LAGO TITICACA EN EL ÁREA URBANA DE
LA CIUDAD DE PUNO - 2024**

PRESENTADA POR:

JHON WILFREDO CHAVEZ SALINAS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE

:



Dr. ESTEBAN ISIDRO LEON APAZA

PRIMER MIEMBRO

:



Mg. JULIO WILFREDO CANO OJEDA

SEGUNDO MIEMBRO

:



Dra. MARLENE CUSI MONTESINOS

ASESOR DE TESIS

:



M.Sc. FREDY APARICIO CASTILLO SUAQUITA

Área: Ingeniería Tecnológica.

Sub Área: Ingeniería Ambiental.

Línea de investigación: Ciencias Ambientales

Puno, 31 de enero del 2025.

DEDICATORIA

A mi familia, por confiar en mí, por acompañarme en los momentos difíciles, por alentarme a seguir adelante, su paciencia, apoyo y cariño, me han dado todo lo que soy como persona y profesional, mis valores, mis principios, mi perseverancia y empeño, todo ello con amor y sin pedir nada a cambio, valoro mucho las lecciones de vida que me han impartido, mi gratitud hacia ustedes es imposible de expresar completamente.

Es sin duda mi referencia para el presente y para el futuro, espero les sirva de ejemplo de que todo se puede lograr. A todos muchas gracias de todo corazón.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Privada San Carlos – Puno, por acogerme como mi segundo hogar donde recibí las enseñanzas impartidas por los diferentes docentes en los años de estudios, donde se me permitió alcanzar uno de mis objetivos más anhelados.

A la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental por brindarme los conocimientos impartidos en los diferentes años de estudios cursados.

A mi asesor M.Sc. Fredy Aparicio Castillo Suaquita por su compromiso, paciencia y enseñanza incondicional para lograr la elaboración del presente trabajo de investigación

Agradecer a mis jurados:

- Presidente Dr. Esteban Isidro León Apaza,
- Primer miembro: Mag. Julio Wilfredo Cano Ojeda,
- Segundo miembro Dra. Marlene Cusi Montesinos,

Por todos sus aportes para mejorar mi trabajo de investigación.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTOS	2
ÍNDICE GENERAL	3
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	7
ÍNDICE DE ANEXOS	8
RESUMEN	9
ABSTRACT	10
INTRODUCCIÓN	11

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
1.1.1. PROBLEMA GENERAL	15
1.1.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS	15
1.2. ANTECEDENTES	16
1.2.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.	16
1.2.2. ANTECEDENTES NACIONALES.	17
1.2.3. ANTECEDENTES LOCALES.	19
1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	20
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.	20
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.	20

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO TEÓRICO	21
2.1.1. INUNDACIONES.	21
	3

2.1.2. INUNDACIONES URBANAS	21
2.1.3. ZONAS AFECTADAS POR INUNDACIÓN, LLANURAS DE INUNDACIÓN.	22
2.1.4. MODELO DE ELEVACIÓN DIGITAL.	23
2.1.5. SIMULACIÓN	23
2.1.6. SIMULACIÓN HIDRÁULICA	25
2.2. MARCO CONCEPTUAL	25
2.3. MARCO NORMATIVO	26
2.3. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	27
2.3.1. HIPÓTESIS GENERAL.	27
CAPÍTULO III	
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	
3.1. ZONA DE ESTUDIO	28
3.1.1. UBICACIÓN.	28
3.2. TAMAÑO DE MUESTRA	29
3.2.1. POBLACIÓN	29
3.2.2. MUESTRA	30
3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS	30
3.3.1 TÉCNICAS.	30
3.3.2. INSTRUMENTOS	30
3.3.3. ANÁLISIS DE DATOS.	30
3.3.4. METODOLOGÍA.	30
3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES	32
3.5. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO	32
CAPÍTULO IV	
EXPOSICION Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS	
4.1. EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS EN CUMPLIMIENTO DEL OBJETIVO ESPECÍFICO PRIMERO.	33

4.2. EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS EN CUMPLIMIENTO DEL OBJETIVO ESPECÍFICO SEGUNDO.	39
4.3. EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS EN CUMPLIMIENTO DEL OBJETIVO ESPECÍFICO TERCERO.	42
4.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.	45
CONCLUSIONES	46
RECOMENDACIONES	47
BIBLIOGRAFÍA	48
ANEXOS	52

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 01: Identificación de Variables.	32
Tabla 02: Zonas de la ciudad de Puno, ordenadas ascendentemente de acuerdo a sus alturas promedios.	37
Tabla 03: Recursos digitales utilizados en la simulación de la inundación.	42

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 01: Inundación por crecida del Lago Titicaca, en la ciudad de Puno en el año 1986.	15
Figura 02: Etapas de una simulación.	24
Figura 03: Ubicación del Distrito de Puno.	28
Figura 04: Zona urbana de la ciudad de Puno.	29
Figura 05: Mapa de las Zonas Urbanas de Puno.	34
Figura 06: Información de los campos del Mapa desarrollado para las zonas de Puno.	36
Figura 07: Visualización del archivo curvas de nivel de la ciudad de Puno.	40
Figura 08: Visualización del archivo DEM (Modelo de Elevación Digital) de la ciudad de Puno.	41
Figura 09: Visualización de la simulación de la inundación.	44

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 01: Matriz de consistencia.	53
Anexo 02: Creación de las curvas de nivel utilizando la técnica de rutas de terreno en Google Earth Pro 7.3.6.	55
Anexo 03: Utilización del software GPS Visualizer para transformar el archivo de Google Earth Pro a curvas de nivel.	56
Anexo 04: Visualización de los puntos de elevación en el ArcMAP 10.8.	57
Anexo 05: Triangulated irregular network (TIN) de la ciudad de Puno.	58
Anexo 06: Configuración de las 49 escenas (Keyframes) de la simulación.	59

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo determinar las zonas en riesgo por inundación mediante la simulación del incremento del nivel del Lago Titicaca en el área urbana de la ciudad de Puno, como población se ha considerado toda la superficie del área urbana igual a 20.28 km², la metodología se ha centrado en cálculos de la superficie del Lago Titicaca y su variación, como resultados se ha elaborado un mapa de las zonas del área urbana de la ciudad de Puno, en formato shapefile en el software ArcMap 10.8, conteniendo polígonos que corresponden a 30 zonas de los barrios de la ciudad de Puno, así mismo se ha determinado la altura de cada zona, siendo la más baja igual a 3813[m] y la máxima de 3997 [m]; también ha obtenido el modelo de elevación digital (DEM) del perfil del terreno, utilizando el método de seguimiento de rutas del SIG de Google Earth Pro en su Versión 7.3.6 generado un archivo de curvas de nivel para luego crear un modelo TIM (triangulated irregular network : red irregular de triángulos) y con ello obtener el modelo de elevación digital con un rango que varía desde los 3804 hasta 4325 [m]; por último se ha modelado una inundación, en el software ArcScene 3D versión 10.8, estableciendo 49 escenas donde cada una representa el incremento del Lago Titicaca cada 0.1 [m] con una duración de 45 [segundos] toda la simulación; como conclusión se tiene que las zonas de mayor riesgo por inundación corresponde primero a las zonas: 26, 27, 28 equivalente a los Barrios Upis Villa del Lago y Simón Bolívar, le secunda la zona 24, correspondiente a los Barrio Progreso y Chanu Chanu alcanzando una altura promedio de 3813 y 3816 [metros] respectivamente.

Palabras clave: Incremento del nivel, inundación, Lago Titicaca, Zonas de riesgo.

ABSTRACT

The present investigation had as objective to determine the areas at risk for flooding by simulating the increase in the level of Lake Titicaca in the urban area of the city of Puno, as population the entire surface of the urban area equal to 20.28 km² has been considered, the methodology has focused on calculations of the surface of Lake Titicaca and its variation, as results a map of the areas of the urban area of the city of Puno has been prepared, in shapefile format in the software ArcMap 10.8, containing polygons that correspond to 30 areas of the neighborhoods of the city of Puno, likewise the height of each zone has been determined, the lowest being equal to 3813 [m] and the maximum of 3997 [m]; It has also obtained the digital elevation model (DEM) of the terrain profile, using the path tracking method of the Google Earth Pro GIS in its Version 7.3.6 generated a contour line file and then created a TIM model (triangulated irregular network) and thus obtained the digital elevation model with a range that varies from 3804 to 4325 [m]; Finally, a flood has been modeled in the ArcScene 3D software version 10.8, establishing 49 scenes where each one represents the increase of Lake Titicaca every 0.1 [m] with a duration of 45 [seconds] the entire simulation; In conclusion, the areas with the highest risk of flooding are: 26, 27, 28, equivalent to the Upis Villa del Lago and Simón Bolívar neighborhoods, followed by zone 24, corresponding to the Progreso and Chanu Chanu neighborhoods, reaching an average height of 3,813 and 3,816 [meters] respectively.

Keywords: Level rise, Flooding, Lake Titicaca, Risk zones.

INTRODUCCIÓN

Las inundaciones, eventos cada vez más frecuentes y severos debido al cambio climático, constituyen una amenaza creciente para las sociedades humanas y los ecosistemas naturales (Palagi et al., 2014). A lo largo de la historia, las civilizaciones han convivido con estos fenómenos, pero el aumento del nivel del mar y los patrones de precipitación más extremos están superando las capacidades de adaptación tradicionales. Las consecuencias de las inundaciones trascienden las pérdidas materiales, afectando profundamente las economías locales, las identidades culturales y la biodiversidad. Para hacer frente a este desafío, es fundamental adoptar un enfoque integral que combine medidas de ingeniería con soluciones basadas en la naturaleza, al tiempo que se promueve la equidad y la justicia social en la gestión del riesgo de desastres.

En la presente investigación mediante la implementación de un modelo dinámico de simulación hidrológica, se ha llevado a cabo un análisis exhaustivo de los riesgos asociados a eventos de inundación inducidos por el incremento del nivel del Lago Titicaca. Este enfoque permitió no solo identificar las zonas más vulnerables, sino también cuantificar la magnitud y frecuencia de los posibles eventos extremos. Los resultados obtenidos servirán como base fundamental para la formulación de estrategias de gestión del riesgo integrales y adaptadas al contexto local, éstas estrategias dirigidas por el gobierno local deberían abarcar desde medidas estructurales, como la construcción de sistemas de protección y drenaje, hasta medidas no estructurales, tales como la planificación del uso del suelo, la gestión de los ecosistemas y la implementación de sistemas de alerta temprana.

El presente documento está estructurado en capítulos que buscan desarrollar de manera ordenada y sistemática cada uno de los aspectos fundamentales de la investigación.

En el Capítulo I, se plantea el problema central que da origen al estudio, proporcionando información relevante que contextualiza la investigación dentro de su marco teórico y práctico. Este capítulo también incluye una revisión exhaustiva de los antecedentes

relacionados con el tema, comenzando desde una perspectiva internacional para observar cómo se ha abordado el problema en otros contextos globales. El capítulo concluye con la exposición de los objetivos del trabajo, los cuales se dividen en objetivos generales y específicos que guían el desarrollo de la investigación.

En el Capítulo II, se profundiza en los fundamentos teóricos que sustentan el estudio, proporcionando definiciones claras de los términos clave y exponiendo las teorías y conceptos que articulan la investigación. Este marco conceptual ayuda a delimitar el alcance del trabajo y a establecer las bases para la interpretación de los resultados. Además, se incluye una revisión de la normatividad nacional vigente que guarda relación con el tema, lo cual permite al lector comprender el marco legal y regulatorio que rige el área de estudio.

El Capítulo III está dedicado a la metodología empleada en la investigación. En esta sección, se describe detalladamente el enfoque metodológico seleccionado, ya sea cualitativo, cuantitativo o mixto, justificando su pertinencia para abordar el problema. Se define la población objetivo, junto con el método de selección de la muestra, asegurando que esta sea representativa del fenómeno en cuestión. También se detallan los instrumentos de recolección de datos, tales como encuestas, entrevistas o análisis documentales, asegurando la validez y confiabilidad de los mismos.

En el Capítulo IV, se presentan los resultados obtenidos durante la investigación, organizados de forma clara y accesible mediante tablas, gráficos y diagramas que ilustran los hallazgos más relevantes. Posteriormente, se realiza un análisis crítico e interpretación de estos resultados, relacionándolos con el marco teórico y los objetivos planteados previamente.

El documento concluye con una sección final donde se exponen las conclusiones y recomendaciones derivadas del trabajo realizado. En las conclusiones, se sintetizan los hallazgos principales, evaluando el cumplimiento de los objetivos y la validez de las hipótesis planteadas.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las inundaciones, como eventos hidrológicos recurrentes, son el resultado de una compleja interacción entre factores naturales y antrópicos. Las precipitaciones intensas y prolongadas, al superar la capacidad de infiltración del suelo, constituyen un desencadenante principal (Ineter, 2005). Sin embargo, las actividades humanas, como la urbanización, la deforestación y la modificación de los cursos de agua, incrementan la vulnerabilidad de los ecosistemas ante estos eventos. La impermeabilización del suelo reduce la capacidad de absorción, mientras que la eliminación de la vegetación natural acelera el escurrimiento superficial, aumentando el caudal de los ríos y la probabilidad de desbordamientos. En este contexto, las inundaciones no solo son un fenómeno natural, sino también una consecuencia de la alteración de los ciclos hidrológicos por parte de la sociedad (IDEAM, 2017).

El estudio de las inundaciones tiene como objetivo principal identificar las áreas susceptibles a inundaciones, establecer su frecuencia y evaluar el impacto potencial sobre las personas y bienes expuestos. Esta información es fundamental para comprender el nivel de riesgo al que está expuesto un territorio y así diseñar estrategias efectivas de prevención y respuesta ante eventos de inundación (ENA-IDEAM, 2019).

El departamento de Puno, según el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED, 2016), se encuentra expuesto de manera recurrente a eventos hidrometeorológicos extremos, siendo las inundaciones uno

de los fenómenos más recurrentes y devastadores. La alta frecuencia e intensidad de las precipitaciones estacionales, exacerbada por factores climáticos y geográficos particulares de la región, propician condiciones propicias para la ocurrencia de estos eventos. Las consecuencias de las inundaciones en Puno, como señala CENEPRED (2016), trascienden el ámbito local, generando impactos significativos en la economía regional, la infraestructura crítica y la calidad de vida de la población, lo que subraya la necesidad de implementar estrategias de gestión de riesgos más robustas y adaptadas al contexto local.

El Proyecto Especial Binacional Lago Titicaca y la Municipalidad Provincial de Puno (PEBLT, 2021) iniciaron formalmente los estudios para implementar un sistema de protección contra inundaciones en el sector sur de la isla Espinar, desde esta hasta Chimu. Este proyecto, ubicado en la ciudad de Puno, busca prevenir futuras catástrofes urbanas como la inundación de 1986 (Ver Figura 01), evento en el cual las aguas del Lago Titicaca alcanzaron la avenida Simón Bolívar a una altitud de 3,812.44 msnm, afectando el 25% de las personas que viven en la zona urbana. Según estimaciones de la Autoridad Autónoma Binacional del Lago Titicaca (ALT), esta inundación causó daños por un valor de 83.8 millones de dólares en aquella época.

El modelado hidrológico es una herramienta esencial para predecir el comportamiento de los cuerpos de agua ante diferentes eventos. A través de estos modelos, se obtienen datos precisos sobre velocidades y profundidades de inundación, que son fundamentales para elaborar mapas de riesgo. Estos mapas, a su vez, permiten identificar las zonas más vulnerables y tomar medidas preventivas para reducir los impactos de las inundaciones (IDEAM, 2017).

La evaluación de la vulnerabilidad de Puno ante inundaciones requiere un enfoque multidisciplinario que involucre a hidrogeólogos, ingenieros civiles, geógrafos, urbanistas y sociólogos. Una simulación numérica, combinada con estudios de campo y análisis de datos históricos, permitirá construir un conocimiento integral del sistema y desarrollar estrategias de gestión del riesgo más robustas y efectivas.



Figura 01: Inundación por crecida del Lago Titicaca, en la ciudad de Puno en el año 1986.

Fuente: Imágenes del Archivo Regional de Puno.

1.1.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cuáles son las zonas en riesgo por inundación mediante la simulación del incremento del nivel del Lago Titicaca en el área urbana de la ciudad de Puno?

1.1.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Cuáles son las zonas del área urbana de la ciudad de Puno?
- ¿Cómo es el modelo de elevación digital (DEM) del perfil del terreno del área urbana de la ciudad de Puno?
- ¿Cómo será la representación de la inundación del área urbana de la ciudad de Puno, a consecuencia del incremento del lago Titicaca?

1.2. ANTECEDENTES

1.2.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.

El estudio de Fernández y Pérez (2023) sobre las inundaciones en General Daniel Cerri aporta valiosos conocimientos sobre la dinámica de estos eventos en zonas costeras expuestas a múltiples amenazas. Al modelar escenarios de inundación considerando tanto las precipitaciones extremas como las mareas, los autores evidencian la complejidad de los procesos hidrodinámicos en esta región. Los resultados obtenidos revelan que las mareas actúan como un amplificador de los efectos de las inundaciones pluviales, incrementando significativamente el riesgo para la población y las infraestructuras. Esta sinergia entre eventos hidrometeorológicos y mareales plantea un desafío importante para la gestión del riesgo en zonas costeras vulnerables al cambio climático.

Mora et al. (2023), presentan un análisis hidrográfico integral de la Microcuenca Hidrográfica 24 de Junio (MCH4) en México, revelando una compleja interacción de factores físicos y socioeconómicos que contribuyen al riesgo de inundaciones en esta zona urbana. El estudio, que abarca un área poblada por 1,213 habitantes en las colonias 24 de Junio, Grijalva Infonavit y El Bosque, no solo identifica las fuentes y rutas del agua, sino que también evalúa las condiciones de la infraestructura urbana y su capacidad para gestionar los eventos hidrometeorológicos extremos. Los hallazgos de este trabajo son de suma importancia para la planificación urbana y la gestión del riesgo de desastres, ya que permiten comprender mejor la dinámica hídrica de la cuenca y diseñar estrategias de intervención más efectivas y sostenibles.

Gordon et al. (2023), llevaron a cabo un estudio integral para determinar las zonas propensas a inundaciones en la cabecera parroquial de Valle Hermoso, Santo Domingo. A través de una combinación de técnicas cualitativas y cuantitativas, los investigadores recopilieron y analizaron datos hidrológicos y topográficos. Destacan el cálculo de caudales máximos para diferentes períodos de retorno en las microcuencas del río Cristal y la subcuenca Blanco DJ Toachi. Además, emplearon tecnología de vanguardia, como

un dron DJI Mavic, para generar un Modelo Digital del Terreno (MDT) de alta precisión. Los resultados de las simulaciones hidráulicas permitieron identificar con claridad las áreas más vulnerables, especialmente aquellas ubicadas en las inmediaciones de los ríos. Entre los sitios más afectados se encuentran la Unidad Educativa San Pedro de Valle Hermoso, la iglesia, el parque central y otras infraestructuras públicas clave.

Salgado (2022), aporta una valiosa contribución al campo de la gestión del riesgo de desastres al analizar en profundidad el riesgo de inundación en el sector Hacienda-Margarita, Puebla, a través de un enfoque espacial. Su estudio, anclado en la teoría de la construcción social del riesgo, no solo revela las vulnerabilidades físicas del territorio, sino que también visibiliza las desigualdades sociales y las dinámicas de poder que subyacen a la exposición diferencial al riesgo. Al modelar el territorio y simular escenarios de inundación, el autor evidencia la complejidad de los procesos hidrológicos y socioambientales que interactúan en la generación de desastres. Sin embargo, es importante reconocer que este estudio, presenta ciertas limitaciones relacionadas con la disponibilidad de datos y la escala de análisis. Aún así, los resultados obtenidos abren nuevas interrogantes sobre la gobernanza del riesgo, la participación ciudadana en la toma de decisiones y la necesidad de desarrollar estrategias de adaptación más integrales y equitativas.

1.2.2. ANTECEDENTES NACIONALES.

Sánchez (2024), realiza una contribución significativa al campo de la hidrología al desarrollar un modelo preciso para evaluar el riesgo de inundaciones en ríos de montaña, utilizando como caso de estudio el río Pamplonita. La aplicación del modelo HEC-RAS permite no solo cuantificar las áreas inundables para diferentes escenarios hidrológicos, sino también identificar los factores que influyen de manera más significativa en la dinámica del flujo. Los resultados numéricos obtenidos que indican áreas inundadas de 0.75 y 1.20 hectáreas respectivamente, no solo son relevantes para la gestión del riesgo en la zona de estudio, sino que también abren nuevas perspectivas para investigaciones

futuras, como la evaluación de la incertidumbre en los resultados y la incorporación de efectos del cambio climático.

Revelo et al. (2023), han llevado a cabo un riguroso estudio para evaluar el riesgo de inundación en la subcuenca Milagros. Mediante la aplicación de modelos hidrológicos (HEC-HMS) e hidráulicos (FLO-2D), los investigadores simularon escenarios de avenidas máximas con periodos de retorno que van desde 50 hasta 1000 años. Los resultados obtenidos revelan que, ante eventos extremos, el caserío de Cañasbamba se encuentra altamente expuesto a inundaciones. Las profundidades máximas del flujo alcanzan los 1,81 metros para un periodo de retorno de 50 años, incrementándose hasta los 2,50 metros para un periodo de retorno de 1000 años. En cuanto a las áreas inundadas, se estima que para un periodo de retorno de 50 años se verían afectadas 3,43 hectáreas del caserío, mientras que para un periodo de retorno de 1000 años esta cifra ascendería a 5,23 hectáreas. Esta progresiva intensificación de los impactos a medida que aumenta la recurrencia de eventos extremos pone de manifiesto la vulnerabilidad de la zona. Los autores concluyen que es necesario implementar un conjunto de medidas de gestión del riesgo, tanto estructurales como no estructurales, para reducir la exposición y la vulnerabilidad de las comunidades locales ante futuros eventos extremos.

Arriola et al. (2022), han realizado un valioso aporte a la gestión del riesgo de desastres en la región Lambayeque al evaluar de manera exhaustiva la vulnerabilidad del río La Leche ante inundaciones. Mediante una rigurosa metodología que combina herramientas de geoprocésamiento y modelamiento hidráulico, los autores han cuantificado el riesgo de inundación en la zona inferior del río, identificando áreas críticas y estimando caudales máximos para escenarios extremos. Los resultados obtenidos subrayan la urgencia de implementar medidas de adaptación al cambio climático, ya que el aumento en la frecuencia e intensidad de eventos extremos exacerban el riesgo hidrometeorológico en la región. Las recomendaciones de los autores, centradas en la rectificación del cauce y la construcción de obras de defensa ribereña, constituyen un primer paso hacia una gestión integral del riesgo, sin embargo, es fundamental complementar estas acciones

con medidas de planificación territorial, ordenamiento del uso del suelo y sensibilización de la población, a fin de reducir la exposición y la vulnerabilidad de las comunidades locales.

El estudio de Alcántara (2021) sobre las microcuencas Baños, Minascocha y Quilla representa un valioso aporte a la comprensión de la dinámica hídrica en sistemas fluviales complejos. Mediante la aplicación de modelos hidrológicos avanzados y el uso intensivo de Sistemas de Información Geográfica (ArcGis 10.5, QGIS 3.8.2, SASPLANET, GLOBAL MAPPER). Con apoyo del Software IBER V2.5, el cual es un software libre, se logró simular de manera realista el comportamiento hidrográfico de la cuenca. Los resultados, evidencian la ausencia de inundaciones en las cabeceras de cuenca. Esta ausencia de inundaciones se atribuye a las características geomorfológicas particulares de la zona, tales como el relieve encajonado, la presencia de rocas y sedimentos, y la cobertura vegetal. Las velocidades del flujo disminuyeron significativamente a lo largo del cauce, lo cual sugiere una capacidad de amortiguamiento de las crecidas por parte del sistema fluvial.

1.2.3. ANTECEDENTES LOCALES.

Arratea (2020), llevó a cabo un estudio detallado para identificar las zonas susceptibles a inundaciones en un tramo específico del río Ramis, ubicado en el distrito de Huancané, departamento de Puno. Utilizando el software Hec-Ras 5.0.7, se realizaron diversos análisis estadísticos y de procesamiento de imágenes satelitales. Estos análisis incluyeron pruebas de normalidad, análisis de tendencia y salto, así como la aplicación de herramientas especializadas en hidrología como ArcGIS, HidroEsta, HecGeoRas y Hec-Ras. El estudio se centró en evaluar los riesgos de inundación bajo dos escenarios: un periodo de retorno de 50 años y otro de 100 años. Los resultados obtenidos revelaron que, para un periodo de retorno de 50 años, las inundaciones podrían afectar a un total de 28 áreas de cultivo y 3 viviendas. Al aumentar el periodo de retorno a 100 años, el impacto se incrementó significativamente, alcanzando a 5 viviendas y 65 áreas de cultivo. Gracias a la aplicación de modelos numéricos y al procesamiento de datos hidrológicos,

el estudio logró simular de manera satisfactoria el comportamiento del río Ramis en el tramo analizado. Los resultados obtenidos corroboran la efectividad de la metodología utilizada para evaluar el riesgo hídrico en la zona.

Mamani (2020), ha llevado a cabo un análisis detallado de las inundaciones recurrentes del río Coata. Sus resultados muestran que, para un evento extremo con un periodo de retorno de 5 años y un caudal de 428.06 m³/s, las áreas más afectadas serían las zonas de cultivo (119 ha) y los asentamientos humanos cercanos (70 ha), sumando un total de aproximadamente 134 hectáreas. Esta cuantificación precisa de los riesgos asociados a las inundaciones representa un avance significativo en la comprensión de la vulnerabilidad de la cuenca baja del río Coata y permitirá a las autoridades tomar decisiones informadas para reducir el impacto de futuros eventos.

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. OBJETIVO GENERAL.

Determinar zonas en riesgo por inundación mediante la simulación del incremento del nivel del Lago Titicaca en el área urbana de la ciudad de Puno - 2024.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Elaborar un mapa de las zonas del área urbana de la ciudad de Puno.
- Obtener el modelo de elevación digital (DEM) del perfil del terreno del área urbana de la ciudad de Puno.
- Modelar una inundación del área urbana de la ciudad de Puno, en el software ArcScene 3D a consecuencia del incremento del nivel del lago Titicaca.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1. INUNDACIONES.

La Organización Meteorológica Mundial (2012), en su glosario, define una inundación como el desbordamiento del agua por encima del nivel normal de un río o arroyo. Estas elevaciones anómalas, causadas por factores como el aumento de las precipitaciones o la falla de estructuras hidráulicas pueden ocasionar daños considerables a las comunidades aledañas (CENAPRED, 2019) .

Las inundaciones son un fenómeno tan antiguo como los asentamientos humanos cercanos a cuerpos de agua. Sin embargo, las actividades humanas han intensificado y transformado este riesgo natural. La modificación del terreno a través de infraestructuras ha alterado los cursos de los ríos y modificado los caudales, incrementando la vulnerabilidad de ciertas zonas (CENAPRED, 2019). Paralelamente, el crecimiento poblacional ha llevado a una ocupación cada vez mayor de áreas cercanas a cauces, exponiendo a más personas a los riesgos de inundación. La pérdida de conocimiento sobre los patrones naturales del agua agrava aún más esta situación, ya que las comunidades son menos conscientes de los peligros a los que se enfrentan (CENAPRED, 2019).

2.1.2. INUNDACIONES URBANAS

Ferrando (2006) establece una clara distinción entre inundación y anegamiento. La primera implica un desbordamiento de un cuerpo de agua, mientras que el segundo se refiere a la acumulación de agua de lluvia en un área determinada. Si bien son procesos

diferentes, ambos comparten la capacidad de causar daños considerables. En particular, cuando una inundación coincide con un anegamiento, como ocurre frecuentemente en zonas llanas, los impactos se intensifican, generando consecuencias sociales y ambientales aún más severas.

Las inundaciones recurrentes en zonas urbanas son un problema complejo, influenciado por diversos factores naturales. La topografía del terreno, por ejemplo, juega un papel crucial: las áreas bajas y con poca pendiente son más propensas a acumular agua. Asimismo, el régimen de precipitaciones, con lluvias intensas y prolongadas, exacerba la situación. La presencia de suelos poco permeables impide que el agua se infiltre en el terreno, aumentando el escurrimiento superficial y el riesgo de inundaciones. A los factores naturales se suman aquellos derivados de la actividad humana. La urbanización, con la construcción de viviendas, vías y otras infraestructuras, reduce drásticamente la capacidad del suelo para absorber el agua de lluvia (Bertoni, 2004).

2.1.3. ZONAS AFECTADAS POR INUNDACIÓN, LLANURAS DE INUNDACIÓN.

Las llanuras de inundación son zonas bajas cercanas a cuerpos de agua que se inundan periódicamente. Dada su dinámica y vulnerabilidad, es fundamental evaluar cómo estas áreas pueden influir en el desarrollo humano y viceversa. Este capítulo introduce los conceptos clave para comprender los peligros de inundación y explora cómo la tecnología de percepción remota por satélite puede complementar los métodos tradicionales de evaluación, ofreciendo una visión más completa y actualizada (Leopold et al., 1964).

Las llanuras de inundación son áreas con características únicas que dependen de cómo las observemos. Desde un punto de vista topográfico, son terrenos planos ubicados junto a ríos. Sin embargo, si analizamos su formación, encontramos que son el resultado de la acumulación de sedimentos arrastrados por los ríos durante las crecidas. Finalmente, desde una perspectiva hidrológica, estas llanuras son especialmente vulnerables a las inundaciones, ya que son las primeras en verse afectadas cuando el nivel del río aumenta. Schmudde (1968) ofrece una visión más detallada de las llanuras de inundación, destacando que su definición puede variar según el enfoque que adoptemos.

Aunque comparten características comunes, como su topografía plana y su ubicación junto a ríos, su composición geológica y su relación con el ciclo hidrológico las hacen únicas. Es decir, que una llanura de inundación es una zona plana a lo largo de un río que se inunda periódicamente. (Leopold et al., 1968).

Para una adecuada planificación del desarrollo regional, es necesario evaluar los siguientes aspectos físicos del territorio relacionados con el riesgo de inundaciones:

- **Relieve:** La forma del terreno, especialmente las zonas planas y depresiones, determina la acumulación de agua y la extensión de las inundaciones.
- **Suelos:** Las características de los suelos, como su permeabilidad y capacidad de retención de agua, influyen en la infiltración y el escurrimiento.
- **Régimen hídrico:** La variabilidad de los caudales y la frecuencia de eventos

2.1.4. MODELO DE ELEVACIÓN DIGITAL.

Los Modelos Digitales de Elevación (MDE) son herramientas fundamentales en el estudio y gestión del terreno. Estos modelos ofrecen una representación numérica detallada de la altitud en un área específica, permitiendo analizar y cuantificar características como pendientes, orientación y relieve. Gracias a los MDE, podemos obtener información precisa sobre la forma del terreno, lo cual es esencial para diversas aplicaciones, desde la planificación urbana hasta la gestión de recursos naturales. Estos datos están organizados de forma estructurada y georreferenciados, lo que significa que están vinculados a un sistema de coordenadas geográficas. Al combinar la altura (z) con las coordenadas horizontales (x , y), se obtiene una representación tridimensional del terreno. La importancia de los MDE radica en su capacidad para proporcionar una base sólida para una amplia gama de estudios y aplicaciones (Quiròs, 2015).

2.1.5. SIMULACIÓN

Es una herramienta esencial en la ciencia moderna, especialmente para estudiar sistemas complejos y cambiantes. Al crear réplicas virtuales de estos sistemas, los investigadores pueden experimentar con diferentes escenarios y variables sin las limitaciones del mundo real. Esta flexibilidad permite analizar en profundidad el

comportamiento de los sistemas y diseñar soluciones más eficientes y efectivas. Además ofrece un espacio seguro para probar ideas y predecir resultados, sin poner en riesgo sistemas reales (Ruiz et al., 2011).

Se considera una poderosa herramienta computacional que nos permite recrear el funcionamiento de sistemas reales, desde los más simples hasta los más complejos. A través de modelos matemáticos y estadísticos, podemos imitar el comportamiento de estos sistemas, lo que resulta invaluable en diversos campos. En el ámbito de la inteligencia artificial, las simulaciones son esenciales para entrenar y evaluar algoritmos de aprendizaje automático en entornos controlados, antes de su implementación en el mundo real. Asimismo, la simulación encuentra aplicaciones en el modelado de sistemas complejos como el tráfico, la economía o el clima, proporcionando datos cruciales para la toma de decisiones informadas (GENM, 2010).

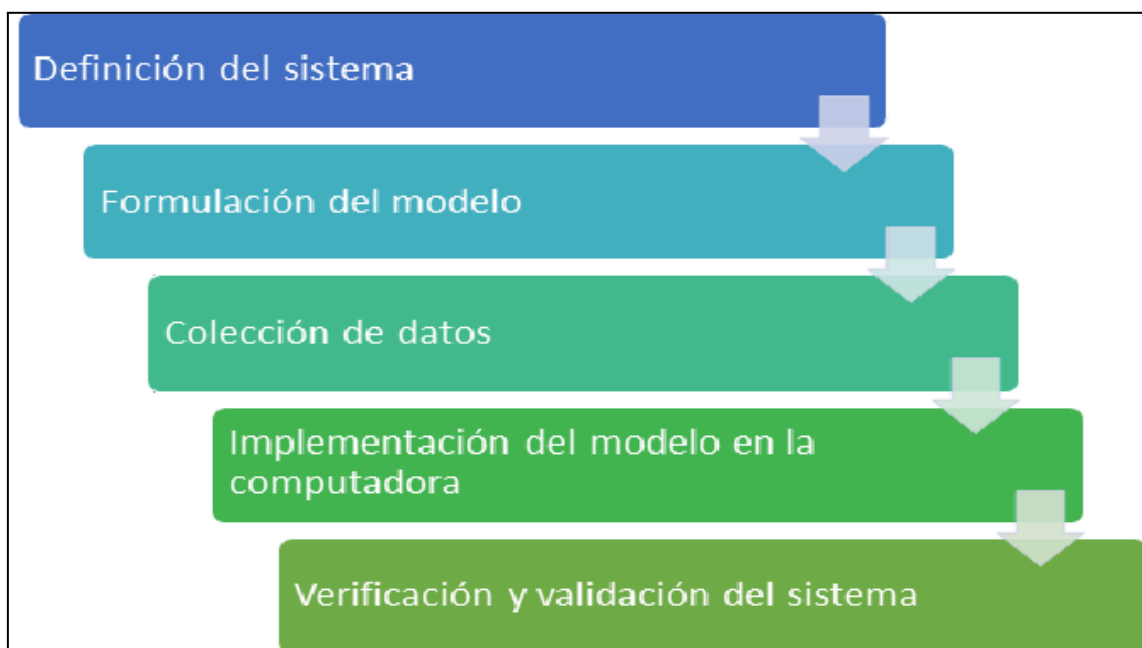


Figura 02: Etapas de una simulación.

Fuente: (GENM, 2010).

2.1.6. SIMULACIÓN HIDRÁULICA

Gracias a la simulación computacional, los investigadores pueden analizar en detalle procesos hidráulicos antes considerados intratables, lo que ha mejorado significativamente nuestra capacidad para evaluar y predecir eventos (López, 2017).

La modelación matemática de inundaciones nos brinda una herramienta invaluable para tomar decisiones informadas y seguras. Estos modelos nos permiten simular escenarios realistas y predecir el comportamiento de los ríos en situaciones extremas. Gracias a ellos, podemos planificar el uso del territorio de manera más eficiente, evitando zonas propensas a inundaciones y diseñando infraestructuras capaces de resistir eventos hidrológicos extremos. En definitiva, la modelación se ha convertido en un pilar fundamental para la gestión integral de las inundaciones (López, 2017).

2.2. MARCO CONCEPTUAL

Análisis de riesgo de inundación. Para realizar un análisis exhaustivo del riesgo de inundación y tomar decisiones informadas, se utiliza la guía metodológica establecida en la Ley 1523 de 2012. Esta normativa, que define la política nacional de gestión del riesgo, proporciona un marco de referencia sólido para evaluar la vulnerabilidad de las comunidades y las infraestructuras ante este tipo de eventos. Al seguir esta guía, se pueden identificar las áreas más expuestas, cuantificar los posibles daños y diseñar estrategias efectivas para reducir el impacto de las inundaciones.

Inundaciones. Las inundaciones han sido un fenómeno natural que ha acompañado a las civilizaciones. La decisión humana de establecerse cerca de cuerpos de agua, buscando recursos y vías de comunicación, nos ha expuesto a los riesgos inherentes de estos eventos. Con el paso del tiempo, la intervención humana en los ecosistemas acuáticos, a través de la construcción de infraestructura, ha alterado los patrones naturales de flujo de agua, intensificando o mitigando los efectos de las inundaciones en diversas regiones.(CENAPRED, 2019).

SIG: Sistema de Información Geográfica, son potentes herramientas que nos permiten conectar el mundo físico con el digital. Al integrar datos de diversas fuentes y escalas, los

SIG facilitan el análisis espacial profundo, revelando patrones, relaciones y tendencias que de otra manera serían difíciles de identificar. Esta capacidad de correlacionar información geográfica con datos socioeconómicos, ambientales y otros, convierte a los SIG en una herramienta indispensable para la toma de decisiones informadas en múltiples disciplinas. (Aeroterra, 2019).

Simulación: Es invaluable para analizar y comprender sistemas complejos y dinámicos. Al crear modelos virtuales de la realidad, los investigadores pueden explorar una amplia gama de escenarios y experimentar con diferentes variables sin las limitaciones del mundo real. Esta flexibilidad permite identificar patrones, predecir resultados y evaluar diversas estrategias de manera eficiente, facilitando la toma de decisiones informadas (Ruiz et al.,2011).

Sistema de Simulación Hidráulica – HEC RAS: Es una herramienta de simulación hidráulica de vanguardia. Este software representa una evolución significativa de su predecesor, HEC-2, ofreciendo una interfaz más intuitiva y amigable para el usuario. La funcionalidad principal de HEC-RAS radica en su capacidad para modelar el flujo de agua de manera unidimensional. Esto significa que el programa analiza el movimiento del agua a lo largo de un cauce, considerando variaciones en la profundidad y la velocidad del flujo. Además, HEC-RAS puede simular condiciones de flujo tanto permanente como gradualmente variado.

2.3. MARCO NORMATIVO

Sistema Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres (SINAGERD) mediante la Ley N° 29664. Este sistema, de naturaleza interinstitucional, sinérgico, descentralizado, transversal y participativo, tiene como propósito principal identificar y reducir los riesgos asociados a peligros naturales y antrópicos (SINAGERD). De esta forma busca mejorar la capacidad de respuesta ante situaciones de emergencia (Congreso de la República del Perú, 2011).

Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres. Consiste en un compendio de lineamientos destinados a prevenir y reducir los riesgos de desastres, evitando la

creación de nuevos peligros. Asimismo, busca garantizar una adecuada preparación, respuesta y recuperación ante eventos catastróficos, minimizando sus impactos negativos en la población, la economía y el entorno. (Congreso de la República del Perú, 2011).

Plan Nacional de Gestión de Riesgo de Desastre (PLANAGERD). El Plan Nacional de Gestión de Riesgos de Desastres (PLANAGERD 2014-2021) se sustenta en un sólido marco legal y normativo. Este plan se enmarca dentro de las Políticas de Estado N° 32 y N° 34, las cuales establecen las directrices generales para la gestión del riesgo de desastres y el ordenamiento territorial. Asimismo, se alinea con la Ley N° 29664, que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD), y su respectivo reglamento.

2.3. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.3.1. HIPÓTESIS GENERAL.

Es posible determinar la zonas en riesgo por inundación mediante la simulación del incremento del nivel del Lago Titicaca en el área urbana de la ciudad de Puno - 2024.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. ZONA DE ESTUDIO

3.1.1. UBICACIÓN.

La ciudad de Puno, es uno de los 15 distritos que tiene la Provincia de Puno ubicado en el altiplano a orillas del Lago Titicaca, es uno de los lugares más alto del mundo, las coordenadas de ubicación son: $15^{\circ}50'23''S$ $70^{\circ}01'18''O$, tiene una superficie total de 460.75 km^2 , con una altitud media de 3827 msnm .

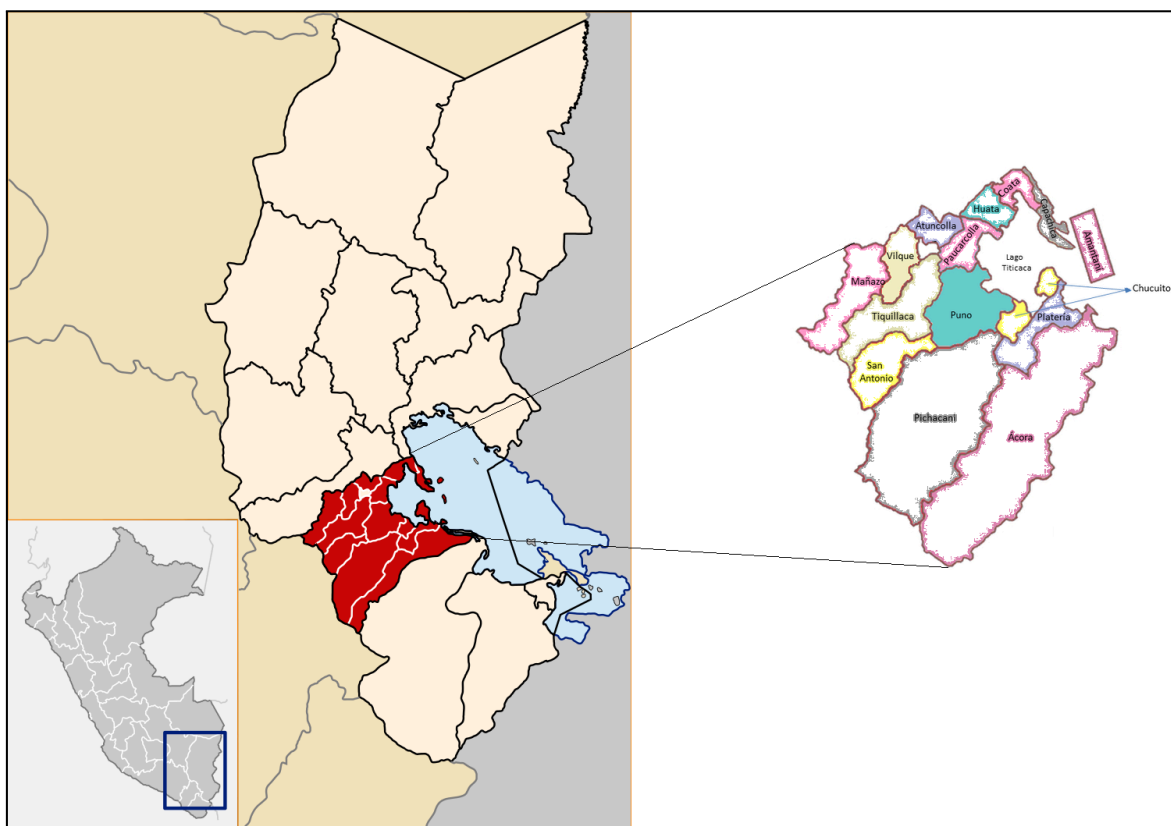


Figura 03: Ubicación del Distrito de Puno.

3.2. TAMAÑO DE MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

La población está conformada por toda la superficie del área urbana de la ciudad de Puno y que de acuerdo a la Oficina de Gerencia de Administración tributaria (MPP, 2017) es igual a **20.28 km²**.

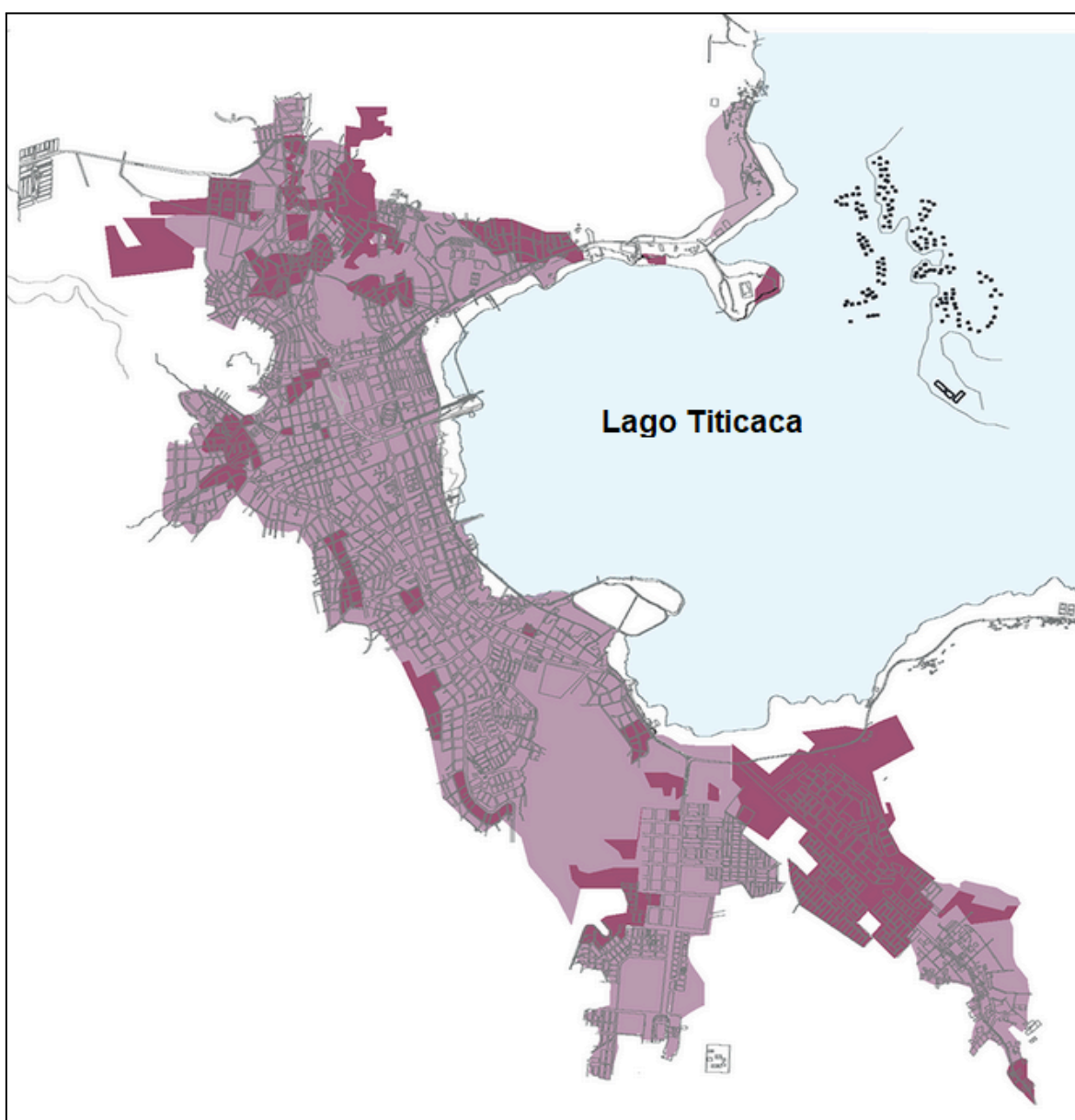


Figura 04: Zona urbana de la ciudad de Puno.

Fuente: Adaptado de las imágenes del Plan de Desarrollo Urbano de la Ciudad de Puno 2012 - 2022 (2017, p. 33).

3.2.2. MUESTRA

La muestra fué de tipo censal pues es igual a la población, debido a que también se ha procesado la información del relieve, altura e inclinación del terreno de toda la zona urbana de la ciudad de Puno, área que es igual a **20.28 km²**.

3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS

3.3.1 TÉCNICAS.

La técnica utilizada es el análisis de contenidos, pues se analizó la información de los planos catastrales de la ciudad de Puno, así como se generaron los DEM (modelos de elevación digital) a partir de la información de sistemas de información geográfica como es el Google Earth.

3.3.2. INSTRUMENTOS

- Computadora personal con procesador Intel I7 y memoria RAM de 18 Gigas.
- Software ArcGIS Desktop Versión 10.8.
- Software Google Earth versión 6.2 de uso libre, para la georeferenciación de las posiciones de las zonas urbanas de la ciudad de Puno.

3.3.3. ANÁLISIS DE DATOS.

- El Análisis Espacial de Inundaciones: El análisis espacial para este proyecto se refiere a todo el procedimiento realizado en ArcMap 10.8 relacionado con la topografía del área de estudio, es decir, con los datos tomados, se trabajó en los componentes espaciales
- Modelación Hidráulica: Por otro lado, dado que también se ha necesitado modelar una inundación del Lago Titicaca se ha utilizado el módulo ArcScene de ArcGIS y dibujar manualmente la geometría de la superficie de la zona urbana de Puno.

3.3.4. METODOLOGÍA.

La presente realización de la investigación se ejecutó por objetivos específicos:

Para el cumplimiento del Objetivo Específico 1: Elaborar un mapa de las zonas del área urbana de la ciudad de Puno.

Este primer objetivo se desarrolló recopilando información de la Oficina de Catastro Urbano de la Municipalidad Provincial de Puno, debido a que se necesita la especificación de las zonas (urbanizaciones), avenidas y vías de acceso, zonas de esparcimiento y zonas especiales, las cuales deben ser verificadas para la realización de un mapa el cual estuvo georeferenciado en un Sistema de Información Geográfico

Para el cumplimiento del Objetivo Específico 2: Obtener el modelo de elevación digital (DEM) del perfil del terreno del área urbana de la ciudad de Puno.

Para la generación del DEM se ha utilizado la información de elevación de terreno que tiene almacenado el SIG de Google Earth Pro en su Versión 7.3.6, para ello primero se ha tenido que crear las curvas de nivel a partir de rutas de terreno (Ver anexo 02).

Inmediatamente se cuente con la información de las alturas del terreno, se procederá a utilizar el software en línea GPS Visualizer (Ver Anexo 03) la cual es una aplicación gratuita (ubicado en la dirección web https://www.gpsvisualizer.com/convert?output_home), fácil de usar en línea, el archivo generado en el Google Earth Pro es necesario transformarlo en un archivo de extensión GPX (perfiles de los datos de GPS como tracks y waypoints) para que pueda ser utilizado en el software ArcGIS.

Una vez generado el nuevo archivo se ha procedido a abrirlo en el software ArcMap Versión 10.8 de la suite ArcGIS (Ver Anexo 04), para poder convertir a una imagen (ver anexo 05) tipo TIN (triangulated irregular network : red irregular de triángulos), para al final utilizar la herramienta Triangulated Surface de ArcMap para generar el DEM (Modelo de Elevación Digital) de la ciudad de Puno.

Para el cumplimiento del Objetivo Específico 3: Modelar una inundación del área urbana de la ciudad de Puno, en el software ArcScene Versión 10.8 a consecuencia del incremento del nivel del lago Titicaca.

Una vez generado el mapa de la zonificación de la zona urbana de Puno y también el DEM (Modelo de Elevación Digital) de la zona urbana de Puno, esta información se ha procesado en el Software ArcScene 10.3, éste software tiene la capacidad de utilizar un modelo de elevación digital y combinarlo con las imágenes de figuras geométricas que

representan el agua (en éste caso el Lago Titicaca) e información de lugares que representen zonas geográficas de un terreno para crear un video (simulación) de una inundación (crecimiento del agua).

3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

Debido a que la investigación es netamente DESCRIPTIVA sólo se ha considerado las siguientes variables:

Tabla 01: Identificación de Variables.

Variable	Indicadores	Escala de medición	Categoría y valores
V.I Simulación incremento del nivel del lago Titicaca	• Variación del del Nivel del lago Titicaca.	Nominal	Numérico
V.D. Zonas en riesgo por e inundación	• Superfici	Nominal	Numérico

3.5. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO

Los procedimientos para los cálculos como superficie del nivel del Lago Titicaca y la variación del Nivel, han sido netamente desarrolladas en las herramientas de Software ArcGIS Desktop Versión 10.8., software Google Earth versión 6.2 de uso libre y ArcScene 10.8, siendo los resultados finales imágenes geo procesadas netamente calculadas por los mencionadas herramientas.

CAPÍTULO IV

EXPOSICION Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS

4.1. EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS EN CUMPLIMIENTO DEL OBJETIVO ESPECÍFICO PRIMERO.

El primer objetivo específico es elaborar un mapa de las zonas del área urbana de la ciudad de Puno, se debe de explicar que dicho mapa ha sido elaborado teniendo en consideración las especificaciones de la Oficina de Catastro Urbano de la Municipalidad Provincial de Puno, pues tanto las Manzanas como las calles tienen sus propia codificación.

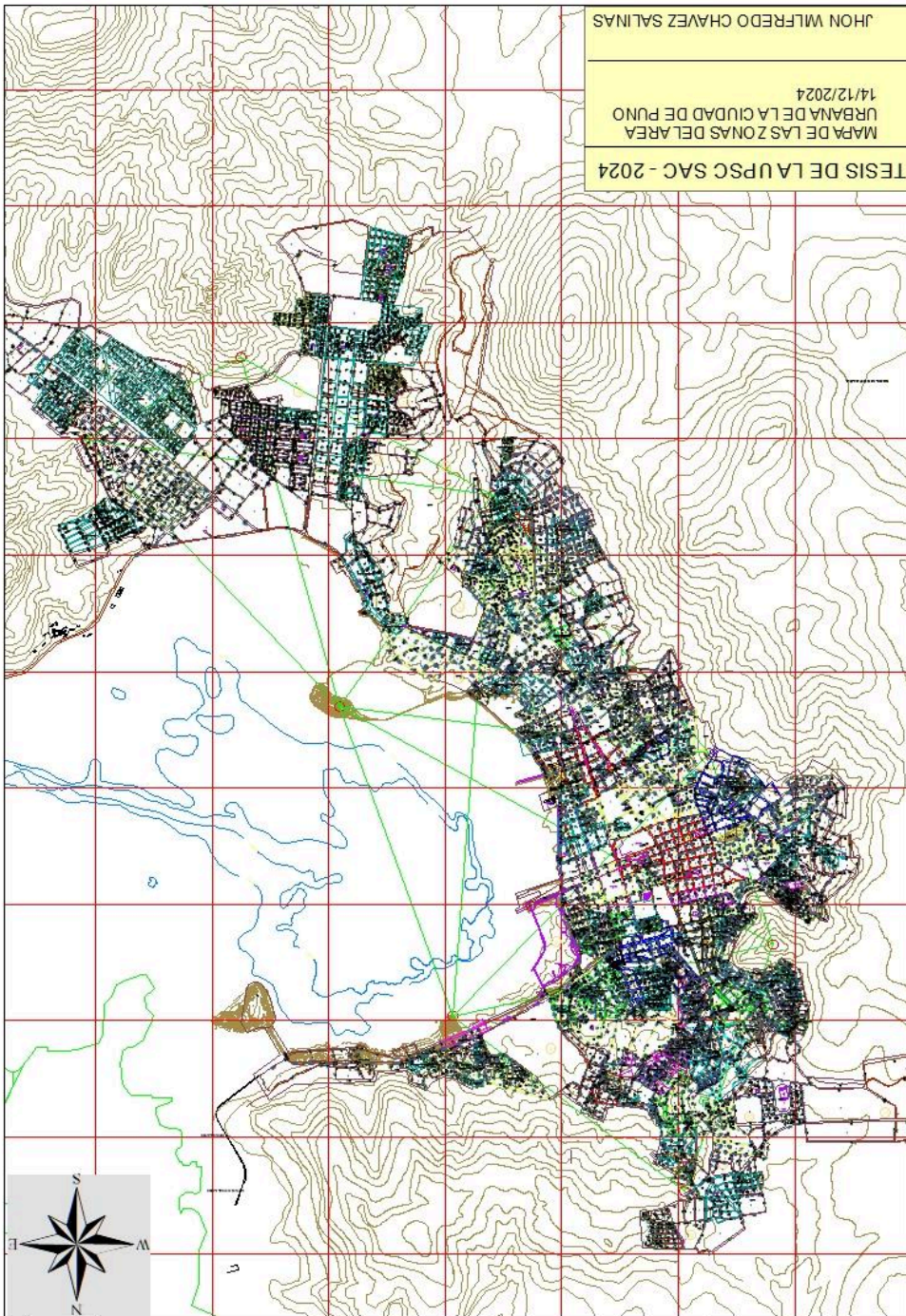


Figura 05: Mapa de las Zonas Urbanas de Puno.

Como puede apreciarse en la Figura 02, se ha desarrollado las zonas urbanas de la Ciudad de Puno, las cuales están constituidas por las Manzanas (Normalmente barrios) de la ciudad de Puno.

En dicho mapa debido a la resolución y calidad de la imagen no puede apreciarse la información contenida sobre las calles, manzanas y zonas de la ciudad de Puno, por lo que se ha creado un enlace a dicho recurso:

https://drive.google.com/drive/folders/1RdbgvY9YJPumIXBsym6l5zXHptuKwfpX?usp=drive_link

En la figura 06 puede apreciarse la información que se ha agregado de manera georeferenciada para cada una de las Manzanas, Nombre de las Calles (Avenidas, Calles, Jirones, Pasajes), y el número de las mismas, este tipo de estructura de la información permitirá determinar identificar de manera unívoca cada una de las manzanas de cada uno de los barrios de la ciudad de Puno.

El resumen de las zonas lo presentamos en la siguiente tabla:

Tabla 02: Zonas de la ciudad de Puno, ordenadas ascendentemente de acuerdo a sus alturas promedios.

N°	BARRIOS	ZONAS	Altura Promedio (menor a mayor)
1	Upis Villa del Lago Simón Bolívar	26,27,28	3813
2	Progreso Chanu Chanu	24	3816
3	Magisterial Laykakota Tupaca Amaru	19	3818
4	Barrio San José	17	3819
5	Barrio Bellavista	15	3820
6	San Martín	25	3820
7	Barrio Vallecito	16	3821
8	Barrio Santiago de Chejoña	30	3822
8	Chanu Chanu I Etapa Chanu Chanu II Etapa Huayna Pucara	29	3826

9	Victoria Salcedo	20	3828
10	Central	13	3841
11	Unión Llavini 4 de Noviembre	6	3845
12	Barrio Machallata	7	3845
13	Chacarilla del Lago 2 Los Andes Santa Rosa	23	3847
14	Huajsapata José Antonio Encinas	12	3853
15	La Torre Miraflores Independencia Azoguine	10	3857
16	Tercer Centenario Andrés Avelino Caceres Las Cruces	9	3861
17	Huascar	8	3870
18	Tercer mundo Chacarilla Alta Ricardo Palma	22	3902
19	Alto Llavini	1,2,3,4,5,	3994
20	San Antonio	21	3997

Mañazo

Orkapata

En la tabla 02, se muestra la clasificación se ha realizado cada uno de los barrios de acuerdo a las alturas promedios y de acuerdo a las zonas que cubren sus superficies, como se puede apreciar los barrios Upis Villa del Lago y Simón Bolívar (3815 msnm) serían los barrios más vulnerables a una inundación por subida del Lago Titicaca, luego le sigue el barrio Progreso y Chanu Chanu (3817 msnm), para entender mejor debemos explicar que la altura actual del Lago Titicaca actualmente es; 3809.625 msnm (Valor determinado con GPS de parte del investigador en fecha 06/12/2024) en las orillas del Lago Titicaca del Puerto Muelle (Coordenadas UTM: Zona 19 S, 391236 ESTE, 8249054 NORTE).

4.2. EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS EN CUMPLIMIENTO DEL OBJETIVO ESPECÍFICO SEGUNDO.

Obtener el modelo de elevación digital (DEM) del perfil del terreno del área urbana de la ciudad de Puno.

Debido a que la información del resultado para el cumplimiento de éste objetivo es información geográfica (Modelo de Elevación Digital), es que se pone a disposición en el espacio virtual siguiente, el archivo de las curvas de nivel:

https://drive.google.com/drive/folders/1H0fUD0TOunE7XoxGOnkAhw0KOG2l3ctr?usp=drive_link

y el archivo del DEM

https://drive.google.com/drive/folders/1UglcwTqRr8M93_BrSsx2lpeicvKsg7LG?usp=drive_link

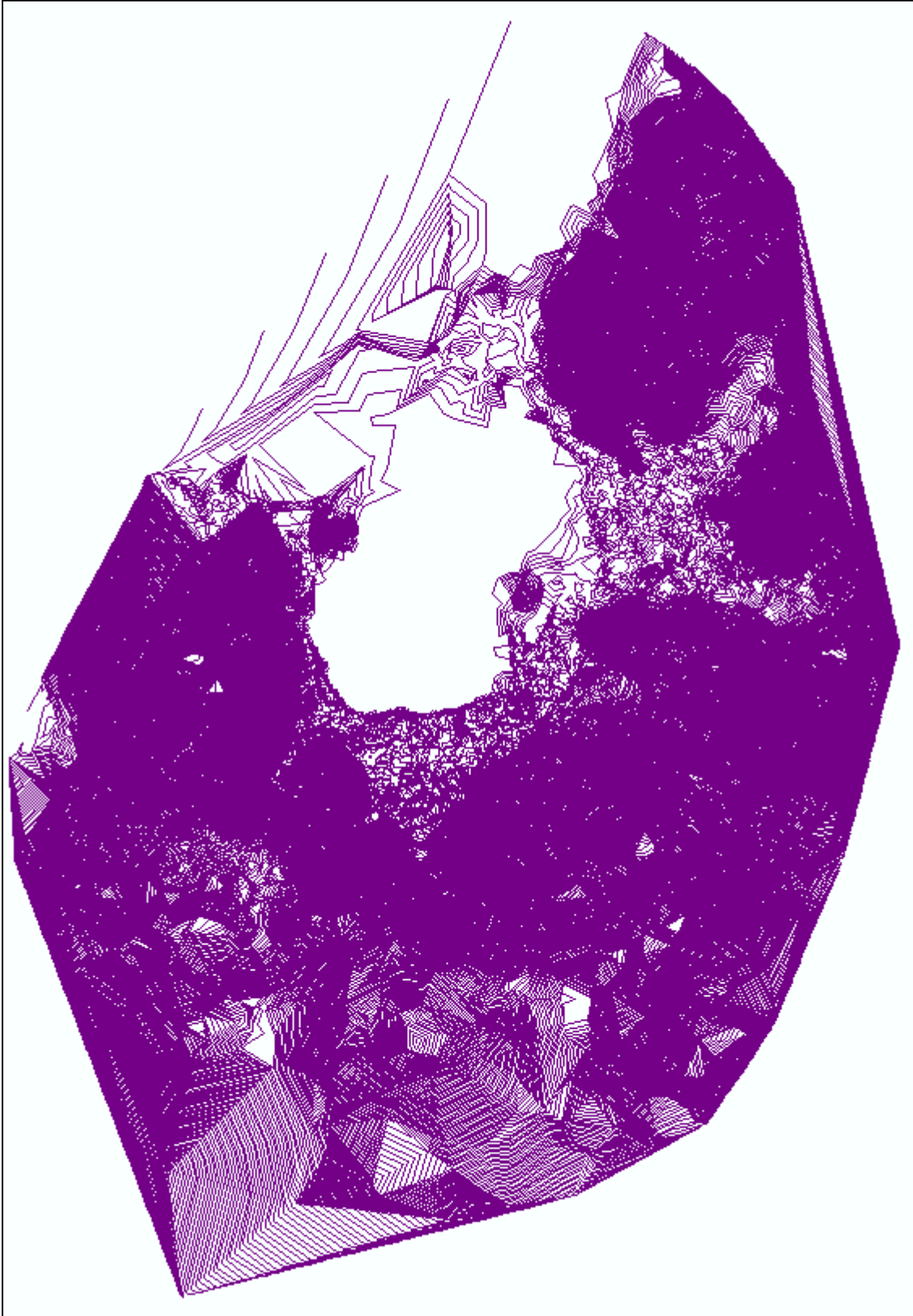


Figura 07: Visualización del archivo curvas de nivel de la ciudad de Puno.

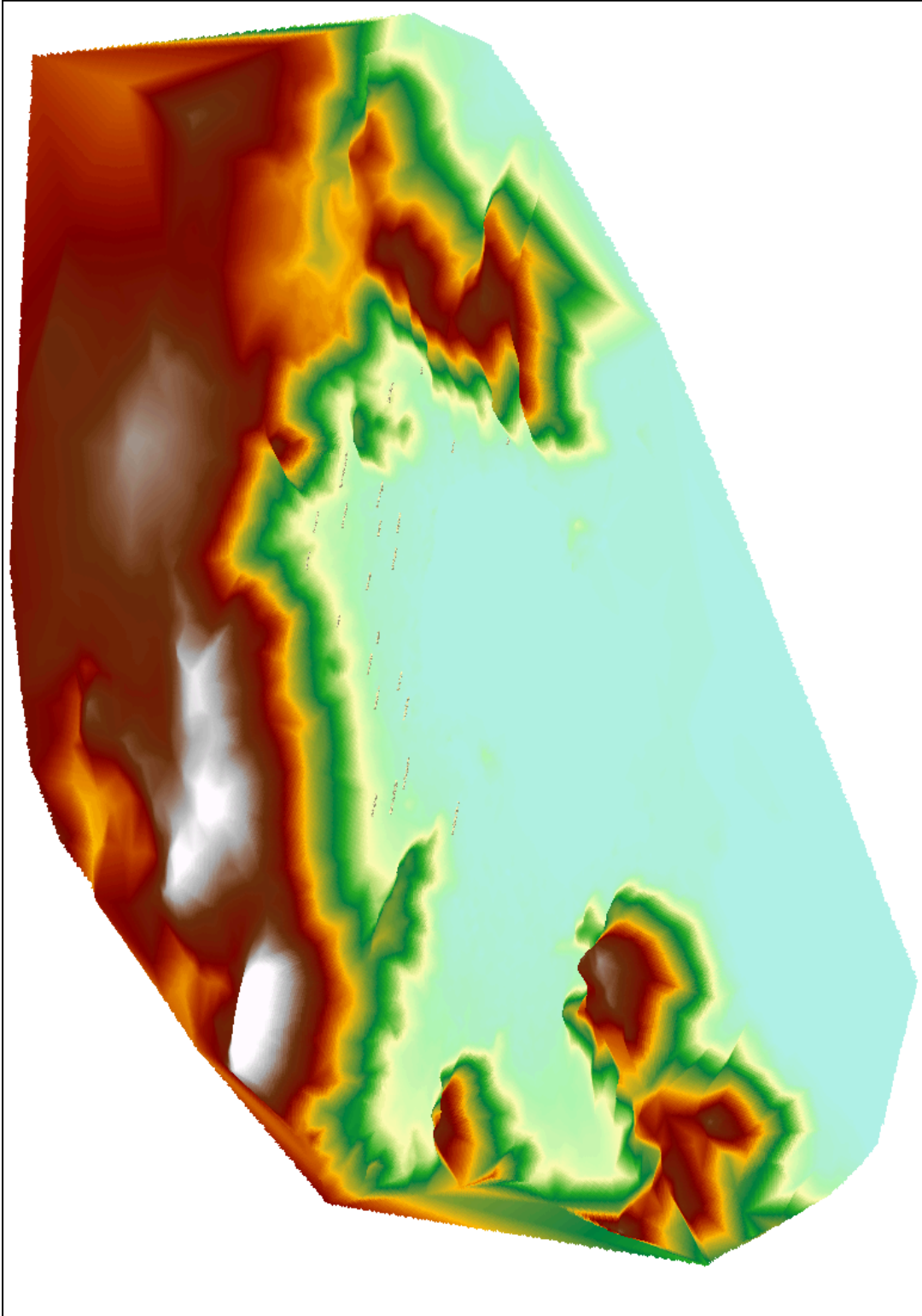






Figura 08: Visualización del archivo DEM (Modelo de Elevación Digital) de la ciudad de Puno.

4.3. EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS EN CUMPLIMIENTO DEL OBJETIVO ESPECÍFICO TERCERO.

El modelamiento de la inundación del área urbana de la ciudad de Puno, en el software ArcScene 3D a consecuencia del incremento del nivel del lago Titicaca, se ha realizado en en base a 4 recursos digitales:

Tabla 03: Recursos digitales utilizados en la simulación de la inundación.

N°	Recurso	Descripción	Ubicación disponible
1	DEM	Archivo de Modelamiento de Elevación Digital	 DEM_Puno
2	Mapa de la Zonas de Puno	Archivo ShapeFile conteniendo polígonos de las zonas de Puno.	 MapaZonasPuno
3	Lago Titicaca	Archivo ShapeFile que contiene el polígono del Lago Titicaca.	 LagoTiticaca
4	Simulación	Archivo ArcScene que contiene la configuración de la simulación	 SimulaciónPunoInu...

Respecto a la configuración de la simulación se debe especificar lo siguiente:

- El DEM debe inicializarse a una altura de 0 metros (Base Heights = 0).
- El Mapa de inicializarse a una altura de 0.2 metros (Base Heights = 2)
- El Lago Titicaca debe inicializarse a una altura de -0.3 metros (Base Heights = -3)

La configuración anterior permitirá que la simulación (el video) puede apreciarse de mejor manera; así mismo se ha configurado 49 Fotogramas (KeyFrames) cada una

corresponde a un incremento de 10 centímetros del Lago Titicaca, siendo la máxima altura alcanzada en la Simulación de 4.50 [metros] (Ver Anexo 07).

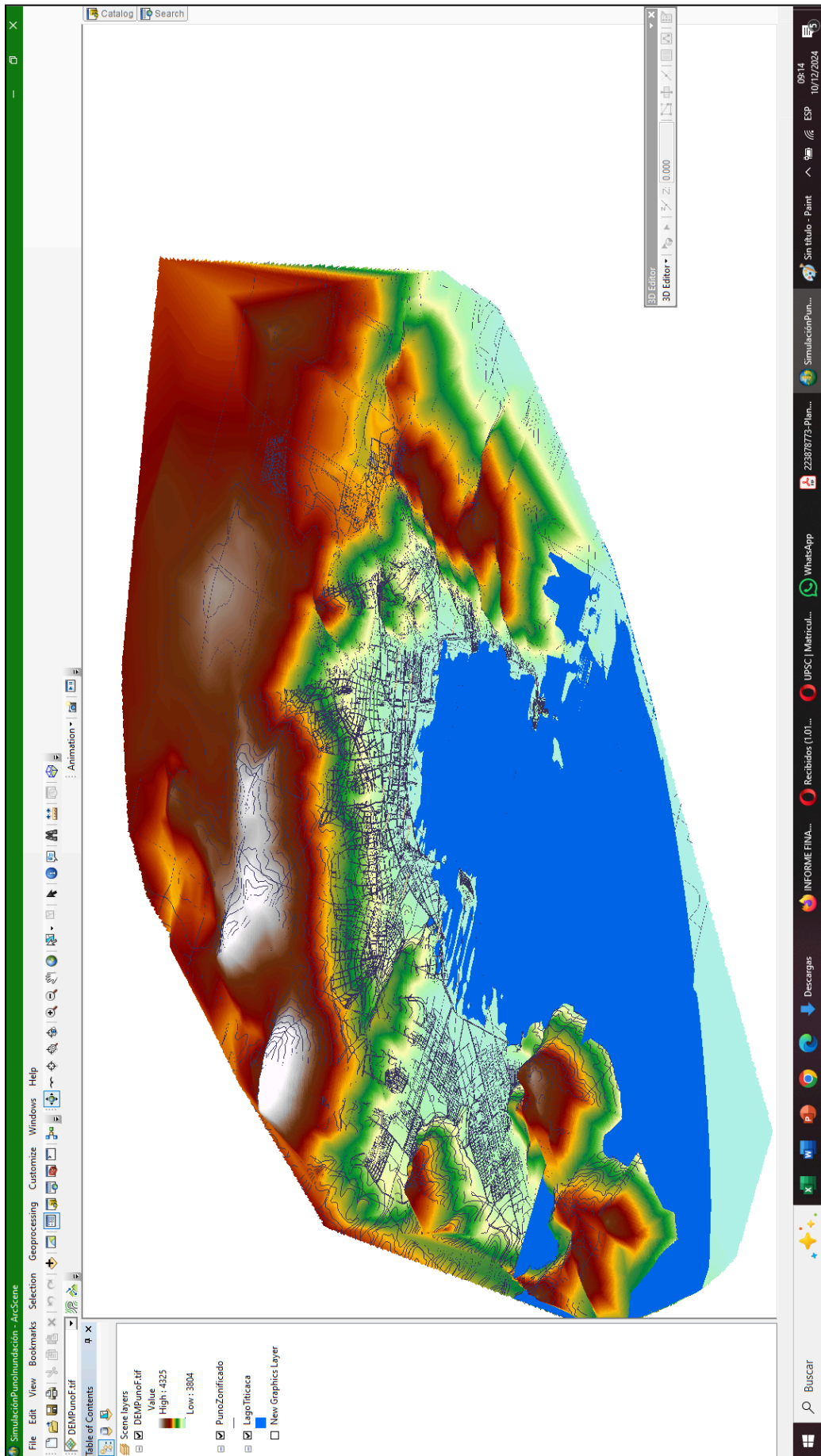


Figura 09: Visualización de la simulación de la inundación.

4.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

El primer antecedente a discutir es el de Fernández y Pérez (2023) sobre las inundaciones en General Daniel Cerri pues hace consideraciones sobre la dinámica de estos eventos en zonas costeras expuestas a múltiples amenazas, pues la sinergia entre eventos hidrometeorológicos y mareales plantea un desafío importante para la gestión del riesgo en zonas costeras vulnerables al cambio climático, lo que es casi contradictorio a nuestra investigación, pues en el caso de la crecida del Lago Titicaca, el fenómeno de la marea no interviene, así mismo los vientos y cambios climáticos bruscos tampoco influyen en el periodo de crecida del Lago Titicaca.

Una segunda discusión merece la investigación de Salgado (2022), pues aporta una valiosa contribución al campo de la gestión del riesgo de desastres al analizar en profundidad el riesgo de inundación en el sector Hacienda-Margarita, combinándolo con aspectos socio económicos, lo que en la presente investigación no se ha realizado, se debe de manifestar que en la investigación de Salgado se resalta la desigualdad sociales de la zona de la población analizada, lo que sin duda sería un tema a plantearse también en la ciudad de Puno, por que definitivamente sería un aspecto determinante de cómo afectaría un evento así en nuestra ciudad.

Una tercera discusión que tiene contraste con la investigación desarrollada la encontramos en la investigación de Arratea (2020), pues a pesar de que es la simulación de la inundación de un río (Ramis) y la nuestra de un Lago, el estudio ha evaluado los riesgos de inundación bajo dos escenarios: un periodo de retorno de 50 años y otro de 100 años, lo cual permite un análisis temporal que permite proyecciones, siendo una crítica a la presente investigación, pues si bien se ha logrado simular la inundación de la ciudad de Puno, nuestros datos no permiten proyección alguna sobre escenarios futuros.

CONCLUSIONES

PRIMERA: Las zonas de mayor riesgo por inundación mediante la simulación del incremento del nivel del Lago Titicaca en el área urbana de la ciudad de Puno - 2024, corresponde primero a las zonas: 26, 27, 28 equivalente a los Barrios Upis Villa del Lago y Simón Bolívar, la segunda la zona 24, correspondiente a los Barrio Progreso y Chanu Chanu alcanzando una altura promedio de 3813 y 3816 [metros] respectivamente.

SEGUNDA: Se ha elaborado un mapa de las zonas del área urbana de la ciudad de Puno, en formato shapefile en el software ArcMap 10.8, el cual contiene polígonos que corresponden a 30 zonas que contienen a los barrios de la ciudad de Puno, la altura de cada zona ha sido calculado, siendo la más baja igual a 3813[m] y la máxima 3997 [m].

TERCERA: Se ha obtenido el modelo de elevación digital (DEM) del perfil del terreno del área urbana de la ciudad de Puno, utilizando el método de seguimiento de rutas del SIG de Google Earth Pro en su Versión 7.3.6 generado un archivo de curvas de nivel para posteriormente crear un modelo TIM (triangulated irregular network : red irregular de triángulos) y por último obtener el modelo de elevación digital con un rango que varía desde los 3804 hasta 4325 [m].

CUARTA: Se ha modelado una inundación del área urbana de la ciudad de Puno, en el software ArcScene 3D versión 10.8 a consecuencia del incremento del nivel del lago Titicaca, estableciendo 49 escenas donde cada una representa el incremento del Lago Titicaca cada 0.1 [m] con una duración de 45 [segundos] toda la simulación.

RECOMENDACIONES

PRIMERA: A los investigadores afines: realizar estudios detallados sobre los efectos socioeconómicos de las inundaciones en las zonas identificadas como vulnerables, para así complementar la información sobre cada zona de riesgo en una posible inundación.

SEGUNDA: A las autoridades de la municipalidad provincial de Puno, evaluar la efectividad de sistemas de drenaje urbano y barreras naturales en las zonas críticas además de proponer soluciones de infraestructura resiliente para mitigar el impacto del incremento del nivel del lago.

TERCERA: A los ingenieros ambientales, analizar cómo diferentes escenarios climáticos impactarían las altitudes más bajas identificadas en el área urbana, de tal forma que puedan ampliar el uso del modelo a análisis multi-hazards (riesgos múltiples), incluyendo riesgos sísmicos y deslizamientos de tierra.

CUARTA: A los especialistas en sistemas de información geográficos, comparar la precisión del DEM generado con otros modelos globales, como el SRTM o el ASTER, para determinar su confiabilidad, así mismo desarrollar metodologías para actualizar los DEM y TIM de forma automática (en línea) ante cambios significativos en el entorno.

BIBLIOGRAFÍA

- Aeroterra (2019), ¿Qué es SIG? Sistemas de Información Geográfica. Recuperado de:
<https://www.aeroterra.com/es-ar/que-es-gis/introduccion>.
- Bertoni, J.P. (Org.) (2004). Inundaciones urbanas en Argentina. Córdoba: Editorial Científica Universitaria. Recuperado de
<http://www.repositorio.cenpat-conicet.gob.ar/123456789/618>
- Ferrando A., F. J. (2006.) Sobre inundaciones y anegamientos. *Revista De Urbanismo*, (15), 25–42. <https://doi.org/10.5354/ru.v0i15.5129>
- Ruiz H., Martínez F., Monroy G. (2011), Simulación: conceptos y evolución. Recuperado de: http://acacia.org.mx/busqueda/pdf/11_06_simulacion.pdf
- Alcántara Boza, F. A., Torres Rojas, C., Lucas Vidal, L. R., & Bravo Loor, J. D. (2021). Simulación y análisis de inundaciones en cabeceras de cuenca, utilizando el software IBER en diferentes tramos. *Revista del Instituto de investigación de la Facultad de minas, metalurgia y ciencias geográficas*, 24(47), 3-12. <https://doi.org/10.15381/iigeo.v24i47.20637>
- Arratea Juli, J. C. (2020). *Determinación de zonas inundables mediante simulación hidráulica bidimensional aplicando HEC-RAS 5.0.7 en un tramo del río Ramis, distrito de Taraco—Huancané—Puno*.
- Arriola Carrasco, G. G., Coronado Zuloeta, O., Sotomayor Nunura, G. D. S., Villegas Villegas, D. V., Caballero Talledo, R. D., & Olaya Aguilar, W. A. (2022). Evaluación del Riesgo de Inundación Empleando un Sistema de Información Geográfica y Modelamiento Hidráulico Aplicados al río La Leche Lambayeque. *Revista Científica Epistemia*, 6(1), 60-73. <https://doi.org/10.26495/re.v6i1.2132>
- CENAPRED. (2019). *INUNDACIONES*. <https://www.gob.mx/cenapred>
- Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres. (2016). Plan Regional de Gestión de Riesgo de Desastres 2016 – 2021.
- ENA-IDEAM. (2019). Estudio Nacional del Agua 2018. Bogotá,D.C: Panamericana Formas e Impresos S.A.

- Fernández, S. N., & Pérez, D. E. (2023). Análisis de la peligrosidad por inundación en una zona de planicie afectada por mareas. Caso de estudio: Localidad de General Daniel Cerri, Buenos Aires, Argentina. *Geográfica digital*, 20(40), 91-110. <https://doi.org/10.30972/geo.20407205>
- GENM. (2010). *Qué es Simulación Concepto y definición. Glosario.* <https://gamco.es/glosario/simulacion/>
- Gordon Morillo, J. A., Ramírez Guamán, M. A., & Sánchez Franco, P. (2023). Modelamiento hidráulico del río Blanco y el río Cristal, para el análisis de inundaciones en la cabecera parroquial de Valle Hermoso, cantón Santo Domingo, 2022. *Sinergia Académica*, 6(Especial), 166-183. <https://doi.org/10.51736/sa.v6iEspecial.182>
- Ineter, I. N. (2005). Inundaciones Fluviales, Mapas de Amenazas. Recomendaciones Técnicas para su Elaboración. Managua.
- IDEAM. (2017). Guía Metodológica para la Elaboración de Mapas de Inundación. Bogotá D.C.
- Leopold, L.B., Wolman, M.G., and Miller, J.P. *Fluvial Processes in Geomorphology* (San Francisco, California: W.H. Freeman, 1968).
- López, L. (2017). Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Obtenido de Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas: <https://dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/8658/Tesis%20Lianet%20L%C3%B3pez%20Rodr%C3%ADguez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Mamani Mamani, R. (2020). *Definición de zonas de inundación mediante el modelo de simulación Hec-Ras en la cuenca baja del río Coata—Puno.*
- MINAM. (2019). *Guía para la Caracterización de Residuos Sólidos Municipales.*
- Mora Chaparro, J. C., Hernández Borges, E. E., & Mora Mora, L. L. (2023). Mapa de riesgos de inundación en la Microcuenca Hidrográfica 24 de Junio, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. *Revista de Estudios Latinoamericanos sobre Reducción del Riesgo de Desastres REDER*, 7(1), 116.

<https://doi.org/10.55467/reder.v7i1.111>

MPP. (2017). *Gerencia de Administración tributaria.*

http://www.munipuno.gob.pe/tributos_municipales/predios.htm#collapseTwo

Municipalidad Provincial Puno. (2017). *Plan de Desarrollo Urbano de la Ciudad de Puno 2012—2022.*

http://www.munipuno.gob.pe/Propuestas_GDU/PLAN%20DE%20DESARROLLO%20URBANO%20DE%20LA%20CIUDAD%20DE%20PUNO%20-%202012-2022.pdf

Organización Meteorológica Mundial. (2012). *Glosario Hidrológico Internacional.*

<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000221862>

Palagi, S., Patzlaff, J., Stumpf, M., & Kern, A. (2014). Análisis del impacto de las inundaciones en el valor de las propiedades inmobiliarias en la ciudad de Lajeado, Brasil: Estudio de caso de viviendas unifamiliares. *Revista ingeniería de construcción*, 29(1), 87-97. <https://doi.org/10.4067/S0718-50732014000100006>

PEBLT. (2021). *Municipalidad provincial y PEBLT lanza proyecto de protección ante inundaciones en la bahía interior de Puno.*

<https://www.gob.pe/institucion/peblt/noticias/506307-municipalidad-provincial-y-peblt-lanza-proyecto-de-proteccion-ante-inundaciones-en-la-bahia-interior-de-puno>

Quiròs, E. (07 de Enero de 2015). Universidad de Extremadura. Obtenido de Universidad de Extremadura:

https://www.researchgate.net/publication/272090105_Introduccion_a_la_Fotogrametria_y_Cartografia_aplicadas_a_la_Ingenieria_Civil

Revelo Sánchez, G. M., Reyes Roque, R. M., Colonia Cerna, P. A., Mejía Anaya, T., & Jara Remigio, F. Á. (2023). Áreas de inundación por ocurrencia de avenidas máximas en la subcuenca Milagros, Yungay, Perú. *Aporte Santiaguino*. <https://doi.org/10.32911/as.2023.v16.n2.1092>

Salgado Montes, S. S., Molina-Blancas, E. J., & Guevara-Romero, M. L. (2022). Análisis espacial del riesgo de inundación a través de Sistemas de Información

Geográfica: Caso sector Hacienda-Margarita, Puebla. *Ciencia Nicolaita*, 86.

<https://doi.org/10.35830/cn.vi86.629>

Sánchez-Tapiero, D. I., Bonilla-Granados, C. A., & Ramón-Valencia, J. D. (2024). Modelo hidráulico unidimensional para determinar zonas de inundación en ríos de montaña. *Respuestas*, 29(1). <https://doi.org/10.22463/0122820X.4349>

Schmudde, T.H. "Floodplain" in R.W. Fairbridge, *The Encyclopedia of Geomorphology* (New York: Reinhold, 1968), pp. 359-362.

Torres, J. P. (10 de Noviembre de 2017). IGAC. Obtenido de Instituto Geografico Agustin Codazzi:

https://ciaf.igac.gov.co/sites/ciaf.igac.gov.co/files/files_ciaf/Veloza-Torres-Jenny-Patricia.pdf

f

ANEXOS

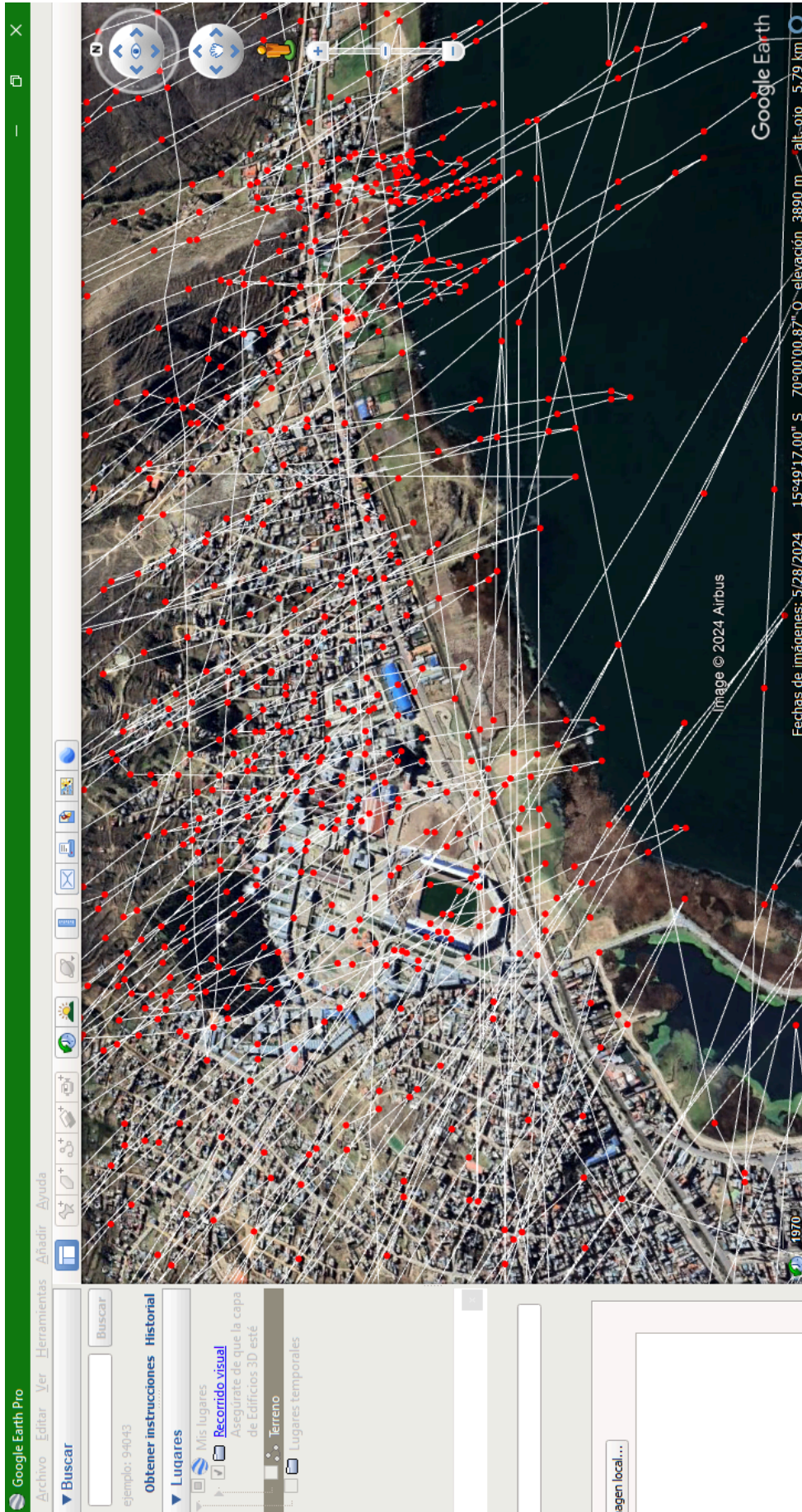
Anexo 01: Matriz de consistencia.

ZONAS EN RIESGO POR INUNDACIÓN MEDIANTE LA SIMULACIÓN DEL INCREMENTO DEL NIVEL DEL LAGO TITICACA EN EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE PUNO - 2024

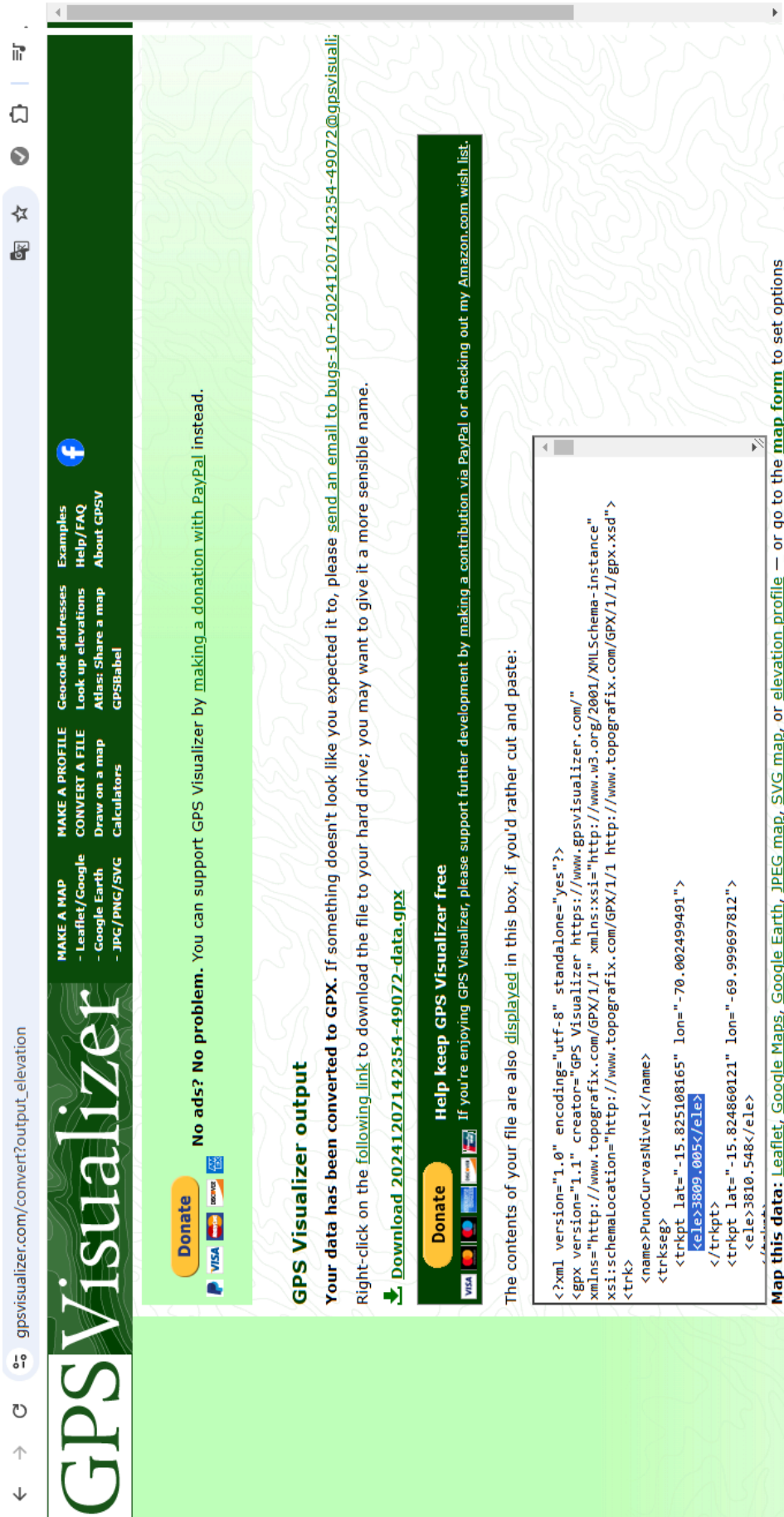
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVOS		HIPÓTESIS		VARIABLES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	TÉCNICA DE PROCESAMIENTO DE DATOS
	OBJETIVO GENERAL	OBJETIVO ESPECÍFICO	HIPÓTESIS GENERAL	HIPÓTESIS ESPECÍFICA				
¿Cuáles son las zonas en riesgo por inundación mediante la simulación del incremento del nivel del Lago Titicaca en el área urbana de la ciudad de Puno?	Determinar zonas en riesgo por inundación mediante la simulación del incremento del nivel del Lago Titicaca en el área urbana de la ciudad de Puno - 2024.	OBJETIVO ESPECÍFICO	Es posible determinar la zonas en riesgo por inundación mediante la simulación del incremento del nivel del Lago Titicaca en el área urbana de la ciudad de Puno.		VARIABLE INDEPENDIENT E: Simulación del incremento del nivel del lago Titicaca	Variación del Nivel del lago Titicaca.	- Software Arc Map 10.8 'Maidenhead' - Software Google Earth pro - 6.2 - Software ArcScene 3D v 10.8	- Modelo de Elevación Digital (DEM) de la ciudad de Puno. - Simulación mediante la metodología de simulación de flujos no permanentes.
¿Cuáles son las zonas del área urbana de la ciudad de Puno?	Elaborar un mapa de las zonas del área urbana de la ciudad de Puno.							
¿Cómo es el modelo de elevación digital (DEM) del perfil del terreno del área	Obtener el modelo de elevación digital (DEM) del perfil del terreno del área							

<p>urbana de la ciudad de Puno?</p> <p>¿Cómo será la representación de la inundación del área urbana de la ciudad de Puno, a consecuencia del incremento del lago Titicaca?</p>	<p>urbana de la ciudad de Puno.</p> <p>Modelar una inundación del área urbana de la ciudad de Puno, en el software ArcScene 3D a consecuencia del incremento del nivel del lago Titicaca</p>		<p>VARIABLE DEPENDIENTE:</p> <p>Zonas en riesgo por inundación.</p>	<p>Superficie</p>		
---	--	--	--	-------------------	--	--

Anexo 02: Creación de las curvas de nivel utilizando la técnica de rutas de terreno en Google Earth Pro 7.3.6.



Anexo 03: Utilización del software GPS Visualizer para transformar el archivo de Google Earth Pro a curvas de nivel.



gpsvisualizer.com/convert?output_elevation

GPS Visualizer

MAKE A MAP - Leaflet/Google - Google Earth - JPC/PNG/SVG - Calculators

MAKE A PROFILE - Geocode addresses - Look up elevations - Atlas: Share a map - GPSBabel

CONVERT A FILE - Draw on a map - About GPV

Examples - Help/FAQ

Donate

VISA MASTERCARD PAYPAL

No ads? No problem. You can support GPS Visualizer by [making a donation with PayPal](#) instead.

GPS Visualizer output

Your data has been converted to GPX. If something doesn't look like you expected it to, please send an email to bugs-10+20241207142354-49072@gpsvisuali.com. Right-click on the [following link](#) to download the file to your hard drive; you may want to give it a more sensible name.

Download [20241207142354-49072-data.gpx](#)

Donate

Help keep GPS Visualizer free

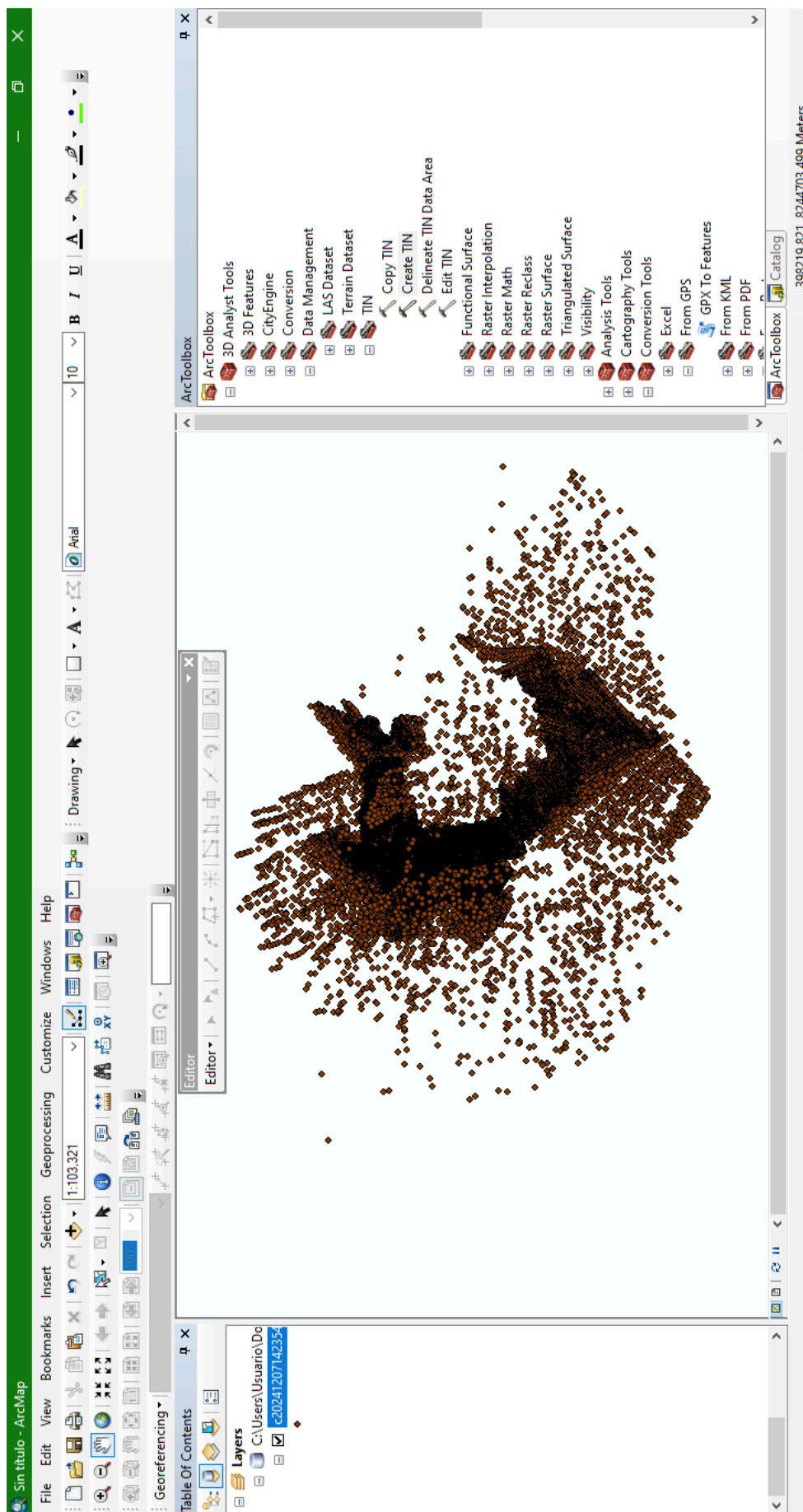
If you're enjoying GPS Visualizer, please support further development by [making a contribution via PayPal](#) or checking out my [Amazon.com wish list](#).

The contents of your file are also displayed in this box, if you'd rather cut and paste:

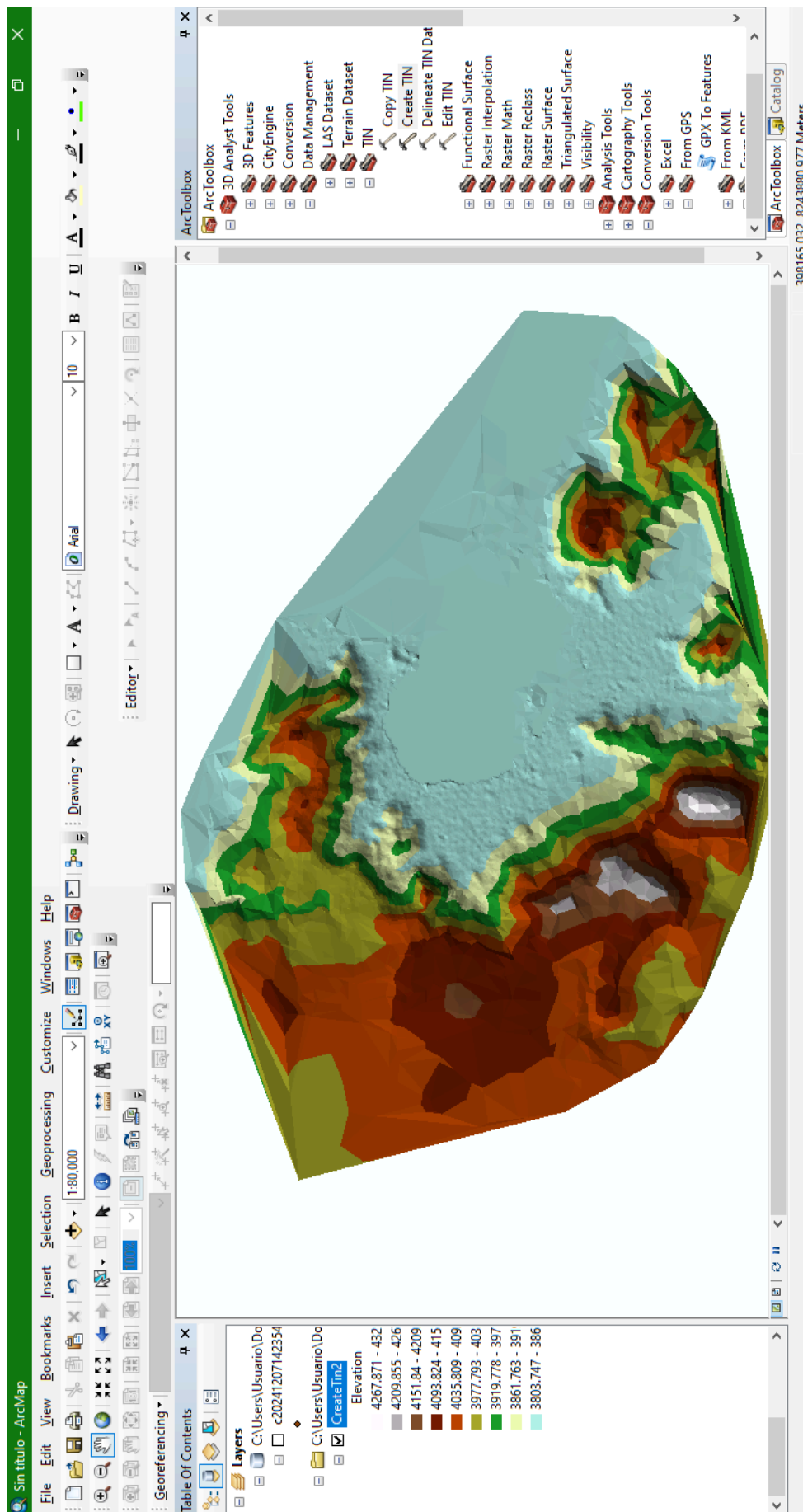
```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8" standalone="yes"?>
<gpx version="1.1" creator="GPS Visualizer https://www.gpsvisualizer.com/"
xmlns="http://www.topografix.com/GPX/1/1" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="http://www.topografix.com/GPX/1/1 http://www.topografix.com/GPX/1/1/gpx.xsd">
<trk>
<name>PunoCurvasNivel</name>
<trkseg>
<trkpt lat="-15.825108165" lon="-70.002499491">
<ele>3809.005</ele>
</trkpt>
<trkpt lat="-15.824860121" lon="-69.999697812">
<ele>3810.548</ele>
</trkpt>
</trkseg>
</trk>
```

Map this data: [Leaflet](#), [Google Maps](#), [Google Earth](#), [JPEG map](#), [SVG map](#), or elevation profile — or go to the [map form](#) to set options

Anexo 04: Visualización de los puntos de elevación en el ArcMAP 10.8.



Anexo 05: Triangulated irregular network (TIN) de la ciudad de Puno.



Anexo 06: Configuración de las 49 escenas (Keyframes) de la simulación.

Animation Manager

Keyframes Tracks Time View

Keyframes of Type: Layer In Track: Layer track 1

Time	Name	Visibility	Transparency	Translation:X	Translation:Y	Translation:Z	Scale:X	Scale:Y
0 0.000	Layer keyframe 1	Yes	0	0	0	-3	1	1
1 0.021	Layer keyframe 2	Yes	0	0	0	-2	1	1
2 0.042	Layer keyframe 3	Yes	0	0	0	-1	1	1
3 0.063	Layer keyframe 4	Yes	0	0	0	0	1	1
4 0.083	Layer keyframe 5	Yes	0	0	0	1	1	1
5 0.104	Layer keyframe 6	Yes	0	0	0	2	1	1
6 0.125	Layer keyframe 7	Yes	0	0	0	3	1	1
7 0.146	Layer keyframe 8	Yes	0	0	0	4	1	1
8 0.167	Layer keyframe 9	Yes	0	0	0	5	1	1
9 0.188	Layer keyframe 10	Yes	0	0	0	6	1	1
10 0.208	Layer keyframe 11	Yes	0	0	0	7	1	1
11 0.229	Layer keyframe 12	Yes	0	0	0	8	1	1
12 0.250	Layer keyframe 13	Yes	0	0	0	9	1	1
13 0.271	Layer keyframe 14	Yes	0	0	0	10	1	1
14 0.292	Layer keyframe 15	Yes	0	0	0	11	1	1
15 0.313	Layer keyframe 16	Yes	0	0	0	12	1	1
16 0.333	Layer keyframe 17	Yes	0	0	0	13	1	1
17 0.354	Layer keyframe 18	Yes	0	0	0	14	1	1
18 0.375	Layer keyframe 19	Yes	0	0	0	15	1	1
19 0.396	Layer keyframe 20	Yes	0	0	0	16	1	1
20 0.417	Layer keyframe 21	Yes	0	0	0	17	1	1
21 0.438	Layer keyframe 22	Yes	0	0	0	18	1	1
22 0.458	Layer keyframe 23	Yes	0	0	0	19	1	1
23 0.479	Layer keyframe 24	Yes	0	0	0	20	1	1
24 0.500	Layer keyframe 25	Yes	0	0	0	21	1	1
25 0.521	Layer keyframe 26	Yes	0	0	0	22	1	1
26 0.542	Layer keyframe 27	Yes	0	0	0	23	1	1
27 0.563	Layer keyframe 28	Yes	0	0	0	24	1	1
28 0.583	Layer keyframe 29	Yes	0	0	0	25	1	1
29 0.604	Layer keyframe 30	Yes	0	0	0	26	1	1
30 0.625	Layer keyframe 31	Yes	0	0	0	27	1	1
31 0.646	Layer keyframe 32	Yes	0	0	0	28	1	1
32 0.667	Layer keyframe 33	Yes	0	0	0	29	1	1
33 0.688	Layer keyframe 34	Yes	0	0	0	30	1	1
34 0.708	Layer keyframe 35	Yes	0	0	0	31	1	1
35 0.729	Layer keyframe 36	Yes	0	0	0	32	1	1
36 0.750	Layer keyframe 37	Yes	0	0	0	33	1	1
37 0.771	Layer keyframe 38	Yes	0	0	0	34	1	1
38 0.792	Layer keyframe 39	Yes	0	0	0	35	1	1
39 0.813	Layer keyframe 40	Yes	0	0	0	36	1	1
40 0.833	Layer keyframe 41	Yes	0	0	0	37	1	1
41 0.854	Layer keyframe 42	Yes	0	0	0	38	1	1
42 0.875	Layer keyframe 43	Yes	0	0	0	39	1	1
43 0.896	Layer keyframe 44	Yes	0	0	0	40	1	1
44 0.917	Layer keyframe 45	Yes	0	0	0	41	1	1
45 0.938	Layer keyframe 46	Yes	0	0	0	42	1	1
46 0.958	Layer keyframe 47	Yes	0	0	0	43	1	1
47 0.979	Layer keyframe 48	Yes	0	0	0	44	1	1
48 1.000	Layer keyframe 49	Yes	0	0	0	45	1	1

View Update Create... Properties... Remove Remove All

Reset Times Distribute time stamps evenly Change temporal order: ↑ ↓

Close