



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Modelamiento Hidráulico del Río Coata Sector
Independencia, para identificar zonas de inundaciones
utilizando el Software Hec-Ras – Puno – 2022**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE :

Ingeniero Civil

AUTORES:

Cabrera Choquechua, Juan De Dios (orcid.org/0003-0371-5995)

Mamani Flores, Hernán Fernando (orcid.org/0003-4998-4672)

ASESOR:

Mg. Sigüenza Abanto, Robert Wilfredo (orcid.org/0000-0001-8850-8463)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2022

Dedicatoria:

A mi familia, quienes con sus comprensión y amor motivan para hacer posible esta meta de ser profesional y cumplir los sueños en mis estudios.

Hernán Fernando.

A mis familiares que en todo momento me apoyaron para ser profesional.

Juan De Dios.

Agradecimiento:

A la institución universitaria de la Universidad César Vallejo y la facultad de Ingeniería y Arquitectura a la Escuela Profesional de Ingeniería Civil por acogerme en sus claustros Universitarios para concluir de manera satisfactoria a las autoridades y docentes y administrativos en la formación universitaria y profesional.

A las instituciones y autoridades que ha permitido y colaborado en la ejecución y desarrollo de trabajo de investigación.

Al Mg. Sigüenza Abanto, Robert Wilfredo por las enseñanzas y la comprensión brindadas en las aulas para hacer efectiva la presente investigación.

Asimismo, a mis Padres Anastacio y Valeriana, mi hermano Henry, mi esposa Judith, mis hijos Lenin, Gabriel y Benjamín; por haberme apoyado en las distintas circunstancias para el desarrollo de la presente tesis.

Índice de contenidos

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de gráficos y figuras	vii
Resumen.	ix
Abstract.	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	6
III. METODOLOGÍA.....	14
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	15
3.2. Variables y operacionalización.....	16
3.3. Población, muestra y muestreo.....	18
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	18
3.5. Procedimientos.....	19
3.6. Método de análisis de datos.....	32
3.7. Aspectos éticos.....	32
IV. RESULTADOS.....	33
V. DISCUSIÓN.....	59
VI. CONCLUSIÓN.....	61
VII. RECOMENDACIONES.....	63
REFERENCIAS.....	65
ANEXOS.....	66

Índice de tablas

Tabla 1 Valores críticos d para la prueba Kolmogorov – Smirnov.....	15
Tabla 2 Estaciones pluviométricas a emplearse para el análisis de precipitaciones.....	22
Tabla 3 Datos históricos de precipitaciones	23
Tabla 4 Precipitaciones Para Diferentes Periodos de Retorno.....	25
Tabla 5 Distribución estadística.....	25
Tabla 6 Estaciones hidrométricas de la cuenca Coata.....	26
Tabla 7 Pruebas de bondad de ajuste.....	27
Tabla 8 Caudales máximos.....	28
Tabla 9 Relación según número de observaciones.....	28
Tabla 10 Caudales máximos.....	28
Tabla 11 Cálculo de caudales Máximos a Diferentes Periodos de Retorno.....	39
Tabla 12 Caudales máximas.....	39
Tabla 13 Áreas por subcuencas.....	40
Tabla 14 Unidades hidrográficas por área de influencia de estaciones pluviométricas.....	43
Tabla 15 Unidad hidrográfica Bajo Coata.....	43
Tabla 16 Unidad hidrográfica Cuenca Lampa.....	44
Tabla 17 Unidad hidrográfica Medio Bajo Coata.....	44
Tabla 18 Unidad hidrográfica Cuenca Cotaña.....	45
Tabla 19 Unidad hidrográfica Medio Coata.....	45
Tabla 20 Unidad hidrográfica Cuenca Cerrillos.....	45
Tabla 21 Unidad hidrográfica Medio Alto Coata.....	46
Tabla 22 Unidad hidrográfica Cuenca Verde.....	46
Tabla 23 Unidad hidrográfica Alto Coata.....	47
Tabla 24 Precipitaciones máximas a diferentes periodos de retorno por cada unidad hidrográfica.....	47
Tabla 25 Distribucion de Lluvias SCS.....	48
Tabla 26 Número de curva para cada subcuenca.....	49

Tabla 27 <i>Tiempo de Concentración en Cada Subcuenca</i>	51
Tabla 28 <i>Retardo Estándar de Snyder en Cada Subcuenca</i>	53
Tabla 29 <i>Calibración en el puente Uncolla</i>	52
Tabla 30 <i>Caudales Observados desde la estación hidrométrica Uncolla</i>	54
Tabla 31 <i>Caudales Simulados en la estación hidrométrica Uncolla</i>	54
Tabla 32 <i>Caudal de ingreso al modelo hidráulico</i>	55

Índice de figuras

Figura 1: Ubicación de Estaciones Pluviométricas.....	22
Figura 2: Procesamiento de datos en el software HIDROESTA 2.....	24
Figura 3: Caudal máximo anual.....	27
Figura 4: Zona de Estudio.....	30
Figura 5: Ubicación de puntos de control y secundarias.....	31
Figura 7: Levantamiento topográfico con estación total.....	32
Figura 8: Levantamiento batimétrico.....	33
Figura 9: Procesamiento de datos topográficos en el Civil 3D.....	33
Figura 10 : Mapa de ubicación.	37
Figura 11: Identificación de área susceptibles a desborde e inundación.....	38
Figura 12: Verificación de área urbanas.....	39
Figura 13: Nueve subcuencas dentro de la cuenca Coata.....	40
Figura 14: Áreas de influencia – Estaciones Pluviométricas por subcuencas.....	41
Figura 15: Mapa de subcuencas.....	41
Figura 16: Unidades hidrográficas y Thiessen.....	42
Figura 17: Elaboración de Polígonos de Thiessen – Cuenca Coata.....	42
Figura 18 : Curva número-húmedo, de la Cuenca Coata.....	49
Figura 19: Curva número-normal, de la Cuenca Coata.....	50
Figura 20: Curva número-seco, de la Cuenca Coata.....	50
Figura 21: Mapa de Ríos en la Cuenca Coata.....	53
Figura 22: Mapa de Ríos en la Cuenca Coata.....	54

Figura 23: Excavación caliacata N° 1; progresiva Km. 0+000.....	56
Figura 24: Muestreo y ubicación de coordenadas UTM; progresiva Km. 0+000.....	57
Figura 25: Ensayo de granulometría.....	57
Figura 26: Procesamiento de secciones a través de curvas de nivel.....	58
Figura 27: Modelamiento hidráulico del río Coata sector Independencia.....	59
Figura 28: Modelamiento hidráulico del río Coata sector Independencia isométrica.....	59
Figura 29: Sección del río Unocolla.....	60

RESUMEN

Esta tesis denominada “Modelamiento Hidráulico del Río Coata Sector Independencia, Para Identificar Zonas de Inundaciones Utilizando el Software Hec-Ras – Puno - 2022”, para ello se pretende realizar un análisis hidrológico e hidráulico para así de ésta manera verificar el comportamiento del río Coata Sector Independencia en un tramo de 3.5 km aproximadamente a su paso por el distrito de San Miguel y Juliaca, Provincia de San Román Departamento de Puno, para su estudio la metodología que se ha tomado en cuenta es aplicado, de nivel explicativo,

Los resultados nos muestran que tramos críticos y de esta manera proponer alternativas de solución.

Para el cumplimiento del propósito global se tuvo que realizar una investigación minuciosa de la zona del proyecto, para lo cual fue indispensable cierta información topográfica actual del río Coata el cual se logró obtener mediante un levantamiento planimétrico y altimétrico.

Palabras clave: Inundación, modelamiento hidrológico, modelamiento hidráulico.

ABSTRACT

This thesis called "Hydraulic Modeling of the Coata River, Independence Sector, to Identify Flood Zones Using the Hec-Ras Hec-Ras – Puno - 2022", for this purpose, it is intended to carry out a hydrological and hydraulic analysis in order to verify the behavior of the river. Coata Sector Independencia in a section of approximately 3.5 km as it passes through the district of San Miguel and Juliaca, Province of San Román Department of Puno, for its study the methodology that has been taken into account is applied, at an explanatory level,

The results show us which critical sections and in this way propose alternative solutions.

For the fulfillment of the global purpose, a detailed investigation of the project area had to be carried out, for which certain current topographical information of the Coata River was essential, which was obtained through a planimetric and altimetric survey.

Keywords: Flood, hydrological modeling, hydraulic modeling.

I. INTRODUCCIÓN

La modelación hidrológica e hidráulica a través de softwares en la actualidad son herramientas de utilidad para el estudio y simulación de máximas avenidas por el que su uso se ha extendido a nivel mundial; para ello en la presente investigación denominado “Modelamiento Hidráulico del Río Coata Sector Independencia, Para Identificar Zonas de Inundaciones Utilizando el Software Hec-Ras – Puno - 2022” surge como necesidad a fin de poder identificar zonas propensas a desastres naturales como son las inundaciones en zonas urbanas en los distritos de Juliaca y San Miguel ubicados en la salida Huancané (Puente Independencia) de la provincia de San Román, departamento de Puno.

La modelación Hidrológica con HEC-HMS es aplicado a la presente investigación por ser un software gratuito y es utilizado mundialmente en la simulación de precipitación, escurrimiento, tormentas y tránsito de caudales.

La modelación hidráulica con HEC-RAS se utiliza para simular áreas inundadas para periodos de retorno; para ello es necesario conocer las secciones del río mediante un levantamiento topográfico con una estación total del cauce del río y bordes.

Asimismo, la aplicación de los Sistemas de Información Geográficos (SIG) en la interacción de los modelos arriba mencionado es de suma importancia para la generación de cuencas y mapas de inundaciones.

Las ciudades de Juliaca y San Miguel en especial las urbanizaciones Ampliación San Isidro Ccaccachi, Nueva Alianza Juliaca, San Carlos I, Alfonso Ugarte, Ampliación Santa Zaragoza y Guadalupe son las zonas urbanas propensas al riesgo de inundaciones.

A nivel mundial Según Santos, D. (2020) “Los softwares a utilizarse para el desarrollo del modelamiento hidráulico Tales como ArcGIS que brinda diferentes centrarse en distintos sobre inundaciones. HEC-geoRAS es otra extensión de herramienta necesaria que permite crear una geometría del río interactuando con el ArcGIS, para ser exportada a HEC-RAS. Finalmente, por su parte, el software HEC-RAS facilita el ingreso de datos como caudal y corrige errores en la geometría” (p.37).

A nivel nacional según Sardon, H.; Lavado-Casimiro, W. y Felipe, O. (2022). Inventario de datos de eventos de inundaciones del Perú. Estudio Final. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú –SENAMHI. Menciona que “Los resultados indican que existe gran diferencia entre la sierra y costa del Perú en términos de número de muertes e inundaciones; la mayoría de inundaciones se revelaron en la costa norte del país” (p.29).

En el distrito de Juliaca y San Miguel en la actualidad aún no han determinado la protección de defensa riberena

La proyección del problema en un futuro

Si no se toma atención inmediata a la problemática de zonas de riesgo de inundaciones en un futuro, se habilitarán urbanizaciones informales sin tomar en cuenta los posibles daños que se pueden ocasionar.

Las inundaciones son uno de los fenómenos naturales destructivo y abrumador, asimismo, evita el desarrollo de futuras urbanizaciones llevando una vida insegura por lo que afecta daños a la propiedad, pérdidas en la agricultura, infraestructura, financieramente a la municipalidad y la contaminación; por ello **la necesidad de investigar el problema** para hacer uso de la ingeniería y buscar soluciones a fin de mitigar este impacto dentro de la sociedad.

En el **contexto social** se mejorará el nivel y la comodidad de población afectada, proponiendo medidas de protección como obras hidráulicas (proyectos de defensas riberenas) en ambos márgenes del río Coata a través de los mapas de inundación.

Como **formulación del problema general** se menciona:

¿Qué zonas son más vulnerables a inundaciones a causa de máximas avenidas del río Coata Sector Independencia?

Como **formulación de problemas específicos** se menciona:

Para el estudio se ha tenido que hacer interrogantes en la investigación como formulación del problema general; ¿Cuál es el caudal pico durante las máximas

avenidas del río Coata Sector Independencia usando el software HEC-HMS para diferentes periodos de retorno?

¿Cómo es el modelamiento hidráulico del río Coata Sector Independencia utilizando el software HEC-RAS?

¿Qué aspectos se debe considerar en la elaboración de mapas de inundaciones?

La **justificación de la investigación**, la creciente expansión urbana de los distritos de Juliaca y San Miguel, en ambos márgenes del río Coata que desemboca en el lago Titicaca, en la actualidad existen construcciones como viviendas, complejos recreacionales, cultivos, las cuales son susceptibles a futuras inundaciones y daños, por lo que a través del modelamiento hidráulico y los mapas de riesgo por inundaciones se pueda proponer protecciones a propiedades, parques y jardines con infraestructuras hidráulicas, medio ambiente sostenible y reurbanización en ciudad moderna.

Por otro lado, También la formulación del **objetivo general** se plantea en Desarrollar el modelamiento hidráulico del río Coata sector independencia para diferentes periodos de retorno e identificar zonas de inundaciones en áreas urbanas y proponer medidas para su protección. En seguida También se formula los objetivos específicos: Determinar los caudales máximos del río Coata Sector Independencia usando el software HEC-HMS para diferentes periodos de retorno.

Desarrollar el modelamiento hidráulico del río Coata Sector Independencia utilizando el software HEC-RAS

Elaboración de áreas afectadas.

De la misma forma, como **hipótesis general** se plantea lo siguiente:

Para determinar el caudal máximo del río Coata Sector Independencia, existen modelos determinísticos y probabilísticos y para el modelamiento hidráulico usando el software HEC-RAS quien determinará tramos de desborde, con los cuales evitaremos pérdidas materiales.

Como **hipótesis específica 1** se menciona:

El software HEC-HMS determinará los caudales máximos del río Coata sector Independencia, para diferentes periodos de retorno.

Como **hipótesis específica 2** se menciona:

El software HEC-RAS determinará el modelamiento hidráulico del río Coata sector Independencia, para diferentes periodos de retorno.

Como **hipótesis específica 3** se menciona:

Teniendo los mapas de inundaciones propondremos proyectos para el control de inundaciones, así como la protección con infraestructura hidráulica.

II. MARCO TEÓRICO

La presente investigación se respalda en función a algunos antecedentes estudiados por autores de carácter nacional e internacional como menciona Según Carlino, Paula.(2021) “En los antecedentes y el marco teórico provee al investigador revisar en que medida las investigaciones precedentes enfocan fenómenos similares y la postura asumida para ser estudiado; ésta información necesita el autor para referenciar sobre el tema a investigar (si la idea se afilia o no) en ambas situaciones el autor habla de lo que piensan, sostiene, hallaron, exploraron”. (p.13).

Santos, D. (2020), en su investigación su objetivo es el análisis de las diferentes avenidas e inundaciones que pueden tener lugar en los próximos años en el río Pisuerga a su paso por el municipio de Cabezón de Pisuerga (Valladolid, España), utilizando el Sistema de Identificación Geográfica ArcGIS 10.5 y el Software de modelización hidráulica unidimensional HEC-RAS 5.0.7, y a la vez actualizar la cartografía disponible referente a las áreas de inundación de esta zona de estudio.

El área de estudio se encuentra en la provincia de Valladolid con una población de 3,700 habitantes y una extensión de 45.28 km², para el estudio hidrológico recopiló datos histórica de caudales máximos medios diarios mensuales en m³/s (1940-2016); Ortofoto PNOA máxima actualidad; Para calcular el máximo caudal de avenida asociado a diferentes periodos de retorno han sido empleadas las funciones de distribución de valores extremos Gumbel y Log-Pearson III; para realizar el análisis hidráulico del proyecto ha utilizado softwares diferentes (ArcGIS 10.5 y HEC-RAS 5.0.7) y una extensión de ArcGIS (HEC-geoRAS), mediante los cuales ha obtenido el perfil del cauce del río de la zona de estudio y los mapas de avenidas e inundaciones del mismo; una vez obtenidos los datos topológicos del cauce y de las secciones transversales se calculará el coeficiente de rugosidad (Número de Manning) asignando los diferentes parámetros según la clasificación establecida por la Guía Metodológica para el Desarrollo del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables, para el margen izquierdo del río se clasificó como urbano asignándole un valor de rugosidad de 0.1, y por el margen derecho se ha clasificado como uso agrícola y ganadero asignándole un valor de 0.05. por lo tanto, al cauce del río se le ha asignado un valor de rugosidad de 0.04. Finalmente se tiene como conclusión que el municipio de Cabezón de Pisuerga (Valladolid) para los periodos de retorno de 10, 25, 50, 100 y

500 años, sufrirá una serie de avenidas e inundaciones que pueden ocasionar graves daños vitales y económicos. Y que una de las mejores formas de prevenir y controlar estos eventos naturales es la utilización del método de distribución de valores extremos Gumbel y los softwares ArcGIS 10.5, HEC-RAS y HEC-geoRAS.

Orellana, R (2021) en su objetivo general plantea desarrollar un modelamiento hidrológico e hidráulico del río Piura para analizar zonas de inundaciones y proponer medidas de reducción. La cuenca del río Piura está ubicado al norte del Perú entre las provincias Morropon, Sechura Ayabaca y Huanacabamba, con una extensión de 10,872 Km² inicia a nivel del mar y termina a mas de 3500 msnm. En la metodología menciona la recolección de datos históricos de precipitación máximas de 24 horas de las estaciones meteorológicas, debido a la falta de algunos datos se ha completado con la base de datos PISCO que recientemente ha sido implementado por SENAMHI. Para la modelación hidrológica se utilizó el software HEC-HMS para calcular el caudal máximo los cuales ha sido calibrada con los resultados que muestra las estaciones hidrométricas como es Ñacara, Tambo Grande y Sanchez Cerro. Los caudales máximos instantáneos en la estación Sanchez Cerro es para T=25 años el caudal máximo es de 3,202 m³/s, T=50 años el caudal máximo es de 4,091 m³/s, T=100 años el caudal máximo es de 5,477 m³/s y T=500 años el caudal máximo es de 9,754 m³/s. Se concluye que, de acuerdo al modelamiento hidrológico e hidráulico que la zona vulnerable a máximos eventos serán las urbanizaciones Quinta Ana María, Open Plaza, UNP y Cocos del Chipe, este resultado por otro lado es debido al estrangulamiento donde se ubica el puente Cáceres de 220 a 130 metros. Finalmente propone la inclusión de presas, muros de contención, dragado de sedimentos, mantenimiento de defensas ribereñas, reforestación en zonas altas y diques

Flores, D. (2021) plantea como objetivo general determinar el comportamiento de máximas avenidas a fin de plantear medidas de mitigación en el río Crucero Sector Cangalli Asillo – Azángaro – Puno, para ello ha empleado datos históricos de precipitaciones máximas de 24 horas obtenida por SENAMHI de las estaciones meteorológicas Ananea, Progreso y Crucero; sometiéndolos a las pruebas de distribución teóricas, ajustándolo a la prueba de Kolmogorov – Smirnov, para

posteriormente elaborar las curvas de intensidad , duración, frecuencia, precipitación – escorrentía, curvas IDF, hietogramas, hietograma unitario de SCS y procesarlos en el software HEC-HMS y HEC-RAS resultando para T=10 años el caudal de la subcuenca Crucero es de 39.3 m3/s y área afectada de 1210 Km2, para T=25 años el caudal es de 65.6 m3/s y área afectada de 1523 Km2, para T=50 años el caudal es de 98.7 m3/s y área afectada de 1455 Km2 y para T=100 años el caudal es de 149.2 m3/s y área afectada de 2071 Km2 para ejemplificar realizó mapas de inundaciones.

Selección del Período de Retorno, el tiempo promedio, en años, en que el valor del caudal pico de una creciente determinada es igualado o superado una vez cada “T” años, se le denomina Período de Retorno “T”.

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^n \dots\dots\dots(1)$$

Si la obra tiene una vida útil de n años, la fórmula anterior permite calcular el período de retorno T, fijando el riesgo de falla admisible R.

MTC MANUAL DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE (Año) “Análisis estadístico de datos hidrológicos, El análisis de frecuencias como finalidad estimar precipitaciones, intensidades o caudales máximos, según sea el caso, para diferentes períodos de retorno, mediante el uso de modelos probabilísticos, los cuales pueden ser discretos o continuos. En la estadística existen diversas funciones de distribución de probabilidad teóricas; recomendándose utilizar las siguientes funciones” (p.25).:

- i. Distribución Normal
- ii. Distribución Log Normal 2 parámetros
- iii. Distribución Log Normal 3 parámetros
- iv. Distribución Gamma 2 parámetros
- v. Distribución Gamma 3 parámetros
- vi. Distribución Log Pearson tipo III
- vii. Distribución Gumbel
- viii. Distribución Log Gumbel

Distribución Normal, es la función de densidad de probabilidad normal se define como:

$$f(x) = \frac{1}{S\sqrt{(2\pi)}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{S}\right)^2} \dots \dots \dots (2)$$

Donde:

$f(x)$ = Función densidad normal de la variable x

x = Variable independiente

μ = Parámetro de localización, igual a la media aritmética de x

S = Parámetro de escala, igual a la desviación estándar de x

Distribución Log Normal 2 Parámetros, la función de distribución de probabilidad es:

$$P(x \leq x_i) = \frac{1}{S\sqrt{(2\pi)}} \int_{-\infty}^{x_i} e^{\left(\frac{-(x-X)^2}{2S^2}\right)} dx \dots \dots \dots (3)$$

Donde μ y S son los parámetros de la distribución

Si la variable x de la ecuación (2) se reemplaza por una función $y=f(x)$, tal que $y=\log(x)$, la función puede normalizarse, transformándose en una ley de probabilidades denominada log – normal, $N(Y, S_y)$. Los valores originales de la variable aleatoria x , deben ser transformados a $y = \log x$, de tal manera que:

$$Y = \sum_{i=1}^n \log x_i / n$$

Donde \bar{Y} es la media de los datos de la muestra transformada

$$S_{y=} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - Y)^2}{n - 1}}$$

Donde S_y es la desviación estándar de los datos de la muestra transformada.

Asimismo; se tiene las siguientes relaciones:

$$Cs = a/S^3y$$

$$a = \frac{n}{(n-1)(n-2)} \sum_{i=1}^n (y_i - Y)^3 \dots \dots \dots (4)$$

Donde Cs es el coeficiente de oblicuidad de los datos de la muestra transformada. (Monsalve, 1999).

Distribución Log Normal 3 Parámetros, la función de densidad de x es:

$$f(x) = \frac{1}{(x - x_0)S\sqrt{(2\pi)Sy}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{\ln(x-x_0)-\mu_y}{Sy}\right)^2} \dots \dots \dots (5)$$

Para $x > x_0$; Donde: X_0 : parámetro de posición

U_y : parámetro de escala o media

Sy^2 : parámetro de forma o varianza

Distribución Gamma 2 Parámetros, la función de densidad es:

$$f(x) = \frac{x^{\gamma-1} e^{-\frac{x}{\beta}}}{\beta^{\gamma} \Gamma(\gamma)} \dots \dots \dots (7)$$

Válido para: $0 \leq x < \infty$; $0 < \gamma < \infty$, $0 < \beta < \infty$, Donde:

γ : Parámetro de forma

β : Parámetro de escala

Distribución Gamma 3 Parámetros, la función de densidad es:

$$f(x) = \frac{(x - x_0)^{\gamma-1} e^{-\frac{(x-x_0)}{\beta}}}{\beta^{\gamma} \Gamma(\gamma)} \dots \dots \dots (7)$$

Válido para: $x_0 \leq x < \infty$, $-\infty < x_0 < \infty$, $0 < \beta < \infty$, $0 < \gamma < \infty$; Donde:

x_0 : Origen de la variable x, parámetro de posición.

γ : Parámetro de forma.

β : Parámetro de escala.

Distribución Log Pearson Tipo III, la función de densidad es:

$$f(x) = \frac{(\ln x - x_0)^{\gamma-1} e^{-\frac{(\ln x - x_0)}{\beta}}}{x \beta^\gamma \Gamma(\gamma)} \dots \dots \dots (8)$$

Válido para: $x_0 \leq x < \infty$, $-\infty < x_0 < \infty$, $0 < \beta < \infty$, $0 < \gamma < \infty$; Donde:

x_0 : Parámetro de posición.

γ : Parámetro de forma.

β : Parámetro de escala.

Distribución Gumbel, la distribución de Valores Tipo I conocida como Distribución Gumbel o Doble Exponencial, tiene como función de distribución de probabilidades la siguiente expresión:

$$F(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\beta)}} \dots \dots \dots (9)$$

Utilizando el método de momentos, se obtienen las siguientes relaciones:

$$\alpha = \frac{1.2825}{\sigma}$$

$$\beta = \mu - 0.45\sigma$$

Donde:

α : Parámetro de concentración.

β : Parámetro de localización.

Según Ven Te Chow, la distribución puede expresarse de la siguiente forma:

$$x = X + k\sigma_x \dots \dots \dots (10)$$

Donde:

x : Valor con una probabilidad dada.

\bar{x} : Media de la serie.

k : Factor de frecuencia.

Distribución Log Gumbel, la variable aleatoria reducida log gumbel, se define como:

$$y = \frac{\ln x - \mu}{\alpha} \dots \dots \dots (11)$$

Con lo cual, la función acumulada reducida log gumbel es:

$$G(y) = e^{-e^{-y}} \dots \dots \dots (12)$$

Pruebas de bondad de ajuste, las pruebas de bondad de ajuste son pruebas de hipótesis que se usan para evaluar si un conjunto de datos es una muestra independiente de la distribución elegida. La prueba que más se ajusta en hidrología es la de Kolmogorov – Smirnov. Esta prueba consiste en comparar el máximo valor absoluto de la diferencia D entre la función de distribución de probabilidad observada Fo (xm) y la estimada F (xm):

$$D = \text{máx} |F_o(x_m) - F(x_m)| \dots \dots \dots (14)$$

Con un valor crítico d que depende del número de datos y el nivel de significancia seleccionado (Tabla Inferior). Si D < d, se acepta la hipótesis nula.

Tabla1
Valores críticos d para la prueba Kolmogorov – Smirnov

TAMAÑO DE LA MUESTRA	$\alpha = 0.10$	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.01$
5	0.51	0.56	0.67
10	0.37	0.41	0.49
15	0.30	0.34	0.40
20	0.26	0.29	0.35
25	0.24	0.26	0.32
30	0.22	0.24	0.29
35	0.20	0.22	0.27
40	0.19	0.21	0.25

La función de distribución de probabilidad observada se calcula como:

$$F_o(x_m) = 1 - \frac{m}{n + 1} \dots \dots \dots (15)$$

Donde “m” es el número de orden de dato xm en una lista de mayor a menor y “n” es el número total de datos. (Aparicio, 1996)

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

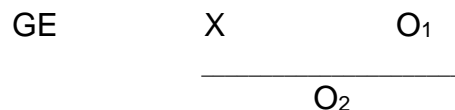
3.1.1 Tipo de Investigación

Con el trabajo de investigación por sus características corresponde al tipo aplicada, como propósito es analizar la problemática y plantear alternativas de solución inmediatas, ya que primero se analizará la realidad actual del comportamiento del río , posterior mente plantear alternativas de solución de acuerdo a la modelamiento y sus resultados con la finalidad de proveer acciones prevención gracias a conocimientos de ingeniería civil y las herramientas del software Hec-Ras mediante el modelamiento del caudal del rio coata en el sector Independencia.

El nivel de investigación es descriptiva-explicativo ya que su fin es detallar los comportamientos que tiene mediante la simulación de las condiciones del caudal de rio Coata en base a datas que se tiene desde años más de 30 años hasta la actualidad, que permite conocer las características hidráulicas y hidrológicas que el caudal de rio Coata pueda adoptar a futuro y conocer su comportamiento y los puntos críticos que puede tener en sus caudales en cada una de las zonas de estudio y tomar las acciones para su prevención con procedimientos, diseños que mejor permita afrontar dichos fenómenos naturales que puede afectar a la naturaleza y al hombre.

3.1.2. Diseño de Investigación

Por las características de estudio se utiliza el diseño experimental, transversal, es decir diseño de un solo grupo postest. ya que se realizará los modelamientos con diferente software y describir sus comportamientos. El esquema a seguir es la siguiente:



Donde:

GE: Grupo experimental de datos de precipitaciones históricas

X: Experimento (Modelamiento hidráulico con software)

O: Resultados de moldeamiento hidrológico (inundaciones áreas de cultivos)

O: Resultados de modelamiento hidráulico (inundaciones de viviendas)

Es observar fenómenos tal como se da en su contexto natural para posteriormente analizarlos

3.2 Variables y operacionalización

Variable independiente Es la variable que no depende de ninguna otra variable de estudio en la investigación que consiste en el uso:

-Software Hec-Ras

Dimensiones (indicadores)

Diseño de modelamiento hidráulico.

Definición conceptual

Hec-Ras es un software gratuito que simula flujos en cauces naturales o artificiales para inundaciones

Definición operacional

Vamos a pedir la altura de lámina de agua.

Cuál es el procedimiento

Y como vas a medir

Variable Dependiente

Asimismo, esta variable es la variable que si depende de la otra variable de estudio

-Modelamiento hidrológico del rio Coata

Operacionalización de la variable de estudio

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍNDICE	INSTRUMENTOS
Variable independiente (VI) Software Hec-Ras	diseño del modelamiento	Áreas de inundaciones de cultivos		Software sistema de modelamiento
		Áreas inundaciones de viviendas	M	
Variable dependiente (VD) comportamiento hidráulico	Hidrología	Precipitaciones (historicas) Caudales máximos Tiempo de retorno por periodos	HIDROESTA 2 Software HMS Software HMS	Datos /información de SENAMHI
	Hidráulico	Topografía Mecánica de suelos	Secciones del río Pendiente del río Coeficiente de Manning Granulometría	

3.3. Población, muestra y muestro

3.3.1 Población: La población Carrasco (2009) es la totalidad d ellos elementos que conforma el ámbito de estudio que cumple las características requeridas por el estudio.

Es este estudio la población de estudio conforma todo el tramo definido por la totalidad de la cuenca desde el inicio hasta la parte final del río Coata que es de (4,908.44 Km²) su altitud-máxima y-mínima es de (5,300 y 3,800) msnm.

Criterios de selección.

Los diferentes puntos críticos para el modelamiento hidráulico del río Coata han sido seleccionados quienes cumplen las siguientes características.

Criterios de inclusión Este tramo ha sido considerado como parte de la población debido a que actualmente está en auge el crecimiento de nuevas urbanizaciones. Así como puntos que se encuentra dentro de área seleccionado

Criterios de exclusión En los demás tramos de la cuenca del río Coata no se ha tomado en cuenta ya que es de uso pastizales. Así como puntos que este ubicados fuera del radio de estudio del río sector Independencia.

3.3.2 Muestra: La muestra está definida por el tramo Km. 0+000 hasta Km. 3+500 en el sector Independencia dentro de la cuenca del río Coata.

3.3.3. Muestreo: Muestro no probabilístico, porque existen posibilidades de riesgos debido al incremento del caudal.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

La técnica Son procedimientos investigativos que permite acopio y recojo de datos empíricos de la realidad objetiva utilizando la investigación como es la observación estructurada del terreno y delimitar el tramo respectivo del río Coata para ser analizada. Para ello se evidencian con las visitas a campo para ver el comportamiento hidráulico de río y así determinar las áreas de influencia que ocasionan las inundaciones.

El instrumento de recolección de datos Los documentos de recolección de datos donde se registra la información tiene la finalidad a realizar un plan de procedimientos para centrar los datos para ser trabajados. Los instrumentos a emplearse son el uso del software HIDROESTA 2, para ello solicitamos los datos meteorológicos históricos

a las instituciones como SENAMHI, ANA. Por otro lado, utilizamos el Software HEC-HMS para el análisis hidrológico, Asimismo, se ha utilizado equipos topográficos como la estación total, laboratorio de estudio de mecánica de suelos y finalmente los softwares HEC-RAS y ARCGIS para el modelamiento hidráulico del río Coata.

3.5 Procedimientos

De acuerdo a la información disponible el procedimiento a seguir consta de: analizar las precipitaciones, realizar el modelamiento hidrológico y finalmente realizar el modelamiento hidráulico.

Información Hidrometeorológica

Estaciones Pluviométricas

Se seleccionaron 6 estaciones pluviométricas que corresponden a la cuenca Coata, algunas carecen de datos históricos de precipitación, así que se ha completado estos datos faltantes.

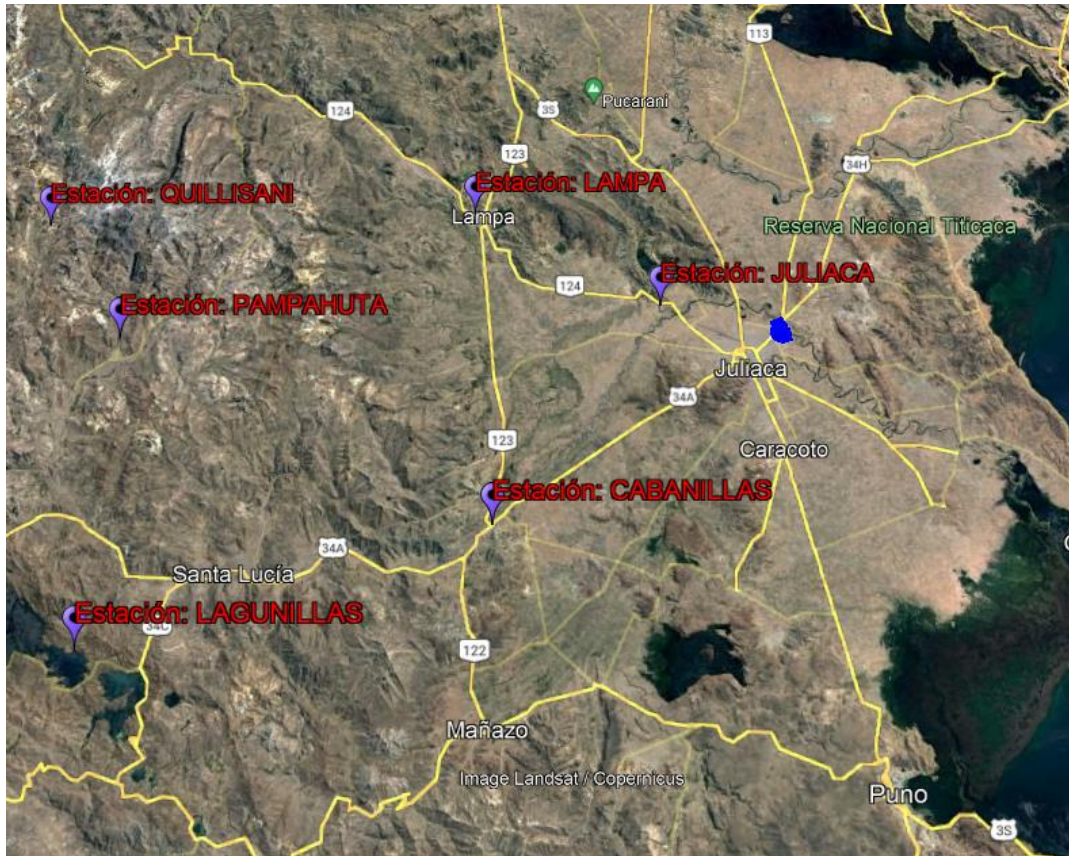


Figura 1: Ubicación de Estaciones Pluviométricas

Tabla 2

Estaciones pluviométricas a emplearse para el análisis de precipitaciones

N°	Estaciones	Cuenca	Latitud	Longitud	Altitud (msnm)
1	Cabanillas	Río Coata	15° 38' 20.79"	70° 20' 47.79"	3885
2	Lagunillas	Río Coata	15° 44' 44.22"	70° 40' 39"	4177
3	Pampahuta	Río Coata	15° 29' 7"	70° 40' 32.8"	4400
4	Quillisani	Río Coata	15° 23' 1"	70° 45' 1"	4758
5	Juliaca	Río Coata	15° 26' 38.94"	70° 12' 28.02"	3838
6	Lampa	Río Coata	15° 21' 39.9"	70° 22' 27"	3866

Tabla 3
Datos históricos de precipitaciones

N°	Años	Cabanillas	Lagunillas	Pampahuta	Quillisani	Juliaca	Lampa
1	1961					21.80	
2	1962		31.90	31.80	20.00	26.00	
3	1963		29.00	40.10	66.00	29.00	39.00
4	1964	22.00	28.00	24.90	28.00	42.00	26.00
5	1965	27.80	53.60	35.20	35.40	29.00	41.00
6	1966	25.00	35.90	22.50	25.70	29.20	21.00
7	1967	31.20	32.90	28.20	27.20	48.20	36.10
8	1968	22.20	26.20	32.50	37.50	38.00	22.90
9	1969	27.20	27.90	45.70	43.30	24.30	38.70
10	1970	24.00	35.80	33.30	44.30	28.40	32.50
11	1971	30.80	28.90	33.60	33.40	51.30	24.50
12	1972	31.80	31.80	35.40	46.90	36.20	41.30
13	1973	40.00	58.90	31.40	31.10	25.20	38.80
14	1974	43.60	46.20	33.10	34.30	30.00	35.80
15	1975	36.00	31.10	26.20	30.30	25.20	31.50
16	1976	38.20	56.40	35.20	37.50	21.50	30.00
17	1977	36.70	26.40	27.00	25.40	37.40	35.00
18	1978	25.90	26.70	34.00	39.00	34.00	44.00
19	1979	31.80	38.60	31.80	33.10	25.70	26.40
20	1980	33.20	29.30	36.50	46.30	30.30	40.00
21	1981	26.20	28.70	45.30	41.40	26.00	49.00
22	1982	13.40	42.40	22.90	28.00	49.00	64.00
23	1983	21.00	37.60	30.40	19.00	26.50	24.50
24	1984	28.20	40.30	43.60	46.00	52.00	50.40
25	1985	20.50	35.40	32.60	48.40	36.70	48.30
26	1986	54.20	35.80	35.70	43.90	38.60	37.00
27	1987	29.00	38.20	25.20	19.90	38.80	36.60
28	1988	46.00	22.40	32.40	24.30	33.00	35.70
29	1989	29.50	32.80	34.30	29.96	33.00	22.20
30	1990	31.00	30.30	27.10	39.19	20.00	30.30
31	1991	20.20	33.90	32.10	33.56	35.00	28.80
32	1992	21.20	28.60	36.60	47.06	22.00	39.30
33	1993	53.40	34.70	36.30	39.60	50.00	29.90
34	1994	54.60	29.30	37.30	37.19	24.00	35.20
35	1995	15.50	23.30	25.40	28.54	30.00	24.70
36	1996	42.70	37.30	39.80	41.58	31.62	42.70

37	1997	44.60	25.30	42.30	42.42	63.30	31.40
38	1998	39.50	35.20	38.00	48.86	36.50	32.80
39	1999	34.90	42.00	38.60	32.41	32.80	32.70
40	2000	31.60	24.10	34.40	39.21	47.40	33.40
41	2001	44.20	52.40	49.90	64.16	19.40	28.10
42	2002	30.50	30.90	47.90	61.59	63.30	36.90
43	2003	42.30	26.00	36.40	40.37	36.50	36.70
44	2004	29.60	27.00	40.00	51.43	32.80	43.80
45	2005	66.00	23.00	43.30	42.69	47.40	49.60
46	2006	35.20	25.00	33.10	39.09	30.30	27.10
47	2007	46.40	31.00	33.00	42.43	35.15	35.60
48	2008	44.10	37.00	38.60	32.41	30.00	34.70
49	2009	35.60	25.00	26.30	33.81	38.20	54.70
50	2010	27.00	25.00	30.00	34.71	33.94	28.00
51	2011	68.70	21.57	31.10	36.07	38.20	33.70
52	2012	32.60	27.35	49.90	40.28	33.60	27.40
53	2013	54.30	23.56	22.10	26.21	28.40	29.10
54	2014	29.70	27.53	33.10	34.51	24.89	28.50
55	2015	25.13	34.48	37.24	24.66	37.90	51.06
56	2016	31.17	22.99	28.47	33.16	41.16	29.55
57	2017	25.00	35.00	32.60		48.20	23.70
58	2018	50.80	24.40	38.60		32.10	21.30
59	2019	22.30	24.30	43.40		22.10	20.40
60	2020	34.80	39.90			23.60	19.80
61	2021	26.80	30.80			29.20	

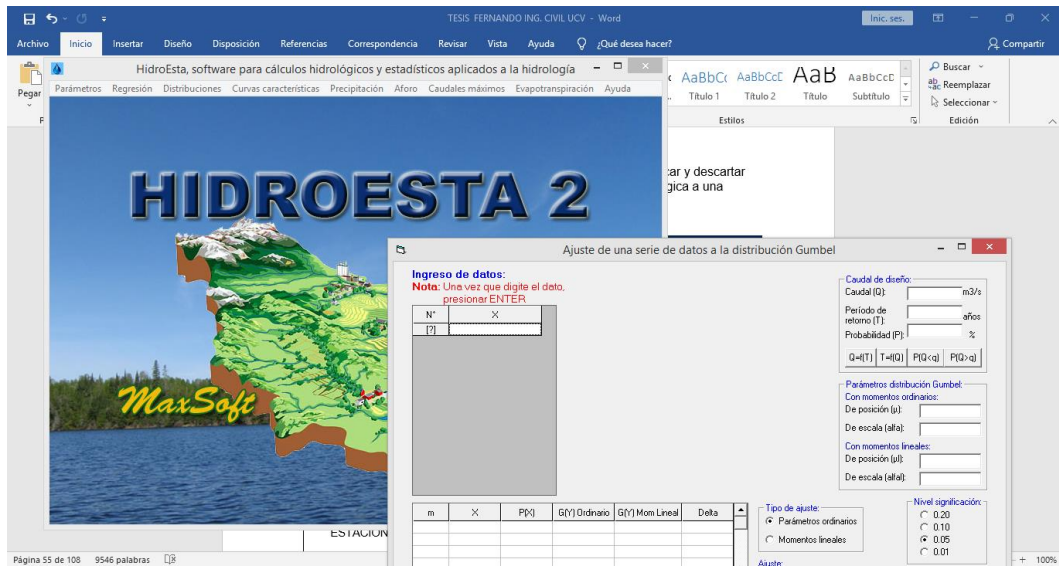


Figura 2: Procesamiento de datos en el software HIDROESTA 2

Tabla 4
Precipitaciones Para Diferentes Periodos de Retorno

Estaciones Pluviométricas	Periodo de Retorno						Distribución
	2	5	10	50	100	200	
Cabanillas	32.33	42.68	49.52	64.6	70.97	77.31	distribucion gumbel
Lagunillas	30.63	38.44	43.69	54.98	59.61	64.15	distribucion gamma 3 parámetros
Pampahuta	34.55	40.12	43.04	48.16	49.97	51.62	distribucion normal
Quillisani	36.44	45.33	50.48	60.43	64.21	67.79	distribucion gamma 2 parámetros
Juliaca	32.44	41.28	47.2	60.55	6.39	72.34	distribución log-pearson tipo iii
Lampa	33.2	41.46	46.56	57.09	61.35	65.53	distribucion lognormal 2 parámetros

Tabla 5
Distribución estadística.

Estaciones Pluviométricas	Periodo de Retorno						Distribución
	2	5	10	50	100	200	
Cabanillas	36.53	48.23	55.96	73.00	80.20	87.36	distribucion gumbel
Lagunillas	34.61	43.44	49.37	62.13	67.36	72.49	distribucion gamma 3 parámetros
Pampahuta	39.04	45.34	48.64	54.42	56.47	58.33	distribucion normal
Quillisani	41.18	51.22	57.04	68.29	72.56	76.60	distribucion gamma 2 parámetros
Juliaca	36.66	46.65	53.34	68.42	7.22	81.74	distribución log-pearson tipo iii
Lampa	37.52	46.85	52.61	64.51	69.33	74.05	distribucion lognormal 2 parámetros

Estaciones Hidrométricas

Para la presente investigación se considerará la estación hidrométrica del Puente Unocolla quien nos proporcionará los caudales máximos diarios anuales.

Tabla 5

Estación hidrométrica

N°	Estaciones	Cuenca	Latitud	Longitud	Altitud (msnm)
1	Puente Unocolla	Río Coata	15° 27' 3.05"	70° 11' 28.8"	3835

Tabla 6

Estaciones hidrométricas de la cuenca Coata

N°	Años	Q (m3/s)
1	1958	282.20
2	1959	365.00
3	1960	292.20
4	1961	469.50
5	1962	337.50
6	1963	453.80
7	1964	138.15
8	1965	117.50
9	1966	135.00
10	1967	326.50
11	1968	238.40
12	1969	151.80
13	1970	428.00
14	1971	986.00
15	1972	315.00
16	1973	624.00
17	1974	410.00
18	1975	420.00
19	1976	300.00
20	1977	350.00
21	1978	527.50
22	1979	229.80
23	1991	121.75
24	1993	97.50
25	1994	260.42
26	1995	103.82
27	1996	277.25
28	1997	501.39
29	1998	107.50
30	1999	225.26
31	2000	296.76
32	2001	338.56
33	2002	166.98
34	2003	254.69
35	2004	377.16
36	2005	365.25
37	2006	212.36
38	2007	244.74
39	2008	327.55
40	2009	235.87
41	2010	662.28
42	2011	277.43
43	2012	439.72
44	2013	282.80
45	2014	345.25
46	2015	230.07
47	2016	438.44
48	2018	420.06
49	2019	326.35
50	2020	298.56
51	2021	386.59

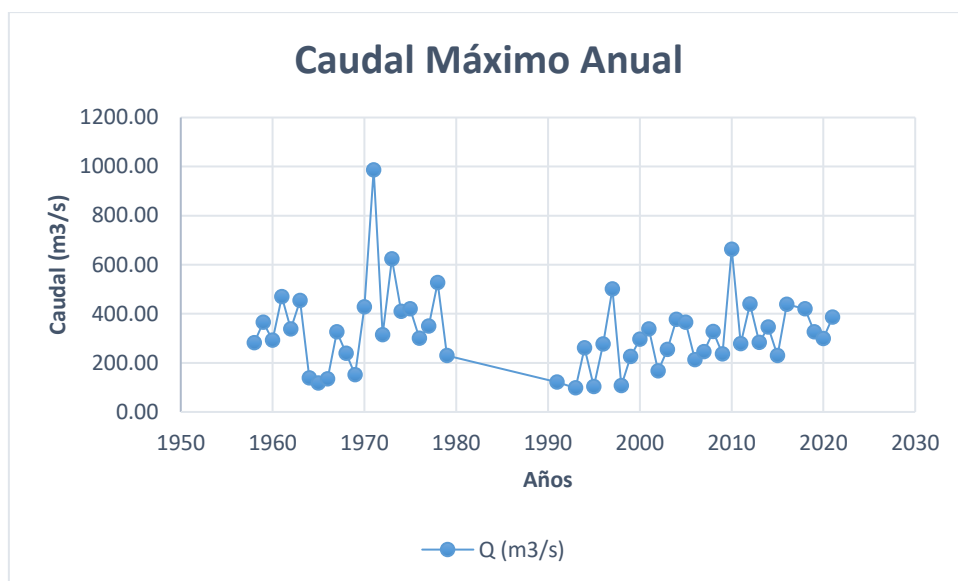


Figura 3: Caudal máximo anual

Prueba de Bondad de Ajuste

La distribución teórica que mejor se ajusta a los datos de intensidad la mas utilizada para datos hidrológicos es la de Smirnov – Kolmogorov. Y la que más se ajusta es la de distribución gamma 2 parámetros.

Tabla 7

Pruebas de bondad de ajuste

PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE SMIRNOV-KOLGOMOROV				
N°	DISTRIBUCIONES	Δ TEÓRICO	Δ TABULAR	MIN Δ
1	DISTRIBUCION NORMAL	0.0898	0.1904	0.0727
2	DISTRIBUCION LOGNORMAL 2 PARÁMETROS	0.1008		
3	DISTRIBUCION LOGNORMAL 3 PARÁMETROS	0.1060		
4	DISTRIBUCION GAMMA 2 PARÁMETROS	0.0727		
5	DISTRIBUCION GAMMA 3 PARÁMETROS	Incorrecto		
6	DISTRIBUCIÓN LOG-PEARSON TIPO III	Incorrecto		
7	DISTRIBUCION GUMBEL	0.0766		
8	DISTRIBUCION LOGGUMBEL	0.1694		

Caudales Observados Para Diferentes Periodos de Retorno

Para el análisis de caudales observados se ha utilizado el software HIDROESTA 2, ingresando a ello los caudales diarios máximos anuales para diferentes periodos de retorno (2, 5, 10, 50, 100 y 200 años)

Tabla 8
Caudales máximos

Caudales máximos para diferentes periodos de retorno	
T (años)	Distribución Gamma 2 Parámetros
2	300.58 m ³ /s
5	439.95 m ³ /s
10	527.1 m ³ /s
50	705.17 m ³ /s
100	775.82 m ³ /s
200	843.88 m ³ /s

Relación entre Precipitación máxima verdadera y precipitación en intervalos fijos.

Fuente: Hidrología para ingenieros (Linsley, Kohler y Paulhus)

Tabla 9
Relación según número de observaciones

Número de Intervalo de Observacion	Relación
1	1.13
2	1.04
3-4	1.03
5-8	1.02
9-24	1.01

Tabla 10
Caudales máximos.

Caudales máximos para diferentes periodos de retorno	
T (años)	Distribución Gamma 2 Parámetros
2	339.66 m ³ /s
5	497.14 m ³ /s
10	595.62 m ³ /s
50	796.84 m ³ /s
100	876.68 m ³ /s
200	953.58 m ³ /s

Información Topográfica

Reconocimiento del Terreno

Para el área de estudio primeramente se verificó el lugar inspeccionando el cauce del río, la relieve para este caso es llano, el tramo para realizar el estudio que es de 3.5Km, finalmente la elección del método por radiación para el batimétrico y topográfico.



Figura 4: Zona de Estudio

Monumentación de Puntos de Control

Para realizar el trabajo de levantamiento topográfico, se eligieron zonas elevadas para una mejor visibilidad, asimismo lugares estables que no sean arenosos. Se han colocado 3 (BMs) puntos de control primario y 5 puntos de control secundario, los monumentos son de un cuerpo de concreto cuadrada y circular; con varillas de acero de $\frac{1}{2}$ " colocadas en el centroide de las mismas a una profundidad de 60 Cm. Están codificadas como BM-1, BM-2, BM-3, PC-1, PC-2, PC-3, PC-4 y PC-5



Figura 5: Ubicación de puntos de control y secundarias

Levantamiento Lateral Derecha e Izquierda

Teniendo ya establecidas los BMs se procede a realizar el levantamiento topográfico con el equipo estación total y prismas; tomando en consideración los detalles existentes en todo el tramo del río Coata, por el método de radiación, entre 400 a 700 metros a cada lado, para obtener la superficie del área de interés para el modelamiento hidráulico.



Figura 7: Levantamiento topográfico con estación total.

Levantamiento Batimétrico

De la misma manera se procedió a la toma de datos de la profundidad del río por el método de radiación utilizando la Estación Total con Prismas de aluminio, para en adelante generar las secciones respectivas del cauce del río Coata.

Para su realización se utilizó una canoa, debido a la profundidad del río Coata.



Figura 8: Levantamiento batimétrico

Procesamiento Topográfico en Gabinete

Se realizó la descarga de datos a la PC y con los datos plasmados en la libreta de campo se procede a realizar el plano topográfico para generar las curvas de nivel y secciones del río Coata; utilizando el software Autocad Civil 3D.

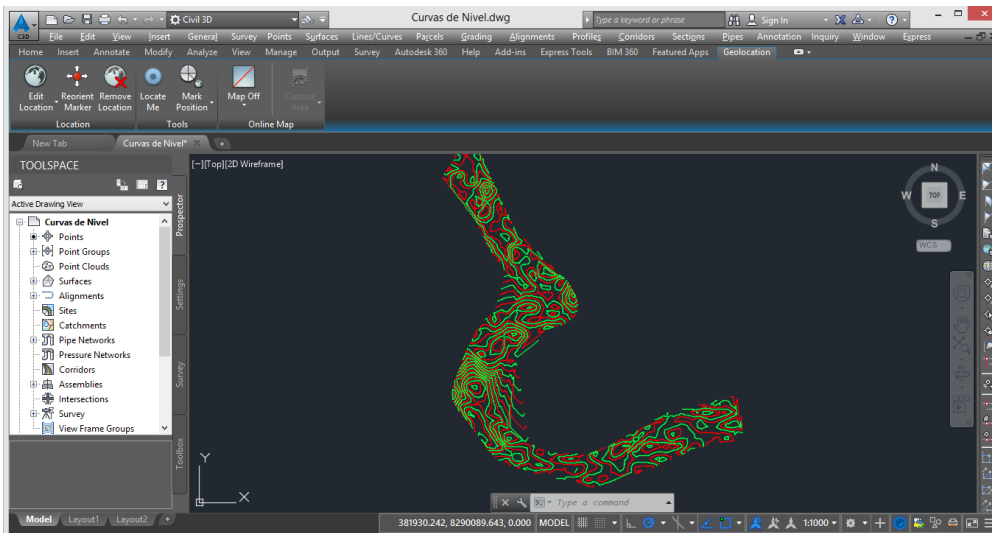


Figura 9: Procesamiento de datos topográficos en el Civil 3D

3.6 Método de análisis de datos:

Incluye el método de procesamiento y análisis de datos tanto a nivel descriptivo como inferencial

3.7 Aspectos éticos:

La presente investigación se realizó con el uso adecuado de las guías, procedimientos, manuales del MTC, criterios nacionales e internacionales, para aplicar éstos conocimiento para fines de precaución, prevención en la solución de problemas de la población en cuanto a los desastres naturales en la provincia de San Román para para garantizar la calidad. En el desarrollo de la presente tesis se ha revisado bibliografías concernientes al tema de investigación para ello se ha citado, como corresponde a fin de rescatar sus aportes para el beneficio de la sociedad y resolver problemas ingenieriles.

IV. RESULTADOS

Ubicación y Descripción del Área de Estudio

La zona en estudio, se ubica en el Sector Independencia; dentro de ello se encuentra el Puente denominado Independencia, así como las Urbanizaciones El Sol, Ampliación San Isidro Ccaccachi, Ampliación Santa Zaragoza y Nueva Alianza Juliaca; por medio el Río Coata como se puede apreciar en la imagen.

La longitud del Río Coata Sector Independencia; para el área de estudio abarca un total de 3,460.63 metros lineales. Asimismo, se caracteriza por presentar desmontes de diferentes materiales, así como las basuras que se ha podido evaluar durante nuestro recorrido, así como la edificación de viviendas sobre material de relleno, los cuales son materia de investigación en caso de una inundación severa.

Datos Técnicos:

Sector : Independencia.

Distrito : Juliaca y San Miguel.

Provincia : San Román.

Departamento : Puno.

Coordenadas UTM Inicio (Aguas Arriba):

Este: 381226.8880m

Norte: 8291163.0310m

Coordenadas UTM Inicio (Aguas Abajo):

Este: 382707.5530m

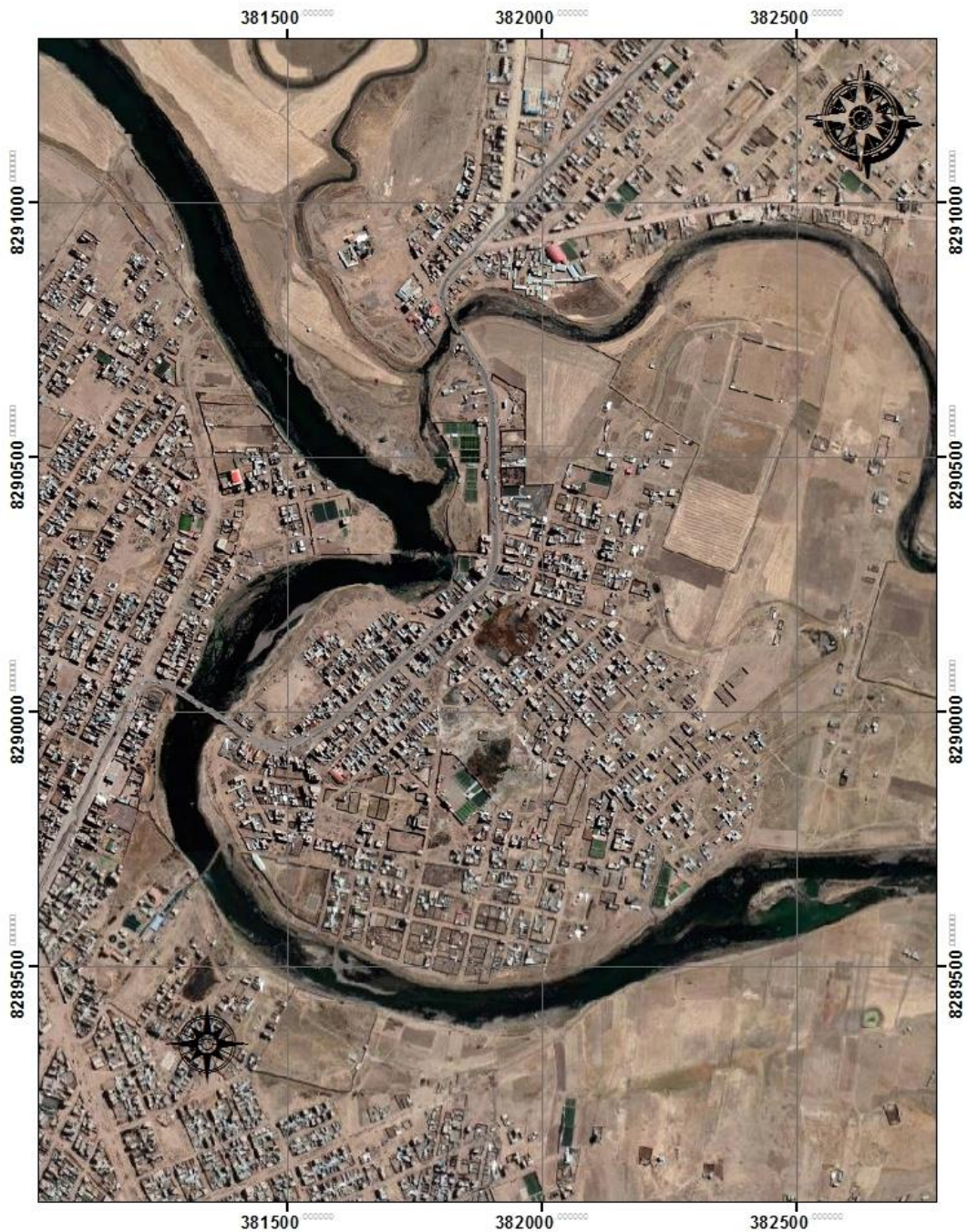
Norte: 8289690.3650m

Acceso a la comunicación vial

Tabla 8

Vías de Comunicación

DESTINO	DISTANCIA	TIEMPO	VIA
	(Km)	(Hr.)	
Puno - Juliaca	44	0.75	Asfaltada
Cusco - Juliaca	357	5	Asfaltada
Arequipa - Juliaca	276	3.5	Asfaltada
Huancané - Juliaca	54	1.5	Asfaltada



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO					
MAPA DE UBICACIÓN DE CUENCA DEL RÍO COATA SECTOR INDEPENDENCIA					
MODELAMIENTO HIDRÁULICO DEL RÍO COATA SECTOR INDEPENDENCIA					
PARA DETERMINAR ZONAS DE INUNDACIONES UTILIZANDO EL SOFTWARE HEC-RAS – PUNO 2022					
AUTORES		POSICION	SECTOR	INDEPENDENCIA	LAMINA
MAMANI FLORES, HERNAN FERNANDO		CUADRICULUM	DISTRITO	SAN MIGUEL	2
CABRERA CHOQUECAHUA, JUAN DE DIOS		DATUM	PROVINCIA	SAN ROMAN	
FECHA: MAYO DE 2022		ZONA	DEPARTAMENTO	PUNO	

Figura 10 : Mapa de ubicación.



Figura 11: Identificación de área susceptibles a desborde e inundación



Figura 12: Verificación de área urbanas

Tabla 11

Cálculo de caudales Máximos a Diferentes Periodos de Retorno

Estaciones Pluviométricas	Periodo de Retorno						Distribución
	2	5	10	50	100	200	
Cabanillas	36.53	48.23	55.96	73.00	80.20	87.36	distribucion gumbel
Lagunillas	34.61	43.44	49.37	62.13	67.36	72.49	distribucion gamma 3 parámetros
Pampahuta	39.04	45.34	48.64	54.42	56.47	58.33	distribucion normal
Quillisani	41.18	51.22	57.04	68.29	72.56	76.60	distribucion gamma 2 parámetros
Juliaca	36.66	46.65	53.34	68.42	7.22	81.74	distribución log-pearson tipo iii
Lampa	37.52	46.85	52.61	64.51	69.33	74.05	distribucion lognormal 2 parámetros

Tabla 12

Caudales máximas

Caudales máximos para diferentes periodos de retorno	
T (años)	Distribución Gamma 2 Parámetros
2	339.66 m ³ /s
5	497.14 m ³ /s
10	595.62 m ³ /s
50	796.84 m ³ /s
100	876.68 m ³ /s
200	953.58 m ³ /s

Cálculo de la Precipitación Simulados Para Diferentes Periodos de Retorno

Precipitación máxima en subcuencas

Para la determinación de la precipitación máximas de 24 horas en las nueve subcuencas para diferentes periodos de retorno 2, 5, 10, 50, 100 y 200 años se ha utilizado el método del Polígono de Thiessen; con los softwares Excel, Arcgis y Qgis 3.2.

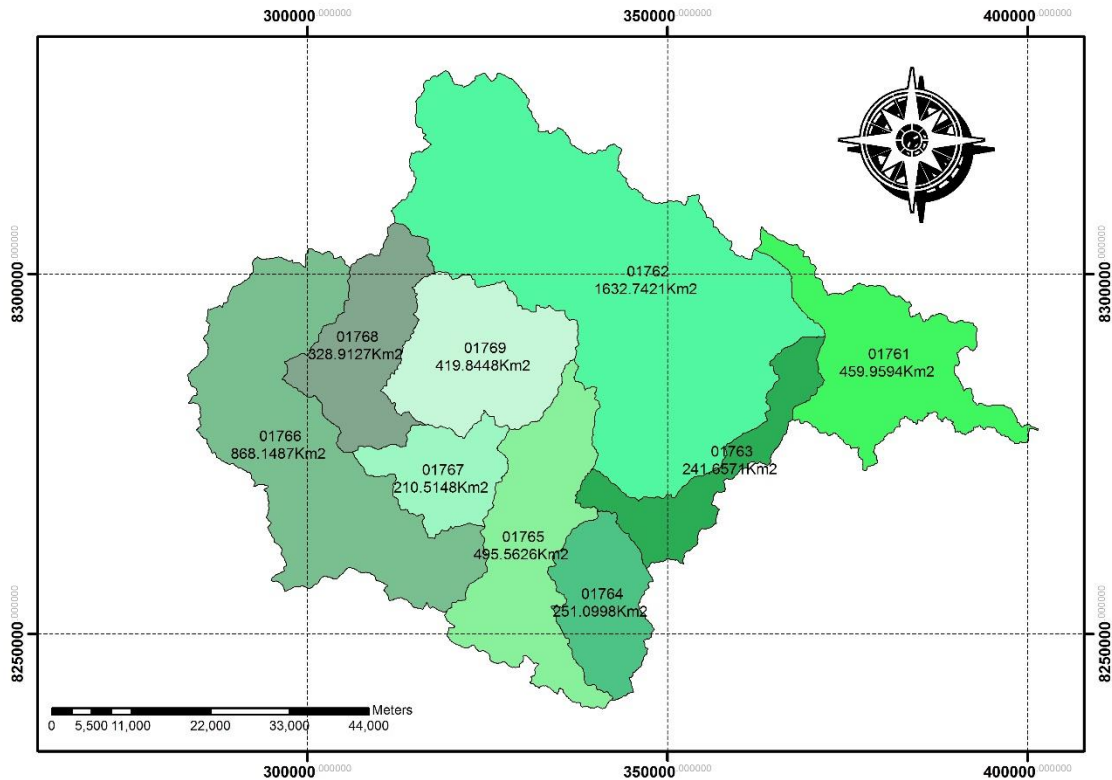


Figura 13: Nueve subcuencas dentro de la cuenca Coata

Tabla 13

Áreas por subcuencas

Nº	COD_SUBCUENCA	AREA
1	01761	459.9594 Km2
2	01762	1632.7421 Km2
3	01763	241.6571 Km2
4	01764	251.0998 Km2
5	01765	495.5626 Km2
6	01766	868.1487 Km2
7	01767	210.5148 Km2

8	01768	328.9127 Km2
9	01769	419.8448 Km2

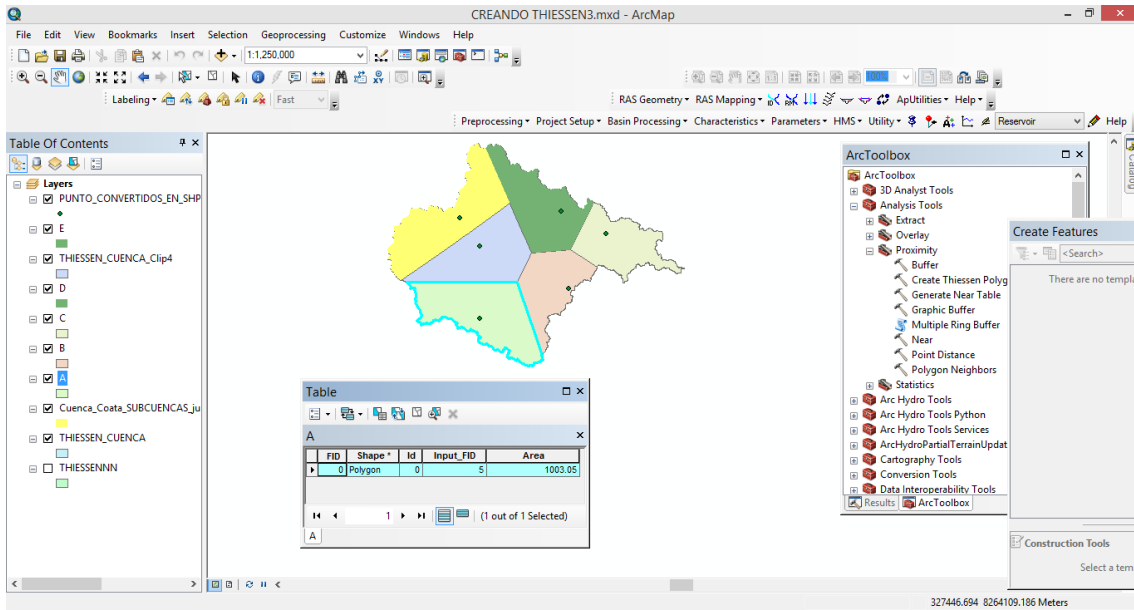


Figura 14: Áreas de influencia – Estaciones Pluviométricas por subcuencas

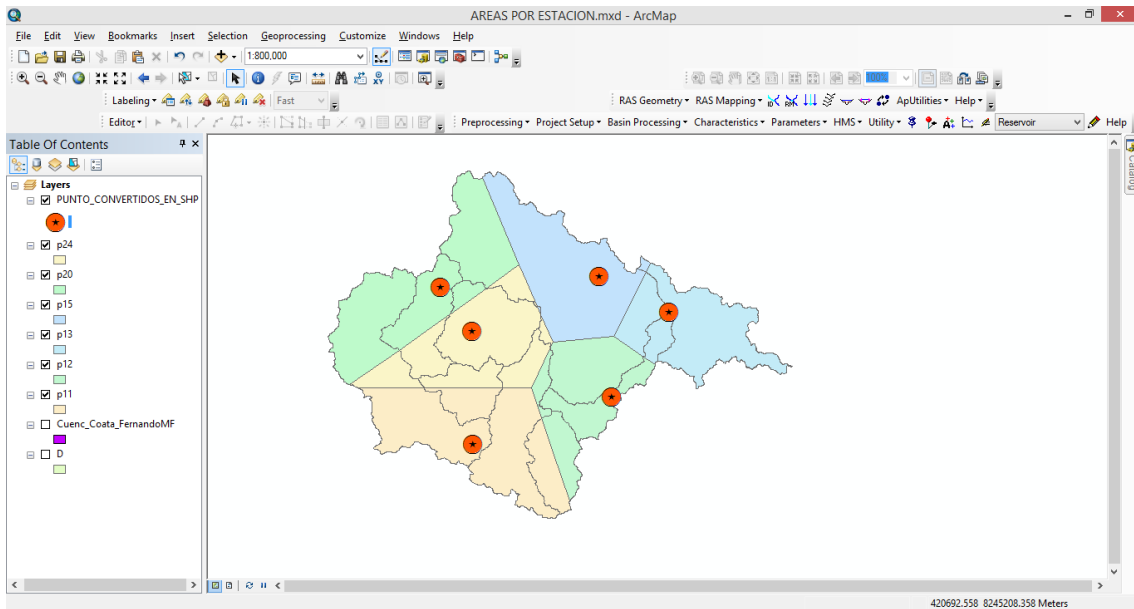


Figura 15: Mapa de subcuencas

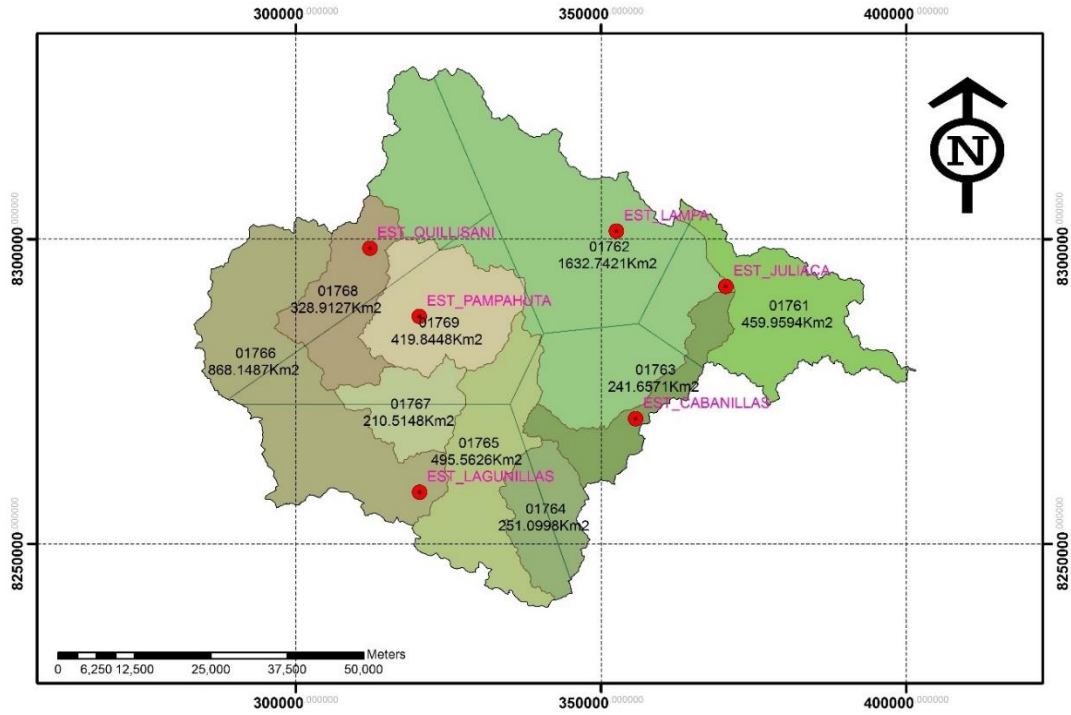


Figura 16: Unidades hidrográficas y Thiessen

Fuente: Elaboración Propia

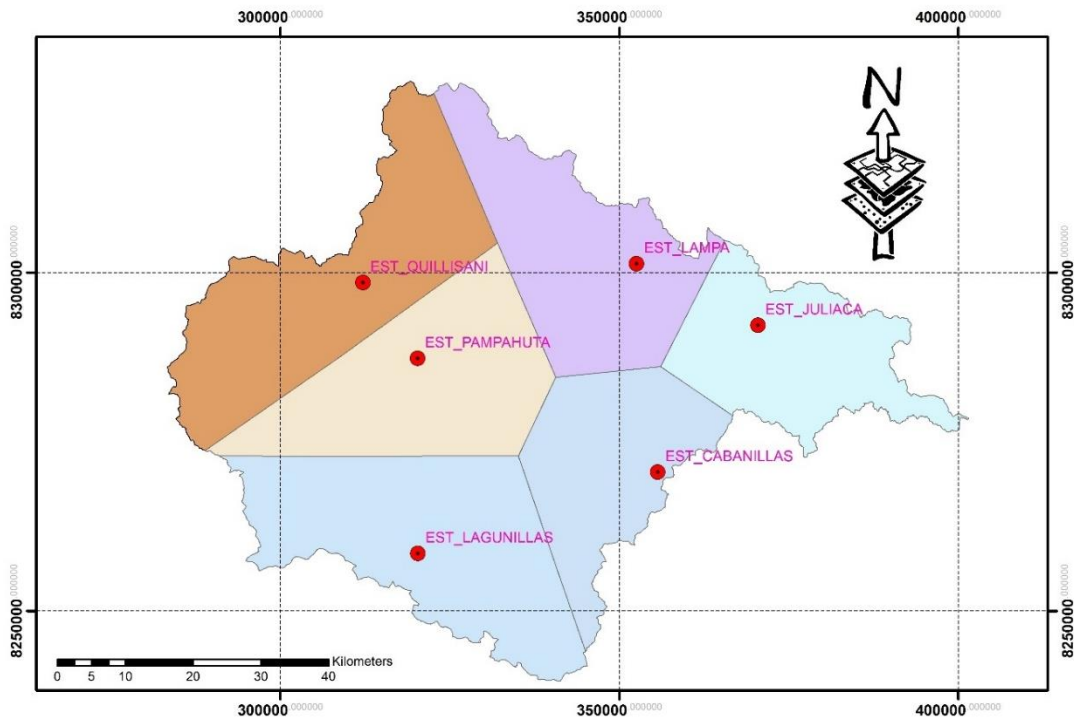


Figura 17: Elaboración de Polígonos de Thiessen – Cuenca Coata

Según muestra la figura anterior los resultados por áreas de los polígonos de las estaciones pluviométricas se plasman en la siguiente tabla:

Tabla 14

Unidades hidrográficas por área de influencia de estaciones pluviométricas

COD	U.H.	Área y Factor	Estaciones Pluviométricas						
			Cabanillas	Lagunillas	Pampahuta	Quillisani	Juliaca	Lampa	Total
01761	Bajo Coata	Área(Km2)	0.00	0.00	0.00	0.00	453.23	6.73	459.95
		Factor_(%)	0.00	0.00	0.00	0.00	98.54	1.46	100.00
01762	Cuenca Lampa	Área(Km2)	293.17	0.00	65.82	337.50	140.94	795.29	1632.72
		Factor_(%)	17.96	0.00	4.03	20.67	8.63	48.71	100.00
01763	Medio Bajo Coata	Área(Km2)	180.48	0.00	0.00	0.00	61.18	0.00	241.66
		Factor_(%)	74.68	0.00	0.00	0.00	25.32	0.00	100.00
01764	Cuenca Cotaña	Área(Km2)	114.19	136.92	0.00	0.00	0.00	0.00	251.10
		Factor_(%)	45.47	54.53	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
01765	Medio Coata	Área(Km2)	41.22	361.68	92.67	0.00	0.00	0.00	495.57
		Factor_(%)	8.32	72.98	18.70	0.00	0.00	0.00	100.00
01766	Cuenca Cerrillos	Área(Km2)	0.00	397.29	91.23	379.90	0.00	0.00	868.41
		Factor_(%)	0.00	45.75	10.51	43.75	0.00	0.00	100.00
01767	Medio Alto Coata	Área(Km2)	0.00	107.85	103.05	0.00	0.00	0.00	210.90
		Factor_(%)	0.00	51.14	48.86	0.00	0.00	0.00	100.00
01768	Cuenca Verde	Área(Km2)	0.00	0.00	107.69	221.20	0.00	0.00	328.90
		Factor_(%)	0.00	0.00	32.74	67.26	0.00	0.00	100.00
01769	Alto Coata	Área(Km2)	0.00	0.00	380.38	38.58	0.00	0.88	419.85
		Factor_(%)	0.00	0.00	90.60	9.19	0.00	0.21	100.00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 15

Unidad hidrográfica Bajo Coata

U.H. BAJO_COATA								
EST_MET	Área (Km2)	Precipitaciones Máximas de 24 Hr / Periodo de Retorno (mm)						
		2	5	10	50	100	200	
EST_JULIACA	453.23	36.66	46.65	53.34	68.42	7.22	81.74	
EST_LAMPA	6.73	37.52	46.85	52.61	64.51	69.33	74.05	
EST_MET	Área (Km2)	Factor (%)	Precipitaciones Máximas de 24 Hr / Periodo de Retorno (mm)					
			2	5	10	50	100	200
EST_JULIACA	453.23	98.54	36.12	45.96	52.56	67.42	7.12	80.55
EST_LAMPA	6.73	1.46	0.55	0.69	0.77	0.94	1.01	1.08
TOTAL	459.95	100.00	36.67	46.65	53.33	68.36	8.13	81.63

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 16
Unidad hidrográfica Cuenca Lampa.

U.H. CUENCA_LAMPA								
EST_MET	Área (Km2)	Precipitaciones Máximas de 24 Hr / Periodo de Retorno (mm)						
		2	5	10	50	100	200	
EST_CABANILLAS	293.17	36.53	48.23	55.96	73.00	80.20	87.36	
EST_PAMPAHUTA	65.82	39.04	45.34	48.64	54.42	56.47	58.33	
EST_QUILLISANI	337.50	41.18	51.22	57.04	68.29	72.56	76.60	
EST_JULIACA	140.94	36.66	46.65	53.34	68.42	7.22	81.74	
EST_LAMPA	795.29	37.52	46.85	52.61	64.51	69.33	74.05	
EST_MET	Área (Km2)	Factor (%)	Precipitaciones Máximas de 24 Hr / Periodo de Retorno (mm)					
			2	5	10	50	100	200
EST_CABANILLAS	293.17	17.96	6.56	8.66	10.05	13.11	14.40	15.69
EST_PAMPAHUTA	65.82	4.03	1.57	1.83	1.96	2.19	2.28	2.35
EST_QUILLISANI	337.50	20.67	8.51	10.59	11.79	14.12	15.00	15.83
EST_JULIACA	140.94	8.63	3.16	4.03	4.60	5.91	0.62	7.06
EST_LAMPA	795.29	48.71	18.27	22.82	25.63	31.42	33.77	36.07
TOTAL	1632.72	100.00	38.08	47.92	54.03	66.75	66.07	77.00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 17
Unidad hidrográfica Medio Bajo Coata

U.H. MEDIO_BAJO_COATA								
EST_MET	Área (Km2)	Precipitaciones Máximas de 24 Hr / Periodo de Retorno (mm)						
		2	5	10	50	100	200	
EST_CABANILLAS	180.48	36.53	48.23	55.96	73.00	80.20	87.36	
EST_JULIACA	61.18	36.66	46.65	53.34	68.42	7.22	81.74	
EST_MET	Área (Km2)	Factor (%)	Precipitaciones Máximas de 24 Hr / Periodo de Retorno (mm)					
			2	5	10	50	100	200
EST_CABANILLAS	180.48	74.68	27.28	36.02	41.79	54.52	59.89	65.24
EST_JULIACA	61.18	25.32	9.28	11.81	13.50	17.32	1.83	20.69
TOTAL	241.66	100.00	36.56	47.83	55.29	71.84	61.72	85.94

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 18
Unidad hidrográfica Cuenca Cotaña

U.H. CUENCA_COTAÑA								
EST_MET	Área (Km2)		Precipitaciones Máximas de 24 Hr / Periodo de Retorno (mm)					
			2	5	10	50	100	200
EST_CABANILLAS	114.19		36.53	48.23	55.96	73.00	80.20	87.36
EST_LAGUNILLAS	136.92		34.61	43.44	49.37	62.13	67.36	72.49
EST_MET	Área (Km2)	Factor(%)	Precipitaciones Máximas de 24 Hr / Periodo de Retorno (mm)					
			2	5	10	50	100	200
EST_CABANILLAS	114.19	45.47	16.61	21.93	25.45	33.20	36.47	39.73
EST_LAGUNILLAS	136.92	54.53	18.87	23.68	26.92	33.88	36.73	39.53
TOTAL	251.10	100.00	35.49	45.62	52.37	67.07	73.20	79.25

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 19
Unidad hidrográfica Medio Coata

U.H. MEDIO_COATA								
EST_MET	Área (Km2)		Precipitaciones Máximas de 24 Hr / Periodo de Retorno (mm)					
			2	5	10	50	100	200
EST_CABANILLAS	41.22		36.53	48.23	55.96	73.00	80.20	87.36
EST_LAGUNILLAS	361.68		34.61	43.44	49.37	62.13	67.36	72.49
EST_PAMPAHUTA	92.67		39.04	45.34	48.64	54.42	56.47	58.33
EST_MET	Área (Km2)	Factor (%)	Precipitaciones Máximas de 24 Hr / Periodo de Retorno (mm)					
			2	5	10	50	100	200
EST_CABANILLAS	41.22	8.32	3.04	4.01	4.65	6.07	6.67	7.27
EST_LAGUNILLAS	361.68	72.98	25.26	31.70	36.03	45.34	49.16	52.91
EST_PAMPAHUTA	92.67	18.70	7.30	8.48	9.09	10.18	10.56	10.91
TOTAL	495.57	100.00	35.60	44.19	49.78	61.59	66.39	71.08

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 20
Unidad hidrográfica Cuenca Cerrillos

U.H. CUENCA_CERRILLOS								
EST_MET	Área (Km2)		Precipitaciones Máximas de 24 Hr / Periodo de Retorno (mm)					
			2	5	10	50	100	200
EST_LAGUNILLAS	397.29		36.53	48.23	55.96	73.00	80.20	87.36
EST_PAMPAHUTA	91.23		39.04	45.34	48.64	54.42	56.47	58.33
EST_QUILLISANI	379.90		41.18	51.22	57.04	68.29	72.56	76.60

EST_MET	Área (Km2)	Factor (%)	Precipitaciones Máximas de 24 Hr / Periodo de Retorno (mm)					
			2	5	10	50	100	200
EST_LAGUNILLAS	397.29	45.75	16.71	22.06	25.60	33.40	36.69	39.97
EST_PAMPAHUTA	91.23	10.51	4.10	4.76	5.11	5.72	5.93	6.13
EST_QUILLISANI	379.90	43.75	18.01	22.41	24.95	29.87	31.74	33.51
TOTAL	868.41	100.00	38.83	49.23	55.66	68.99	74.36	79.60

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 21
Unidad hidrográfica Medio Alto Coata

U.H. MEDIO_ALTO_COATA								
EST_MET	Área (Km2)	Precipitaciones Máximas de 24 Hr / Periodo de Retorno (mm)						
		2	5	10	50	100	200	
EST_LAGUNILLAS	107.85		34.61	43.44	49.37	62.13	67.36	72.49
EST_PAMPAHUTA	103.05		39.04	45.34	48.64	54.42	56.47	58.33
EST_MET	Área (Km2)	Factor (%)	Precipitaciones Máximas de 24 Hr / Periodo de Retorno (mm)					
			2	5	10	50	100	200
EST_LAGUNILLAS	107.85	51.14	17.70	22.21	25.25	31.77	34.45	37.07
EST_PAMPAHUTA	103.05	48.86	19.08	22.15	23.76	26.59	27.59	28.50
TOTAL	210.90	100.00	36.78	44.36	49.01	58.36	62.04	65.57

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 22
Unidad hidrográfica Cuenca Verde

U.H. CUENCA_VERDE								
EST_MET	Área (Km2)	Precipitaciones Máximas de 24 Hr / Periodo de Retorno (mm)						
		2	5	10	50	100	200	
EST_PAMPAHUTA	107.69		39.04	45.34	48.64	54.42	56.47	58.33
EST_QUILLISANI	221.20		41.18	51.22	57.04	68.29	72.56	76.60
EST_MET	Área (Km2)	Factor (%)	Precipitaciones Máximas de 24 Hr / Periodo de Retorno (mm)					
			2	5	10	50	100	200
EST_PAMPAHUTA	107.69	32.74	12.78	14.84	15.92	17.82	18.49	19.10
EST_QUILLISANI	221.20	67.26	27.69	34.45	38.36	45.93	48.80	51.52
TOTAL	328.90	100.00	40.48	49.30	54.29	63.75	67.29	70.62

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 23
Unidad hidrográfica Alto Coata

U.H. ALTO_COATA								
EST_MET	Área (Km2)		Precipitaciones Máximas de 24 Hr / Periodo de Retorno (mm)					
			2	5	10	50	100	200
EST_PAMPAHUTA	380.38		39.04	45.34	48.64	54.42	56.47	58.33
EST_QUILLISANI	38.58		41.18	51.22	57.04	68.29	72.56	76.60
EST_LAMPA	0.88		37.52	46.85	52.61	64.51	69.33	74.05
EST_MET	Área (Km2)	Factor (%)	Precipitaciones Máximas de 24 Hr / Periodo de Retorno (mm)					
			2	5	10	50	100	200
EST_PAMPAHUTA	380.38	90.60	35.37	41.07	44.06	49.31	51.16	52.85
EST_QUILLISANI	38.58	9.19	3.78	4.71	5.24	6.27	6.67	7.04
EST_LAMPA	0.88	0.21	0.08	0.10	0.11	0.14	0.15	0.16
TOTAL	419.85	100.00	39.23	45.88	49.42	55.72	57.97	60.04

Fuente: Elaboración Propia

Finalmente obtenemos la siguiente tabla calculada por unidad hidrográfica, así como los periodos de retorno.

Tabla 24
Precipitaciones máximas a diferentes periodos de retorno por cada unidad hidrográfica

CODIGO	U.H.	Área (Km2)	Factor (%)	Precip. Máximas de 24 Hr / Periodo de Retorno (mm)					
				2	5	10	50	100	200
01761	Bajo Coata	459.95	100.00%	36.67	46.65	53.33	68.36	8.13	81.63
01762	Cuenca Lampa	1632.72	100.00%	38.08	47.92	54.03	66.75	66.07	77.00
01763	Medio Bajo Coata	241.66	100.00%	36.56	47.83	55.29	71.84	61.72	85.94
01764	Cuenca Cotaña	251.10	100.00%	35.49	45.62	52.37	67.07	73.20	79.25
01765	Medio Coata	495.57	100.00%	35.60	44.19	49.78	61.59	66.39	71.08
01766	Cuenca Cerrillos	868.41	100.00%	38.83	49.23	55.66	68.99	74.36	79.60
01767	Medio Alto Coata	210.90	100.00%	36.78	44.36	49.01	58.36	62.04	65.57

01768	Cuenca Verde	328.90	100.00%	40.48	49.30	54.29	63.75	67.29	70.62
01769	Alto Coata	419.85	100.00%	39.23	45.88	49.42	55.72	57.97	60.04

Fuente: Elaboración Propia

Cálculo de hietogramas:

Para ello tomaremos referencia de El Sooi Conservation Service del U. S. Departamento of Agriculture (1973) que fue desarrollado para su aplicación en los EEUU. En vista que tiene una similitud con nuestra región entonces vamos a utilizarlos tomando en cuenta el de tipo I.

Tabla 25

Distribucion de Lluvias SCS

Tormenta de 24 horas						Tormenta de 6 horas		
Hora <i>t</i>	<i>t</i> /24	Pt/P24				Hora <i>t</i>	<i>t</i> /6	Pt/P6
		Tipo I	Tipo IA	Tipo II	Tipo III			
0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0.083	0.035	0.05	0.022	0.02	0.6	0.1	0.04
4	0.167	0.076	0.116	0.048	0.043	1.2	0.2	0.1
6	0.25	0.125	0.206	0.08	0.072	1.5	0.25	0.14
7	0.292	0.156	0.268	0.098	0.089	1.8	0.3	0.19
8	0.333	0.194	0.425	0.12	0.115	2.1	0.35	0.31
8.5	0.354	0.219	0.48	0.133	0.13	2.28	0.38	0.44
9	0.375	0.254	0.52	0.147	0.148	2.4	0.4	0.53
9.5	0.396	0.303	0.55	0.163	0.167	2.52	0.42	0.6
9.75	0.406	0.362	0.564	0.172	0.178	2.64	0.44	0.63
10	0.417	0.515	0.577	0.181	0.189	2.76	0.46	0.66
10.5	0.438	0.583	0.601	0.204	0.216	3	0.5	0.7
11	0.459	0.624	0.624	0.235	0.25	3.3	0.55	0.75
11.5	0.479	0.654	0.645	0.283	0.298	3.6	0.6	0.79
11.75	0.489	0.669	0.655	0.357	0.339	3.9	0.65	0.83
12	0.5	0.682	0.664	0.663	0.5	4.2	0.7	0.86
12.5	0.521	0.706	0.683	0.735	0.702	4.5	0.75	0.89
13	0.542	0.727	0.701	0.772	0.751	4.8	0.8	0.91
13.5	0.563	0.748	0.719	0.799	0.785	5.4	0.9	0.96
14	0.583	0.767	0.736	0.82	0.811	6	1	1
16	0.667	0.83	0.8	0.88	0.886			
20	0.833	0.926	0.906	0.952	0.957			
24	1	1	1	1	1			

Fuente: U.S. Depto. of Agriculture. Soil Conservation Service 1973

Infiltración en la Cuenca Coata por subcuencas

Entendemos por ello al ingreso del agua hacia el suelo, es decir desde la superficie hacia adentro, para el modelamiento hidrológico se ha utilizado el método de número de curva (CN) así como la curva número húmedo para su modelamiento de caudales, en vista que corresponde a las temporadas de precipitaciones por ende la vulnerabilidad a zonas inundadas; materia de la presente investigación.

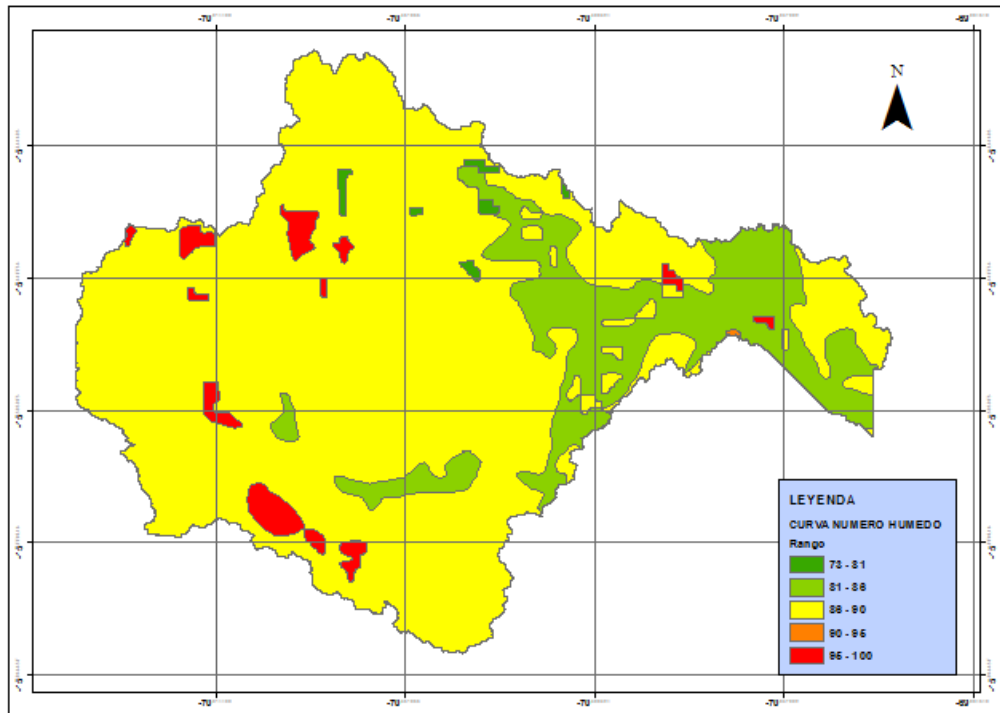


Figura 18 : Curva número-húmedo, de la Cuenca Coata

Fuente: Estudiado y Elaborado en base al Geo -Snir de la ANA

Tabla 26

Número de curva para cada subcuenca

N°	CODIGO	SUBCUENCA	CN
1	01761	Bajo Coata	77.10
2	01762	Cuenca Lampa	79.50
3	01763	Medio Bajo Coata	77.95
4	01764	Cuenca Cotaña	80.59
5	01765	Medio Coata	80.95
6	01766	Cuenca Cerrillos	82.62
7	01767	Medio Alto Coata	80.66

8	01768	Cuenca Verde	82.00
9	01769	Alto Coata	81.49

Fuente: Elaboración propia.

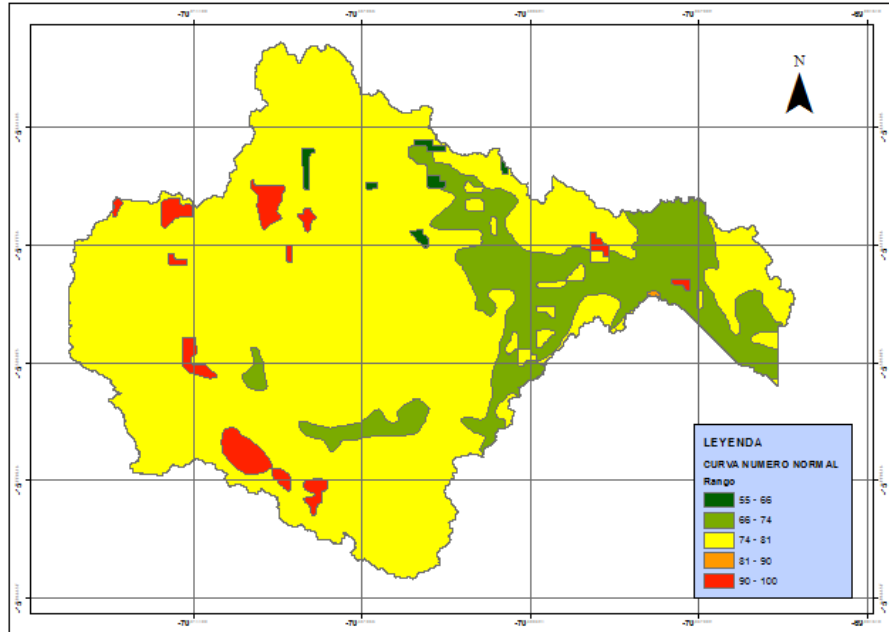


Figura 19: Curva número-normal, de la Cuenca Coata

Fuente: Estudiado y Elaborado en base al Geo -Snir de la ANA

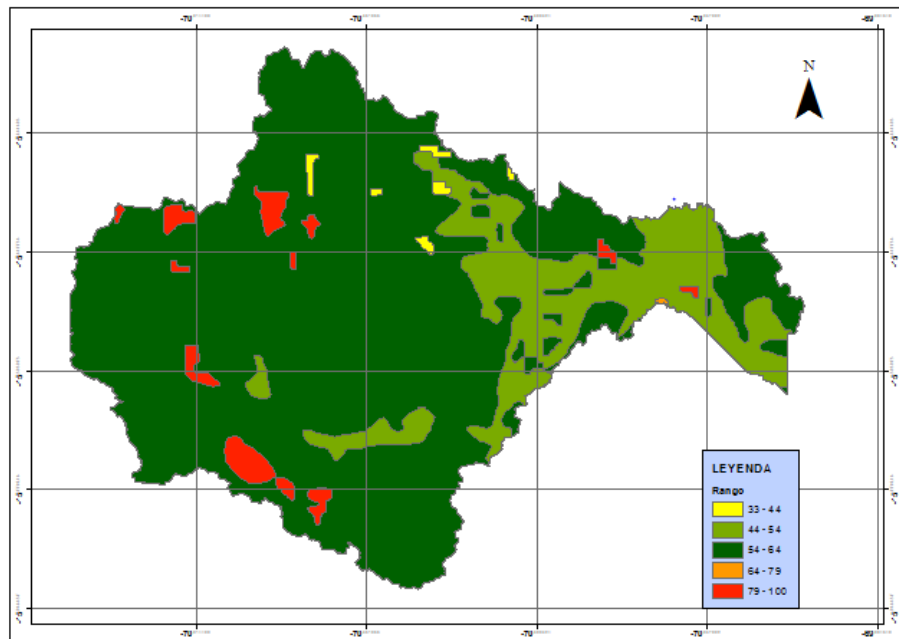


Figura 20: Curva número-seco, de la Cuenca Coata

Fuente: Estudiado y Elaborado en base al Geo -Snir de la ANA

Tiempo de concentración

Entendemos por ello al tiempo requerido en el que una gota de agua pueda recorrer desde aguas arriba hacia aguas abajo, asimismo está en función a la topografía, tipo de suelo, entre otros; el cual viene dado por la siguiente expresión Kirpinch:

$$T_c = 0.02 * L^{0.77} * S^{-0.385}$$

En el cual:

T_c : Tiempo de concentración (min)

L : Longitud máxima de salida (m)

S : Pendiente (m/m)

Tabla 27

Tiempo de Concentración en Cada Subcuenca

N°	CODIGO	SUBCUENCA	Tc (Horas)
1	01761	Bajo Coata	21.24
2	01762	Cuenca Lampa	16.48
3	01763	Medio Bajo Coata	14.68
4	01764	Cuenca Cotaña	5.21
5	01765	Medio Coata	2.04
6	01766	Cuenca Cerrillos	11.54
7	01767	Medio Alto Coata	4.57
8	01768	Cuenca Verde	5.27
9	01769	Alto Coata	4.24

Fuente: Elaboración propia.

Hidrograma Unitario Sintético de Snyder:

Tomando en consideración las recomendaciones del MTC, tenemos la siguiente expresión:

$$T_p(hr) = 0.75 * C_t * (L * L_c)^{0.3}$$

En el cual:

$T_p(hr)$: Retardo estándar de Snyder (horas)

L : Longitud del curso principal del río (Kilómetros)

L_c : Longitud del curso principal al C.G. (Kilómetros)

C_t : Coeficiente de retardo de Snyder; tomaremos el valor medio (2.00) del intervalo 1.8 -2.2.

Tabla 28

Retardo Estándar de Snyder en Cada Subcuenca

N°	CODIGO	SUBCUENCA	Tp (Horas)
1	01761	Bajo Coata	15.54
2	01762	Cuenca Lampa	20.80
3	01763	Medio Bajo Coata	14.88
4	01764	Cuenca Cotaña	11.35
5	01765	Medio Coata	8.88
6	01766	Cuenca Cerrillos	15.05
7	01767	Medio Alto Coata	7.69
8	01768	Cuenca Verde	11.42
9	01769	Alto Coata	9.50

Fuente: Elaboración propia.

Control para el proceso de simulación

Al procesar los datos en HMS, para nuestra investigación se considerará como la salida del caudal (sumidero) en la estación hidrométrica Unocolla; es aquí donde se realizará la respectiva calibración para nuestro modelo.

Calibración del modelo hidrológico

El cual está dado por la siguiente expresión:

$$E = \frac{(Q_{\text{observado}} - Q_{\text{simulado}}) * 100}{Q_{\text{observado}}}$$

Tabla 29

Calibración en el puente Unocolla

ESTACIÓN	Caudales Máximas (m3/s) con Periodo de Retorno					
	2	5	10	50	100	200
PTE UNOCOLLA	339.66	497.14	595.62	796.84	876.68	953.58

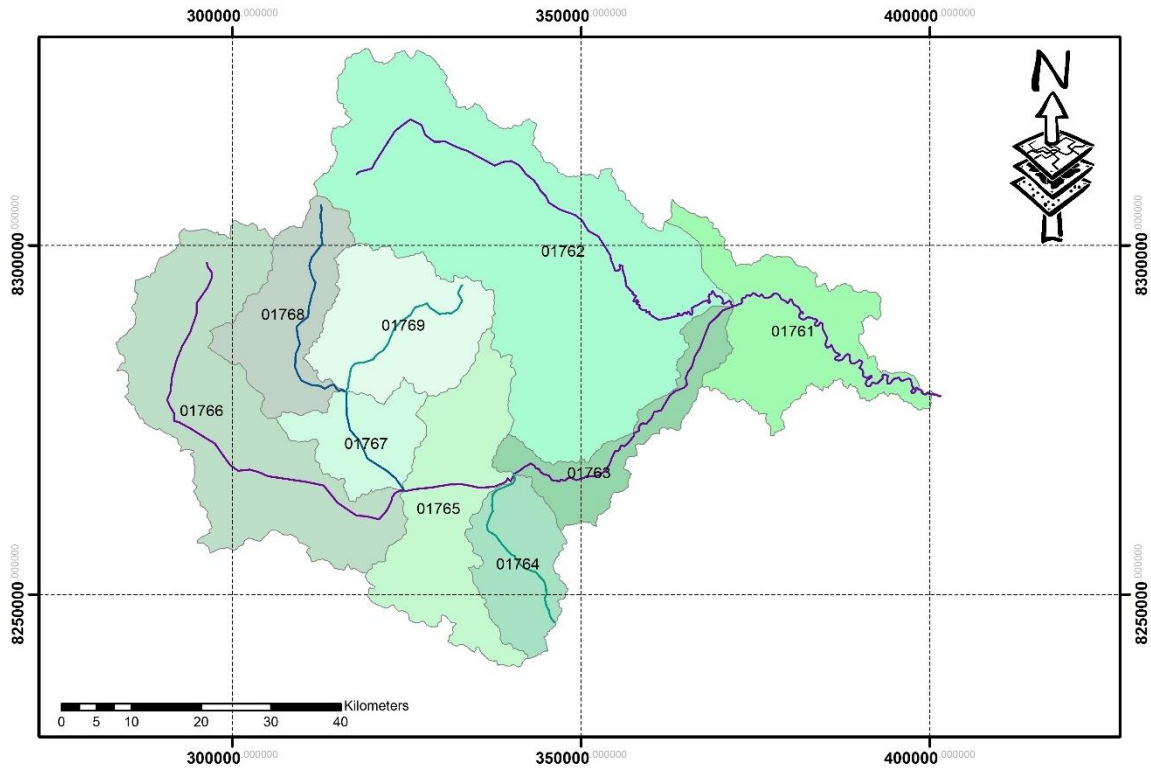


Figura 21: Mapa de Ríos en la Cuenca Coata

Fuente: Elaboración propia.

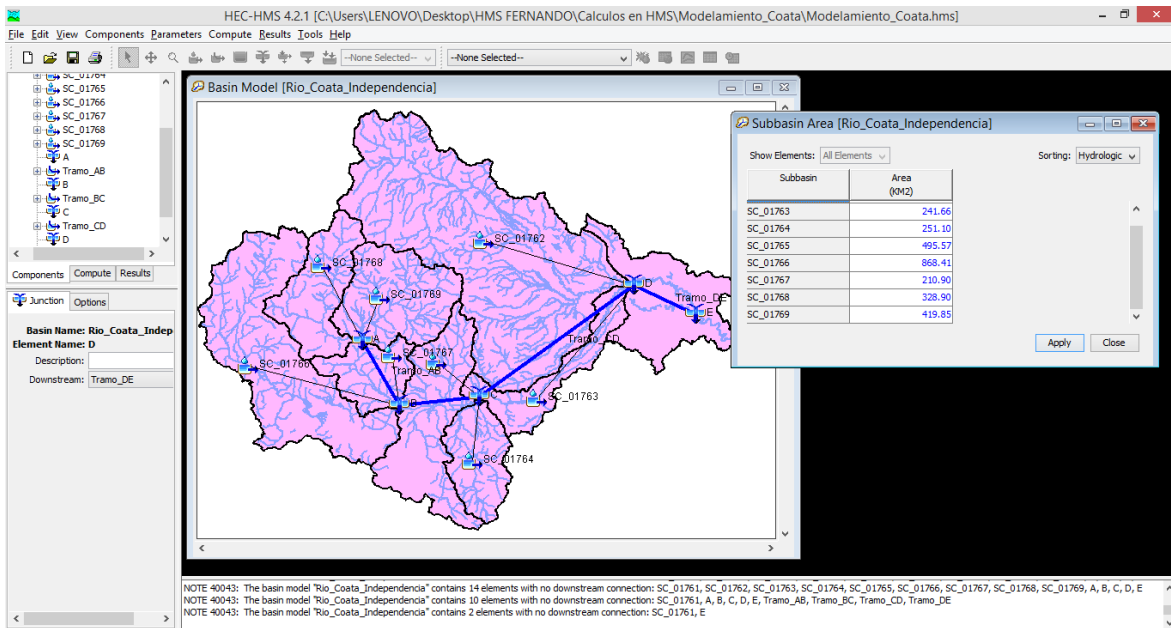


Figura 22: Mapa de Ríos en la Cuenca Coata

Fuente: Elaboración propia

Tabla 30

Caudales Observados desde la estación hidrométrica Unocolla

ESTACIÓN	Caudales Máximas (m ³ /s) con Periodo de Retorno					
	2	5	10	50	100	200
PTE UNOCOLLA	339.66	497.14	595.62	796.84	876.68	953.58

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 31

Caudales Simulados en la estación hidrométrica Unocolla

ESTACIÓN	Caudales Máximas (m ³ /s) con Periodo de Retorno					
	2	5	10	50	100	200
PTE UNOCOLLA	349.59	512.55	614.16	823.30	896.27	972.27

Fuente: Elaboración propia.

Error	Caudales Máximas (m ³ /s) con Periodo de Retorno					
	2	5	10	50	100	200
E(%)	2.92	3.10	3.11	3.11	2.23	1.96

Tabla: Calibración de resultados.

Fuente: Elaboración propia.

Caudal para el modelamiento hidráulico:

La separación entre la estación hidrométrica y el punto donde va a ingresar al modelo hidrológico es de 10.596 Km esto conlleva a que se va a reducir el caudal que tenemos hasta el momento (Tránsito de Muskingum). Entonces el caudal que ingresa al modelo hidráulico se reduce, por lo tanto, el caudal neto es:

Tabla 32

Caudal de ingreso al modelo hidráulico

ESTACIÓN	Caudales Máximas (m ³ /s) con Periodo de Retorno					
	2	5	10	50	100	200
Caudal de ingreso	340.85	499.74	598.81	593.56	873.86	947.96

Fuente: Elaboración propia

Estudio De Mecánica De Suelos

En la presente investigación se realizaron 3 calicatas cada una con sus respectivas estratos, se eligieron según la secuencia en el sentido del flujo del río, iniciando en la progresiva Km. 0+000, 1+000, 2+000 y 3+500. Para determinar propiedades físicas del suelo como granulometría, límite líquido, límite plástico con el fin de obtener el coeficiente de rugosidad de Manning “n”, para introducir en los datos al momento de realizar las secciones en el Hec-Ras. Cumpliendo con las especificaciones técnicas del MTC – Perú.



Figura 23: Excavación caliacata N° 1; progresiva Km. 0+000



Figura 24: Muestreo y ubicación de coordenadas UTM; progresiva Km. 0+000



Figura 25: Ensayo de granulometría

Modelamiento hidráulico con el software Hec-Ras

Con los datos obtenidos de la tabla anterior como resultado del proceso de cálculos finales del estudio hidrológico se procede a simular en el software Hec Ras.

A ello adicionaremos la superficie del tramo en estudio a través de las curvas de nivel creadas en el software Civil 3d y exportarlos las secciones, bank derecha e izquierda al Hec Ras. Necesitamos saber las constantes como son la pendiente (0.001) y el coeficiente de rugosidad de Manning.

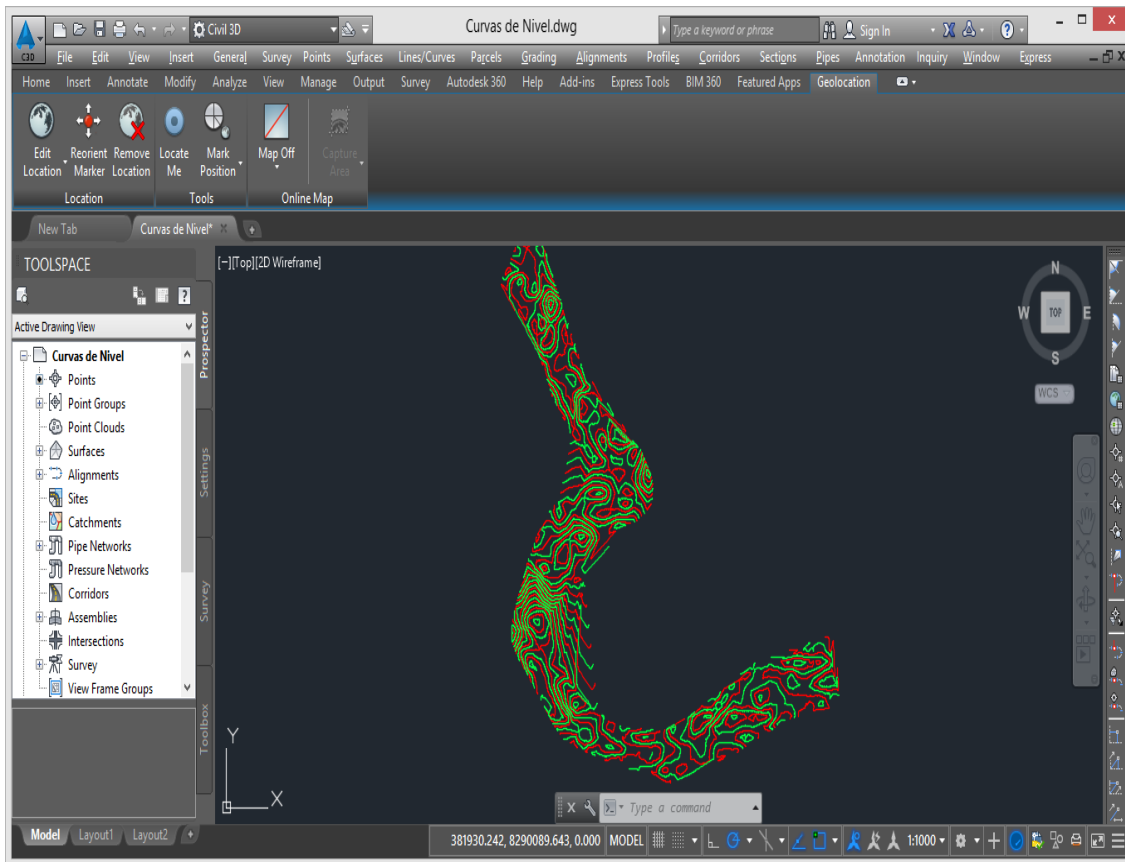


Figura 26: Procesamiento de secciones a través de curvas de nivel

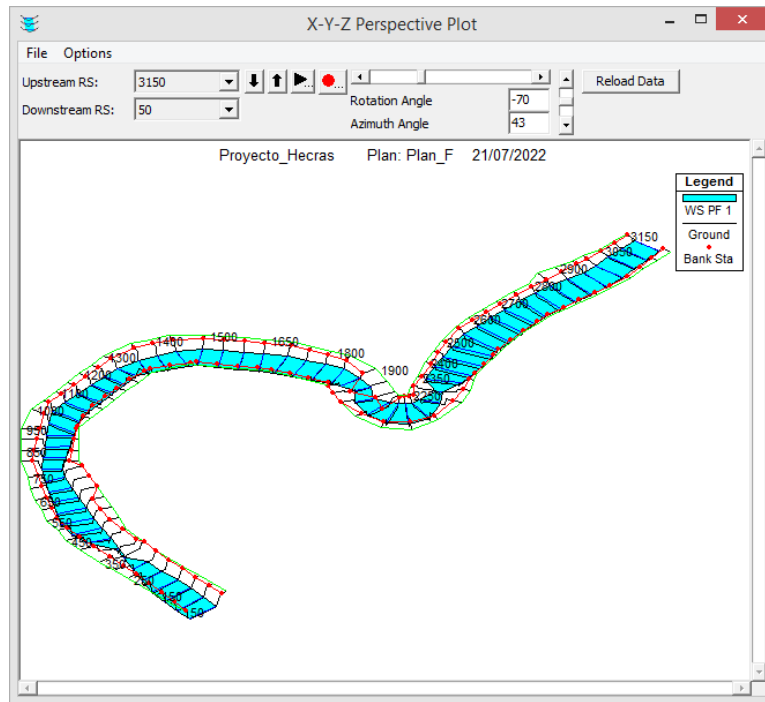


Figura 27: Modelamiento hidráulico del río Coata sector Independencia

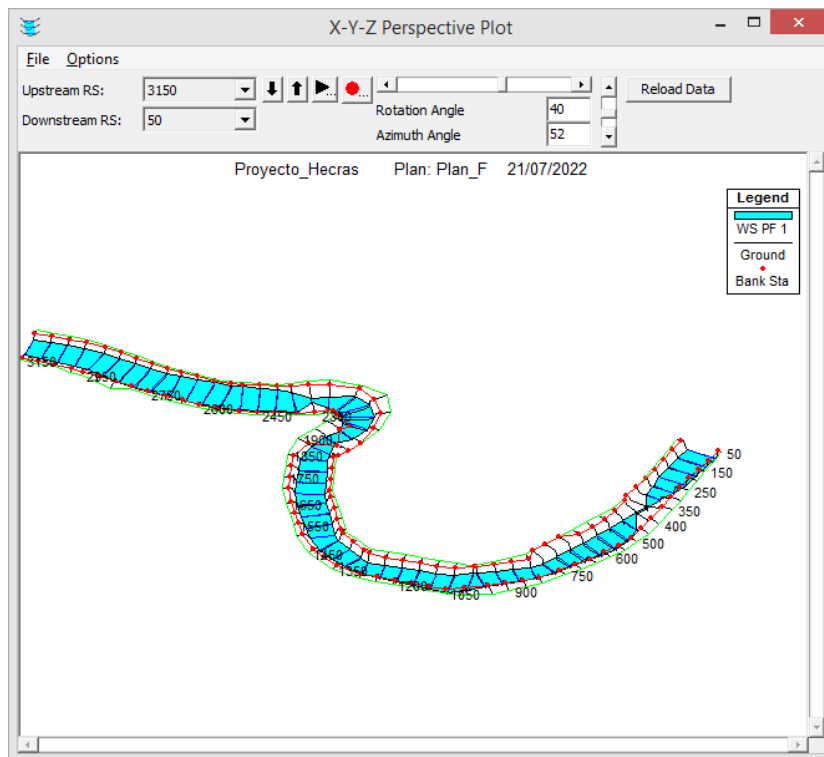


Figura 28: Modelamiento hidráulico del río Coata sector Independencia isométrica

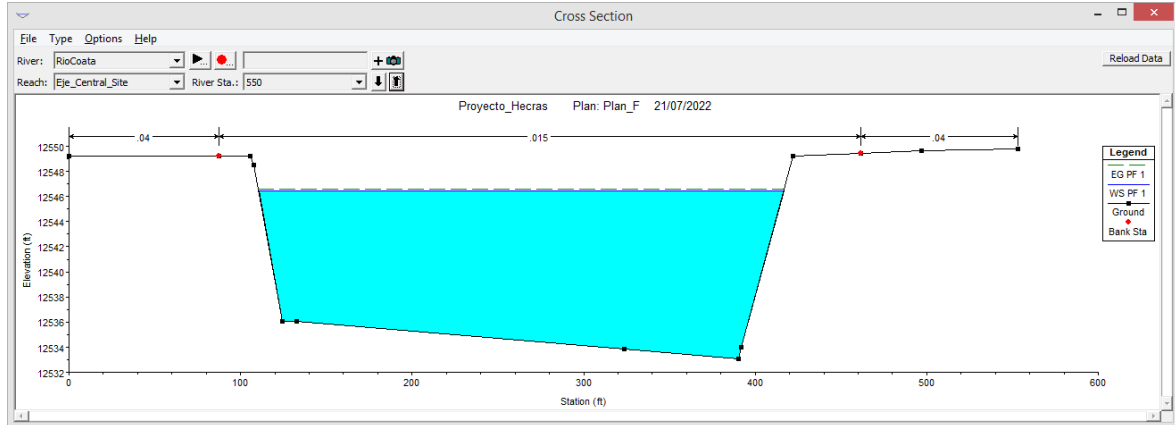


Figura 29: Sección del río Unocolla

Medidas para mitigar las inundaciones en el río Coata sector Independencia

De acuerdo a los resultados obtenidos planteamos realizar obras como muros de contención en los márgenes derecho e izquierdo así como el acondicionamiento con canales de derivación, para ello las entidades locales y/o regionales deben de centrar en el estudio geotécnico para evaluar las propiedades físicas del suelo, ya que con la presente investigación damos como alternativa.

Propuestas

Estructurales: se propone la construcción de defensas rivereñas.

No estructurales:

Capacitaciones a la población Sanmiguelina.

Reordenamiento con nuevo plan de desarrollo urbano y zonificación

V. DISCUSIÓN

Debido a que el modelo ha sido calibrado en el puente Unocolla, y desde ahí hacia el punto de investigación son de 10 Km, por lo que se tuvo que ajustar el caudal hacia el punto objetivo originándose pérdidas en el trayecto según Muaskingum.

VI. CONCLUSIONES

- Se ha desarrollado el modelamiento hidráulico del río Coata sector independencia para diferentes periodos de retorno e identificar zonas de inundaciones en áreas urbanas y proponer medidas para su protección
- Se ha determinado los caudales máximos del río Coata Sector Independencia usando el software HEC-HMS para diferentes periodos de retorno de 2, 5, 10, 50, 100 y 200 años son 340.85, 499.74, 598.81, 593.56, 873.86 y 947.96 m³/s. respectivamente
- Se ha desarrollado el modelamiento hidráulico para diferentes periodos de retorno (2, 10, 50, 100 y 200 años), resulta que el Sector independencia es vulnerable a desborde de rio con 37.21, 53.41, 72.52, 82.12 y 92.13 Hás.

VII RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar un levantamiento topográfico planimétrico-batimétrico con Gps diferencial, así como drones en todo el radio en los distritos de Juliaca y San Román que involucra el estudio de zonas de inundación a fin de tener mapas de riesgo en todo su ámbito debido a que ambas localidades tienen superficie llana.
- En la simulación hidráulica se recomienda abarcar con el levantamiento de datos a más extensiones.
- Se recomienda la adecuación con protecciones de defensas rivereñas.
- Con los datos obtenidos se recomienda crear mapas de inundaciones sin protecciones y con protecciones como defensa rivereña a fin de tener una concepción clara para la toma de decisiones en proyectos de ingenieriles.
- Se recomienda tener una instalación con estación hidrométrica en el puente Independencia para que la calibración del modelo sea más aproximada.
- Capacitar con charlas de riesgo de inundaciones a los pobladores, para que puedan prever el uso inadecuado agrícola y urbana y alertas.
- Reordenamiento y reurbanización territorial (parques y jardines) en los márgenes del río Coata sector Independencia a fin de atraer expectativas turísticas con vegetación y reforestación una vez elaborado las protecciones hidráulicas.

REFERENCIAS

- ANA (Autoridad Nacional del Agua). 2007. Evaluación de los Recursos Hídricos en las Cuencas de los Ríos Cabanillas y Lampa.
- Apacla. R. 2010. Estudio de máximas avenidas en las cuencas de la zona centro de la vertiente del pacífico. 185p
- Aparicio, M.F.J.1995. Fundamentos de hidrología de superficies. México D.F. editorial Limosa.
- Cárdenas. A.I.2000 Aplicación del Sistema de Información Geográfica para Modelamiento de Zonas con Riesgo de Inundación, Caso Estudio Rio Lurín. Tesis Ing. Agri. La Molina. Lima. Perú.
- Córdova. P.D.2003. Modelamiento Hidrológico de la Cuenca del Rio Huallaga con Fines de Estimación de áreas en la Zona de Ambo. Tesis Ing. Agri.. La Molina. Lima. Perú.
- Carlino, Paula. "Carlino, Paula (2021). Antecedentes y marco teórico en los proyectos de investigación: aportes para construir este apartado. Material de cátedra para uso del Taller de escritura de proyecto de investigación de la Maestría en Formación Docente de la Universidad Pedagógica Nacional de Argentina"
- Chow,V.T. Maidment, D. y Mays, L. 1994. Hidráulica de canales abiertos. 655p. Trad. Santa fe de Bogotá. Colombia.

Chow, V.T. Maidment, D. y Mays, L. 1994. Hidrología Aplicada. 582p. trad. Saldarriaga. J. Santa fe de Bogotá. Colombia.

Flores, D. (2021). “Medidas de mitigación para eventos de máximas avenidas del ríoCrucero en el sector cangalli - distrito Asillo - Azángaro - Puno –2021”

Orellana, R (2021). “MODELAMIENTO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO PARA EL ANÁLISIS DE INUNDACIONES EN LA CIUDAD DE PIURA UTILIZANDO HEC-HMS Y HEC-RAS”

Santos, D. (2020). ANÁLISIS DE AVENIDAS E INUNDACIONES MEDIANTE ARCGIS 10.5 Y HEC-RAS 5.0.7 EN EL RÍO PISUERGA A SU PASO POR CABEZÓN DE PISUERGA (VALLADOLID, ESPAÑA).

Sardon, H.; Lavado-Casimiro, W. y Felipe, O. (2022). Inventario de datos de eventos de inundaciones del Perú. Estudio Final. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú –SENAMHI.

Villó Béjar, M.1995. Hidrología Estadística. Costa Rica

ANEXOS


ANEXO 1: Valores de coeficiente de Rugosidad “n”

Tipo de canal y descripción	Mínim o	Norma l	Máxim o
D. Corrientes naturales			
D. 1 Corrientes menores (ancho superior en nivel de crecida < 100 pies o 30.5m)			
a. Corrientes en planicie			
1. Limpio, recto, nivel lleno, sin montículos ni pozos profundos	0.025	0.03	0.033
2. Limpio, recto» nivel lleno, sin montículos ni pozos profundos, pero más piedras y pastos	0.03	0.035	0.04
3. Limpio, serpenteante o curvado, algunos pozos y bancos de arena	0.033	0.04	0.045
4. Limpio, serpenteante o curvado, algunos pozos y bancos de arena, pero algunos matorrales y piedras	0.035	0.045	0.05
5. Limpio, serpenteante, algunos pastos y piedras, niveles bajos, pendiente y secciones inefectivas	0.04	0.048	0.055
6. Limpio, serpenteante, pozos, bancos de arena, matorrales, pero más piedras	0.045	0.05	0.06
7. Tramos lentos, con pastos y pozos profundos	0.05	0.07	0.08
8. Tramos con mucho pasto, pozos profundos o canales de la crecida con mucha madera y	0.075	0.1	0.15
b. Corrientes en montaña, sin vegetación en el canal, laderas con pendiente usualmente pronunciadas.			
1. Fondo: grava, canto rodado y algunas rocas	0.03	0.04	0.05
2. Fondo: cantos rodados y grandes rocas	0.04	0.05	0.07
D.2 Planicie de inundación			
a. Pastizales sin arbustos			
1. Pastos cortos	0.025	0.03	0.035
2. Pastos altos	0.03	0.035	0.05
b. Áreas cultivadas			
1. Sin cultivo	0.02	0.03	0.04
2. Cultivos maduros alineados	0.025	0.035	0.045
3. Campo de cultivos maduros	0.03	0.04	0.05
c. Arbustos o matorrales			
1. Arbustos escasos, mucha maleza	0.035	0.05	0.07
2. Pequeños matorrales y árboles, en invierno	0.035	0.05	0.06
3. Pequeños matorrales y árboles, en verano	0.04	0.00	0.08
4. Matorrales medianos a densos, en invierno	0.045	0.07	0.11
5. Matorrales medianos a densos, en verano	0.07	0.1	0.16
d. Arboles			
1. Sauces densos, rectos en verano	0.11	0.15	0.2
2. Terreno limpio, con troncos, sin brotes	0.03	0.04	0.05
3. Terreno limpio, con troncos y gran crecimiento de brotes	0.05	0.06	0.08
4. Gran cantidad de madera, algunos árboles caídos, poco crecimiento de arbustos y nivel de inundación por	0.08	0.1	0.12
5. Gran cantidad de madera, algunos árboles caidos. poco crecimiento de arbustos y nivel de inundación por	0.1	0.12	0.16

D.3 Cursos de agua importantes (ancho superficial de inundación > 100 pies o 30.5m). Los valores de n son menores que lo de cursos menores con descripción similar, debido a que los bancos ofrecen menor resistencia

a. Sección regular sin cantos rodados ni arbustos	0.025	0.06
b. Sección irregular y áspera o rugosa	0.035	0.1

ANEXO 2: Documentos Presentados a la Municipalidad

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

SOLICITO: Permiso de trabajo en el Río Ccaccachi – Coata y Alrededores, para la recolección de datos hidrológicos para proyecto de tesis.

SEÑOR ALCALDE DE LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAN MIGUEL

YO, HERNAN FERNANDO MAMANI FLORES ,
Identificado con DNI No. 43589789, con Domicilio en el Jr. 4 de noviembre N° 328; Barrio la Rinconada Distrito de Juliaca, provincia de San Román del Departamento de Puno, con el debido respeto me presento y expongo lo siguiente:

Que, recorro a su digno despacho a fin de solicitar: Permiso de trabajo en el Río Ccaccachi – Coata y Alrededores; ubicado en la salida a Huancané (puente Independencia y Ccaccachi), para la recolección de datos hidrológicos, así como el levantamiento topográfico para el área en estudio, a fin de elaborar nuestra tesis y optar el título de **INGENIERO CIVIL**

Autores:

HERNAN FERNANDO MAMANI FLORES DNI: 43589789
JUAN DE DIOS CABRERA CHOQUECAHUA

Línea de investigación:

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento.

El cual será evaluado por la **UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO – LIMA**


ADJUNTO LO SIGUIENTE:


- 1.- Solicitud dirigida al Alcalde.
- 2.- Copia de DNI.
- 3.- Constancia del Grado de Bachiller
- 3.- Ubicación del área de estudio.

POR LO EXPUESTO:

Ruego a Ud. Acceder a mi petición por ser legal y justa.

Juliaca, 04 de Abril del 2022


HERNAN FERNANDO MAMANI FLORES
DNI No. 43589789



ANEXO 3: Resultado del turnitin

Feedback Studio - Google Chrome

ev.turnitin.com/app/carta/es/?o=1868530974&u=1133076027&student_user=1&s=1&l=es

feedback studio

HERNAN FERNANDO MAMANI FLORES | tesis 2022.pdf

**Identificar Zonas de Inundaciones Utilizando el Software Hec-Ras,
San Román - 2022**

AUTOR:
Mamani Flores, Hernán Fernando (orcid.org/ 0003-4998-4672)

ASESOR:
Mg. Sigüenza Abanto, Robert Wilfredo (orcid.org/ 0000-0001-8850-8463)

LINEA DE INVESTIGACION:
Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

LINEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA
Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático

Página: 1 de 84 | Número de palabras: 13153 | Versión solo texto del informe | Alta resolución | Activado

11:14 p.m. 21/07/2022

GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA



PROYECTO : MODELAMIENTO HIDRÁULICO DEL RÍO COATA SECTOR INDEPENDENCIA, PARA IDENTIFICAR ZONA DE INUNDACIONES UTILIZANDO EL SOFTWARE HEC-RAS, SAN ROMÁN - 2022

PROGRESIVA : KM 0+000

MUESTRA : C - 1 (ESPESOR DE 0.50 M)

SOLICITANTES : MAMAMI FLORES HERNAN FERNANDO
CABRERA CHOQUECAHUA JUAN DE DIOS

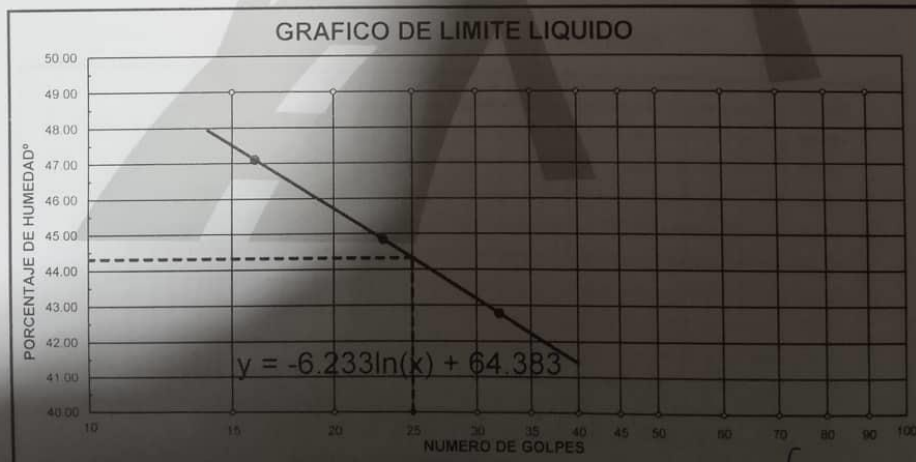
TECN. RESP.: PERSONAL LABORATORIO

ING. RESP. : ALFREDO ALARCON A.

FECHA : 28/05/22

LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D-424)

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
	16	23	32	3T	2S
01. No. DE GOLPES					
02. TARRO No.	3	4	6		
03. SUELO HUMEDO * TARRO g	29.34	31.46	31.52	21.40	20.50
04. SUELO SECO * TARRO g	24.30	25.90	26.60	20.60	19.70
05. PESO DEL AGUA g	5.04	5.56	4.92	0.80	0.80
06. PESO DEL TARRO g	13.60	13.50	15.10	17.20	16.10
07. PESO DEL SUELO SECO g	10.70	12.40	11.50	3.40	3.60
08. HUMEDAD %	47.10	44.84	42.78	23.53	22.22
<p>L.L.= 44.32 % L.P.= 22.88 % I.P.= 21.44 %</p>					



GEOTECNIA PUNO SRL.
Departamento de Geotecnia, Pavimentos, Cimentación y Construcción

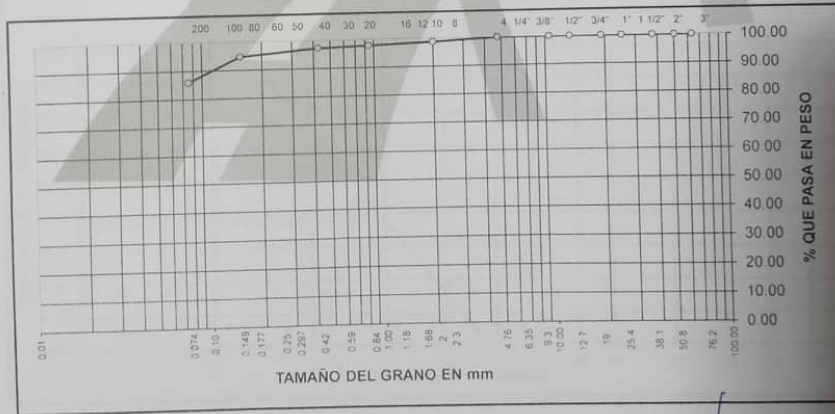
ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
RUC: 20190101732

TESIS : MODELAMIENTO HIDRÁULICO DEL RIO COATA SECTOR INDEPENDENCIA, PARA IDENTIFICAR ZONAS DE INUNDACIONES UTILIZANDO EL SOFTWARE HEC-RAS, SAN ROMÁN - 2022
 CANTERA : KM 0+000 TECN. RESPONS. : PERSONAL LABORATORIO
 MUESTRA : C - 1 (ESPOSOR 1.10 M) ING. RESPONS. : ALFREDO ALARCON A
 SOLICITANTE : MAMAMI FLORES HERNAN FERNANDO CABRERA CHOQUECAHUA JUAN DE DIOS FECHA : 28/05/2022

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D-422)

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75 000						Peso inicial 327 Grs
2 1/2"	63 000				100 00		Peso fracción 0 Grs
2"	50 000	0 00	0 00	0 00	100 00		Grava 0 00 %
1 1/2"	37 500	0 00	0 00	0 00	100 00		Arena 14 07 %
1"	25 000	0 00	0 00	0 00	100 00		Fino 85 93 %
3/4"	19 000	0 00	0 00	0 00	100 00		W natural 45.57 %
1/2"	12 500	0 00	0 00	0 00	100 00		
3/8"	9 500	0 00	0 00	0 00	100 00		LIMITES DE CONSISTENCIA
No 04	4 750	0 00	0 00	0 00	100 00		L L 43 78 %
No 10	2 000	4 00	1 22	1 22	98 78		L P 20 81 %
No 20	0 840	3 00	0 92	2 14	97 86		I P 22 97 %
No 40	0 425	2 00	0 61	2 75	97 25		
No 100	0 150	8 00	2 45	5 20	94 80		CLASIFICACION
No 200	0 075	29 00	8 87	14 07	85 93		SUCS CL
<No 200		281 00	85 93	100 0			AASHTO A-7-6(14)

REPRESENTACION GRAFICA TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD



GEOTECNIA PUNO EIRL.
 Ingeniería de Pavimentos, Estructuras, Saneamiento y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP 81732



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



PROYECTO: MODELAMIENTO HIDRÁULICO DEL RÍO COATA SECTOR INDEPENDENCIA, PARA IDENTIFICAR ZONA/ DE INUNDACIONES UTILIZANDO EL SOFTWARE HEC-RAS, SAN ROMÁN - 2022

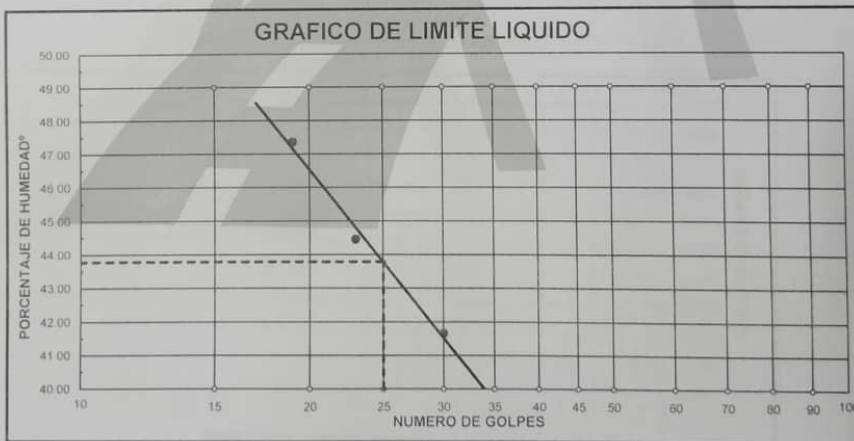
PROGRESIVA: KM 0+000 TECN. RESP.: PERSONAL LABORATORIO

MUESTRA: C - 1 (ESPESOR 1 10 M) ING. RESP.: ALFREDO ALARCON A.

SOLICITANTES: MAMAMI FLORES HERNAN FERNANDO FECHA: 28/05/22
CABRERA CHOQUECAHUA JUAN DE DIOS

LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D-424)

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
	19	23	30	3P	2T
01 No DE GOLPES					
02 TARRO No	16	17	18		
03 SUELO HUMEDO * TARRO	g 21.84	22.57	35.28	21.41	20.54
04 SUELO SECO * TARRO	g 17.72	18.72	31.41	20.68	19.78
05 PESO DEL AGUA	g 4.12	3.85	3.87	0.73	0.76
06 PESO DEL TARRO	g 9.02	10.06	22.12	17.20	16.10
07 PESO DEL SUELO SECO	g 8.70	8.66	9.29	3.48	3.68
08 HUMEDAD	% 47.36	44.46	41.66	20.98	20.65
L.L.= 43.78 % L.P.= 20.81 % I.P.= 22.97 %					



GEOTECNIA PUNO EIRL.
Ingeniería de Promoción, Supervisión, Consultoría y Construcción

ALFREDO ALARCON ATANUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 81732

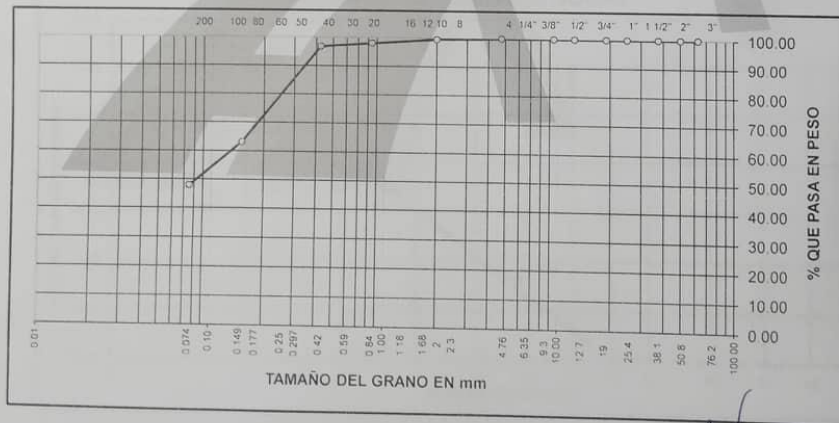
JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744

TESIS : MODELAMIENTO HIDRÁULICO DEL RIO COATA SECTOR INDEPENDENCIA, PARA IDENTIFICAR ZONAS DE INUNDACIONES UTILIZANDO EL SOFTWARE HEC-RAS, SAN ROMÁN - 2022
 CANTERA : KM 0+100 TECN. RESPONS. : PERSONAL LABORATORIO
 MUESTRA : C - 2 (ESPESOR DE 1:20 M) ING. RESPONS. : ALFREDO ALARCON A
 SOLICITANTE: MAMAMI FLORES HERNAN FERNANDO CABRERA CHOQUEGAHUA JUAN DE DIOS FECHA : 28/05/2022

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D-422)

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						Peso inicial 407 Grs
2 1/2"	63.000				100.00		Peso fracción 0 Grs
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00		Grava 0.00 %
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00		Arena 52.08 %
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00		Fino 47.92 %
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00		W natural 32.92 %
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00		LIMITES DE CONSISTENCIA
No 04	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00		L L 34.03 %
No 10	2.000	2.00	0.49	0.49	99.51		L P 18.76 %
No 20	0.840	6.00	1.47	1.96	98.04		I P 15.27 %
No 40	0.425	5.00	1.23	3.19	96.81		
No 100	0.150	137.00	33.66	36.85	63.15		CLASIFICACION
No 200	0.075	62.00	15.23	52.08	47.92		SUCS SC
<No 200		195.00	47.91	100.0			AASHTO A-6(4)

REPRESENTACION GRAFICA TAMANO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD





GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



PROYECTO : MODELAMIENTO HIDRÁULICO DEL RÍO COATA SECTOR INDEPENDENCIA, PARA IDENTIFICAR ZON/ DE INUNDACIONES UTILIZANDO EL SOFTWARE HEC-RAS, SAN ROMÁN - 2022

PROGRESIVA : KM 0+100

MUESTRA : C - 2 (ESPESOR DE 1.20 M)

SOLICITANTE : MAMAMI FLORES HERNAN FERNANDO

TECN. RESP.: PERSONAL LABORATORIO

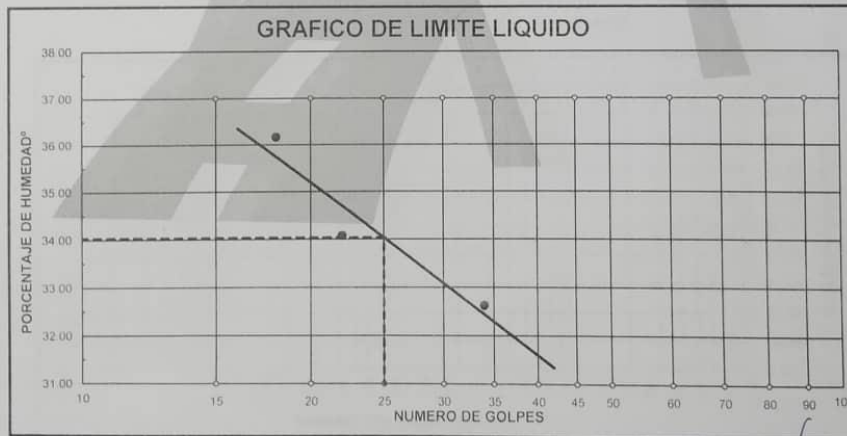
ING. RESP. : ALFREDO ALARCON A.

FECHA : 28/05/22

CABRERA CHOQUECAHUA JUAN DE DIOS

LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D-424)

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
	18	22	34	18T	19T
01 No DE GOLPES					
02 TARRO No	21	22	23		
03 SUELO HUMEDO * TARRO g	30.24	32.15	32.84	22.92	23.92
04 SUELO SECO * TARRO g	25.81	27.42	28.51	22.02	22.72
05 PESO DEL AGUA g	4.43	4.73	4.33	0.90	1.20
06 PESO DEL TARRO g	13.56	13.54	15.24	17.15	16.42
07 PESO DEL SUELO SECO g	12.25	13.88	13.27	4.87	6.30
08 HUMEDAD %	36.16	34.08	32.63	18.48	19.05
L.L.= 34.03 % L.P.= 18.76 % I.P.= 15.27 %					



GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.
Ingeniería de Pavimentos, Asesoría de Consultoría y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. C.O.E. 81732

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



TESIS: MODELAMIENTO HIDRÁULICO DEL RIO COATA SECTOR INDEPENDENCIA, PARA IDENTIFICAR ZONAS DE INUNDACIONES UTILIZANDO EL SOFTWARE HEC-RAS, SAN ROMAN - 2022

CANTERA: KM 0+200 TECN. RESPONS: PERSONAL LABORATORIO

MUESTRA: C - 3 (ESPESOR 0.60 M) ING. RESPONS: ALFREDO ALARCON A

SOLICITANTE: MAMAMI FLORES HERNAN FERNANDO FECHA: 28/05/2022
CABRERA CHOQUECAHUA JUAN DE DIOS

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D-422)

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						Peso inicial 707 Grs
2 1/2"	63.000				100.00		Peso fracción 0 Grs
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00		Grava 0.00 %
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00		Arena 77.22 %
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00		Fino 22.78 %
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00		W natural 31.40 %
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00		LIMITES DE CONSISTENCIA
No 04	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00		L L 26.95 %
No 10	2.000	11.00	1.56	1.56	98.44		L P 18.35 %
No 20	0.840	41.00	5.80	7.36	92.64		I P 8.60 %
No 40	0.425	44.00	6.22	13.58	86.42		
No 100	0.150	211.00	29.84	43.42	56.58		CLASIFICACION
No 200	0.075	239.00	33.80	77.22	22.78		SUCS SC
<No 200		161.00	22.77	100.0			AASHTO A-2-4(0)

REPRESENTACION GRAFICA TAMANO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD



GEOTECNIA PUNO EIRL.
Ingeniería de Pavimentos, Obras Civiles, Obras de Saneamiento y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. Jir: 01732

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



PROYECTO : MODELAMIENTO HIDRÁULICO DEL RÍO COATA SECTOR INDEPENDENCIA, PARA IDENTIFICAR ZONA DE INUNDACIONES UTILIZANDO EL SOFTWARE HEC-RAS, SAN ROMÁN - 2022

PROGRESIVA : KM 0+200

MUESTRA : C - 3 (ESPESOR 0.60 M)

SOLICITANTE : MAMAMI FLORES HERNAN FERNANDO

TECN. RESP.: PERSONAL LABORATORIO

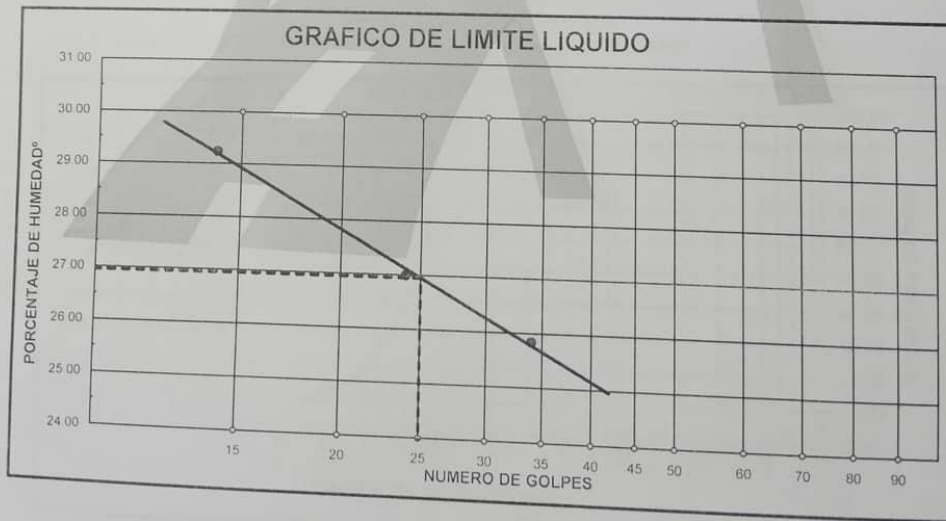
ING. RESP. : ALFREDO ALARCON A.

FECHA : 28/05/22

CABRERA CHOQUECAHUA JUAN DE DIOS

LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D-424)

DESCRIPCION		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
		14	24	34	11T	12T
01 No DE GOLPES		14	24	34		
02. TARRO No.		11	12	13	11T	12T
03 SUELO HUMEDO * TARRO	g	29.35	31.52	31.56	24.92	22.62
04 SUELO SECO * TARRO	g	25.81	27.71	28.16	23.55	21.67
05 PESO DEL AGUA	g	3.54	3.81	3.40	1.37	0.95
06 PESO DEL TARRO	g	13.70	13.60	15.00	16.24	16.38
07. PESO DEL SUELO SECO	g	12.11	14.11	13.16	7.31	5.29
08 HUMEDAD	%	29.23	27.00	25.84	18.74	17.96
L.L.=		26.95 %	L.P.=	18.35 %	I.P.=	8.60 %



GEOTECNIA PUNO EIRL.
Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia Consultoría y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. EIRL



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.

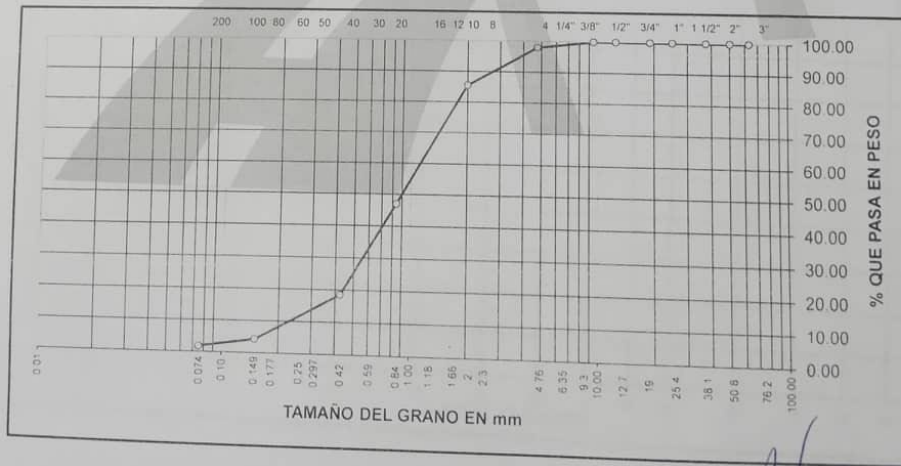


TESIS : MODELAMIENTO HIDRÁULICO DEL RÍO COATA SECTOR INDEPENDENCIA, PARA IDENTIFICAR ZONAS DE INUNDACIONES UTILIZANDO EL SOFTWARE HEC-RAS, SAN ROMÁN - 2022
 CANTERA : KM 0+200 TECN. RESPONS. : PERSONAL LABORATORIO
 MUESTRA : C - 3 (ESPESOR 1.40 M) ING. RESPONS. : ALFREDO ALARCON A
 SOLICITANTE : MAMAMI FLORES HERNAN FERNANDO FECHA : 28/05/2022
 CABRERA CHOQUECAHUA JUAN DE DIOS

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D-422)

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						Peso inicial 442 Grs
2 1/2"	63.000				100.00		Peso fracción 0 Grs
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00		Grava 2.04 %
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00		Arena 96.15 %
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00		Fino 1.81 %
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00		W natural 18.33 %
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00		LIMITES DE CONSISTENCIA
No. 04	4.750	9.00	2.04	2.04	97.96		L L NP %
No. 10	2.000	55.00	12.44	14.48	85.52		L P NP %
No. 20	0.840	170.00	38.46	52.94	47.06		L P NP %
No. 40	0.425	126.00	28.51	81.45	18.55		
No. 100	0.150	63.00	14.25	95.70	4.30		CLASIFICACION
No. 200	0.075	11.00	2.49	98.19	1.81		SUCS SM
<No. 200		6.00	1.81	100.0			AASHTO A-1-b(0)

REPRESENTACION GRAFICA TAMANO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD



GEOTECNIA PUNO EIRL.
 Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia Consultoría y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIR 81732



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA



PROYECTO : MODELAMIENTO HIDRÁULICO DEL RÍO COATA SECTOR INDEPENDENCIA, PARA IDENTIFICAR ZONA DE INUNDACIONES UTILIZANDO EL SOFTWARE HEC-RAS, SAN ROMÁN - 2022

PROGRESIVA : KM 0+200

MUESTRA : C - 3 (ESPESOR 140 M)

SOLICITANTE : MAMAMI FLORES HERNAN FERNANDO
CABRERA CHOQUECAHUA JUAN DE DIOS

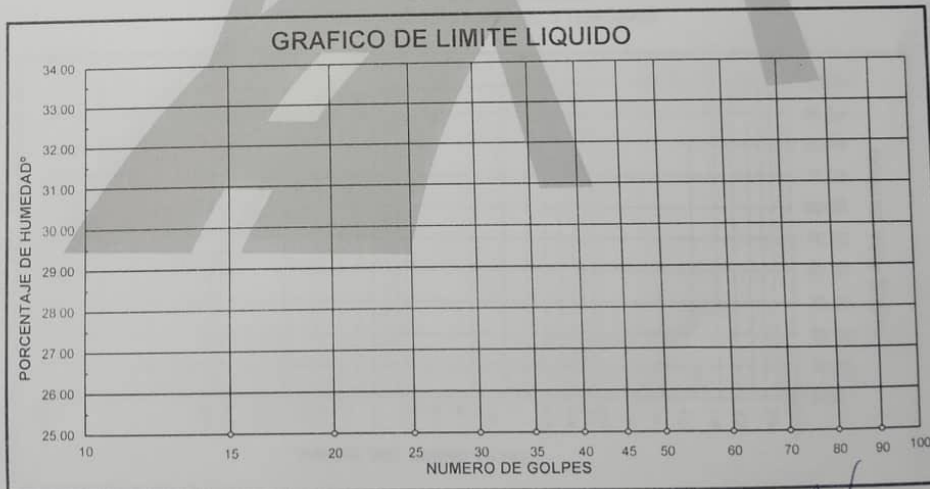
TECN. RESP.: PERSONAL LABORATORIO

ING. RESP. : ALFREDO ALARCON A.

FECHA : 28/05/22

LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D-424)

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
01 No DE GOLPES						
02 TARRO No						
03 SUELO HUMEDO * TARRO	g	N.P		N.P		
04 SUELO SECO * TARRO	g					
05 PESO DEL AGUA	g					
06 PESO DEL TARRO	g					
07 PESO DEL SUELO SECO	g					
08 HUMEDAD	%					
L.L.=	NP %	L.P.=	NP %	I.P.=	NP %	



GEOTECNIA HUNO EIRL.
Ingeniería de Pavimentos, Asesoría en Construcción y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACMI
INGENIERO CIVIL
Reg. C.R. 81732



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



TESIS : MODELAMIENTO HIDRAULICO DEL RIO COATA SECTOR INDEPENDENCIA, PARA IDENTIFICAR ZONAS DE INUNDACIONES UTILIZANDO EL SOFTWARE HEC-RAS, SAN ROMÁN - 2022
 TECN. RESPONS. : PERSONAL LABORATORIO
 CANTERA : KM 0+300
 ING. RESPONS. : ALFREDO ALARCON A
 MUESTRA : C - 4 (ESPESOR 0.40 M)
 FECHA : 28/05/2022
 SOLICITANTE: MAMAMI FLORES HERNAN FERNANDO
 CABRERA CHOQUECAHUA JUAN DE DIOS

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D-422)

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						Peso inicial 455 Grs
2 1/2"	63.000				100.00		Peso fracción 0 Grs
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00		Grava 0.44 %
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00		Arena 62.20 %
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00		Fino 37.36 %
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00		W natural 36.92 %
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00		LIMITES DE CONSISTENCIA
No.04	4.750	2.00	0.44	0.44	99.56		L.L 40.28 %
No.10	2.000	5.00	1.10	1.54	98.46		L.P 26.86 %
No.20	0.840	6.00	1.32	2.86	97.14		I.P 13.42 %
No.40	0.425	11.00	2.42	5.28	94.72		CLASIFICACION
No.100	0.150	125.00	27.47	32.75	67.25		SUCS SC
No.200	0.075	136.00	29.89	62.64	37.36		AASHTO A-6(1)
<No.200		170.00	37.36	100.0			

REPRESENTACION GRAFICA TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD





GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



TESIS : MODELAMIENTO HIDRÁULICO DEL RIO COATA SECTOR INDEPENDENCIA, PARA IDENTIFICAR ZONAS DE INUNDACIONES UTILIZANDO EL SOFTWARE HEC-RAS, SAN ROMAN - 2022
 TECN. RESPONS. : PERSONAL LABORATORIO
 CANTERA : KM 0+300
 ING. RESPONS. : ALFREDO ALARCON A.
 MUESTRA : C - 4 (ESPESOR 1 20 M)
 FECHA : 28/05/2022
 SOLICITANTE: MAMAMI FLORES HERNAN FERNANDO
 CABRERA CHOQUECAHUA JUAN DE DIOS

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D-422)

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
							Peso inicial 730 Grs
3"	75.000				100.00		Peso fracción 0 Grs
2 1/2"	63.000				100.00		Grava 22.87 %
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00		Arena 75.76 %
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00		Fiño 1.37 %
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00		W.natural 17.81 %
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00		
1/2"	12.500	5.00	0.68	0.68	99.32		
3/8"	9.500	30.00	4.11	4.79	95.21		LIMITES DE CONSISTENCIA
No 04	4.750	132.00	18.08	22.87	77.13		L.L NP %
No 10	2.000	137.00	18.77	41.64	58.36		L.P NP %
No 20	0.840	99.00	13.56	55.20	44.80		I.P NP %
No 40	0.425	127.00	17.40	72.60	27.40		
No 100	0.150	153.00	20.96	93.56	6.44		CLASIFICACION
No 200	0.075	37.00	5.07	98.63	1.37		SUCS SM
<No 200		10.00	1.37	100.0			AASHTO A-1-b(0)

REPRESENTACION GRAFICA TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD



GEOTECNIA PUNO EIRL.
 Ingeniería de Pavimentos, Cimentaciones y Construcción
 ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C.I.R. 51732

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
 alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



PROYECTO : MODELAMIENTO HIDRÁULICO DEL RÍO COATA SECTOR INDEPENDENCIA, PARA IDENTIFICAR ZON/ DE INUNDACIONES UTILIZANDO EL SOFTWARE HEC-RAS, SAN ROMÁN - 2022

PROGRESIVA : KM 0+300

TECN. RESP.: PERSONAL LABORATORIO

MUESTRA : C - 4 (ESPESOR 1 20 M)

ING. RESP. : ALFREDO ALARCON A

SOLICITANTE : MAMAMI FLORES HERNAN FERNANDO
CABRERA CHOQUECAHUA JUAN DE DIOS

FECHA : 28/05/22

LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D-424)

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLASTICO	
01 No DE GOLPES				
02 TARRO No				
03 SUELO HUMEDO * TARRO g				
04 SUELO SECO * TARRO g	N.P		N.P	
05 PESO DEL AGUA g				
06 PESO DEL TARRO g				
07 PESO DEL SUELO SECO g				
08 HUMEDAD %				
L.L.=	NP %	L.P.=	NP %	I.P.= NP %



GEOTECNIA PUNO EIRL
Ingeniería de Pavimentos, Asfalto, Construcción y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
REG. COE 91702

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



TESIS : MODELAMIENTO HIDRÁULICO DEL RÍO COATA SECTOR INDEPENDENCIA, PARA IDENTIFICAR ZONAS DE INUNDACIONES UTILIZANDO EL SOFTWARE HEC-RAS, SAN ROMÁN - 2022
 CANTERA : KM 0+000 TECN. RESPONS. : PERSONAL LABORATORIO
 MUESTRA : C - 1 (ESPESOR DE 0.50 M) ING. RESPONS. : ALFREDO ALARCON A
 SOLICITANTE: MAMAMI FLORES HERNAN FERNANDO FECHA : 28/05/2022
 CABRERA CHOQUEGAHUA JUAN DE DIOS

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D-422)

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						Peso inicial 493 Grs
2 1/2"	63.000				100.00		Peso fracción 0 Grs
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00		Grava 0.00 %
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00		Arena 6.50 %
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00		Fino 93.50 %
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00		W natural 41.38 %
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00		LIMITES DE CONSISTENCIA
No 04	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00		L L 44.32 %
No 10	2.000	0.00	0.00	0.00	100.00		L P 22.88 %
No 20	0.840	1.00	0.20	0.20	99.80		I P 21.44 %
No 40	0.425	2.00	0.41	0.61	99.39		
No 100	0.150	9.00	1.83	2.44	97.56		CLASIFICACION
No 200	0.075	20.00	4.06	6.50	93.50		SUCS CL
<No.200		461.00	93.51	100.0			AASHTO A-7-6(13)

REPRESENTACION GRAFICA TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD



GEOTECNIA PUNO SRL
 Ing. Alfredo Alarcon A.
 M. S. N. 100 41880 01 ATAYHUACHI
 R. S. N. 100 41880 01 ATAYHUACHI
 R. S. N. 100 41880 01 ATAYHUACHI



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, ROBERT WILFREDO SIGÜENZA ABANTO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis titulada: "Modelamiento Hidráulico del Río Coata Sector Independencia, Para Identificar Zonas de Inundaciones Utilizando el Software Hec-Ras – Puno - 2022", cuyos autores son MAMANI FLORES HERNAN FERNANDO, CABRERA CHOQUECAHUA JUAN DE DIOS, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 21.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 18 de Julio del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
ROBERT WILFREDO SIGÜENZA ABANTO DNI: 42203191 ORCID: 0000-0001-8850-8463	Firmado electrónicamente por: RSIGUENZA el 01- 09-2022 07:03:40

Código documento Trilce: TRI - 0351116