

**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**

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



**DETERMINACIÓN DE ESCORRENTÍA Y SU INFLUENCIA EN EL
DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE EN LA CIUDAD
UNIVERSITARIA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO
RODRIGUEZ DE MENDOZA CHACHAPOYAS – AMAZONAS, 2016**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

INGENIERO CIVIL

AUTORES:

Bach. ROGER ZUMAETA SERVAN

Bach. ROBERTH BRAYAN GOÑAS PUSCAN

ASESOR: M.Sc. Ing. WAGNER GUZMÁN CASTILLO

CO-ASESOR: Ing. JHON HILMER SALDAÑA NUÑEZ

CHACHAPOYAS – PERÚ

2017

**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**

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



**DETERMINACIÓN DE ESCORRENTÍA Y SU INFLUENCIA EN EL
DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE EN LA CIUDAD
UNIVERSITARIA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO
RODRIGUEZ DE MENDOZA CHACHAPOYAS – AMAZONAS, 2016**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

INGENIERO CIVIL

AUTORES:

Bach. ROGER ZUMAETA SERVAN

Bach. ROBERTH BRAYAN GOÑAS PUSCAN

ASESOR: M.Sc. Ing. WAGNER GUZMÁN CASTILLO

CO-ASESOR: Ing. JHON HILMER SALDAÑA NUÑEZ

CHACHAPOYAS – PERÚ

2017

DEDICATORIA

A Dios por concedernos el don de la vida y permanecer siempre a nuestro lado en todo instante de ella, gracias señor por permitirnos haber culminado este éxito en nuestra vida profesional, que sin duda es una bendición más que concedes a estos tus hijos.

Roger Zumaeta Servan & Roberth Brayan Goñas Puscan.

AGRADECIMIENTO

A Dios: por habernos concedido salud, fortaleza sabiduría, alegría y consuelo en los momentos difíciles, elementos necesarios para haber concluido con éxito la carrera profesional.

A nuestros padres, y a nuestras familias enteras por su apoyo en el largo proceso de desarrollo de la tesis.

Nuestro Agradecimiento muy sinceros al M.Sc. Wagner Guzmán Castillo asesor de la presente tesis, y al Co-asesor Ing. Jhon Hilmer Saldaña Nuñez; quienes con su apoyo permanente y estímulo constante en la búsqueda del conocimiento y la información relevante ha hecho posible la culminación de la presente tesis en la que volcamos nuestras inquietudes y experiencias

Nuestro especial agradecimiento a la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza y a los profesores de la carrera profesional de Ingeniería Civil quienes con su apoyo permanente Científico y Tecnológico ha hecho posible la culminación de nuestra carrera profesional.

LOS AUTORES.

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE
MENDOZA DE AMAZONAS**

Ph. D. Jorge Luis Maicelo Quintana
RECTOR

Dr. Oscar Andrés Gamarra Torres
VICERECTOR ACADÉMICO

Dra. María Nelly Lujan Espinoza
VICERRECTORA DE INVESTIGACIÓN

Dr. Miguel Ángel Barrena Gurbillón
DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS

El docente de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas que suscribe, hace constar que ha asesorado la tesis titulada **Determinación de Escorrentía y su Influencia en el Diseño del Sistema de Drenaje en la Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza Chachapoyas – Amazonas, 2016**, de los tesisistas egresados de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental, Escuela Profesional de Ingeniería Civil.

- Bach. Roger Zumaeta Servan
- Bach. Roberth Brayan Goñas Puscan.

El suscrito da el visto bueno de la mencionada tesis dándole pase para que sea sometida a la revisión por el jurado evaluador comprometiéndose a supervisar el levantamiento de las observaciones que formulen para su posterior sustentación.

Chachapoyas, 20 de marzo del 2017.

.....
M.Sc. Ing. Wagner Guzmán Castillo.

ASESOR

VISTO BUENO DEL CO-ASESOR DE TESIS

El docente de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas que suscribe, hace constar que ha asesorado la tesis titulada **Determinación de Escorrentía y su Influencia en el Diseño del Sistema de Drenaje en la Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza Chachapoyas – Amazonas, 2016**, de los tesisistas egresados de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental, Escuela Profesional de Ingeniería Civil.

- Bach. Roger Zumaeta Servan
- Bach. Roberth Brayan Goñas Puscan.

El suscrito da el visto bueno de la mencionada tesis dándole pase para que sea sometida a la revisión por el jurado evaluador comprometiéndose a supervisar el levantamiento de las observaciones que formulen para su posterior sustentación.

Chachapoyas, 20 de marzo del 2017.

.....
Ing. Jhon Hilmer Saldaña Nuñez

CO-ASESOR

JURADO EVALUADOR

Ms. C. Elías Alberto Torres Armas

PRESIDENTE

Ing. Guillermo Idrogo Vásquez

SECRETARIO

Ing. Lucila Arce Meza

VOCAL

DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO

Nosotros, Roger Zumaeta Servan y Roberth Brayan Goñas Puscan, Bachilleres de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, identificados con DNI N° 45923113 y 73952911 respectivamente.

Declaramos bajo juramento que:

- Somos los autores de la tesis titulada: **Determinación de Escorrentía y su Influencia en el Diseño del Sistema de Drenaje en la Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza Chachapoyas – Amazonas, 2016**, la misma que presentamos para optar el título profesional de Ingeniero Civil.
- La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
- La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.
- La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
- Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumimos las consecuencias y sanciones que de nuestras acciones se deriven, sometiéndonos a la normatividad vigente de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

Chachapoyas 20 de marzo del 2017.

.....
Roger Zumaeta Servan

DNI N° 45923113

.....
Roberth Brayan Goñas Puscan

DNI N° 73952911

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	17
1.1. Realidad del problema	18
1.2. Formulación del problema.....	20
1.3. Justificación del problema	20
1.4. Hipótesis	21
1.5. Variables de estudios	22
II. OBJETIVOS.....	22
2.1. Objetivo general.....	22
2.2. Objetivos específicos	22
III. MARCO TEÓRICO	23
3.1. Antecedentes de la investigación.....	23
3.2. Base teórica.....	25
3.3. Definición de términos básicos.....	29
IV. MATERIAL Y MÉTODOS	30
4.1. Materiales, herramientas y/o equipos	30
4.2. Diseño de la investigación	31
4.3. Población, muestra y muestreo	32
4.4. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	32
4.5. Análisis de Datos	34
4.6. Localización.....	35
4.7. Características fisiográficas de la zona en estudio.	36
4.8. Características de relieve.	37
4.9. Accesibilidad.	37
4.10. Recolección de Datos.	37
4.11. Procesamiento de datos.....	41

V. RESULTADOS.....	61
5.1. Resultados del estudio topográfico	61
5.2. Resultados de áreas Tributarias, longitudes, desniveles y recorrido	64
5.3. Resultados de la determinación de pendientes, tipo de cobertura y textura de suelo	67
5.4. Resultados del estudio Hidrológico	71
5.5. Resultados de cálculo de caudal máximo	72
5.6. Resultados del Diseño Hidráulico del Canal de Concreto	85
5.7. Resultados del Diseño Estructural del Canal de Concreto	88
5.8. Resultados de metrado de un metro lineal de Canal de Concreto	98
5.9. Resultados de presupuesto de un metro lineal de Canal de Concreto	102
5.10. Análisis de influencia de la escorrentía en el diseño del sistema de drenaje..	104
VI. DISCUSIÓN	112
VII. CONCLUSIONES.....	113
VIII. RECOMENDACIONES.....	116
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	117

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Valores del coeficiente de escorrentía para zonas urbanas.....	28
Tabla 2. Valores del coeficiente de escorrentía para zonas no urbanas.....	28
Tabla 3. Ubicación de la estación climatológica ordinaria Chachapoyas	38
Tabla 4. Precipitación máxima en 24 horas (mm) desde 1995 hasta 2016	40
Tabla 5. Valor índice de lluvia para diferentes tiempos de duración	41
Tabla 6. Pmax en 24 horas para un periodo de retorno de 10 años	44
Tabla 7. Valores de precipitación en mm, para diversos TR y Dt=t	45
Tabla 8. Intensidades de precipitación en mm/hora; para diversos TR y Dt=t.....	46
Tabla 9. Pmax en 24 horas para diferentes TR con una distribución Gumbel	49
Tabla 10. Pmax en 24 horas para diferentes TR con una distribución Normal	51
Tabla 11. Pmax en 24h para diferentes TR con una distribución Lognormal de 2	53
Tabla 12. Intensidades de precipitación en mm/hora; para diversos TR y Dt=t	53
Tabla 13. Borde Libre en función del caudal	60
Tabla 14. Cuadro de Áreas y Longitudes	64
Tabla 15. Datos a ingresar al programa Hidroesta para el cálculo de "c"	67
Tabla 16. Serie de datos de área, cobertura y de C parciales del Recorrido 1.....	72
Tabla 17. Cálculo del I máxima: Valores de T, D y I máx. del Recorrido 1	73
Tabla 18. Resumen de Resultados de los cálculos del Recorrido 1.....	73
Tabla 19. Serie de datos de área, cobertura y de C parciales del Recorrido 2.....	73
Tabla 20. Cálculo del I máxima: Valores de T, D y I máx. del Recorrido 2.....	74
Tabla 21. Resumen de Resultados de los cálculos del Recorrido 2.....	74
Tabla 22. Serie de datos de área, cobertura y de C parciales del Recorrido 3.....	75
Tabla 23. Cálculo del I máxima: Valores de T, D y I máx. del Recorrido 3.....	75
Tabla 24. Resumen de Resultados de los cálculos del Recorrido 3.....	76
Tabla 25. Serie de datos de área, cobertura y de C parciales del Recorrido 4.....	76
Tabla 26. Cálculo del I máxima: Valores de T, D y I máx. del Recorrido 4.....	76
Tabla 27. Resumen de Resultados de los cálculos del Recorrido 4.....	77
Tabla 28. Serie de datos de área, cobertura y de C parciales del Recorrido 5.....	77
Tabla 29. Cálculo del I máxima: Valores de T, D y I máx. del Recorrido 5.....	77
Tabla 30. Resumen de Resultados de los cálculos del Recorrido 5.....	78
Tabla 31. Serie de datos de área, cobertura y de C parciales del Recorrido 6.....	78
Tabla 32. Cálculo del I máxima: Valores de T, D y I máx. del Recorrido 6.....	78

Tabla 33. Resumen de Resultados de los cálculos del Recorrido 6.....	79
Tabla 34. Serie de datos de área, cobertura y de C parciales del Recorrido 7.....	79
Tabla 35. Cálculo del I máxima: Valores de T, D y I máx. del Recorrido 7.....	79
Tabla 36. Resumen de Resultados de los cálculos del Recorrido 7.....	80
Tabla 37. Serie de datos de área, cobertura y de C parciales del Recorrido 8.....	80
Tabla 38. Cálculo del I máxima: Valores de T, D y I máx. del Recorrido 8.....	80
Tabla 39. Resumen de Resultados de los cálculos del Recorrido 8.....	81
Tabla 40. Serie de datos de área, cobertura y de C parciales del Recorrido 9.....	81
Tabla 41. Cálculo del I máxima: Valores de T, D y I máx. del Recorrido 9.....	81
Tabla 42. Resumen de Resultados de los cálculos del Recorrido 9.....	82
Tabla 43. Serie de datos de área, cobertura y de C parciales del Recorrido 10.....	82
Tabla 44. Cálculo del I máxima: Valores de T, D y I máx. del Recorrido 10.....	82
Tabla 45. Resumen de Resultados de los cálculos del Recorrido 10.....	82
Tabla 46. Serie de datos de área, cobertura y de C parciales del Recorrido 11.....	83
Tabla 47. Cálculo del I máxima: Valores de T, D y I máx. del Recorrido 11.....	83
Tabla 48. Resumen de Resultados de los cálculos del Recorrido 11.....	83
Tabla 49. Resumen de Cálculo de Caudales Untrm	84
Tabla 50. Resumen de elementos de la sección del canal para cada recorrido	87
Tabla 51. Peso específico y ángulo de fricción interna de algunos tipos de suelo	88
Tabla 52. Resumen de la cantidad de acero del canal para cada recorrido	98
Tabla 53. Planilla de metrados de un metro lineal de Canal de Concreto "Determinación de Escorrentía y su Influencia en el Diseño del Sistema de Drenaje en la Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza Chachapoyas – Amazonas, 2016"	98
Tabla 54. Planilla de metrados de un metro lineal de Canal de Concreto "Estabilización de Suelos y Taludes en la zona sur y sur este de la ciudad Universitaria de la Untrm "	100
Tabla 55. Muestras de la escorrentía o Caudal (m ³ /seg) para el diseño hidráulico y estructural del sistema de drenaje	104
Tabla 56. Estadísticos descriptivos de las variables de estudio.....	105
Tabla 57. Correlaciones de las variables de estudio, según el coeficiente de correlación de Pearson	107

Tabla 58. Correlación y grado de relación de la variable independiente con las variables dependientes.....	108
Tabla 59. Análisis de Varianza (ANOVA) para probar la significación de la influencia de la variable escorrentía o caudal en el tirante, base, altura, acero1, acero2	109

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Imagen satelital de la zona de estudio.....	36
Figura 2. Levantamiento topográfico del área en estudio.	38
Figura 3. Estación Meteorológica Chachapoyas	39
Figura 4. Serie histórica de precipitación máxima en 24 horas, Estación Chachapoyas....	39
Figura 5. Distribución de Gumbel	42
Figura 6. Distribución normal	43
Figura 7. Distribución Lognormal de 2 parámetros	44
Figura 8. Distribución de Gumbel para un tiempo de retorno de 2 años.....	47
Figura 9. Distribución de Gumbel para TR=5 años	48
Figura 10. Distribución de Gumbel para TR=10 años	48
Figura 11. Distribución de Gumbel para TR=25 años	48
Figura 12. Distribución de Gumbel para TR=50 años	48
Figura 13. Distribución de Normal para un tiempo de retorno de 2 años	49
Figura 14. Distribución de Normal para TR=5 años	50
Figura 15. Distribución de Normal para TR=10 años	50
Figura 16. Distribución de Normal para TR=25 años	50
Figura 17. Distribución de Normal para TR=50 años	50
Figura 18. Distribución de Lognormal de 2 parámetros para un TR de 2 años	51
Figura 19. Distribución de Lognormal de 2 parámetros para TR=5 años	52
Figura 20. Distribución de Lognormal de 2 parámetros para TR=10 años	52
Figura 21. Distribución de Lognormal de 2 parámetros para TR=25 años	52
Figura 22. Distribución de Lognormal de 2 parámetros para TR=50 años	52
Figura 23. Diagrama de Flujo de Aguas de Lluvia. Ver Plano de Diagrama de Flujo. Anexo 2.....	55
Figura 24. Cálculo de la I máx. para un período de retorno de 10 años del Recorrido 1... 56	56
Figura 25. Cálculo del Coeficiente de escorrentía (C) del Recorrido 1.	57
Figura 26. Cálculo del Q máx. del Recorrido 1.....	58
Figura 27. Sección rectangular de Canal abierto.....	59
Figura 28. Importación de puntos topográficos al software AutoCAD Civil 3D.....	61
Figura 29. Plano Topográfico-Curvas de nivel en el software AutoCAD Civil 3D.....	62
Figura 30. Plano Topográfico-Estructuras Existentes en el software AutoCAD Civil 3D	63
Figura 31. Intensidad - Duración - Frecuencia (IDF).....	71

Figura 32. Cálculo de la sección del canal del Recorrido 1 en Hcanales.....	85
Figura 33. Sección del canal para el recorrido 1	87
Figura 34. Sección del canal proyectado.....	87
Figura 35. Empuje de tierra sobre la sección del canal	88
Figura 36. Idealización de cargas por Empuje de Tierra.....	90
Figura 37. Empuje del agua sobre la sección del canal.....	93
Figura 38. Idealización de cargas hidrostáticas.....	95
Figura 39. Distribución de los Estadísticos descriptivos de las variables de estudio.....	105
Figura 40. Correlaciones de las variables de estudio	109
Figura 41. Codificación de los datos en SPSS de las variables de estudio	110
Figura 42. Ingreso de los datos a SPSS 23.0 según las variables de estudio.....	110
Figura 43. Cálculo de los Estadísticos descriptivos para el análisis estadístico en spss 23.0.....	111
Figura 44. Cálculo del Análisis de varianza de las variables de estudio en spss 23.0	111
Figura 45. Cálculo de las correlaciones de las variables de estudio en spss 23.0	111

RESUMEN

La Determinación de Escorrentía y su Influencia en el Diseño del Sistema de Drenaje en la Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza Chachapoyas – Amazonas, 2016 se determinó y evaluó escorrentías a través de la metodología de Frederick Bell y Soil Conservation Service (SCS), además se evaluó la viabilidad técnica y económica del diseño hidráulico y Estructural de los canales en la ciudad universitaria de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza, así también se propone lineamientos y/o proceso para un diseño adecuado de obra de drenaje. Para el cálculo de la precipitación máxima en 24 horas se usó tres métodos de distribución: Gumbel, Normal y Log normal de 2 parámetros. Se utilizó hojas de cálculo para el diseño hidráulico y estructural de canales abiertos, para determinar las dimensiones de las secciones transversales de dichos canales. Se realizó la verificación hidrológica e hidráulica del sistema de drenaje Pluvial de los Canales Abiertos ya Construidos en la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza, y un análisis económico mediante un metrado y análisis de costos unitarios por metro lineal de canal.

Palabras clave: Caudal, diseño, viabilidad, técnica y económica.

ABSTRACT

The Determination of Runoff and its Influence in the Design of the Drainage System in the University City of the National University Toribio Rodríguez de Mendoza Chachapoyas - Amazonas, 2016 was determined and evaluated runoff through the methodology of Frederich Bell and SCS, in addition it was evaluated The technical and economic viability of the hydraulic and structural design of the canals in the university city of the National University Toribio Rodríguez de Mendoza, also proposes guidelines and / or process for an adequate design of drainage works. For the calculation of the maximum precipitation in 24 hours three distribution methods were used: Gumbel, Normal and Normal log of 2 parameters. Spreadsheets for the hydraulic and structural design of open channels were used to determine the cross-sectional dimensions of these channels. The hydrological and hydraulic verification of the Pluvial drainage system of the Open Channels already built at the National University Toribio Rodríguez de Mendoza was carried out, and an economic analysis through a metering and analysis of unit costs per linear meter of channel.

Keywords: Flow, design, feasibility, technical and economic.

I. INTRODUCCIÓN

Al referirnos a la determinación de escorrentía y su influencia en el diseño de canales, se debe tener en claro que los estudios de hidrológica e hidráulica son los más importantes, es por esto, que para lograr un diseño adecuado se debe tomar en cuenta varios parámetros, que luego deberán ser analizados por diferentes métodos que sean aplicables para poder obtener así información de calidad.

El sistema de drenaje engloba a todo el conjunto de acciones destinadas a garantizar la integridad y desempeño de la estructura durante las precipitaciones y evitar en lo máximo posible que las aguas pluviales causen daños ya sea a las personas, vehículos o propiedades.

Generalmente la población considera al drenaje como una simple reunión de cálculos que posteriormente se reflejan en la construcción de cunetas y alcantarillas, concepción obviamente equívoca debido a que, tras esa reunión de cálculos existe un sin número de parámetros y características a considerar. Por esta misma razón en el presente trabajo se busca afianzar una especie de guía ordenada y precisa que permita a los lectores, profesionales o no de la ingeniería tener una visión de todo el proceso que se sigue para la elaboración de un sistema de drenaje pluvial, desde el análisis de datos históricos de precipitación, coeficientes de escorrentía, modelización computacional, obtención de caudales de diseño, dimensionamiento hidráulico de los componentes, hasta la posterior verificación de funcionamiento.

1.1. Realidad del problema

Peralta (2010), en un estudio que realiza sobre obras de drenaje en caminos menciona, que con el paso del tiempo factores tales como el viento, la temperatura, los sismos y el agua, por mencionar algunos, son causantes de desgaste, el cual termina por afectar la eficiencia del camino. El problema se inicia a consecuencia de las lluvias que trae como resultado el mal funcionamiento del drenaje y sub-drenaje, generando problemas como azolves en las obras de captación, canales deteriorados, vegetación en las laderas y cortes, etc., que a lo largo ocasionan daños muy costosos e importantes de tomarse en cuenta en cuestión económica ya que un camino mal proyectado genera mayores costos de mantenimiento y conservación. Es por esta razón que el diseño y construcción de un sistema de drenaje superficial requiere la realización de estudios del clima, suelo e hidrología. Los objetivos principales del drenaje son la preservación de la carretera, ya que ésta juega un papel social y económico. La prevención del impacto negativo al ambiente es de igual manera una de las metas del sistema de drenaje. El diseño y construcción de drenajes subterráneos requiere estudios geológicos especializados. El concepto básico para el diseño del drenaje subterráneo consiste en remover el agua del terreno para interceptarla con un material más poroso que el suelo original.

En el año 2014, Yañez estudió la Eficiencia del Sistema de Drenaje Pluvial en la Av. Angamos y Jr. Santa Rosa, con la finalidad de determinar las causas que determinan la ineficiencia del sistema de drenaje, ya que en tiempos de alta precipitación de lluvias, los niveles de esta alcanzan índices elevados lo que causa serios problemas a la población cajamarquina por un ineficiente sistema drenaje pluvial, la sobrecarga pluvial propicia inundaciones en zonas topográficamente bajas y erosiones en los cursos de agua por el incremento de la velocidad de escorrentía; impactando desfavorablemente en las superficies expuestas de edificaciones e infraestructura vinculadas a estos espacios.

Flores (2013), realizó un análisis del Drenaje Pluvial en el distrito de Pimentel, en la cual menciona que el distrito de Pimentel no cuenta, con un adecuado sistema de evacuación de aguas de lluvias, debido a esta esta situación todas las aguas producto de las lluvias son llevadas al sistema de alcantarillado de la red de desagüe, es decir a los buzones existentes de dicha red, estos a su vez no están diseñados para transportar las aguas de lluvia (las mismas que va acompañadas de sedimentos, residuos sólidos, gravas, etc.) colapsan ocasionando no solo que las calles sigan inundadas durante el lapso de lluvia y hasta muchas horas e incluso días después, haciendo que las aguas servidas salgan a la superficie ocasionando malos olores en la ciudad que acarrea daños a la población y una mala imagen de la ciudad para los que viven y los visitantes de otros lugares.

El desarrollo urbano se ha acelerado en la segunda mitad del siglo XX con gran concentración de población en pequeños espacios, impactando en el ecosistema terrestre y acuático y en la propia población. Este proceso viene ocurriendo debido a la falta de control del espacio urbano que produce efectos directos sobre la infraestructura del agua: abastecimiento, sistema sanitario, drenaje urbano e inundaciones ribereñas y residuos sólidos. Por otro lado, el fenómeno "El Niño" que es de carácter cíclico y de periodo de recurrencia de 11 a 12 años de promedio (aunque no siempre de la misma intensidad); en los últimos años se ha reducido considerablemente a menos de 6 años. Es muy clara la incidencia de este calentamiento del agua en el Pacífico Ecuatorial en el clima de la costa norte del Perú manifestándose en las anomalías de: Lluvias torrenciales y Caudales extraordinarios en los ríos. Es así que el movimiento del agua en flujo superficial se presenta en numerosos problemas de ingeniería hidráulica, que tienen gran interés práctico para el ingeniero civil. Uno de estos problemas es la evacuación de las aguas de lluvia, lo cual ha originado la necesidad de construir redes de drenaje urbano capaces de cubrir estas nuevas y mayores solicitudes de canalización y evacuación.

Uno de los grandes desafíos que tiene el sector saneamiento es satisfacer la creciente demanda para la evacuación de aguas pluviales y el tratamiento de las mismas; tomando en cuenta la acelerada ocupación territorial y urbanismo, así como la presencia de “El niño” cada vez más frecuente. (Granda, 2013. pág.10),

En el año 2012, la población de Cheto, ubicada al este del distrito de Cheto, Provincia de Chachapoyas, no tenía la seguridad y la tranquilidad emocional; pues estaba vulnerada por el constante peligro por el efecto de las fuertes precipitaciones que hacían que las escorrentías provenientes de los cerros aledaños crucen la localidad a través de pequeños canales abiertos de tierra en malas condiciones, generando deterioro en las propiedades de los habitantes de la localidad. Ante este problema las autoridades del lugar solicitan el financiamiento del Gobierno Regional de Amazonas de la obra: Creación del sistema de canalización de aguas pluviales de la localidad de Cheto. (Municipalidad Distrital de Cheto. PIP. 2012. pág. 4)

Uno de los problemas fundamentales actuales en la Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza, cercano a la ciudad de Chachapoyas es la escasa información de estudios hidrológicos para la correcta elaboración del diseño de obras de drenaje tales como canales abiertos y/o cerrados.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el valor y su influencia de la escorrentía en el diseño del sistema de drenaje en Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza Chachapoyas – Amazonas, 2016?

1.3. Justificación del problema

Es fundamental que las instituciones encargadas del sistema de drenaje pluvial en zonas urbanas conozcan el grado de funcionalidad de sus sistemas y detecten los lugares en los que se presenta mayor riesgo de colapso, generándose una inundación que esto a la vez perjudique a la población comprometida. El estudio de la eficiencia de un sistema de drenaje, nos va a brindar una mejor información

acerca del estado actual de los sistemas de drenaje pluvial y a determinar las causas que determinan la eficiencia de estos, a la vez servirá para tomar medidas necesarias, dar soluciones integrales y técnicas, proponer una inversión a largo plazo con objetivo de dar soluciones viables y sostenibles a este problema ya que el drenaje pluvial urbano es de gran importancia para el desarrollo normal de la vida cotidiana de la población que habita un lugar determinado en una ciudad.

Un sistema de drenaje es una serie de estructuras específicamente diseñadas para la recepción, canalización y evacuación de las aguas que puedan afectar directamente a las características funcionales de cualquier integrante de la carretera por lo que el ingeniero debe diseñar sistemas efectivos que capten, evacuen y canalicen adecuadamente el agua, manteniéndola alejada de la zona de afección de la vía. El sistema de drenaje engloba a todo el conjunto de acciones destinadas a garantizar la integridad y desempeño de la vía durante las precipitaciones y evitar en lo máximo posible que las aguas pluviales causen daños ya sea a las personas, vehículos o propiedades.

En proyectos de obras de drenaje pluvial, para el diseño de canales abiertos y/o cerrados, es indispensable realizar un estudio hidrológico el cual nos conlleva a obtener valores más reales de escorrentía y/o caudal, para el adecuado dimensionamiento de la sección transversal de dichos canales. En consecuencia, a lo anterior, esto nos conlleva a optimizar recursos y costos para la ejecución de obras de drenaje pluvial y afines.

1.4. Hipótesis

La escorrentía influirá significativamente en el diseño del sistema de drenaje en la ciudad Universitaria de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza Chachapoyas' Amazonas 2016

1.5. Variables de estudios

Variable independiente: Escorrentía

Dimensiones:

- Relieve (pendiente)
- Precipitación (lluvia)
- Estacionalidad.
- Tipo de suelo
- Cobertura vegetal

Variable dependiente: Diseño del sistema de drenaje

Dimensiones:

- Hidráulico
- Estructural

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

- ✓ Determinar y evaluar el valor de escorrentía y su influencia en el diseño del sistema de drenaje en la Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza Chachapoyas Amazonas, 2016.

2.2. Objetivos específicos

- ✓ Determinar características climáticas en la zona de estudio.
- ✓ Determinar y Evaluar las escorrentías a través de dos métodos “Frederich Bell” y “Soil Conservation Service” (SCS).
- ✓ Evaluar la viabilidad técnica y económica en el diseño hidráulico y estructural de obras de drenaje pluvial en la ciudad universitaria de la Untrm, sobre la base de la escorrentía obtenida.
- ✓ Proponer lineamientos y/o proceso para un diseño adecuado de obras de drenaje.

III. MARCO TEÓRICO

3.1. Antecedentes de la investigación

Acosta (2014), haciendo uso de las metodologías de Bell y SCS; y del software Hidroesta, determinó la intensidad máxima de precipitación obteniendo un valor de $I_{\text{máx}} = 73.66$ mm/hr, calculando también el caudal máximo de diseño $Q_{\text{máx}} = 2.614$ m³/s; cuyos datos fueron ingresados al programa H-Canales para calcular las secciones de: Un canal de coronación con una longitud de 743.80m con un ancho de 0.95 m y una altura de 1.45 m, dos canales de alimentación de 50m de largo con un ancho de 0.60m y una altura de 0.50 m.

Bardales y Concepción (2014), realizan el análisis estadístico de precipitaciones, y el cálculo de la precipitación probable utilizando distribución de serie de datos: Distribución Normal, Distribución Gumbel Distribución Log Normal de 2 Parámetros, Distribución Log Normal de 3 Parámetros y Distribución Log Pearson III; haciendo uso de la metodología SCS y utilizando el software Hidroesta.

Castro (2013), realiza el análisis de distribución de probabilidades empleado el Software Hidroesta para ajustar la serie de Pmax a cualquiera de las distribuciones de probabilidades teóricas disponibles para el tratamiento de variables hidrológicas extremas, como la Normal, Log Normal de 2 Parámetros, Log Normal de 3 Parámetros, Gamma de 2 Parámetros, Gamma de 3 Parámetros, Gumbel, Log Gumbel, Pearson III, entre otras.

De acuerdo a Robleto (2010), como es muy común dentro de los estudios hidrológicos, el tratamiento estadístico de los datos resulta de mucha importancia dentro de los mismos, ya que con ello se logra generar información de tipo probabilística, muy utilizada en estudios relacionados a eventos extremos. Para el caso de estudio, se cuenta con datos de precipitación diaria máxima anual (PDMA), correspondiente a las estaciones seleccionadas, el tratamiento estadístico de estos datos, consiste en la realización del análisis de

frecuencia de valores extremos aplicando las distribuciones teóricas disponibles en el software Hidroesta, lo cual conlleva a la obtención de los valores de la serie que más se ajustan a una distribución y por ende a la selección del valor a utilizar en el estudio, en cuyo caso corresponde a un periodo de retorno de 100 años. Los datos y resultados obtenidos para la estación meteorológica, ubicada dentro de la cuenca, la cual será utilizada en el análisis de la lluvia de diseño.

En el Proyecto Construcción del Drenaje del Valle de Huayabamba, Rodríguez de Mendoza, Provincia de Rodríguez de Mendoza – Amazonas, se realizó un estudio hidrológico en la cual se analizó, las precipitaciones de la estación más cercana ya que no se cuenta con aforos en el lugar donde se proyecta la obra, hallando los posibles caudales máximos para un periodo de retorno, para determinar las medidas más óptimas para diseñar el drenaje o defensas del valle de Huayabamba en las áreas de riesgo hídrico. El estudio Hidrológico del proyecto se ejecutó con la estimación de caudales máximos probables en el curso hídricos principal y sistemas de agua de escorrentía superficial para niveles de riesgo universalmente aceptados y en función al tipo de estructura; así mismo se llevó a cabo en base a registros pluviométricos proporcionados por el Senamhi de la estación meteorológica de Rodríguez de Mendoza, teniendo en cuenta los efectos causados por El Fenómeno del Niño, que nos indican que las precipitaciones de descarga máxima, se presentan en marcadas fechas estacionales. El fin es el encauzamiento del río capaz de tolerar los efectos ocasionados por las precipitaciones, (desbordamientos) se ha contemplado mejorar la capacidad hidráulica del río localizada a lo largo de la zona en riesgo. (Municipalidad Provincial de Rodríguez de Mendoza. PIP 2007. pág. 1)

3.2. Base teórica

En la publicación bajo el título de Hidráulica de Canales, trata de proporcionar principios básicos y algunas consideraciones prácticas que sirvan, a los ingenieros agrícolas, civiles y en general, como herramienta en el diseño de canales y estructuras hidráulicas. (Villon, 2007).

En la publicación: Hidroesta 2 software para cálculos hidrológicos y estadísticos aplicados a la Hidrología; presenta al software como una herramienta que facilita y simplifica los cálculos laboriosos, y el proceso del análisis de la abundante información que se deben realizar en los estudios hidrológicos. Este software permite entre otras cosas: Evaluar si una serie de datos se ajustan a una serie de distribuciones: normal, log-normal, gamma, log-Pearson tipo III, Gumbel y log-Gumbel, tanto con momentos ordinarios, como con momentos lineales. Si la serie de datos se ajusta a una distribución, permite calcular por ejemplo caudales o precipitaciones de diseño, con un período de retorno dado o con una determinada probabilidad de ocurrencia. El cálculo de caudales máximos, con métodos empíricos (racional y Mac Math) y estadísticos (Gumbel y Nash). Esta información será utilizada en el desarrollo del presente proyecto. (Villon, 2012)

En la publicación titulada Hidrología para estudiantes de ingeniería civil en el capítulo 7, se desarrolla el tema de precipitación, las formas de precipitación, su clasificación, su medición, su cálculo, el estudio de una tormenta, el cálculo de la intensidad máxima, su estimación y el cálculo de la precipitación de diseño. Se presenta el método racional para el cálculo de caudales utilizado en el presente informe y que se describe a continuación. (Chereque, 1991)

Reglamento Nacional de edificaciones (2014), el método racional aplicado a pequeñas cuencas de drenaje agrícola, se sugiere no excedan de 1300 Ha o 13 Km², útil también en estudios de drenaje Pluvial Urbano.

Este método supone que la máxima escorrentía ocasionada por una lluvia, se produce cuando la duración de esta (D_t) es igual al tiempo de concentración (t_c). Cuando así ocurre, toda la cuenca contribuye con el caudal en el punto de salida.

$$D_t = t_c$$

Dónde:

D_t : Tiempo de duración de la lluvia

t_c : Tiempo de concentración

Si la duración es mayor que el t_c , contribuye toda la cuenca, pero en este caso la Intensidad de la lluvia es menor, por ser mayor su duración y por ello también es menor el caudal.

Si la duración de la lluvia es menor que el t_c , la intensidad de la lluvia es mayor, pero en el momento en que acaba la lluvia, el agua caída en los puntos más alejados aún no ha llegado a la salida, solo contribuye una parte de la cuenca a la escorrentía, por lo tanto, el caudal es menor.

Expresión Básica

$$Q = \frac{C * I * A}{360} \text{ m}^3/\text{seg.}$$

Donde:

Q: caudal máximo, m³ / seg.

C: coeficiente de escorrentía, depende de la cobertura vegetal, la pendiente y el tipo de suelo, sin dimensiones.

I: intensidad máxima de la lluvia, para una duración igual al tiempo de concentración y para un periodo de retorno dado, en mm / hora.

A: área de la cuenca en Has.

Tiempo de Concentración (t_c)

Para efecto de seleccionar el valor de la intensidad de diseño, es necesario determinar el tiempo de concentración que se tiene en la zona de estudio, para ello se tendrá en cuenta lo señalado en la Norma OS.060 - Drenaje Pluvial Urbano, del reglamento Nacional de Edificaciones. Considera puede aplicarse la fórmula de Kirpich.

$$t_c = 0.01947 * L^{0.77} * S^{-0.385} \qquad s = \frac{H}{L}$$

Donde:

t_c : Tiempo de concentración en minutos.

L: Longitud del curso de drenaje de agua más largo en m

H: Desnivel máximo del curso de agua más largo en m (diferencia de nivel desde el punto inicial al punto final del escurrimiento superficial)

Intensidad (I)

Importante el método: $I - D_t - T_r$

Se utiliza I, para un $D_t = T_c$ y para un T_r .

Nota: T_r se elige dependiendo de la estructura a diseñar.

En terrenos agrícolas es frecuente el uso $T_r = 10$ años.

En estudios de drenaje pluvial urbano, $T_r = 10$ años.

Coefficiente de Escorrentía (C)

El agua que llega hasta la desembocadura o lugar de evacuación final, representa un porcentaje o fracción de la precipitación total, a esta fracción se le denomina coeficiente de escorrentía. Depende de factores topográficos, edafológicos, cobertura vegetal, etc.

Tabla 1. Valores del coeficiente de escorrentía para zonas urbanas

TIPO DE ÁREA DRENADA	COEFICIENTE “C”
Áreas comerciales	
Céntricas	0.70 - 0.95
Vecindarios	0.50 - 0.70
Áreas residenciales	
Familiares simples	0.30 - 0.50
Multifamiliares separadas	0.40 - 0.60
Multifamiliares concentrados	0.60 - 0.75
Semi - Urbanos	0.25 - 0.40
Casas de habitación	0.50 - 0.70
Áreas industriales	
Densas	0.60 - 0.90
Espaciadas	0.50 - 0.80
Parques, cementerios	0.10 - 0.25
Campos de juego	0.10 - 0.35
Patios de ferrocarril	0.20 - 0.40
Zonas suburbanas	0.1 - 0.30
Calles	
Asfaltadas	0.70 - 0.95
De concreto hidráulico	0.80 - 0.95
Adoquinadas	0.70 - 0.85
Estacionamientos	0.75 - 0.85
Techados	0.75 - 0.95

Tabla 2. Valores del coeficiente de escorrentía para zonas no urbanas

TIPO DE VEGETACION	PENDIENTE %	TEXTURA		
		Franco arenosa	Franco arcillo limosa Franco limosa	Arcillosa
Forestal	0 - 5	0.10	0.30	0.40
	5 - 10	0.25	0.35	0.50
	10 - 30	0.30	0.50	0.60
Praderas	0 - 5	0.10	0.30	0.40
	5 - 10	0.15	0.35	0.55
	10 - 30	0.20	0.40	0.60
Terrenos cultivados	0 - 5	0.30	0.50	0.60
	5 - 10	0.40	0.60	0.70
	10 - 30	0.50	0.70	0.80

Fuente: Manual de Conservación del suelo y del agua, Chapingo, México, 1977.

Cuando la superficie se compone de distintas características, el valor de C, se obtiene como una medida ponderada, utilizando:

$$C = \frac{C_1 * A_1 + C_2 * A_2 + \dots + C_n * A_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} = \frac{\sum_{i=1}^n C_i * A_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

Dónde:

C: coeficiente de escorrentía ponderado.

C_i : coeficiente de escorrentía para el área “i”.

A_i : área parcial “i”

3.3. Definición de términos básicos

Topografía

Es la ciencia que estudia el conjunto de principios y procedimientos que tienen por objeto la representación gráfica de la superficie de la Tierra, con sus formas y detalles, tanto naturales como artificiales.

Drenaje

Transporte superficial de agua y sedimentos, producto de las aguas de lluvia.

Escorrentía

Es el agua generada por una cuenca en la forma de flujo superficial y por tanto constituye la forma más disponible del recurso.

Tiempo de Concentración

Se define como el tiempo necesario para que el agua que discurre por la superficie procedente del punto más alejado de la cuenca alcance la salida.

Periodo de Duración

Se define como el tiempo que dura la lluvia en el método racional es igual al tiempo de concentración de la cuenca.

Periodo de Retorno

Se define como el número de años en que se espera que mediamente se repita un cierto caudal, o un caudal mayor. Así podemos decir que el período de retorno de un caudal de 100 m³/s, para una sección específica de un río determinado, es de 20 años, si, caudales iguales o mayores de 100 m³/s se producen, en media a cada 20 años.

Intensidad de Lluvia

Se define la intensidad de lluvia como el caudal de agua que pasa una determinada superficie, es decir, el volumen de agua caído por unidad de tiempo y superficie. Se mide habitualmente en (mm/h).

Cuenca

Se define como el área de terreno donde todas las aguas caídas por precipitación se unen para formar un solo curso de agua.

Canal:

Son conductos en los que el agua circula debido a la acción de gravedad y sin ninguna presión, pues la superficie libre del líquido está en contacto con la atmosfera.

IV. MATERIAL Y MÉTODOS

4.1. Materiales, herramientas y/o equipos

Se llevó a cabo el presente estudio de investigación utilizando los siguientes materiales, herramientas y/o equipos.

En campo

- ✓ Gps (grado de precisión $\pm 3m$)
- ✓ Estación Total Laser Topcom ES – 105 (precisión 2”)
- ✓ Prismas
- ✓ Trípode
- ✓ Winchas

- ✓ Cámara
- ✓ Libreta de campo
- ✓ Pintura.

Información Proporcionada por Senamhi

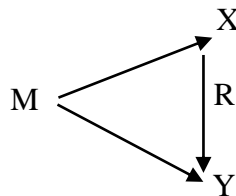
- ✓ Precipitaciones máximas en 24 horas

En Gabinete

- ✓ Laptop
- ✓ Software de Autocad Civil 3d versión 2015.
- ✓ Software de Google Earth versión 7.1.
- ✓ Software de Hidroesta.
- ✓ Software de Hcanales versión 3.0
- ✓ Hojas de cálculo en Excel 2016.
- ✓ USB

4.2. Diseño de la investigación

La investigación fue del tipo descriptivo no experimental con un diseño correlacional.



Donde:

M: Muestra experimental de estudio

X: Escorrentía

R: relación o influencia

Y: Diseño del sistema de drenaje

Para la contrastación de la hipótesis se aplicó las fórmulas de diseño hidráulico y estructural de canales abiertos y/o cerrados.

4.3. Población, muestra y muestreo

Universo muestral

La población muestral del objeto de estudio estuvo constituido por todos los canales abiertos y/o cerrados construidos en el área de la ciudad Universitaria de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza.

Muestra

Fueron los canales de “Construcción del Colector secundario de Drenaje Superficial de la Untrm”, “Estabilización de Suelos y Taludes en la zona sur y sur este de la ciudad Universitaria de la Untrm”, y “Adecuación de vías de Tránsito Peatonal y Vehicular”.

Técnica de muestreo

Se realizó un muestreo no probabilístico, ya que se tomó y se hizo el diseño del sistema de drenaje según el criterio del especialista, por áreas o etapas en la zona de estudio.

4.4. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos

Métodos:

- ✓ **Deductivo:** Porque después de haber definido la variable independiente y dependiente y sus respectivos indicadores, se tuvo que inferir la hipótesis según el estudio.
- ✓ **Inductivo:** Porque se observó y se registró los estudios hechos en campo, para así realizar un adecuado análisis y su clasificación para lograr obtener un sistema de drenaje adecuado y que cumpla con la estabilización requerida.
- ✓ **Analítico:** Porque se tuvo que descomponer el objeto de estudio en sus partes para comparar y analizar la relación o influencia de los factores de estudio.

Técnicas:

- ✓ **Información Indirecta.** - Recopilación de la información existente en fuentes bibliográficas (para analizar temas generales sobre la investigación a realizar), hemerográficas y estadísticas; recurriendo a las fuentes originales en lo posible: éstas fueron libros, revistas especializadas, periódicos escritos por autores expertos y páginas web de internet.

- ✓ **Información Directa.** - Este tipo de información se obtuvo mediante la aplicación de la topografía en muestras representativas de las poblaciones citadas, cuyas muestras fueron obtenidas aleatoriamente; al mismo tiempo, se aplicaron técnicas de observación directa con la ayuda de una guía debidamente diseñada para determinar el tipo de cobertura del terreno, así mismo se solicitó y adquirió información proporcionada por Senamhi las Precipitaciones máximas en 24 horas.

Instrumentos:

- ✓ Para el desarrollo del presente trabajo se tuvo en cuenta la información meteorológica de la Estación Climatológica Ordinaria (CO) de Chachapoyas en lo que se refiere a Precipitación máxima en 24 horas, dicha información fue proporcionada por el Senamhi, los datos fueron procesados haciendo uso del software en cálculos hidrológicos Hidroesta, para diferentes periodos de retorno y tiempos de duración.

- ✓ Haciendo uso de la Estación Total se realizó el levantamiento topográfico del área en estudio, luego se procesó los datos haciendo uso del Software de ingeniería Civil 3D, con el cual también se elaboró todos los planos topográficos. En el plano topográfico a curvas de nivel se identificará las direcciones predominantes de los flujos de agua debido a la ocurrencia de un evento pluvial. Este plano también nos ayudará para poder determinar las áreas tributarias que van a contribuir a cada recorrido del flujo de aguas pluviales, también nos ayudó a determinar la

pendiente del terreno, estos datos fueron utilizado para calcular el caudal máximo por el método racional. Para determinación de las dimensiones de la sección transversal del canal se usó el software Hcanales versión 3.0. en el diseño estructural del cañal se usó hojas calculo Excel 2016.

4.5. Análisis de Datos

Los datos se recopilaron en la ficha técnica y se procesó y tabuló en la hoja de cálculo Microsoft Excel 2016, para el cálculo hidrológico se hizo uso del software en cálculos hidrológicos Hidroesta, así también se utilizó el software estadístico Spss V23.0 para el análisis estadístico de los indicadores del estudio. En el análisis estadístico se utilizó la estadística descriptiva e inferencial que permitirá obtener indicadores descriptivos como:

- ✓ **Tablas o cuadros estadísticos**, que permitieron identificar los valores o indicadores de estudio según sus categorías o valores de las variables.
- ✓ **Gráficos estadísticos de barras, cartas de control, dispersión** que permitieron describir gráficamente el comportamiento de las variables de estudio de forma descriptiva y de asociación de las variables.
- ✓ **Estadígrafos descriptivos**, que permitan describir cuantitativamente el comportamiento de las variables de estudio, mediante sus promedios, mínimos, máximos, rangos, desviaciones estándar, intervalos de confianza al 95%.
- ✓ **Indicadores de Correlación:** Se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson y coeficiente de determinación para evaluar la relación existente y el grado de relación, así como el % explicado por la escorrentía en las variables tirante, base, altura, acero1 y acero2.

- ✓ **Análisis de varianza:** prueba estadística para evaluar la influencia de la variable escorrentía en las variables tirante, base, altura, acero1 y acero2.

4.6. Localización

El campus universitario cede central Chachapoyas en el que se realizó el estudio de investigación de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (Untrm), se encuentra ubicado según lo siguiente:

SISTEMA DE COORDENADAS

Datum	WGS 84
Hemisferio	Sur
Zona	18 M
Este	184196.834
Norte	9310104.747

UBICACIÓN POLÍTICA

Sector	El franco
Barrio	Higos Urco (gloriosas pampas)
Localidad	Chachapoyas
Distrito	Chachapoyas
Provincia	Chachapoyas
Región	Amazonas
País	Perú



Figura 1. Imagen satelital de la zona de estudio.

Fuente: Google Earth versión 7. 1.

4.7. Características fisiográficas de la zona en estudio.

La zona donde se encuentra ubicado la investigación, presenta una topografía ondulada y gran parte del paisaje está cubierto por vegetación.

Altura: campus universitario de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza, se encuentra a una altitud de $Z=2354$ msnm.

Topografía: La topografía del terreno es ondulada. El suelo es del tipo franco arenoso – arcilloso, con escasa presencia de roca suelta.

Morfología: El área de estudio está formada por laderas pronunciadas.

Geología: El área de estudio está dentro de una región de formación ya definida y estable conformado mayormente por suelos arcillosos.

Hidrología: Constante lluvia durante los meses de enero-abril.

Nivel freático: El Nivel freático es alto, existiendo presencia de agua a nivel subterráneo.

Viento: En cuanto a la fuerza del viento, no se aprecia ningún efecto.

Temperatura: La temperatura es templada oscila entre los 10 a 20 grados centígrados.

Clima: El clima es templado, moderadamente lluvioso y con amplitud térmica moderada

4.8. Características de relieve.

La ciudad universitaria, cuenta con una topografía ondulada tal como se muestra en el plano topográfico.

4.9. Accesibilidad.

El acceso a la ciudad universitaria, desde la plaza de armas de la ciudad de Chachapoyas, es partiendo por el jirón Amazonas hasta llegar a la intersección con el jirón hermosura, (plazuela de Burgos), luego seguimos el jirón Triunfo hasta el barrio Higos Urco, sector el Franco, toda esta vía se encuentra pavimentado en buenas condiciones de tránsito vehicular y peatonal.

4.10. Recolección de Datos.

Estudio topográfico

El estudio topográfico del área en estudio se realizó empleado equipos de ingeniería, tales como Estación Total, GPS navegador, Prismas, las mismas que permiten levantamientos topográficos rápidos y precisos, tomado como mínimo los siguientes puntos, módulos existentes, pistas, veredas, canales, muros de contención, áreas verdes, taludes, con B.M (Bench Mark) para una rápida revisión de puntos en un posterior replanteo.



Figura 2. Levantamiento topográfico del área en estudio.

Fuente: Elaboración Propia.

Hidrología

Para el desarrollo del presente estudio se tuvo en cuenta la información meteorológica de la Estación Climatológica Ordinaria (CO) de Chachapoyas en lo que se refiere a: Precipitación máxima en 24 horas, dicha información pluviométrica fue utilizada para el cálculo de caudal de escorrentía superficial en la Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza-Chachapoyas. La información procesada comprende al periodo del año 1995 al año 2016.

Tabla 3. *Ubicación de la estación climatológica ordinaria Chachapoyas*

Nombre	Política			Geográfica		
	Región	Provincia	Distrito	Latitud (S)	Longitud (W)	Altitud (msnm)
Chachapoyas	Amazonas	Chachapoyas	Chachapoyas	06° 12' 30"	77° 52' 1,8"	2490

Fuente: Senamhi.



Figura 4. Estación Meteorológica Chachapoyas

Fuente: Elaboración Propia.

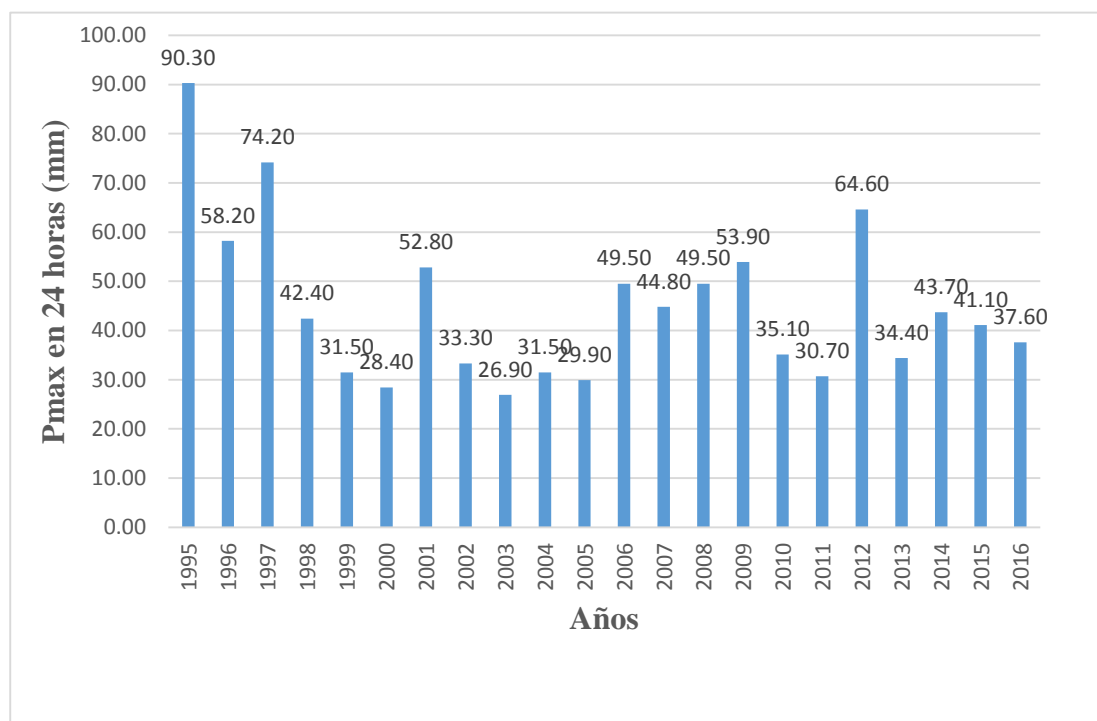


Figura 3. Serie histórica de precipitación máxima en 24 horas, Estación Chachapoyas

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 4. Precipitación máxima en 24 horas (mm) desde 1995 hasta 2016

Estación: Chachapoyas

Categoría: "CO"

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Máxima
1995	39.00	10.80	38.70	90.30	17.60	22.50	5.70	3.00	17.10	55.50	29.60	86.60	90.30
1996	36.10	29.10	41.50	29.70	9.80	39.50	8.60	13.60	22.20	58.20	35.00	34.40	58.20
1997	36.00	74.20	45.50	46.70	22.10	13.60	4.50	23.60	27.50	7.00	23.50	46.70	74.20
1998	21.90	18.00	30.60	34.40	12.80	2.50	0.50	12.30	9.80	15.60	42.40	4.20	42.40
1999	28.20	31.50	14.40	5.70	15.40	22.00	6.30	15.40	15.50	12.80	11.30	17.50	31.50
2000	10.00	22.10	20.40	13.60	28.40	17.60	2.80	6.40	20.00	2.00	8.20	17.30	28.40
2001	8.20	30.80	17.70	12.50	24.30	2.70	8.50	2.90	11.00	52.80	13.70	10.90	52.80
2002	20.40	26.50	21.90	29.60	18.80	2.70	8.30	4.20	12.50	33.30	14.10	24.80	33.30
2003	26.00	22.50	23.10	16.20	22.70	4.50	2.00	16.90	13.00	19.90	20.50	26.90	26.90
2004	14.10	22.40	31.50	18.30	8.60	16.00	14.40	7.00	13.80	17.30	19.30	18.40	31.50
2005	6.50	23.60	19.80	17.80	29.30	1.80	2.00	12.20	16.00	29.90	18.10	20.20	29.90
2006	24.60	20.20	36.20	18.30	5.00	4.60	13.80	2.00	8.40	49.50	21.30	14.30	49.50
2007	21.90	9.50	29.30	13.50	15.80	1.90	21.40	27.90	9.50	44.80	20.80	28.20	44.80
2008	11.30	28.50	10.10	8.00	15.10	13.00	3.50	8.30	23.00	49.50	21.70	11.20	49.50
2009	18.30	53.90	23.50	48.30	5.60	2.00	8.60	7.40	3.80	36.30	14.00	5.80	53.90
2010	35.10	29.70	21.50	32.10	10.30	14.30	24.80	1.20	8.60	7.70	12.50	14.00	35.10
2011	19.30	11.30	30.70	18.20	30.20	3.20	13.10	5.70	11.50	19.60	9.80	21.00	30.70
2012	26.30	64.60	21.40	20.40	21.80	37.70	1.60	7.00	11.90	48.10	20.40	10.90	64.60
2013	29.90	18.00	34.40	22.20	13.10	5.20	4.70	9.20	10.70	24.10	12.00	15.10	34.40
2014	25.10	13.30	43.70	19.60	22.80	16.80	5.50	10.00	13.50	8.90	22.10	32.40	43.70
2015	41.10	27.00	28.00	13.30	14.60	2.80	5.40	16.70	3.30	12.20	19.00	17.70	41.10
2016	9.60	24.20	18.60	8.60	6.50	11.50	2.20	18.20	9.60	13.50	16.10	37.60	37.60

Fuente: Senamhi.

4.11. Procesamiento de datos.

Cálculo hidrológico

Calculo de la intensidad de Precipitación (mm)

Modelo de Frederick Bell (1969): El modelo de Frederick Bell (1969) permite calcular la lluvia máxima asociada a un periodo de retorno y una duración de tormenta, usando como valor índice la lluvia de una hora de duración y 10 años de periodo de retorno. La expresión es la siguiente:

$$P_t^{T_R} = (0.21 * \ln T_R + 0.52) * (0.54 * t^{0.25} - 0.50) * P_{T_R=10}^{t=60'}$$

Donde:

P_t^T : Lamina de lluvia en el tiempo “t” (minutos) para un periodo de retorno “T” (años).

$P_{T=10}^{t=60'}$: Lamina de lluvia para tiempo de retorno T = 10 años y t = 1hora = 60 minutos.

T_R : Tiempo de retorno en años.

t : Periodo de duración = al tiempo de concentración en minutos.

$$P_{T_R=10 \text{ años}}^{t=1h} = 0.3862 P_{\text{max 24 horas}}^{T_R=10 \text{ años}}$$

Tabla 5. Valor índice de lluvia para diferentes tiempos de duración

Duración D ^t , min	Centro y Norte	Sur	Valor Asumido
P (10')	0.200 P ₂₄	0.140 P ₂₄	0.180 P ₂₄
P (20')	0.280 P ₂₄	0.230 P ₂₄	0.255 P ₂₄
P (30')	0.330 P ₂₄	0.280 P ₂₄	0.305 P ₂₄
P (1h)	0.3862 P ₂₄	0.3862 P ₂₄	0.3862 P ₂₄
P (2h)	0.460 P ₂₄	0.470 P ₂₄	0.470 P ₂₄
P (6h)	0.7184 P ₂₄	0.7184 P ₂₄	0.7184 P ₂₄
P (12h)	0.830 P ₂₄	0.830 P ₂₄	0.830 P ₂₄

Fuente: Castillo, F y Ruiz, L (1979)

- ✓ Calculamos P_{max} en 24 horas para un periodo de retorno de 10 años, para lo cual hacemos uso de las precipitaciones máximas en 24 horas, calculados con los métodos de Gumbell, Normal, log Normal 2 parámetros.

Ingresamos al programa Hidroesta las precipitaciones máximas en 24 horas para cada año respectivo según la Tabla 4.

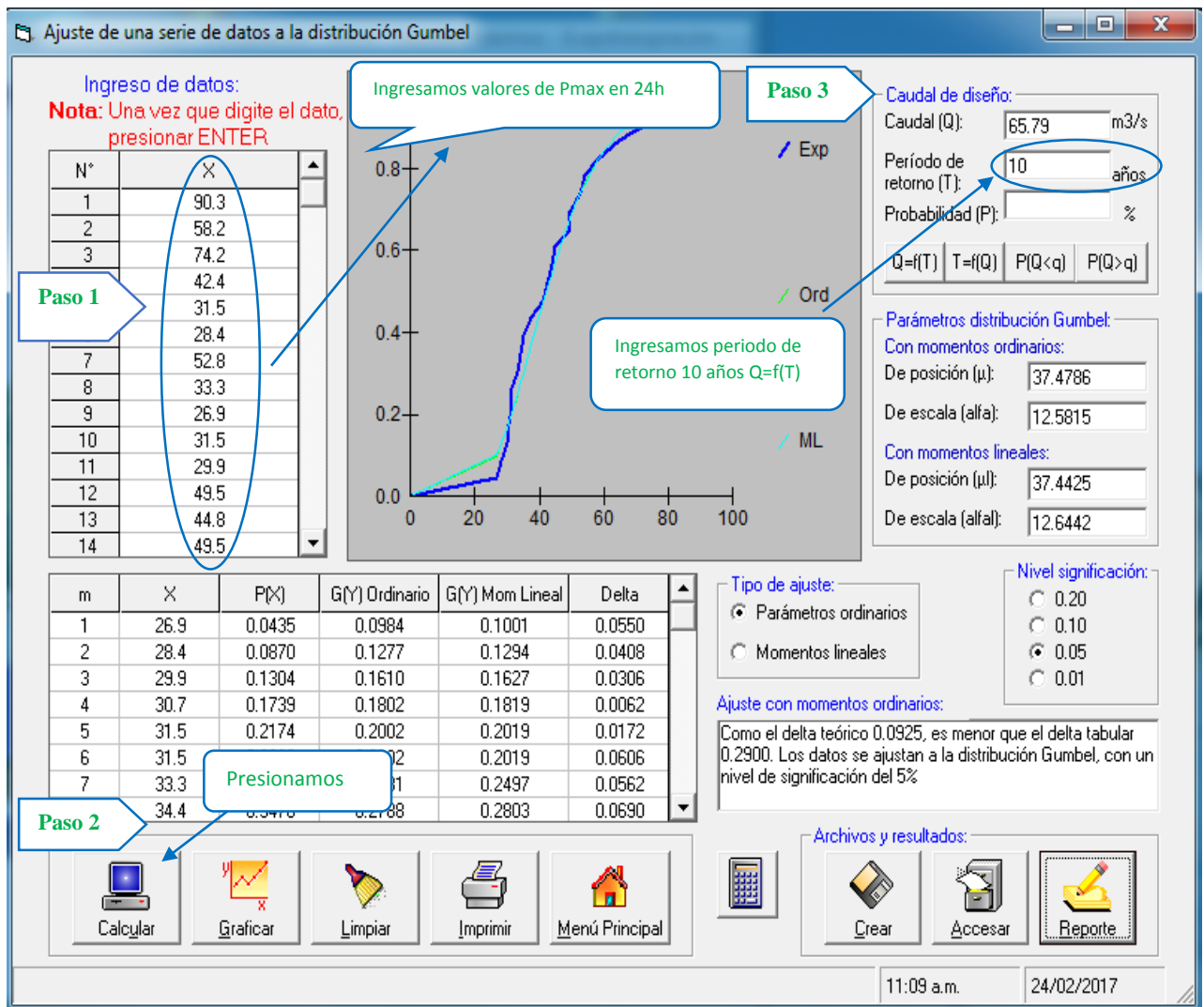


Figura 5. Distribución de Gumbel

Fuente: Ajuste de datos con Hidroesta.

Esta observación nos indica que la información es confiable con un nivel de significancia del 5%. Con la distribución de **Gumbel**, para un periodo de retorno de 10 años nos arroja una precipitación máxima en 24 horas de 65.79 mm

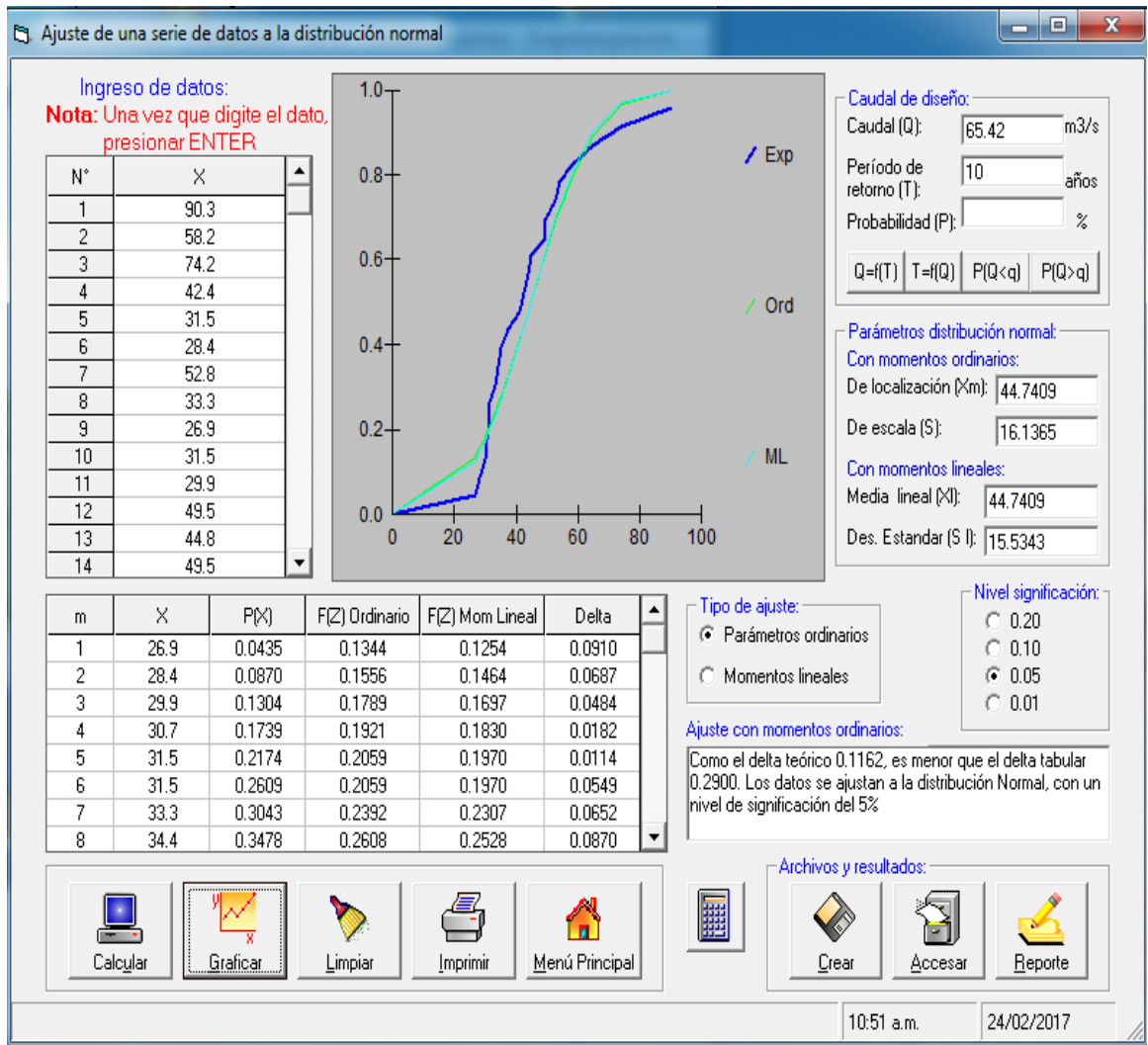


Figura 6. Distribución normal

Fuente: Ajuste de datos con Hidroesta.

Con la distribución de **Normal**, para un periodo de retorno de 10 años nos arroja una precipitación máxima en 24 horas de 65.42 mm.

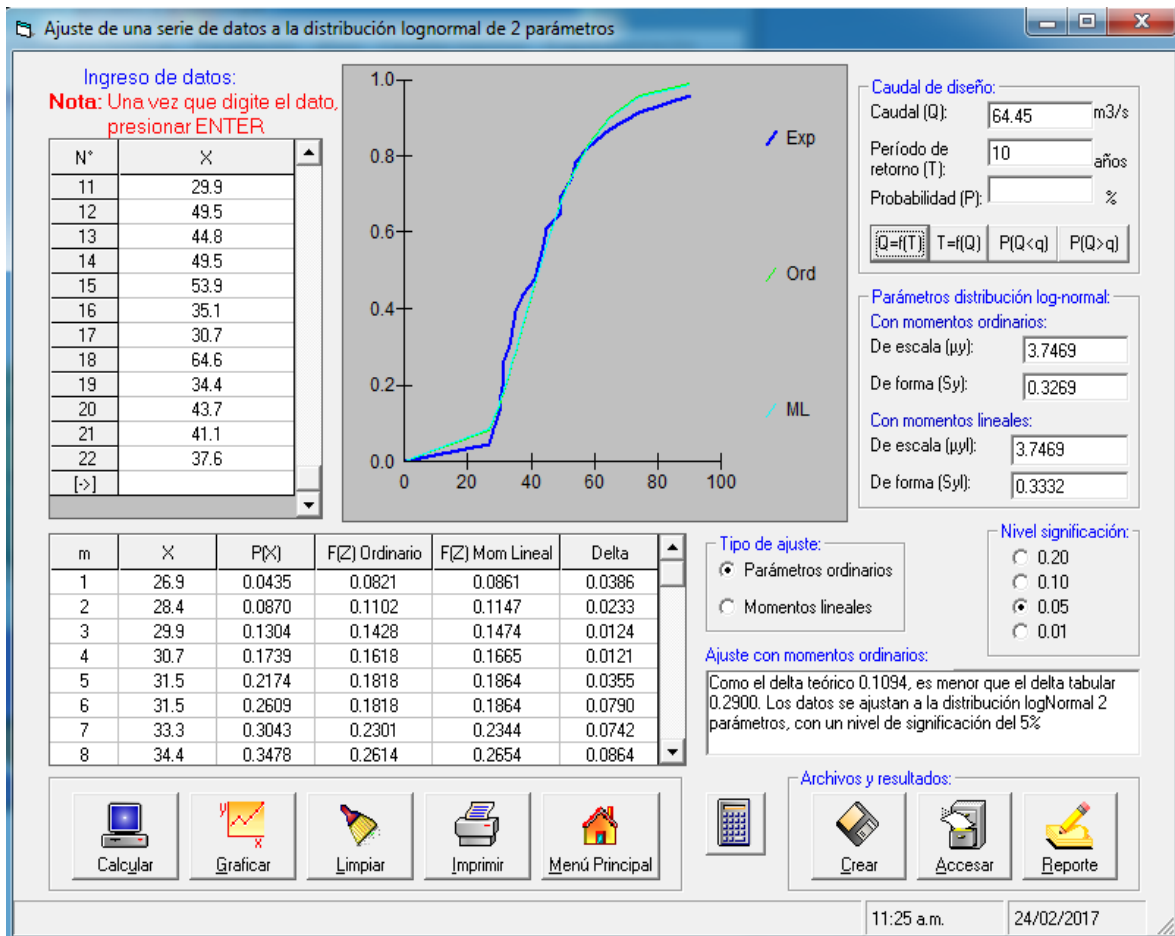


Figura 7. Distribución Lognormal de 2 parámetros

Fuente: Ajuste de datos con Hidroesta.

Tabla 6. P_{max} en 24 horas para un periodo de retorno de 10 años

distribución	periodo de retorno (años)	precipitación máxima 24h (mm)
Gumbell	10	65.79
Normal	10	65.42
Log normal 2 parámetros	10	64.45

Fuente: Elaboración Propia.

Para nuestro cálculo escogemos $P_{max\ 24\ horas}^{T=10\ años} = 65.79$ mm de precipitación máxima en 24 horas correspondiente a una distribución de Gumbel según la Tabla 6.

- ✓ Ahora calculamos $P_{T=10}^{t=60}$: Lamina de lluvia para tiempo de retorno T = 10 años y t = 1 hora = 60 minutos.

De la ecuación:

$$P_{T=10 \text{ años}}^{t=1h} = 0.3862 P_{\text{max } 24 \text{ horas}}^{T=10 \text{ años}}$$

Asumimos una precipitación máxima en 24 horas para un periodo de retorno de 10 años según distribución de Gumbel es de $P_{\text{max } 24 \text{ horas}}^{T=10 \text{ años}} = 65.79 \text{ mm}$ de lo que resulta:

$$P_{T=10 \text{ años}}^{t=1h} = 0.3862 * 65.79 = 25.41 \text{ (mm)}$$

- ✓ Reemplazando en la ecuación:

$$P_t^{T_R} = (0.21 * \ln T_R + 0.52) * (0.54 * t^{0.25} - 0.50) * P_{T_R=10}^{t=60'}$$

$$P_t^{T_R} = (0.21 * \ln T_R + 0.52) * (0.54 * t^{0.25} - 0.50) * 25.41$$

- ✓ Calculamos la lluvia máxima asociada a un periodo de retorno y una duración de tormenta.

Tabla 7. Valores de precipitación en mm, para diversos TR y Dt=t

periodo duración Dt: min	Tiempo de retorno en años				
	2	5	10	25	50
10	7.78	10.03	11.74	13.99	15.69
20	10.86	14.00	16.37	19.51	21.88
30	12.92	16.65	19.48	23.21	26.04
40	14.51	18.71	21.88	26.07	29.25
50	15.83	20.40	23.87	28.44	31.90
60	16.96	21.86	25.57	30.48	34.19
70	17.96	23.15	27.08	32.27	36.20
80	18.86	24.31	28.43	33.88	38.01
90	19.67	25.36	29.66	35.35	39.65
100	20.42	26.33	30.79	36.70	41.17
110	21.12	27.23	31.84	37.95	42.57
120	21.77	28.06	32.83	39.12	43.88

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 8. Intensidades de precipitación en mm/hora; para diversos TR y Dt=t

periodo duración Dt: min	Tiempo de retorno en años				
	2	5	10	25	50
10	46.70	60.21	70.42	83.92	94.14
20	32.57	41.99	49.11	58.53	65.65
30	25.83	33.30	38.95	46.42	52.07
40	21.77	28.06	32.82	39.11	43.87
50	18.99	24.49	28.64	34.13	38.29
60	16.96	21.86	25.57	30.48	34.19
70	15.39	19.84	23.21	27.66	31.03
80	14.14	18.23	21.32	25.41	28.51
90	13.12	16.91	19.78	23.57	26.44
100	12.25	15.80	18.48	22.02	24.70
110	11.52	14.85	17.37	20.70	23.22
120	10.89	14.03	16.41	19.56	21.94

Fuente: Elaboración Propia.

Modelo del Soil Conservation Service (SCS): En base a los valores obtenidos de las precipitaciones se han generado las intensidades máximas mediante la expresión del Soil Conservation Service (SCS). La intensidad de las lluvias, para diferentes periodos de retorno y tiempos de concentración, se calculó mediante la siguiente expresión, también de acuerdo al Soil Conservation Service (SCS).

$$I_T = \frac{0.280049 * P_{PTR}}{T_C^{0.6}}$$

Dónde:

I_T : Intensidad de lluvia (mm/hr), para un tiempo de retorno.

P_{PTR} : Precipitación Máxima 24 horas (mm), para un tiempo de retorno.

T_C : Tiempo de Concentración (hrs).

- ✓ Calculamos P_{max} en 24 horas para un periodo de retorno de 2,5, 10,25 y 50 años, para lo cual hacemos uso de las precipitaciones máximas en 24 horas, calculados con los métodos de Gumbell, Normal, log Normal 2 parámetros.

Ingresamos al programa Hidroesta las precipitaciones máximas en 24 horas para cada año respectivo según la Tabla 4.

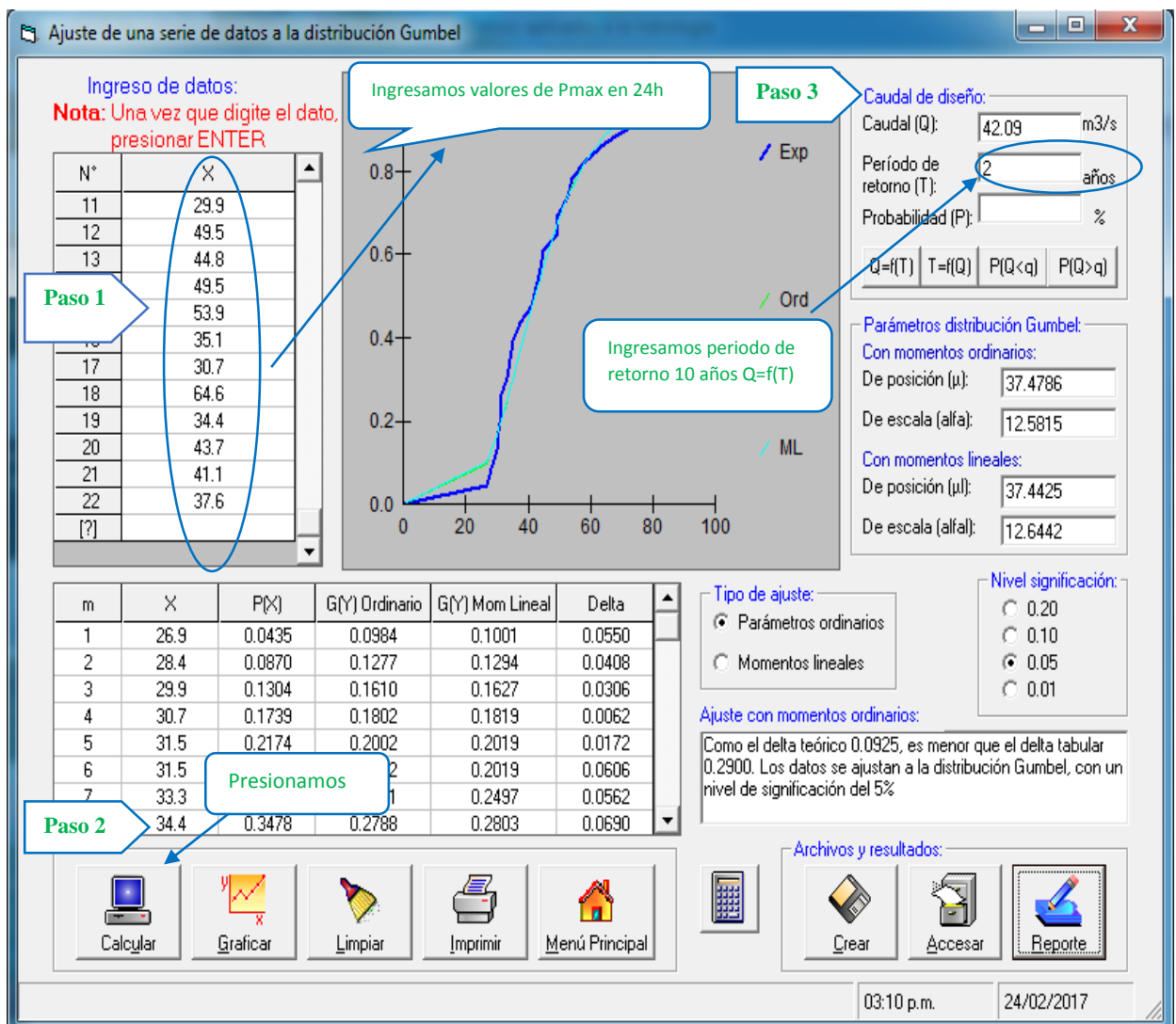


Figura 8. Distribución de Gumbel para un tiempo de retorno de 2 años

Fuente: Ajuste de datos con Hidroesta.

Caudal de diseño:

Caudal (Q): m³/s

Período de retorno (T): años

Probabilidad (P): %

Figura 9. Distribución de Gumbel para TR=5 años
Fuente: Ajuste de datos con Hidroesta.

Caudal de diseño:

Caudal (Q): m³/s

Período de retorno (T): años

Probabilidad (P): %

Figura 10. Distribución de Gumbel para TR=10 años
Fuente: Ajuste de datos con Hidroesta.

Caudal de diseño:

Caudal (Q): m³/s

Período de retorno (T): años

Probabilidad (P): %

Figura 11. Distribución de Gumbel para TR=25 años
Fuente: Ajuste de datos con Hidroesta.

Caudal de diseño:

Caudal (Q): m³/s

Período de retorno (T): años

Probabilidad (P): %

Figura 12. Distribución de Gumbel para TR=50 años
Fuente: Ajuste de datos con Hidroesta.

Tabla 9. Pmax en 24 horas para diferentes TR con una distribución Gumbel

Distribución	Periodo de retorno (años)	Precipitación máxima
		24 h (mm)
Gumbell	2	42.09
	5	56.35
	10	65.79
	25	77.72
	50	86.57

Fuente: Elaboración Propia.

Aplicando la distribución Normal

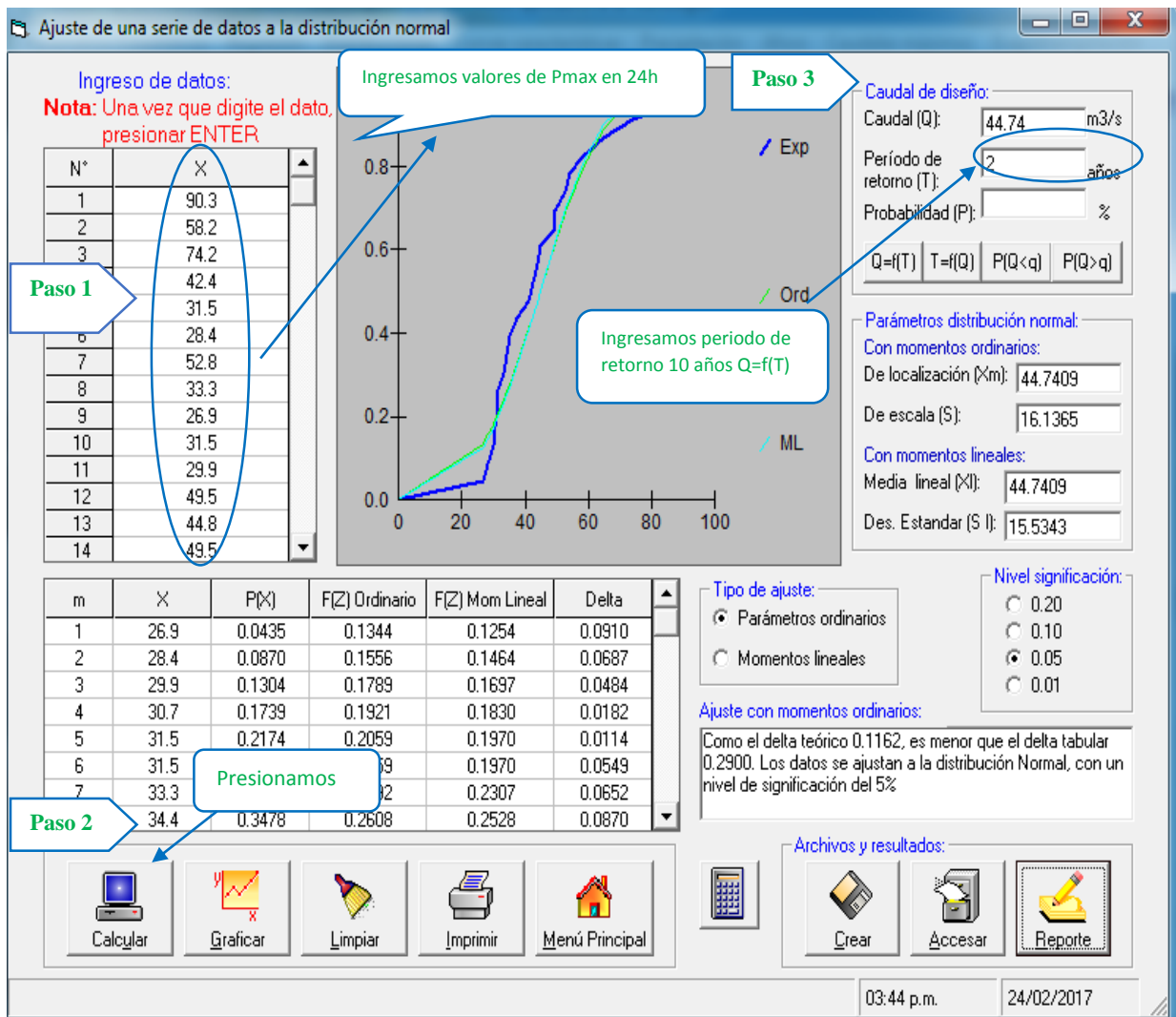


Figura 13. Distribución de Normal para un tiempo de retorno de 2 años

Fuente: Ajuste de datos con Hidroesta.

Caudal de diseño:

Caudal (Q): m³/s

Período de retorno (T): años

Probabilidad (P): %

Figura 14. Distribución de Normal para TR=5 años
Fuente: Ajuste de datos con Hidroesta.

Caudal de diseño:

Caudal (Q): m³/s

Período de retorno (T): años

Probabilidad (P): %

Figura 15. Distribución de Normal para TR=10 años
Fuente: Ajuste de datos con Hidroesta.

Caudal de diseño:

Caudal (Q): m³/s

Período de retorno (T): años

Probabilidad (P): %

Figura 16. Distribución de Normal para TR=25 años
Fuente: Ajuste de datos con Hidroesta.

Caudal de diseño:

Caudal (Q): m³/s

Período de retorno (T): años

Probabilidad (P): %

Figura 17. Distribución de Normal para TR=50 años
Fuente: Ajuste de datos con Hidroesta.

Tabla 10. Pmax en 24 horas para diferentes TR con una distribución Normal

Distribución	Periodo de retorno (años)	Precipitación máxima 24 h (mm)
Normal	2	44.74
	5	58.32
	10	65.42
	25	73.00
	50	77.89

Fuente: Elaboración Propia.

Aplicando la distribución Lognormal de 2 parámetros

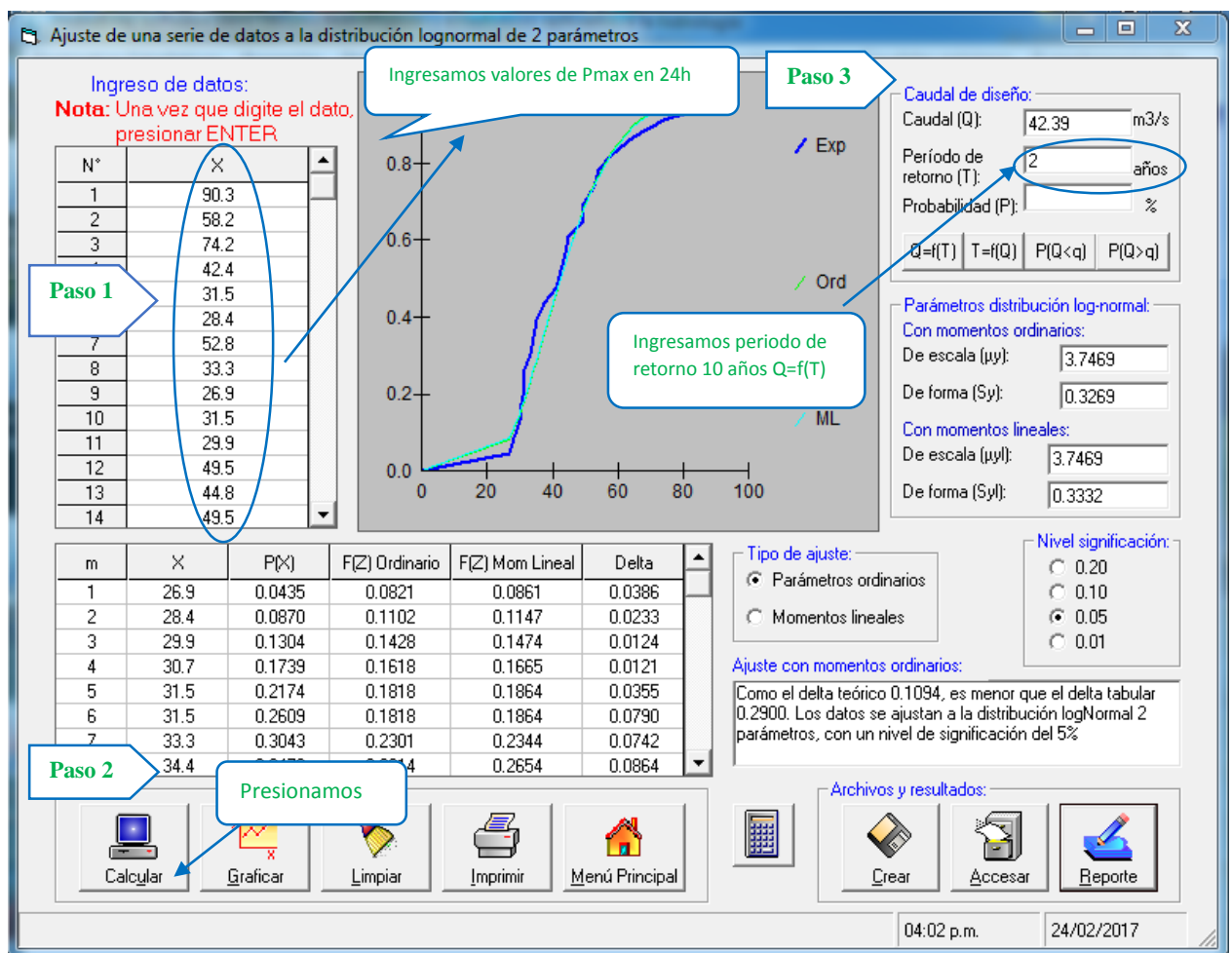


Figura 18. Distribución de Lognormal de 2 parámetros para un TR de 2 años

Fuente: Ajuste de datos con Hidroesta.

Caudal de diseño:

Caudal (Q): m³/s

Período de retorno (T): años

Probabilidad (P): %

Figura 19. Distribución de Lognormal de 2 parámetros para TR=5 años

Fuente: Ajuste de datos con Hidroesta.

Caudal de diseño:

Caudal (Q): m³/s

Período de retorno (T): años

Probabilidad (P): %

Figura 20. Distribución de Lognormal de 2 parámetros para TR=10 años

Fuente: Ajuste de datos con Hidroesta.

Caudal de diseño:

Caudal (Q): m³/s

Período de retorno (T): años

Probabilidad (P): %

Figura 21. Distribución de Lognormal de 2 parámetros para TR=25 años

Fuente: Ajuste de datos con Hidroesta.

Caudal de diseño:

Caudal (Q): m³/s

Período de retorno (T): años

Probabilidad (P): %

Figura 22. Distribución de Lognormal de 2 parámetros para TR=50 años

Fuente: Ajuste de datos con Hidroesta.

Tabla 11. *P_{max} en 24h para diferentes TR con una distribución Lognormal de 2 parámetros*

Distribución	Periodo de retorno (años)	Precipitación máxima 24 h (mm)
Lognormal 2 parámetros	2	42.39
	5	55.81
	10	64.45
	25	75.13
	50	82.96

Fuente: Elaboración Propia.

Para el cálculo de intensidades adoptamos los valores de la distribución de Gumbel. Aplicando la fórmula del SCS obtenemos las intensidades máximas en (mm/h) para diferentes tiempos de retorno, y periodos de duración.

$$I_T = \frac{0.280049 * P_{PTR}}{T_C^{0.6}}$$

Tabla 12. *Intensidades de precipitación en mm/hora; para diversos TR y Dt=t*

periodo duración Dt: min	Tiempo de retorno en años				
	2	5	10	25	50
10	34.54	46.24	53.99	63.78	71.04
20	22.79	30.51	35.62	42.08	46.87
30	17.87	23.92	27.93	32.99	36.75
40	15.03	20.13	23.50	27.76	30.92
50	13.15	17.61	20.55	24.28	27.05
60	11.79	15.78	18.42	21.77	24.24
70	10.75	14.39	16.80	19.84	22.10
80	9.92	13.28	15.50	18.31	20.40
90	9.24	12.37	14.45	17.07	19.01
100	8.68	11.61	13.56	16.02	17.84
110	8.19	10.97	12.81	15.13	16.85
120	7.78	10.41	12.16	14.36	15.99

Fuente: Elaboración Propia.

Comparación entre el modelo de Frederich Bell y el modelo del SCS calculados con la precipitación máxima en 24 horas correspondientes a una distribución de Gumbell y diferentes periodos de retorno de 2,5,10,25,50 años. Para nuestro caso escogemos las intensidades del modelo de Frederich Bell (1969) por ser los más conservadores. Estos valores serán ingresados al programa Hidroesta para el cálculo de caudales.

Intensidades de precipitación en mm/hora; para diversos TR y Dt=t; modelo de Frederich Bell (1969)

periodo duración Dt: min	Tiempo de retorno en años				
	2	5	10	25	50
10	46.70	60.21	70.42	83.92	94.14
20	32.57	41.99	49.11	58.53	65.65
30	25.83	33.30	38.95	46.42	52.07
40	21.77	28.06	32.82	39.11	43.87
50	18.99	24.49	28.64	34.13	38.29
60	16.96	21.86	25.57	30.48	34.19
70	15.39	19.84	23.21	27.66	31.03
80	14.14	18.23	21.32	25.41	28.51
90	13.12	16.91	19.78	23.57	26.44
100	12.25	15.80	18.48	22.02	24.70
110	11.52	14.85	17.37	20.70	23.22
120	10.89	14.03	16.41	19.56	21.94

Fuente: Tabla 8.

Intensidades de precipitación en mm/hora; para diversos TR y Dt=t; modelo del Soil Conservation Service (SCS).

periodo duración Dt: min	Tiempo de retorno en años				
	2	5	10	25	50
10	34.54	46.24	53.99	63.78	71.04
20	22.79	30.51	35.62	42.08	46.87
30	17.87	23.92	27.93	32.99	36.75
40	15.03	20.13	23.50	27.76	30.92
50	13.15	17.61	20.55	24.28	27.05
60	11.79	15.78	18.42	21.77	24.24
70	10.75	14.39	16.80	19.84	22.10
80	9.92	13.28	15.50	18.31	20.40
90	9.24	12.37	14.45	17.07	19.01
100	8.68	11.61	13.56	16.02	17.84
110	8.19	10.97	12.81	15.13	16.85
120	7.78	10.41	12.16	14.36	15.99

Fuente: Tabla 12.

Cálculo de caudal

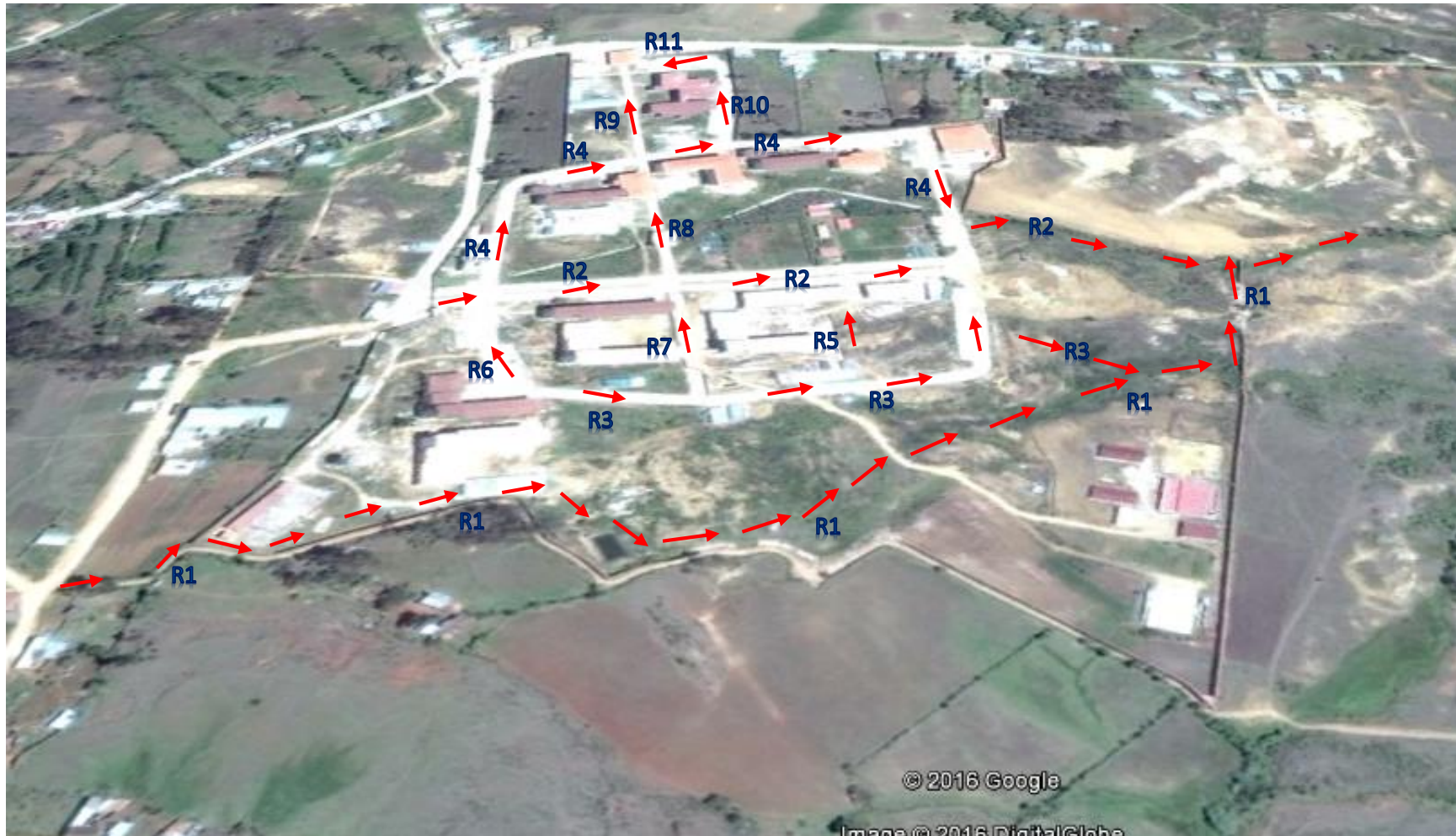


Figura 23. Diagrama de Flujo de Aguas de Lluvia. Ver Plano de Diagrama de Flujo. Anexo 2

Fuente: Elaboración Propia.

✓ Ingreso de datos al programa Hidroesta, para el Cálculo de caudales máximos, por el método Racional.

Cálculo del caudal máximo utilizando el método Racional

Datos:
 Distancia al punto más alejado (L): 767.79 m
 Desnivel (H): 74 m
 Período de retorno (T): 10 años

Opciones cálculo:
 Provincias Costa Rica
 Registro de datos

Ingreso de los tríos de datos T, D, Imáx:
Nota: Una vez que digite el dato, presionar ENTER

Trío	T (años)	Duración (min)	I máx (mm/hr)
1	10.0	10.0	70.42
2	10.0	20.0	49.11
3	10.0	30.0	38.95
4	10.0	40.0	32.82
5	10.0	50.0	28.64
6	10.0	60.0	25.57
7	10.0	70.0	23.21
8	10.0	80.0	21.32
9	10.0	90.0	19.78
10	10.0	100.0	18.48
11	10.0	110.0	17.37
12	10.0	120.0	16.41
[>]			

La duración es conocida:
 Sí
 No

Resultados:
 Tiempo de concentración ó duración (tc): 8.00 min
 Intensidad máxima (I): 83.58 mm/hr

Equación de cálculo de Imáx: $Imáx = 73.1891 \cdot T^{(0.5934)} \cdot D^{(-0.5934)}$

Archivos y resultados:
 Calcular, Limpiar, Imprimir, Menú Principal, Crear, Accesar, Reporte

Figura 24. Cálculo de la I máx. para un período de retorno de 10 años del Recorrido 1.

Fuente: Software Hidroesta.

HidroEsta, software para cálculos hidrológicos y estadísticos aplicados a la hidrología

Cálculo del caudal máximo utilizando el método Racional

Cálculo de Q **Cálculo de C** **Cálculo de I**

Ingreso datos:

Grupo N°:

Area (a): has

Zonas no urbanas:

Cobertura:

Textura:

Pendiente: %

Zonas urbanas:

Grupo N°	Área	Cobertura	Textura	Pendiente	C
15	2.652	Terrenos cultivados	Arcillosa	10.67	0.8
16	0.259	Praderas	Arcillosa	2.65	0.4
17	0.357	techados			0.95
18	0.281	calles de concreto hidráulico			0.95
19	1.183	Terrenos cultivados	Arcillosa	14.96	0.8
20	0.02	techados			0.95
21	0.285	Terrenos cultivados	Arcillosa	13.23	0.8
22	0.159	Terrenos cultivados	Arcillosa	23.27	0.8

Resultados:

C ponderado:

Área total: has

Archivos y resultados:

09:36 a.m. 15/03/2017

Figura 25. Cálculo del Coeficiente de escorrentía (C) del Recorrido 1.

Fuente: Software Hidroesta.

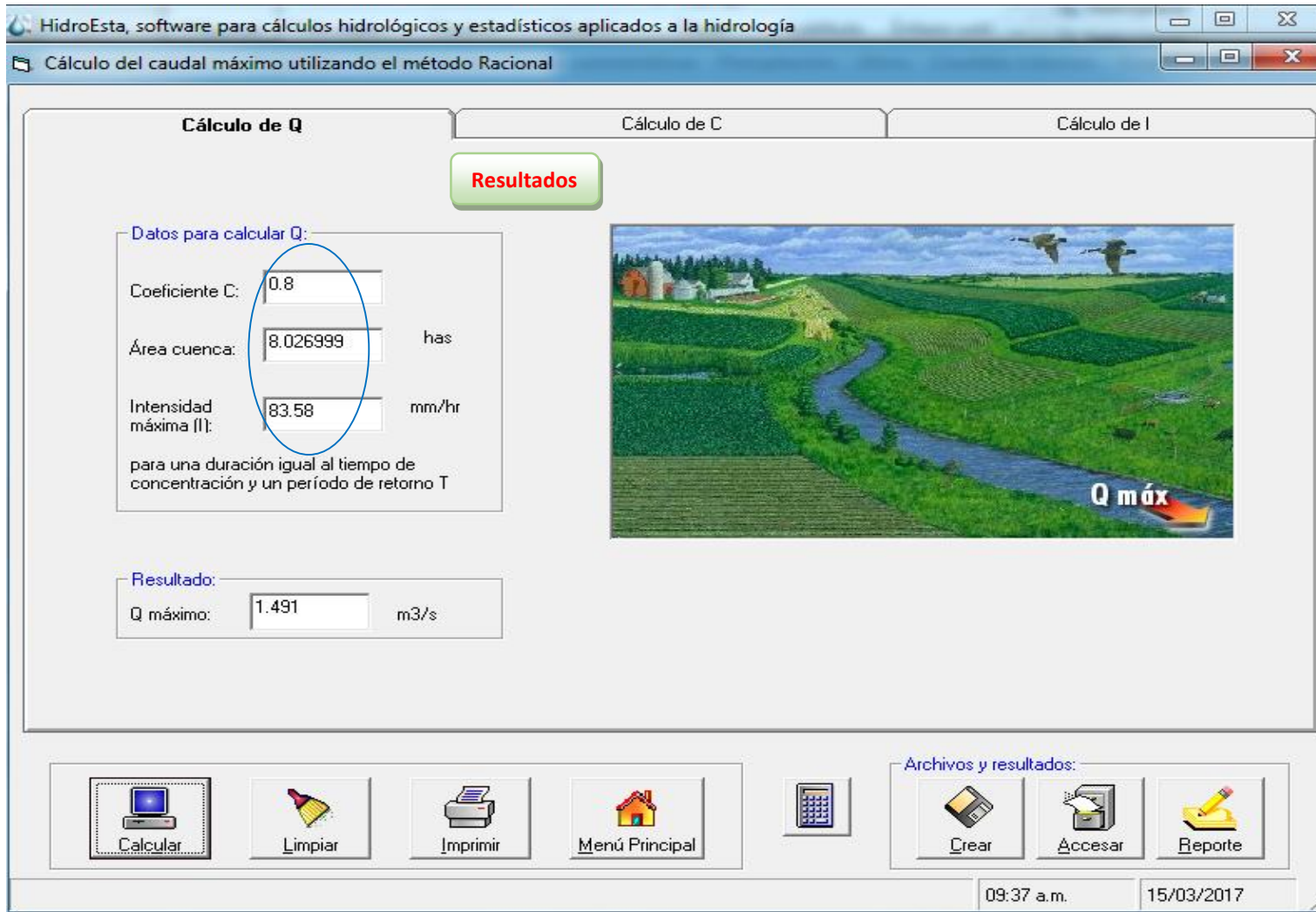


Figura 26. Cálculo del Q máx. del Recorrido 1

Fuente: Software Hidroesta.

Diseño Hidráulico

Para el diseño de las secciones del canal se utilizó la ecuación de Manning:

Formula de Manning:

$$Q = \frac{A \times R^{2/3} \times S^{1/2}}{n}$$

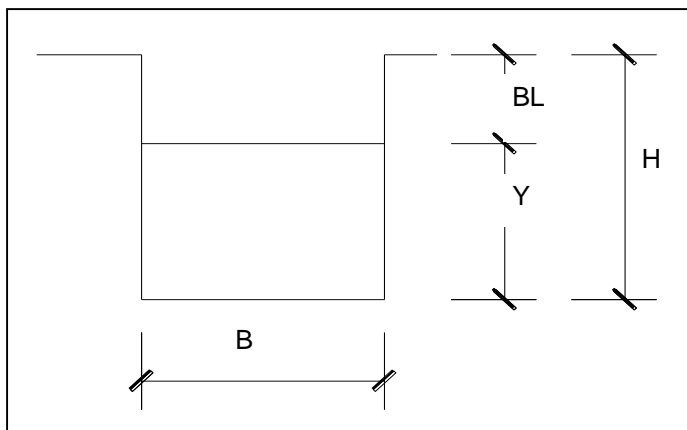


Figura 27. Sección rectangular de Canal abierto

Fuente: Elaboración Propia.

Donde:

Q = Caudal de Diseño (m³/seg)

A= Área Mojado (m²)

R= Radio Hidráulico $R = A / P$

P= Perímetro de sección mojado (m)

S= Pendiente (m/m)

n= Coeficiente de rugosidad de la superficie del canal

Criterios de Diseño

Sección Hidráulica Óptima (Máxima Eficiencia Hidráulica): Se dice que un canal es de máxima eficiencia hidráulica cuando para la misma área y pendiente conduce el mayor caudal, ésta condición está referida a un perímetro húmedo mínimo, la ecuación que determina la sección de máxima eficiencia hidráulica es:

$$\frac{b}{y} = 2 * \operatorname{tg}\left(\frac{\theta}{2}\right)$$

siendo θ el ángulo que forma el talud con la horizontal

En el proyecto utilizaremos una sección rectangular, es decir $\theta=0$

Por lo tanto: $b = 2y$

Velocidades

Velocidad mínima que no producen sedimentación: 0.3 m/seg.

Velocidades máximas que no produzcan erosión en las paredes y fondo del canal; para canal de concreto se recomienda: 0.6 - 2.50 m/seg. (U.S. Bureau of Reclamation)

Borde Libre

Es el espacio entre la cota de la corona y la superficie del agua, no existe ninguna regla fija que se pueda aceptar universalmente para el cálculo del borde libre, debido a que las fluctuaciones de la superficie del agua en un canal, se puede originar por causas incontrolables.

La Secretaría de Recursos Hidráulicos de México recomienda los siguientes valores en función del caudal:

Tabla 13. *Borde Libre en función del caudal*

Caudal m ³ /seg	Revestido (cm)	Sin revestir (cm)
£ 0.05	7.5	10
0.05 – 0.25	10	20
0.25 – 0.50	20	40
0.50 – 1.00	25	50
> 1.00	30	60

Fuente: Secretaría de Recursos Hidráulicos de México

V. RESULTADOS

5.1. Resultados del estudio topográfico

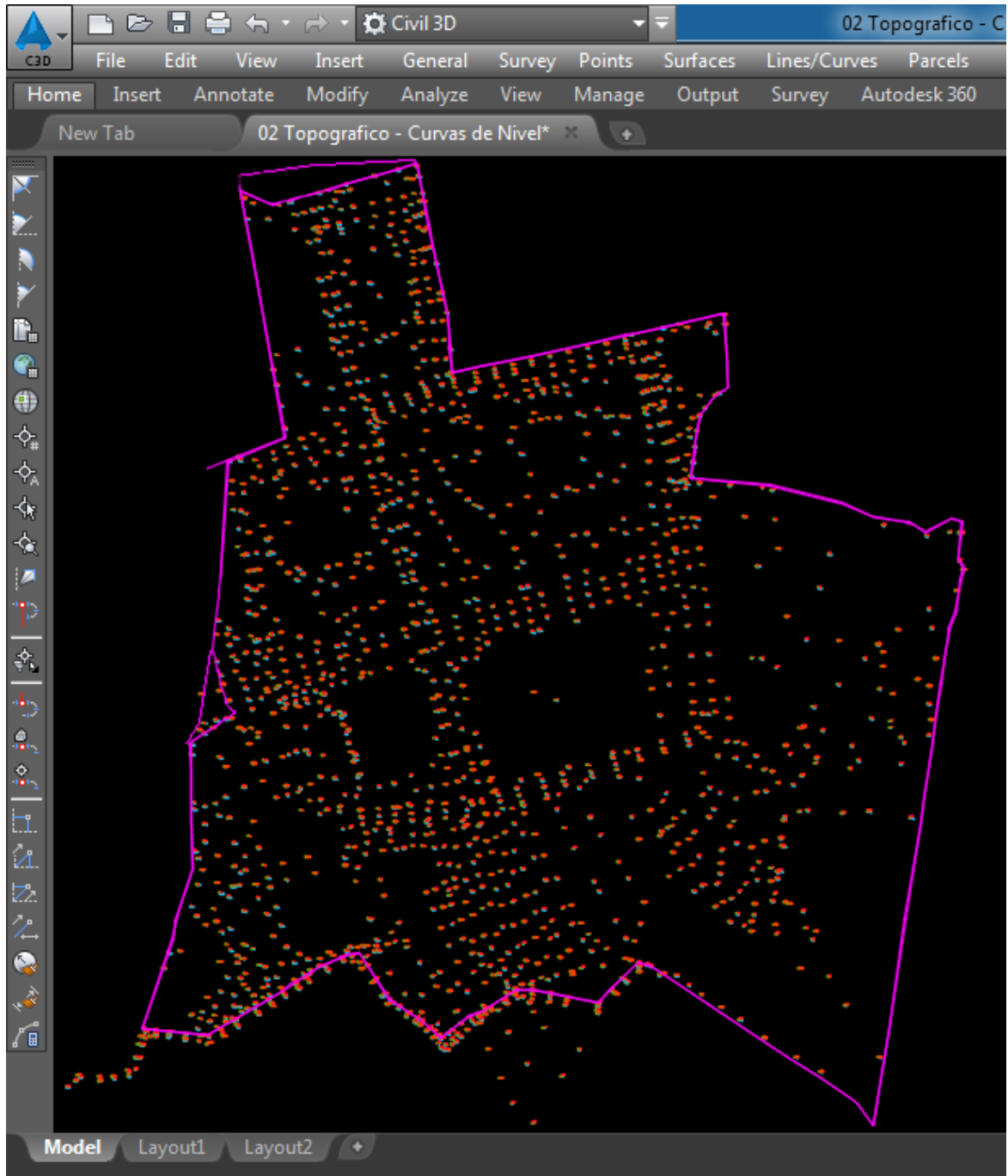


Figura 28. Importación de puntos topográficos al software AutoCAD Civil 3D

Fuente: Software AutoCAD Civil 3D

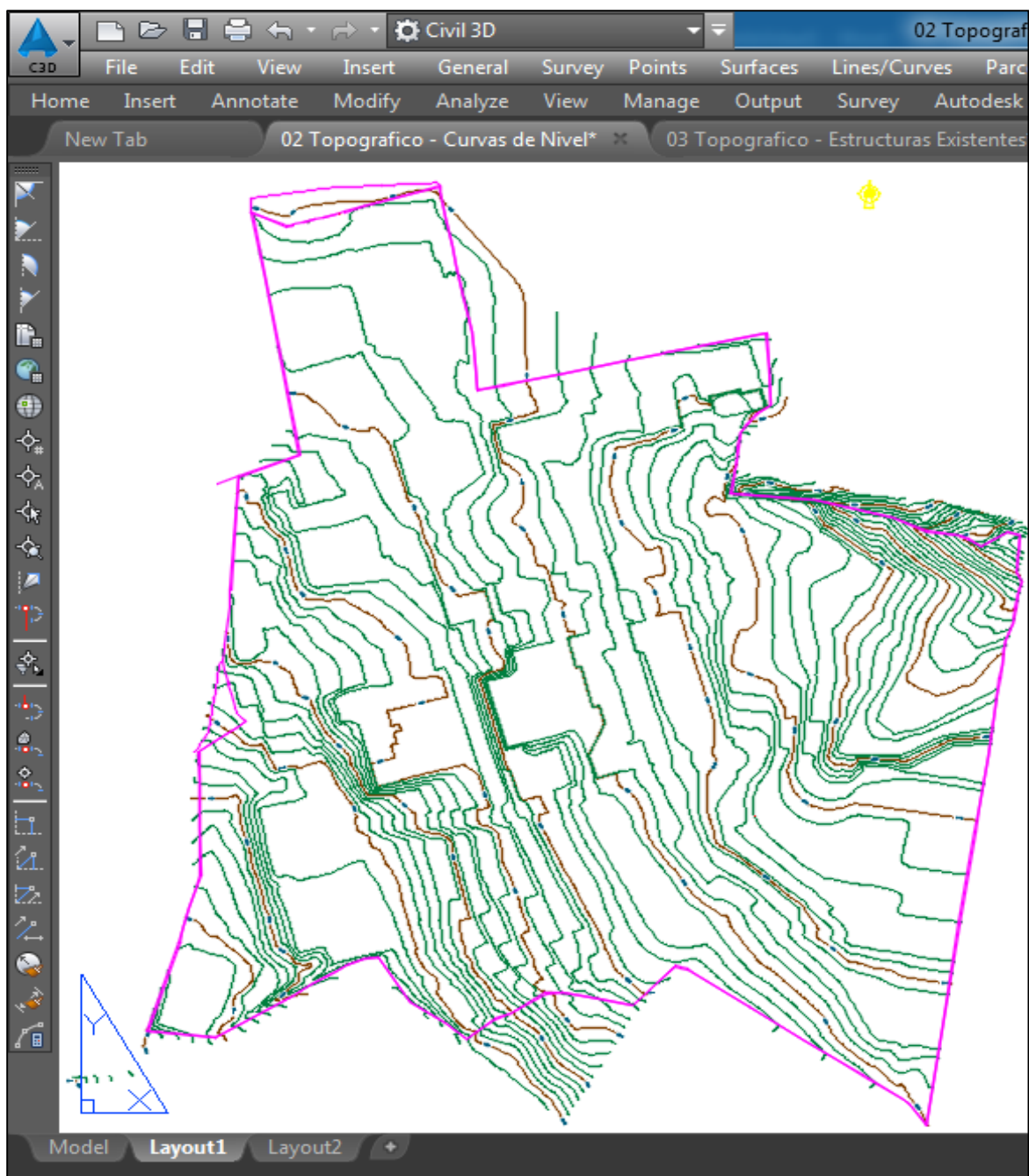


Figura 29. Plano Topográfico-Curvas de nivel en el software AutoCAD Civil 3D

Fuente: Software AutoCAD Civil 3D

En la figura 28 se muestra la imagen capturada del Plano Topográfico-Curvas de nivel, con curvas maestras cada 5m y curvas secundarias cada 1m, elaborado en el software AutoCAD Civil 3D. Ver Plano Topográfico-Curvas de nivel. Anexo 2.

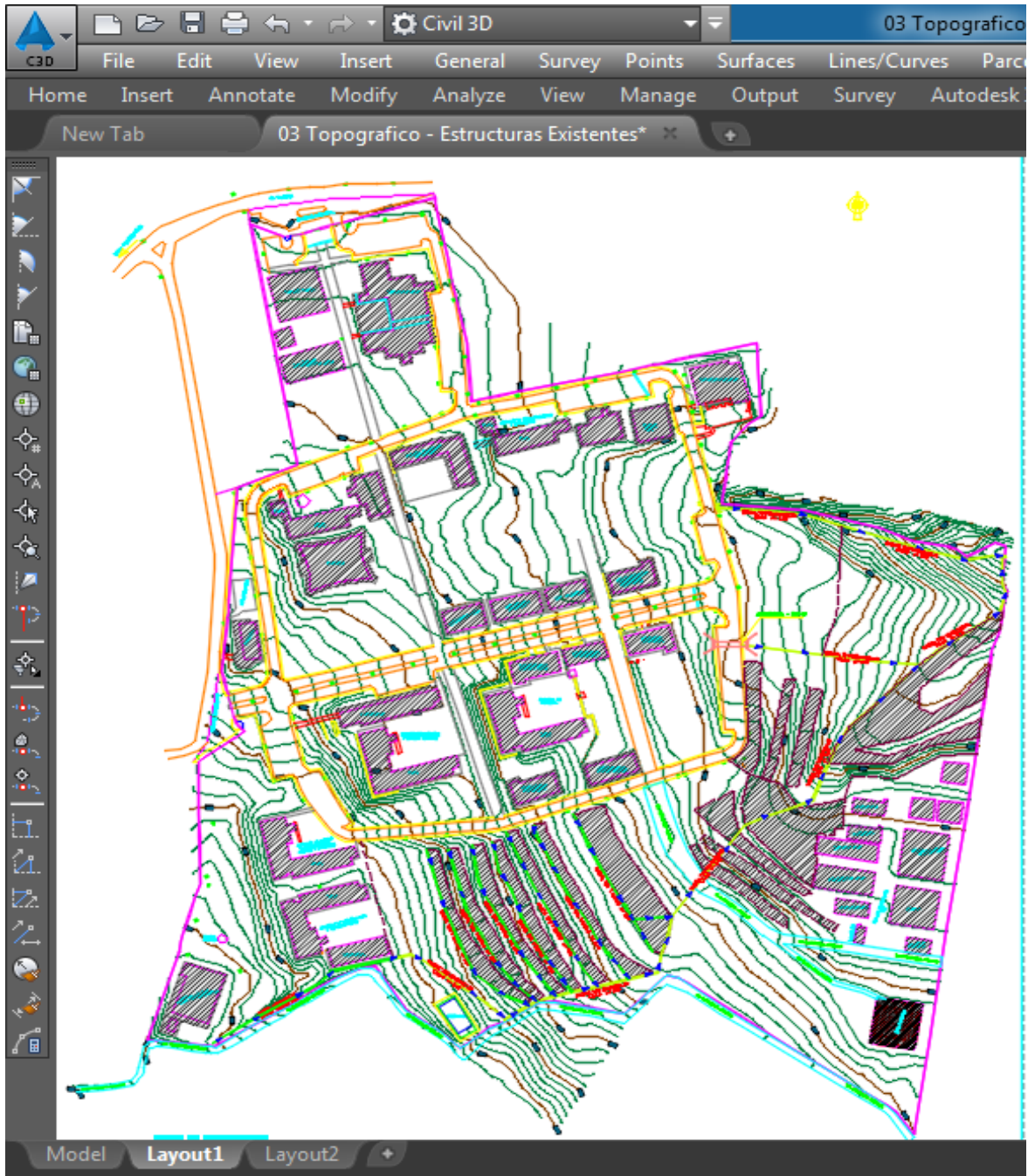


Figura 30. Plano Topográfico-Estructuras Existentes en el software AutoCAD Civil 3D

Fuente: Software AutoCAD Civil 3D

En la figura 30 se muestra la imagen capturada del Plano Topográfico - Estructuras Existentes. Tales como Módulos de cada Facultad, Laboratorios, Sede Administrativa, Institutos, Pistas y veredas, Planta Piloto, Comedor Universitario, etc. Ver Plano Topográfico - Estructuras Existentes del Anexo 2. También se elaboró los planos de: Ubicación del Proyecto, Dirección de Flujo de Agua, Longitudes y Pendientes, Áreas Tributarias y Detalles de Cuneta rectangular. Ver planos del Anexo 2.

5.2. Resultados de áreas Tributarias, longitudes, desniveles y recorrido

Tabla 14. Cuadro de Áreas y Longitudes

RECORRIDO	TRAMO	AREA	AREA	LONGITUD	LONGITUD	^ H (m)
		PARCIAL(ha)	TOTAL(ha)	PARCIAL(m)	TOTAL(m)	
1	Vía Carrozable: Tramo, 18 - 19	0.011	8.028	33.83	767.79	74.00
	Vía Carrozable: Tramo, 19 - 20	0.009		24.80		
	Vía Carrozable: Tramo, 20 - 21	0.017		42.95		
	Cuneta Rectangular: Tramo, 21-22	0.036		86.13		
		0.030				
		0.126				
	Cuneta Rectangular: Tramo, 22-23	0.021		48.45		
		0.025				
	Cuneta Rectangular: Tramo, 23-24	0.209		70.99		
	Cuneta Rectangular: Tramo, 24-25	0.407		96.72		
		0.112				
		0.163				
		0.113				
		1.552				
	Cuneta Rectangular: Tramo, 25-26	2.652		155.36		
		0.259				
0.357						
0.281						
Cuneta Rectangular: Tramo, 26-27	1.183	110.95				
	0.020					
Cuneta Rectangular: Tramo, 27-28	0.285	59.41				
Cuneta Rectangular: Tramo, 28-29	0.159	38.20				
2	Calle A: Tramo, 1 - 2	0.100	4.001	98.60	515.97	58.00
		0.178				
		0.094				
		0.017				
		0.162				
	Calle A: Tramo, 2 - 3	0.157		102.31		
		0.028				
	Calle A: Tramo, 3 -4	0.122		89.64		
		0.017				
	Calle E: Tramo, 4 -5	0.069		47.19		
		0.033				
		0.468				
		0.087				
		1.676				
Colector Secundario: Tramo, 5-29	0.793	178.23				

3	Calle B: Tramo, 6 - 7	0.089	1.507	99.72	429.59	46.50
		0.035				
		0.072				
		0.151				
	Calle B: Tramo, 7 - 8	0.079		88.13		
	Calle B: Tramo, 8 - 9	0.064		75.29		
	Calle E: Tramo, 9 - 10	0.131		59.39		
		0.002				
		0.052				
0.413						
Cuneta Rectangular: Tramo, 10-27	0.420	107.06				
4	Calle D: Tramo, 1 - 11	0.100	0.942	110.62	472.38	28.00
		0.006				
		0.065				
		0.124				
	Calle C: Tramo, 11 - 12	0.125		95.40		
	Calle C: Tramo, 12 - 13	0.056		58.95		
	Calle C: Tramo, 13 - 14	0.158		117.92		
	Calle E: Tramo, 14 - 5	0.088		89.49		
		0.040				
0.094						
0.085						
5	Calle H: Tramo, 8 - 3	0.101	0.97	93.78	93.78	1.00
		0.011				
		0.296				
		0.217				
		0.349				
6	Calle D tramo , 6 - 1	0.181	1.013	89.63	89.63	4.00
		0.153				
		0.051				
		0.627				
7	Calle G: Tramo, 7 - 2	0.062	0.653	100.88	100.88	0.50
		0.142				
		0.101				
		0.348				
8	Calle G: Tramo, 2 - 12	0.081	1.094	130.81	130.81	3.50
		0.089				
		0.256				
		0.005				
		0.663				
9	Calle G: Tramo, 12 - 16	0.070	0.460	117.16	117.16	3.00
		0.077				
		0.313				

10	Calle F: Tramo, 13 - 15	0.137	0.449	113.43	113.43	0.50
		0.077				
		0.235				
11	Calle F: Tramo, 15 - 17	0.246	1.083	84.90	84.90	1.50
		0.058				
		0.268				
		0.510				

Fuente: Elaboración Propia.

5.3. Resultados de la determinación de pendientes, tipo de cobertura y textura de suelo

Tabla 15. Datos a ingresar al programa Hidroesta para el cálculo de "c"

Recorrido	Grupo N°	Área (has)	Pendiente (%)	Cobertura	Textura	Observaciones
1	1	0.011	11.33	Afirmado	arcillosa	Vía Carrozable: Tramo, 18 - 19
	2	0.009	4.51	Afirmado	arcillosa	Vía Carrozable: Tramo, 19 - 20
	3	0.017	10.73	Afirmado	arcillosa	Vía Carrozable: Tramo, 20 - 21
	4	0.036	7.85	Afirmado	arcillosa	Cuneta Rectangular: Tramo, 21-22
	5	0.030	6.16	Área Verde	arcillosa	
	6	0.126	18.67	Área Verde	arcillosa	
	7	0.021	3.54	Área Verde	arcillosa	Cuneta Rectangular: Tramo, 22-23
	8	0.025	2.44	Afirmado	arcillosa	
	9	0.209	20.00	Área Verde	arcillosa	Cuneta Rectangular: Tramo, 23-24
	10	0.407	19.21	Área Verde	arcillosa	Cuneta Rectangular: Tramo, 24-25
	11	0.112		Adoquinado		
	12	0.163		Techados		
	13	0.113	19.44	Afirmado	arcillosa	
	14	1.552	15.39	Área Verde	arcillosa	
	15	2.652	10.67	Área Verde	arcillosa	Cuneta Rectangular: Tramo, 25-26
	16	0.259	2.65	Afirmado	arcillosa	
	17	0.357		Techados		
	18	0.281		Paviment. Rígido		
	19	1.183	14.96	Área Verde	arcillosa	Cuneta Rectangular: Tramo, 26-27
	20	0.020		Techados		
	21	0.285	13.23	Área Verde	arcillosa	Cuneta Rectangular: Tramo, 27-28
	22	0.159	23.27	Área Verde	arcillosa	Cuneta Rectangular: Tramo, 28-29

2	1	0.100		Pavim. Rígido		Calle A: Tramo, 1 - 2
	2	0.178		Pavim. Rígido		
	3	0.094		Techados		
	4	0.017		Adoquinado		
	5	0.162	29.58	Área Verde	arcillosa	Calle A: Tramo, 2 - 3
	6	0.157		Pavim. Rígido		
	7	0.028	10.45	Área Verde	arcillosa	
	8	0.122		Pavim. Rígido		Calle A: Tramo, 3 -4
	9	0.017	8.32	Área Verde	arcillosa	
	10	0.069		Pavim. Rígido		Calle E: Tramo, 4 -5
	11	0.033		Pavim. Rígido		
	12	0.468		Techados		
	13	0.087		Adoquinado		
	14	1.676	9.11	Área Verde	arcillosa	
	15	0.793	22.77	Área Verde	arcillosa	Colector Secundario: Tramo, 5-29
3	1	0.089		Pavim. Rígido		Calle B: Tramo, 6 - 7
	2	0.035		Adoquinado		
	3	0.072		Techados		
	4	0.151	34.23	Área Verde	arcillosa	
	5	0.079		Pavim. Rígido		Calle B: Tramo, 7 - 8
	6	0.064		Pavim. Rígido		Calle B: Tramo, 8 - 9
	7	0.131		Pavim. Rígido		Calle E: Tramo, 9 - 10
	8	0.002		Pavim. Rígido		
	9	0.052		Techados		
	10	0.413	12.59	Área Verde	arcillosa	
	11	0.420	10.02	Área Verde	arcillosa	Cuneta Rectangular: Tramo, 10-27

4	1	0.100		Pavim. Rígido		Calle D: Tramo, 1 - 11
	2	0.006		Pavim. Rígido		
	3	0.065		Techados		
	4	0.124	24.25	Área Verde	arcillosa	
	5	0.125		Pavim. Rígido		Calle C: Tramo, 11 - 12
	6	0.056		Pavim. Rígido		Calle C: Tramo, 12 - 13
	7	0.158		Pavim. Rígido		Calle C: Tramo, 13 - 14
	8	0.088		Pavim. Rígido		Calle E: Tramo, 14 - 5
	9	0.040		Pavim. Rígido		
	10	0.094		Techados		
	11	0.085	6.77	Área Verde	arcillosa	
5	1	0.101		Pavim. Rígido		Calle H: Tramo, 8 -3
	2	0.011		Pavim. Rígido		
	3	0.296		Techados		
	4	0.217		Adoquinado		
	5	0.349	21.84	Área Verde	arcillosa	
6	1	0.181		Pavim. Rígido		Calle D tramo , 6 - 1
	2	0.153		Techados		
	3	0.051		Adoquinado		
	4	0.627	13.01	Área Verde	arcillosa	
7	1	0.062		Adoquinado		Calle G: Tramo, 7 - 2
	2	0.142		Adoquinado		
	3	0.101		Techados		
	4	0.348	36.8	Área Verde	arcillosa	

8	1	0.081		Adoquinado		Calle G: Tramo, 2 - 12
	2	0.089		Adoquinado		
	3	0.256		Techados		
	4	0.005		Pavim. Rígido		
	5	0.663	8.16	Área Verde	arcillosa	
9	1	0.070		Adoquinado		Calle G: Tramo, 12 - 16
	2	0.077		Techados		
	3	0.313	5.23	Área Verde	arcillosa	
10	1	0.137		Pavim. Rígido		Calle F: Tramo, 13 - 15
	2	0.077		Techados		
	3	0.235	3.95	Área Verde	arcillosa	
11	1	0.246		Pavim. Rígido		Calle F: Tramo, 15 - 17
	2	0.058		Adoquinado		
	3	0.268		Techados		
	4	0.510	4.04	Área Verde	arcillosa	

Fuente: Elaboración Propia.

5.4. Resultados del estudio Hidrológico

Modelo de Frederich Bell

Intensidades de precipitación en mm/hora; para diversos TR y Dt=t

periodo duración Dt: min	Tiempo de retorno en años				
	2	5	10	25	50
10	46.70	60.21	70.42	83.92	94.14
20	32.57	41.99	49.11	58.53	65.65
30	25.83	33.30	38.95	46.42	52.07
40	21.77	28.06	32.82	39.11	43.87
50	18.99	24.49	28.64	34.13	38.29
60	16.96	21.86	25.57	30.48	34.19
70	15.39	19.84	23.21	27.66	31.03
80	14.14	18.23	21.32	25.41	28.51
90	13.12	16.91	19.78	23.57	26.44
100	12.25	15.80	18.48	22.02	24.70
110	11.52	14.85	17.37	20.70	23.22
120	10.89	14.03	16.41	19.56	21.94

Fuente: Tabla 8.

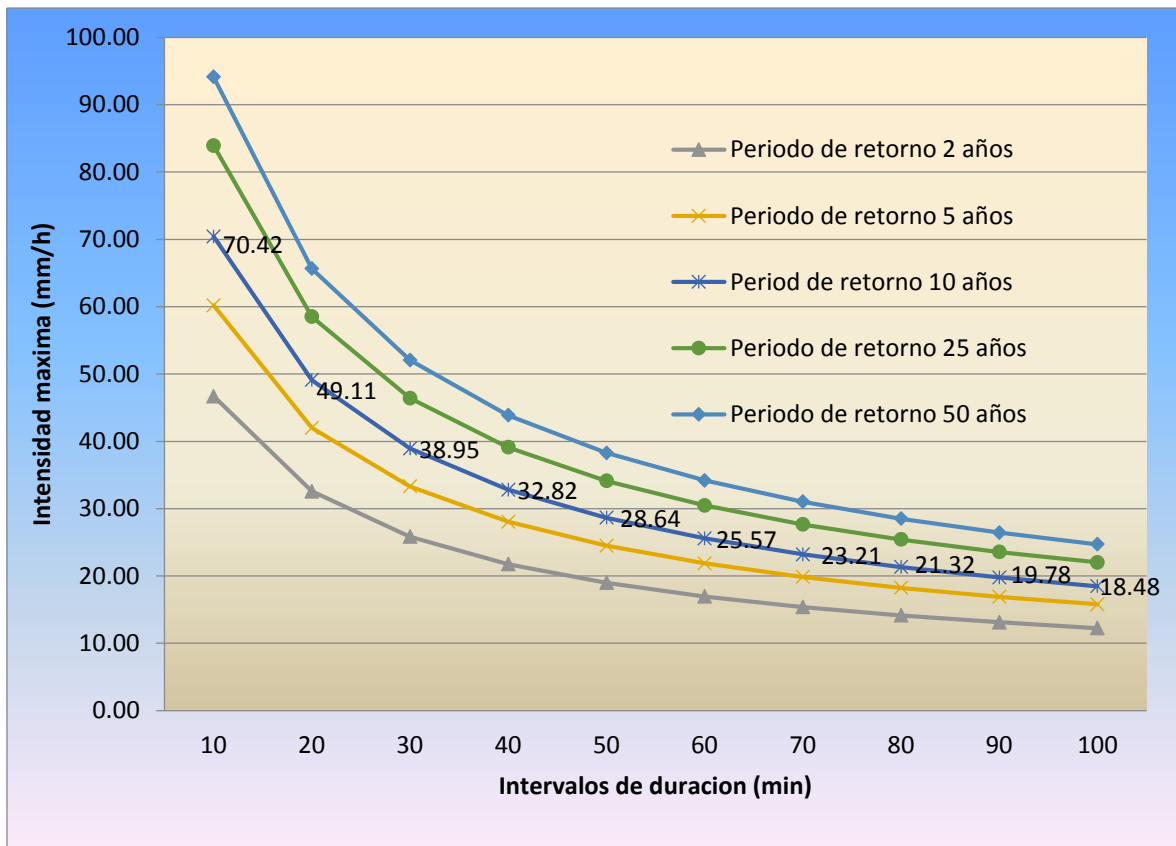


Figura 31. Intensidad - Duración - Frecuencia (IDF)

Fuente: Elaboración Propia.

5.5. Resultados de cálculo de caudal máximo

- ✓ **Resultados de Cálculo del caudal máximo utilizando el método Racional del Recorrido 1:** Vía Carrozable: Tramo, 18-19-20-21, Cuneta Rectangular: Tramo, 21-22-23-24-25-26-27-28-29

Tabla 16. Serie de datos de área, cobertura y de C parciales del Recorrido 1

N°	Área	Cobertura	Textura	Pendiente	C
1	0.011	Praderas	Arcillosa	11.33	0.6
2	0.009	Praderas	Arcillosa	4.51	0.4
3	0.017	Praderas	Arcillosa	10.73	0.6
4	0.036	Praderas	Arcillosa	7.85	0.55
5	0.03	Terrenos cultivados	Arcillosa	6.16	0.7
6	0.126	Terrenos cultivados	Arcillosa	18.67	0.8
7	0.021	Terrenos cultivados	Arcillosa	3.54	0.6
8	0.025	Praderas	Arcillosa	2.44	0.4
9	0.209	Terrenos cultivados	Arcillosa	20	0.8
10	0.407	Terrenos cultivados	Arcillosa	19.21	0.8
11	0.112	Calles adoquinadas			0.85
12	0.163	Techados			0.95
13	0.113	Praderas	Arcillosa	19.44	0.6
14	1.552	Terrenos cultivados	Arcillosa	15.39	0.8
15	2.652	Terrenos cultivados	Arcillosa	10.67	0.8
16	0.259	Praderas	Arcillosa	2.65	0.4
17	0.357	techados			0.95
18	0.281	calles de concreto hidráulico			0.95
19	1.183	Terrenos cultivados	Arcillosa	14.96	0.8
20	0.02	Techados			0.95
21	0.285	Terrenos cultivados	Arcillosa	13.23	0.8
22	0.159	Terrenos cultivados	Arcillosa	23.27	0.8
C ponderado		0.8			
Área total		8.026999 has			

Fuente: Reporte del Software Hidroesta.

Tabla 17. Cálculo del I máxima: Valores de T, D y I máx. del Recorrido 1

Trío	T (años)	Duración (min)	I máx. (mm/hr)
1	10	10	70.42
2	10	20	49.11
3	10	30	38.95
4	10	40	32.82
5	10	50	28.64
6	10	60	25.57
7	10	70	23.21
8	10	80	21.32
9	10	90	19.78
10	10	100	18.48
11	10	110	17.37
12	10	120	16.41

La I máx. para un período de retorno de 10 años y una duración de 8.00 min, es 83.58 mm/hr
Fuente: Reporte del Software Hidroesta.

Tabla 18. Resumen de Resultados de los cálculos del Recorrido 1

Coefficiente C	Área de la cuenca	I máx.	Q máx.
0.8	8.026999 has	83.58 mm/hr	1.491 m3/s

Fuente: Reporte del Software Hidroesta.

- ✓ **Resultados de Cálculo del caudal máximo utilizando el método Racional del Recorrido 2:** Calle A: Tramo, 1-2-3-4, Calle E: Tramo, 4 -5, Colector Secundario: Tramo, 5-29

Tabla 19. Serie de datos de área, cobertura y de C parciales del Recorrido 2

N°	Área	Cobertura	Textura	Pendiente	C
1	0.1	calles de concreto hidráulico			0.95
2	0.178	calles de concreto hidráulico			0.95
3	0.094	techados			0.95
4	0.017	calles adoquinadas			0.85
5	0.162	Terrenos cultivados	Arcillosa	29.58	0.8
6	0.157	calles de concreto hidráulico			0.95
7	0.028	Terrenos cultivados	Arcillosa	10.45	0.8
8	0.122	calles de concreto hidráulico			0.95
9	0.017	Terrenos cultivados	Arcillosa	8.32	0.7
10	0.069	calles de concreto hidráulico			0.95
11	0.033	calles de concreto hidráulico			0.95

12	0.468	techados			0.95
13	0.087	calles adoquinadas			0.85
14	1.676	Terrenos cultivados	Arcillosa	9.11	0.7
15	0.793	Terrenos cultivados	Arcillosa	22.77	0.8
C ponderado		0.8			
Área total		4.001 has			

Fuente: Reporte del Software Hidroesta.

Tabla 20. *Cálculo del I máxima: Valores de T, D y I máx. del Recorrido 2*

Trío	T (años)	Duración (min)	I máx. (mm/hr)
1	10	10	70.42
2	10	20	49.11
3	10	30	38.95
4	10	40	32.82
5	10	50	28.64
6	10	60	25.57
7	10	70	23.21
8	10	80	21.32
9	10	90	19.78
10	10	100	18.48
11	10	110	17.37
12	10	120	16.41

La I máx. para un período de retorno de 10 años y una duración de 5.55 min, es 103.81 mm/hr

Fuente: Reporte del Software Hidroesta.

Tabla 21. *Resumen de Resultados de los cálculos del Recorrido 2*

Coefficiente C	Área de la cuenca	I máx.	Q máx.
0.8	4.001 has	103.81 mm/hr	0.923 m ³ /s

Fuente: Reporte del Software Hidroesta.

- ✓ **Resultados de Cálculo del caudal máximo utilizando el método Racional del Recorrido 3:** Calle B: Tramo, 6-7-8-9; Calle E: Tramo, 9 – 10; Cuneta Rectangular: Tramo, 10-27

Tabla 22. Serie de datos de área, cobertura y de C parciales del Recorrido 3

N°	Área	Cobertura	Textura	Pendiente	C
1	0.08	calles de concreto hidráulico			0.95
2	0.035	calles adoquinadas			0.85
3	0.072	techados			0.95
4	0.151	Terrenos cultivados	Arcillosa	34.23	0.8
5	0.079	calles de concreto hidráulico			0.95
6	0.064	calles de concreto hidráulico			0.95
7	0.131	calles de concreto hidráulico			0.95
8	0.002	calles de concreto hidráulico			0.95
9	0.052	techados			0.95
10	0.413	Terrenos cultivados	Arcillosa	12.59	0.8
11	0.42	Terrenos cultivados	Arcillosa	10.02	0.8
C ponderado		0.85			
Área total		1.508 has			

Fuente: Reporte del Software Hidroesta.

Tabla 23. Cálculo del I máxima: Valores de T, D y I máx. del Recorrido 3

Trío	T (años)	Duración (min)	I máx. (mm/hr)
1	10	10	70.42
2	10	20	49.11
3	10	30	38.95
4	10	40	32.82
5	10	50	28.64
6	10	60	25.57
7	10	70	23.21
8	10	80	21.32
9	10	90	19.78
10	10	100	18.48
11	10	110	17.37
12	10	120	16.41

La I máx. para un período de retorno de 10 años y una duración de 4.89 min, es 111.90 mm/hr

Fuente: Reporte del Software Hidroesta.

Tabla 24. Resumen de Resultados de los cálculos del Recorrido 3

Coefficiente C	Área de la cuenca	I máx.	Q máx.
0.85	1.508 has	111.90 mm/hr	0.398 m ³ /s

Fuente: Reporte del Software Hidroesta.

- ✓ **Resultados de Cálculo del caudal máximo utilizando el método Racional del Recorrido 4:** Calle D: Tramo, 1 – 11; Calle C: Tramo, 11 - 12 - 13 – 14; Calle E: Tramo, 14 – 5

Tabla 25. Serie de datos de área, cobertura y de C parciales del Recorrido 4

N°	Área	Cobertura	Textura	Pendiente	C
1	0.1	calles de concreto hidráulico			0.95
2	0.006	calles de concreto hidráulico			0.95
3	0.065	techados			0.95
4	0.124	Terrenos cultivados	Arcillosa	24.25	0.8
5	0.125	calles de concreto hidráulico			0.95
6	0.056	calles de concreto hidráulico			0.95
7	0.158	calles de concreto hidráulico			0.95
8	0.088	calles de concreto hidráulico			0.95
9	0.04	calles de concreto hidráulico			0.95
10	0.094	techados			0.95
11	0.085	Terrenos cultivados	Arcillosa	6.77	0.7
C ponderado		0.91			
Área total		0.941 has			

Fuente: Reporte del Software Hidroesta.

Tabla 26. Cálculo del I máxima: Valores de T, D y I máx. del Recorrido 4

Trío	T (años)	Duración (min)	I máx. (mm/hr)
1	10	10	70.42
2	10	20	49.11
3	10	30	38.95
4	10	40	32.82
5	10	50	28.64
6	10	60	25.57
7	10	70	23.21
8	10	80	21.32
9	10	90	19.78
10	10	100	18.48
11	10	110	17.37
12	10	120	16.41

La I máx. para un período de retorno de 10 años y una duración de 6.63 min, es 93.38 mm/hr

Fuente: Reporte del Software Hidroesta.

Tabla 27. Resumen de Resultados de los cálculos del Recorrido 4

Coefficiente C	Área de la cuenca	I máx.	Q máx.
0.91	0.941 has	93.38 mm/hr	0.222 m ³ /s

Fuente: Reporte del Software Hidroesta.

- ✓ **Resultados de Cálculo del caudal máximo utilizando el método Racional del Recorrido 5: Calle H: Tramo, 8 -3**

Tabla 28. Serie de datos de área, cobertura y de C parciales del Recorrido 5

N°	Área	Cobertura	Textura	Pendiente	C
1	0.101	calles de concreto hidráulico			0.95
2	0.011	calles de concreto hidráulico			0.95
3	0.296	techados			0.95
4	0.217	calles adoquinadas			0.85
5	0.349	Terrenos cultivados	Arcillosa	21.84	0.8
C ponderado		0.87			
Área total		0.974 has			

Fuente: Reporte del Software Hidroesta.

Tabla 29. Cálculo del I máxima: Valores de T, D y I máx. del Recorrido 5

Trío	T (años)	Duración (min)	I máx. (mm/hr)
1	10	10	70.42
2	10	20	49.11
3	10	30	38.95
4	10	40	32.82
5	10	50	28.64
6	10	60	25.57
7	10	70	23.21
8	10	80	21.32
9	10	90	19.78
10	10	100	18.48
11	10	110	17.37
12	10	120	16.41

La I máx. para un período de retorno de 10 años y una duración de 3.70 min, es 132.10 mm/hr

Fuente: Reporte del Software Hidroesta.

Tabla 30. Resumen de Resultados de los cálculos del Recorrido 5

Coefficiente C	Área de la cuenca	I máx.	Q máx.
0.87	0.974 has	132.10 mm/hr	0.311 m ³ /s

Fuente: Reporte del Software Hidroesta.

- ✓ **Resultados de Cálculo del caudal máximo utilizando el método Racional del Recorrido 6:** Calle D: tramo, 6 - 1

Tabla 31. Serie de datos de área, cobertura y de C parciales del Recorrido 6

Nº	Área	Cobertura	Textura	Pendiente	C
1	0.181	calles de concreto hidráulico			0.95
2	0.153	techados			0.95
3	0.051	calles adoquinadas			0.85
4	0.627	Terrenos cultivados	Arcillosa	13.01	0.8
C ponderado		0.85			
Área total		1.012 has			

Fuente: Reporte del Software Hidroesta.

Tabla 32. Cálculo del I máxima: Valores de T, D y I máx. del Recorrido 6

Trío	T (años)	Duración (min)	I máx. (mm/hr)
1	10	10	70.42
2	10	20	49.11
3	10	30	38.95
4	10	40	32.82
5	10	50	28.64
6	10	60	25.57
7	10	70	23.21
8	10	80	21.32
9	10	90	19.78
10	10	100	18.48
11	10	110	17.37
12	10	120	16.41

La I máx. para un período de retorno de 10 años y una duración de 2.06 min, es 187.03 mm/hr

Fuente: Reporte del Software Hidroesta.

Tabla 33. Resumen de Resultados de los cálculos del Recorrido 6

Coefficiente C	Área de la cuenca	I máx.	Q máx.
0.85	1.012 has	187.03 mm/hr	0.447 m3/s

Fuente: Reporte del Software Hidroesta.

- ✓ **Resultados de Cálculo del caudal máximo utilizando el método Racional del Recorrido 7: Calle G: Tramo, 7 - 2**

Tabla 34. Serie de datos de área, cobertura y de C parciales del Recorrido 7

Nº	Área	Cobertura	Textura	Pendiente	C
1	0.062	calles adoquinadas			0.85
2	0.142	calles adoquinadas			0.85
3	0.101	techados			0.95
4	0.348	Terrenos cultivados	Arcillosa	36.8	0.8
C ponderado		0.84			
Área total		0.653 has			

Fuente: Reporte del Software Hidroesta.

Tabla 35. Cálculo del I máxima: Valores de T, D y I máx. del Recorrido 7

Trío	T (años)	Duración (min)	I máx. (mm/hr)
1	10	10	70.42
2	10	20	49.11
3	10	30	38.95
4	10	40	32.82
5	10	50	28.64
6	10	60	25.57
7	10	70	23.21
8	10	80	21.32
9	10	90	19.78
10	10	100	18.48
11	10	110	17.37
12	10	120	16.41

La I máx. para un período de retorno de 10 años y una duración de 5.25 min, es 107.25 mm/hr

Fuente: Reporte del Software Hidroesta.

Tabla 36. Resumen de Resultados de los cálculos del Recorrido 7

Coefficiente C	Área de la cuenca	I máx.	Q máx.
0.84	0.653 has	107.25 mm/hr	0.163 m3/s

Fuente: Reporte del Software Hidroesta.

- ✓ **Resultados de Cálculo del caudal máximo utilizando el método Racional del Recorrido 8: Calle G: Tramo, 2 - 12**

Tabla 37. Serie de datos de área, cobertura y de C parciales del Recorrido 8

N°	Área	Cobertura	Textura	Pendiente	C
1	0.081	calles adoquinadas			0.85
2	0.089	calles adoquinadas			0.85
3	0.256	techados			0.95
4	0.005	calles de concreto hidráulico			0.95
5	0.663	Terrenos cultivados	Arcillosa	8.16	0.7
C ponderado		0.78			
Área total		1.094 has			

Fuente: Reporte del Software Hidroesta.

Tabla 38. Cálculo del I máxima: Valores de T, D y I máx. del Recorrido 8

Trío	T (años)	Duración (min)	I máx. (mm/hr)
1	10	10	70.42
2	10	20	49.11
3	10	30	38.95
4	10	40	32.82
5	10	50	28.64
6	10	60	25.57
7	10	70	23.21
8	10	80	21.32
9	10	90	19.78
10	10	100	18.48
11	10	110	17.37
12	10	120	16.41

La I máx. para un período de retorno de 10 años y una duración de 3.35 min, es 140.00 mm/hr

Fuente: Reporte del Software Hidroesta.

Tabla 39. Resumen de Resultados de los cálculos del Recorrido 8

Coefficiente C	Área de la cuenca	I máx.	Q máx.
0.78	1.094 has	140.00 mm/hr	0.332 m ³ /s

Fuente: Reporte del Software Hidroesta.

- ✓ **Resultados de Cálculo del caudal máximo utilizando el método Racional del Recorrido 9:** Calle G: Tramo, 12 - 16

Tabla 40. Serie de datos de área, cobertura y de C parciales del Recorrido 9

N°	Área	Cobertura	Textura	Pendiente	C
1	0.07	calles adoquinadas			0.85
2	0.077	techados			0.95
3	0.313	Terrenos cultivados	Arcillosa	5.23	0.7
C ponderado		0.76			
Área total		0.46 has			

Fuente: Reporte del Software Hidroesta.

Tabla 41. Cálculo del I máxima: Valores de T, D y I máx. del Recorrido 9

Trío	T (años)	Duración (min)	I máx. (mm/hr)
1	10	10	70.42
2	10	20	49.11
3	10	30	38.95
4	10	40	32.82
5	10	50	28.64
6	10	60	25.57
7	10	70	23.21
8	10	80	21.32
9	10	90	19.78
10	10	100	18.48
11	10	110	17.37
12	10	120	16.41

La I máx. para un período de retorno de 10 años y una duración de 3.13 min, es 145.76 mm/hr

Fuente: Reporte del Software Hidroesta.

Tabla 42. Resumen de Resultados de los cálculos del Recorrido 9

Coefficiente C	Área de la cuenca	I máx.	Q máx.
0.76	0.46 has	145.76 mm/hr	0.142 m ³ /s

Fuente: Reporte del Software Hidroesta.

- ✓ **Resultados de Cálculo del caudal máximo utilizando el método Racional del Recorrido 10:** Calle F: Tramo, 13 - 15

Tabla 43. Serie de datos de área, cobertura y de C parciales del Recorrido 10

N°	Área	Cobertura	Textura	Pendiente	C
1	0.137	calles de concreto hidráulico			0.95
2	0.077	techados			0.95
3	0.235	Terrenos cultivados	Arcillosa	3.9	0.6
C ponderado		0.77			
Área total		0.449 has			

Fuente: Reporte del Software Hidroesta.

Tabla 44. Cálculo del I máxima: Valores de T, D y I máx. del Recorrido 10

Trío	T (años)	Duración (min)	I máx. (mm/hr)
1	10	10	70.42
2	10	20	49.11
3	10	30	38.95
4	10	40	32.82
5	10	50	28.64
6	10	60	25.57
7	10	70	23.21
8	10	80	21.32
9	10	90	19.78
10	10	100	18.48
11	10	110	17.37
12	10	120	16.41

La I máx. para un período de retorno de 10 años y una duración de 6.01 min, es 98.97 mm/hr

Fuente: Reporte del Software Hidroesta.

Tabla 45. Resumen de Resultados de los cálculos del Recorrido 10

Coefficiente C	Área de la cuenca	I máx.	Q máx.
0.77	0.449 has	98.97 mm/hr	0.095 m ³ /s

Fuente: Reporte del Software Hidroesta.

- ✓ **Resultados de Cálculo del caudal máximo utilizando el método Racional del Recorrido 11:** Calle F: Tramo, 15 - 17

Tabla 46. Serie de datos de área, cobertura y de C parciales del Recorrido 11

N°	Área	Cobertura	Textura	Pendiente	C
1	0.246	calles de concreto hidráulico			0.95
2	0.058	calles adoquinadas			0.85
3	0.268	techados			0.95
4	0.51	Terrenos cultivados	Arcillosa	4.04	0.6
C ponderado		0.78			
Área total		1.082 has			

Fuente: Reporte del Software Hidroesta.

Tabla 47. Cálculo del I máxima: Valores de T, D y I máx. del Recorrido 11

Trío	T (años)	Duración (min)	I máx. (mm/hr)
1	10	10	70.42
2	10	20	49.11
3	10	30	38.95
4	10	40	32.82
5	10	50	28.64
6	10	60	25.57
7	10	70	23.21
8	10	80	21.32
9	10	90	19.78
10	10	100	18.48
11	10	110	17.37
12	10	120	16.41

La I máx. para un período de retorno de 10 años y una duración de 2.82 min, es 155.14 mm/hr

Fuente: Reporte del Software Hidroesta.

Tabla 48. Resumen de Resultados de los cálculos del Recorrido 11

Coefficiente C	Área de la cuenca	I máx.	Q máx.
0.78	1.082 has	155.14 mm/hr	0.364 m ³ /s

Fuente: Reporte del Software Hidroesta.

Tabla 49. Resumen de Cálculo de Caudales Untrm

Recorrido	Descripción	L (m)	Área (ha)	H(m)	S (%)	T _r (años)	t _c (min)	Coef. C	I (mm/h)	Caudal (m ³ /s)	caudal de diseño
1	Vía Carrozable: Tramo, 18-19-20-21	767.79	8.03	74.00	9.64	10.00	8.00	0.80	83.58	1.491	3.337
	Cuneta Rectangular: Tramo, 21-22										
	23-24-25-26-27-28-29										
2	Calle A: Tramo, 1-2-3-4	515.97	4.00	58.00	11.24	10.00	5.55	0.80	103.81	0.923	1.663
	Calle E: Tramo, 4 -5										
	Colector Secundario: Tramo, 5-29										
3	Calle B: Tramo, 6-7-8-9	429.59	1.51	46.50	10.82	10.00	4.89	0.85	111.90	0.398	0.666
	Calle E: Tramo, 9 - 10										
	Cuneta Rectangular: Tramo, 10-27										
4	Calle D: Tramo, 1 - 11	472.38	0.94	28.00	5.93	10.00	6.63	0.91	93.38	0.222	0.445
	Calle C: Tramo, 11 - 12 - 13 - 14										
	Calle E: Tramo, 14 - 5										
5	Calle H: Tramo, 8 -3	93.78	0.97	1.00	1.07	10.00	3.70	0.87	132.10	0.311	0.440
6	Calle D: Tramo , 6 - 1	89.63	1.01	4.00	4.46	10.00	2.06	0.85	187.03	0.447	0.447
7	Calle G: Tramo, 7 - 2	100.88	0.65	0.50	0.50	10.00	5.25	0.84	107.25	0.163	0.285
8	Calle G: Tramo, 2 - 12	130.81	1.09	3.50	2.68	10.00	3.35	0.78	140.00	0.332	0.444
9	Calle G: Tramo, 12 - 16	117.16	0.46	3.00	2.56	10.00	3.13	0.76	145.76	0.142	0.182
10	Calle F: Tramo, 13 - 15	113.43	0.45	0.50	0.44	10.00	6.01	0.77	98.97	0.095	0.180
11	Calle F: Tramo, 15 - 17	84.90	1.08	1.50	1.77	10.00	2.82	0.78	155.14	0.364	0.439

Fuente: Elaboración Propia.

5.6. Resultados del Diseño Hidráulico del Canal de Concreto

Diseño Hidráulico del Canal para el Recorrido 1

Para el cálculo de la sección del canal, se utilizó el software Hcanales.

En el proyecto tenemos:

$$Q = 3337 \text{ lit/seg} = 3.337 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$S = \text{Variable de acuerdo al perfil longitudinal}$$

$$n = 0.014 \text{ Superficie de concreto}$$

Datos:

Lugar:	UNIVERSITARIA UNTRM-A	Proyecto:	APOYAS - AMAZONAS, 2016
Tramo:		Revestimiento:	CONCRETO
Caudal (Q):	3.337	m ³ /s	
Talud (Z):	0		
Rugosidad (n):	0.014		
Pendiente (S):	0.0964	m/m	

Resultados:

Tirante (y):	0.4507	m	Ancho de solera (b):	0.9015	m
Perímetro (p):	1.8029	m	Área hidráulica (A):	0.4063	m ²
Radio hidráulico (R):	0.2254	m	Espejo de agua (T):	0.9015	m
Velocidad (v):	8.2130	m/s	Número de Froude (F):	3.9058	
Energía específica (E):	3.8887	m-Kg/Kg	Tipo de flujo:	Supercrítico	

Figura 32. Cálculo de la sección del canal del Recorrido 1 en Hcanales

Fuente: Reporte del Software Hcanales.

El tipo de flujo es Supercrítico, por lo tanto, en este tramo se consideró como rápida.

$$Q = 3.34 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

$$y = 0.45 \text{ m.}$$

$$b = 0.90 \text{ m.}$$

$$q = \frac{Q}{b}$$

$$q = 3.70 \text{ (Gasto específico, gasto por unidad de ancho)}$$

Tirante crítico

$$Y_c = 0.468 x q^{2/3}$$

$$Y_c = 1.12 \text{ m.}$$

$$Y < Y_c \text{ Flujo Supercrítico}$$

Borde libre de la rápida

Por fórmula experimental

$$Fb = C_x V_x D^{1/2}$$

Donde:

C = Coeficiente (para sección rectangular = 0.10)

V = Velocidad del flujo (m/seg)

D = Profundidad (tirante crítico)

$$V = 3.31 \text{ m/seg.}$$

Reemplazando valores:

$$Fb = 0.10 x V_x Y_c^{1/2}$$

$$Fb = 0.35$$

$$Fb = 0.35 \text{ m}$$

Luego se consideró como sección del canal para el recorrido 1:

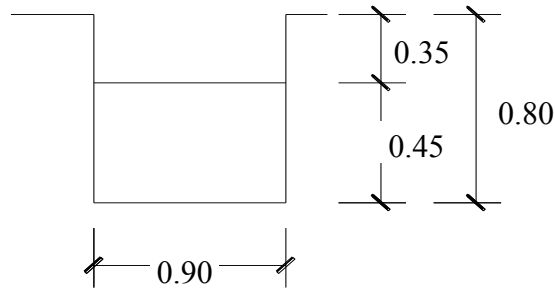


Figura 33. Sección del canal para el recorrido 1

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 50. Resumen de elementos de la sección del canal para cada recorrido

Recorrido	Tipo	Borde Libre	Tirante (y)	B (definido)	H (definido)
1	rápida	0.35	45.00	0.90	0.80
2	rápida	0.30	35.00	0.70	0.65
3	rápida	0.20	25.00	0.50	0.45
4	rápida	0.15	25.00	0.50	0.40
5	rápida	0.11	34.00	0.65	0.45
6	rápida	0.15	25.00	0.50	0.40
7	canal	0.20	35.00	0.65	0.55
8	rápida	0.13	27.00	0.55	0.40
9	rápida	0.10	20.00	0.40	0.30
10	canal	0.10	30.00	0.55	0.40
11	rápida	0.15	30.00	0.60	0.45

Fuente: Elaboración Propia.

Luego la sección del canal proyectado será:

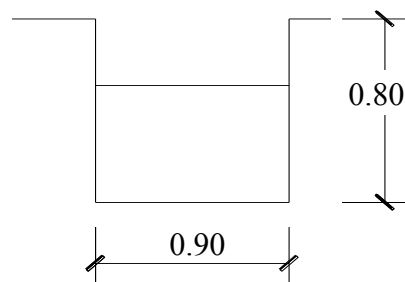


Figura 34. Sección del canal proyectado

Fuente: Elaboración Propia.

5.7. Resultados del Diseño Estructural del Canal de Concreto

Canal de Concreto-Calculo Estructural-Recorrido 1

Diseño por Empuje de Tierra

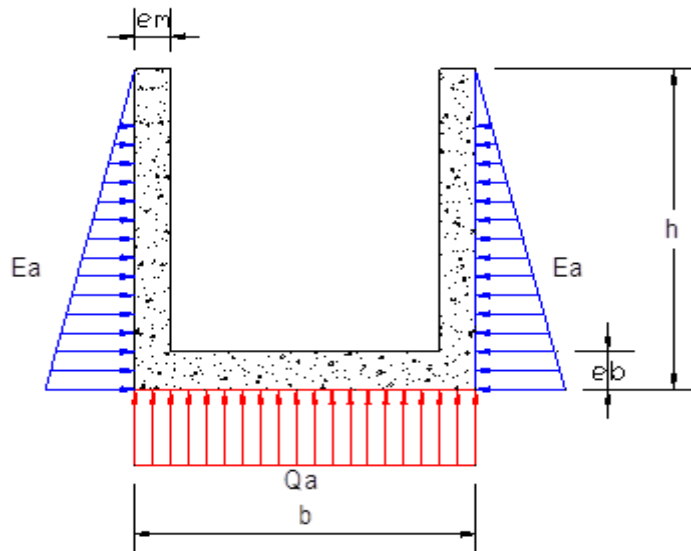


Figura 35. Empuje de tierra sobre la sección del canal

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 51. Peso específico y ángulo de fricción interna de algunos tipos de suelo

Tipo de terreno	w(kg/m3)	$\phi(^{\circ})$
Arcilla suave	1440 a 1920	0° a 15°
Arcilla media	1600 a 1920	15° a 30°
Limo seco y suelto	1600 a 1920	27° a 30°
Limo denso	1760 a 1920	30° a 35°
Arena suelta y grava	1600 a 2100	30° a 40°
Arena densa y grava	1920 a 2100	25° a 35°
Arena suelta, seca y bien graduada	1840 a 2100	33° a 35°
Arena densa, seca y bien graduada	1920 a 2100	42° a 46°

Fuente: Diseño de Estructuras de Concreto Armado – Teodoro E. Harmsen

Datos:

$$\gamma_s = 1700 \text{ kg/m}^3 \quad (\text{peso específico del suelo de relleno})$$

$$\phi = 12^\circ \quad (\text{Angulo de fricción interna})$$

$$\delta = 0^\circ \quad (\text{Angulo formado por el suelo de relleno con la horizontal trazada en el extremo superior del muro}).$$

$$h = 0.90 \text{ m}$$

$$b = 1.10 \text{ m}$$

$$e_m = 0.10 \text{ m}$$

$$e_b = 0.10 \text{ m}$$

$$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$d = 0.045 \text{ m}$$

Cálculo de presiones de volteo:

En las paredes actúa el empuje del suelo. En la base actúa la reacción del suelo correspondiente al peso de las paredes, el peso propio del fondo no genera flexión sobre sí mismo.

Coeficiente de Empuje activo:

$$ka = \cos \delta * \frac{\cos \delta - \sqrt{\cos^2 \delta - \cos^2 \phi}}{\cos \delta + \sqrt{\cos^2 \delta - \cos^2 \phi}}$$

$$ka = 0.656$$

Empuje de tierras en paredes laterales:

$$E a = ka \cdot \gamma_s \cdot h^2 / 2$$

$$E a = 0.45 \quad \text{tn}$$

Presión sobre el suelo:

	Amplificando las fuerzas
$W_{muros} = 0.384 \text{ tn}$	$\times 1.50 = 0.576 \text{ tn}$
$W_{losa} = 0.000 \text{ tn}$	$\times 1.50 = 0.000 \text{ tn}$
$W_{tapa} = 0.000 \text{ tn}$	$\times 1.50 = 0.000 \text{ tn}$
SW = 0.384 tn.	0.576 tn.

$$Q_a = 0.524 \text{ tn/m}$$

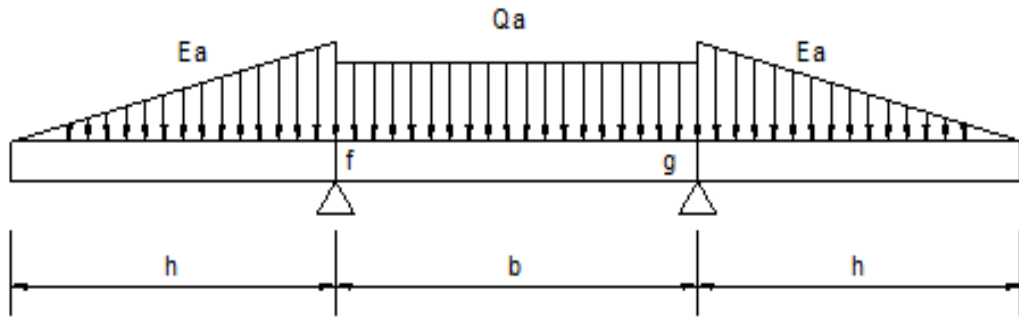


Figura 36. Idealización de cargas por Empuje de Tierra

Fuente: Elaboración Propia.

Cálculo de los momentos de diseño:

Nudo "f" y "g":

$$M_f = 1.8Ea \cdot \frac{H}{3}$$

$$M_f = 0.244 \text{ tn} - \text{m}$$

Centro tramo "f-g"

$$M = \frac{Qa \cdot b^2}{8} - M_f$$

$$M = -0.165 \text{ tn} - \text{m}$$

Cálculo del acero:

Para el cálculo del acero se empleó el "Método elástico o Método por esfuerzos de trabajo". Las características de los materiales en lo que respecta a los módulos de elasticidad tanto del concreto (E_c) como del acero (E_s) son las siguientes:

$$E_c = 15,000\sqrt{f'c} \quad ; \quad f'c \text{ en } kg/cm^2$$

$$E_c = 15,000\sqrt{210}$$

$$E_c = 217,370.65 \text{ } kg/cm^2$$

$$E_s = 2.1 \times 10^6 \text{ } kg/cm^2$$

$$E_s = 2,100,000.00 \text{ } kg/cm^2$$

La relación del módulo de elasticidad del acero con respecto al concreto es:

$$n = \frac{E_s}{E_c}$$

$$n = 9.66$$

$$n = 10$$

Acero requerido

$$A_s = \frac{M_{actuante}}{f_s \cdot J \cdot d}$$

Donde:

$$f_s = 0.40 \cdot f_y$$

$$f_s = 1,680.00 \text{ } kg/cm^2$$

$$J = 1 - \frac{K}{3}$$

$$K = \frac{1}{1 + \frac{f_s}{n \cdot f_c}}$$

$$f_c = 0.45 \cdot f'_c$$

$$f_c = 94.50 \text{ Kg/cm}^2.$$

Remplazando tenemos:

$$K = 0.36$$

$$J = 0.88$$

Acero principal:

$$A_s = \frac{M_{actuante}}{f_s \cdot J \cdot d}$$

Nudo "f" y "g":

Donde:

$$M = 243.80 \text{ Kg.-m}$$

$$f_s = 1,680.00 \text{ Kg/cm}^2.$$

$$J = 0.88$$

$$d = 4.50 \text{ cm.}$$

$$A_s = 3.66 \text{ cm}^2. < > 3/8" @ 0.20 \text{ m}$$

Centro tramo "f-g"

Donde:

$$M = 164.60 \text{ Kg.-m}$$

$$f_s = 1,680.00 \text{ Kg/cm}^2.$$

$$J = 0.88$$

$$d = 4.50 \text{ cm.}$$

$$A_s = 2.47 \text{ cm}^2. < > 3/8" @ 0.25 \text{ m}$$

Acero Mínimo:

Según reglamento el área de acero mínimo en losas de concreto es:

$$A_s(\text{min}) = \rho(\text{min}) \times b \cdot h$$

Donde:

$$\rho(\text{min}) = 0.0018$$

$$b = 110.00 \text{ cm.}$$

$$h = 10 \text{ cm.}$$

$$A_s(\text{min}) = 1.98 \text{ cm}^2.$$

Diseño por empuje de agua

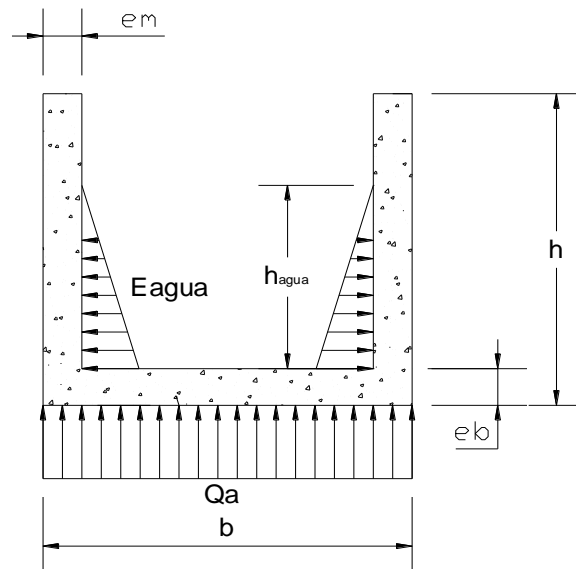


Figura 37. Empuje del agua sobre la sección del canal

Fuente: Elaboración Propia.

Datos:

$$\gamma_{agua} = 1000 \text{ kg/m}^3 \quad (\text{peso específico del agua})$$

$$h = 0.90 \text{ m}$$

$$h_{agua} = 0.45 \text{ m}$$

$$b = 1.10 \text{ m}$$

$$e_m = 0.10 \text{ m}$$

$$e_b = 0.10 \text{ m}$$

$$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$d = 0.045 \text{ m}$$

Cálculo de presiones de volteo:

En las paredes actúa el empuje del agua. En la base actúa la reacción del suelo correspondiente al peso de las paredes, el peso propio del fondo no genera flexión sobre sí mismo.

Por empuje de agua en paredes laterales:

$$E_{agua} = \gamma_{agua} \cdot h_{agua}^2 / 2$$

$$E_{agua} = \mathbf{0.1013 \text{ tn}}$$

Presión sobre el suelo:

Amplificando las fuerzas

$$W_{muros} = 0.384 \text{ tn} \quad x \quad 1.50 = 0.576 \text{ tn}$$

$$W_{losa} = 0.000 \text{ tn} \quad x \quad 1.50 = 0.000 \text{ tn}$$

$$W_{tapa} = 0.000 \text{ tn} \quad x \quad 1.50 = 0.000 \text{ tn}$$

$$\text{-----}$$
$$SW = 0.384 \text{ tn.}$$

$$\text{-----}$$
$$0.576 \text{ tn.}$$

$$Q_a = \mathbf{0.524 \text{ tn/m}}$$

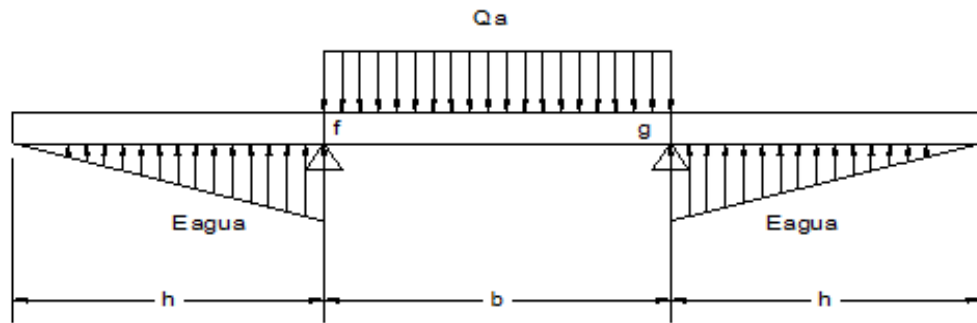


Figura 38. Idealización de cargas hidrostáticas

Fuente: Elaboración Propia.

Cálculo de los momentos de diseño:

Nudo "f" y "g":

$$M_f = 1.8Ea \frac{H_{agua}}{3}$$

$$M_f = 0.027 \text{ tn} - \text{m}$$

Centro tramo "f-g"

$$M = \frac{Q_a \cdot b^2}{8} - M_f$$

$$M = 0.052 \text{ tn} - \text{m}$$

Cálculo del acero:

Para el cálculo del acero se empleó el "Método elástico o Método por esfuerzos de trabajo". Las características de los materiales en lo que respecta a los módulos de elasticidad tanto del concreto (E_c) como del acero (E_s) son las siguientes:

$$E_c = 15,000\sqrt{f'c} \quad ; \quad f'c \text{ en } kg/cm^2$$

$$E_c = 15,000\sqrt{210}$$

$$E_c = 217,370.65 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_s = 2.1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_s = 2,100,000.00 \text{ kg/cm}^2$$

La relación del módulo de elasticidad del acero con respecto al concreto es:

$$n = \frac{E_s}{E_c}$$

$$n = 9.66$$

$$n = 10$$

Acero requerido

$$A_s = \frac{M_{actuante}}{f_s \cdot J \cdot d}$$

Donde:

$$f_s = 0.40 \cdot f_y$$

$$f_s = 1,680.00 \text{ kg/cm}^2$$

$$J = 1 - \frac{K}{3}$$

$$K = \frac{1}{1 + \frac{f_s}{n \cdot f_c}}$$

$$f_c = 0.45 \cdot f'_c$$

$$f_c = 94.50 \text{ Kg/cm}^2.$$

Remplazando tenemos:

$$K = 0.36$$

$$J = 0.88$$

Acero principal:

Nudo "f" y "g":
$$A_s = \frac{M_{actuante}}{f_s \cdot J \cdot d}$$

Donde:

$$M = 27.34 \text{ Kg.-m}$$

$$f_s = 1,680.00 \text{ Kg/cm}^2.$$

$$J = 0.88$$

$$d = 4.50 \text{ cm.}$$

$$\mathbf{As = 0.411 \text{ cm}^2.}$$

Centro tramo "f-g"

Donde:

$$M = 51.86 \text{ Kg.-m}$$

$$f_s = 1,680.00 \text{ Kg/cm}^2.$$

$$J = 0.88$$

$$d = 4.50 \text{ cm.}$$

$$\mathbf{As = 0.78 \text{ cm}^2.}$$

Acero Mínimo:

Según reglamento el área de acero mínimo en losas de concreto es:

$$As (\text{min}) = \rho(\text{min}) \times b.h$$

Donde:

$$\rho(\text{min}) = 0.0018$$

$$b = 90.00 \text{ cm.}$$

$$h = 10.00 \text{ cm.}$$

$$\mathbf{As (\text{min}) = 1.62 \text{ cm}^2.}$$

Tabla 52. Resumen de la cantidad de acero del canal para cada recorrido

Recorrido	AS1	AS2
1	3.66	2.47
2	2.12	1.62
3	1.26	1.26
4	1.26	1.26
5	1.53	1.53
6	1.26	1.26
7	1.53	1.53
8	1.35	1.35
9	1.08	1.08
10	1.35	1.35
11	1.44	1.44

Fuente: Elaboración Propia.

5.8. Resultados de metrado de un metro lineal de Canal de Concreto

Tabla 53. Planilla de metrados de un metro lineal de Canal de Concreto " Determinación de Escorrentía y su Influencia en el Diseño del Sistema de Drenaje en la Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza Chachapoyas – Amazonas, 2016"

1	CUNETAS RECTANGULARES						
	01.01 OBRAS PRELIMINARES						
PARTIDA	01.01.01 LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL					UNIDAD	M2
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	LARGO(m)	ANCHO(m)	ALTURA(m)	METRADO PARCIAL	
		1.00	1.00	3.10		3.10	
	TOTAL					3.10	
PARTIDA	01.01.02 TRAZO Y REPLANTEO INICIAL					UNIDAD	M2
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	LARGO(m)	ANCHO(m)	ALTURA(m)	METRADO PARCIAL	
		1.00	1.00	1.70		1.70	
	TOTAL					1.70	
	01.02 MOVIMIENTOS DE TIERRAS						
PARTIDA	01.02.01 EXCAVACIÓN DE CUNETAS EN TERRENO NORMAL CON MAQUINARIA					UNIDAD	M3
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	LARGO(m)	ANCHO(m)	ALTURA(m)	METRADO PARCIAL	
	CUNETAS RECTANGULAR	1	1.00	1.70	1.20	2.04	
	TOTAL					2.04	
PARTIDA	01.02.02 REFINE Y NIVELACIÓN DE CUNETAS					UNIDAD	M2
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	LARGO	ANCHO	ALTO	METRADO PARCIAL	
	CUNETAS RECTANGULAR	1.00	1.00	1.10		1.10	
	TOTAL					1.10	

PARTIDA	01.02.03 MATERIAL GRANULAR COMPACTADO E= 0.20 M PARA AFIRMADO, DE CUNETETA RECTANGULAR					UNIDAD	M3
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	LARGO	ANCHO	ALTO	METRADO PARCIAL	
	CUNETAS RECTANGULAR	1.00	1.00	1.10	0.20	0.22	
TOTAL						0.22	

PARTIDA	01.02.04 ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE					UNIDAD	M3
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COEFICIENTE	ANCHO	ALTURA	METRADO PARCIAL	
	EXC. TOTAL CT Y CR	2.04	1.30			2.65	
TOTAL						2.65	

01.03 CONCRETO SIMPLE							
PARTIDA	01.03.01 SOLADO E= 4" EN CUNETETA RECTANGULAR					UNIDAD	M2
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	LARGO	ANCHO	ESPEJOR	METRADO PARCIAL	
	CUNETAS RECTANGULAR	1.00	1.00	1.10		1.10	
TOTAL						0.00	

01.04 CONCRETO ARMADO							
PARTIDA	01.04.01 CONCRETO EN CUNETAS RECTANGULARES F'C=210 KG/CM2					UNIDAD	M3
	DESCRIPCIÓN	CANT.	LONG. VIA	LARGO	ESPEJOR	METRADO PARCIAL	
	CUNETAS RECTANGULAR	1.00	1.00	AREA=	0.27	0.27	
TOTAL						0.27	

PARTIDA	01.04.02 ACERO DE REFUERZO EN CUNETAS RECTANGULARES FY=4,200 KG/CM2					UNIDAD	KG
	DESCRIPCIÓN	CANT.	LONGITUD - L	LONGITUD - A	3/8"	METRADO PARCIAL	
	As1	6.00	2.16		0.56	7.26	
	As2	5.00	1.00		0.56	2.80	
	As3	10.00		0.91	0.56	5.10	
	As4	4.00		0.91	0.56	2.04	
TOTAL						17.19	

PARTIDA	01.04.03 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN CUNETAS RECTANGULARES					UNIDAD	M2
	DESCRIPCIÓN	CANT.	LARGO	ALTURA		METRADO PARCIAL	
	CR-01	4.00	1.00	0.80		3.20	
TOTAL						3.20	

01.05 REVOQUES Y ENLUCIDOS							
PARTIDA	01.05.01 TARRAJEO CON CEMENTO PULIDO EN CUNETAS RECTANGULARES					UNIDAD	M2
	DESCRIPCIÓN	CANT.	LARGO	ANCHO Y ALTRS	ESPEJOR	METRADO PARCIAL	
	A1	2.00	1.00	0.90		1.80	
	A2	1.00	1.00	0.90		0.90	
TOTAL						1.80	

01.06 JUNTAS ASFALTICAS							
PARTIDA	01.06.01 JUNTAS ASFÁLTICAS					UNIDAD	M
	DESCRIPCIÓN	LONGITUD	EQUIDIST.	ESPEJOR	N° VECES	METRADO PARCIAL	
	CUNETAS RECTANGULARES	3.00	3.00	01"	2.00	2.70	5.40
TOTAL						5.40	

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 54. Planilla de metrados de un metro lineal de Canal de Concreto " Estabilización de Suelos y Taludes en la zona sur y sur este de la ciudad Universitaria de la Untrm "

1	CUNETAS RECTANGULARES						
	01.01 OBRAS PRELIMINARES						
PARTIDA	01.01.01 LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL					UNIDAD	M2
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	LARGO(m)	ANCHO(m)	ALTURA(m)	METRADO PARCIAL	
		1.00	1.00	3.30		3.30	
	TOTAL					3.30	
PARTIDA	01.01.02 TRAZO Y REPLANTEO INICIAL					UNIDAD	M2
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	LARGO(m)	ANCHO(m)	ALTURA(m)	METRADO PARCIAL	
		1.00	1.00	1.90		1.90	
	TOTAL					1.90	
	01.02 MOVIMIENTOS DE TIERRAS						
PARTIDA	01.02.01 EXCAVACIÓN DE CUNETAS EN TERRENO NORMAL CON MAQUINARIA					UNIDAD	M3
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	LARGO(m)	ANCHO(m)	ALTURA(m)	METRADO PARCIAL	
	CUNETAS RECTANGULAR	1	1.00	1.90	1.15	2.19	
	TOTAL					2.19	
PARTIDA	01.02.02 REFINE Y NIVELACIÓN DE CUNETAS					UNIDAD	M2
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	LARGO	ANCHO	ALTO	METRADO PARCIAL	
	CUNETAS RECTANGULAR	1.00	1.00	1.90		1.90	
	TOTAL					1.90	
PARTIDA	01.02.03 ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE					UNIDAD	M3
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COEFICIENTE	ANCHO	ALTURA	METRADO PARCIAL	
	EXC. TOTAL CT Y CR	2.19	1.30			2.84	
	TOTAL					2.84	
	01.04 CONCRETO ARMADO						
PARTIDA	01.04.01 CONCRETO EN CUNETAS RECTANGULARES F´C=210 KG/CM2					UNIDAD	M3
	DESCRIPCIÓN	CANT.	LONG. VIA	LARGO	ESPEJOR	METRADO PARCIAL	
	CUNETAS RECTANGULAR	1.00	1.00	AREA=	0.50	0.50	
	TOTAL					0.50	
PARTIDA	01.04.02 ACERO DE REFUERZO EN CUNETAS RECTANGULARES FY=4,200 KG/CM2					UNIDAD	KG
	DESCRIPCIÓN	CANT.	LONGITUD - L	LONGITUD - A	1/2"	METRADO PARCIAL	
	As1	10.00	1.06		1.02	10.81	
	As2	5.00	1.21		1.02	6.17	
	As3	10.00		0.96	1.02	9.74	
	As4	5.00		0.96	1.02	4.87	
	TOTAL					31.59	

PARTIDA	01.04.03 ENCOFRADO Y DEENCOFRADO EN CUNETAS RECTANGULARES					UNIDAD	M2
	DESCRIPCIÓN	CANT.	LARGO	ALTURA		METRADO PARCIAL	
	CR-01	4.00	1.00	1.00		4.00	
TOTAL						4.00	

01.05 REVOQUES Y ENLUCIDOS							
PARTIDA	01.05.01 TARRAJEO CON CEMENTO PULIDO EN CUNETAS RECTANGULARES					UNIDAD	M2
	DESCRIPCIÓN	CANT.	LARGO	ANCHO Y ALTRS	ESPEJOR	METRADO PARCIAL	
	A1	2.00	1.00	1.15		2.30	
	A2	1.00	1.00	1.00		1.00	
TOTAL						3.30	

01.06 JUNTAS ASFALTICAS								
PARTIDA	01.06.01 JUNTAS ASFÁLTICAS					UNIDAD	M	
	DESCRIPCIÓN	LONGITUD	EQUIDIST.	ESPEJOR	N° VECES	METRADO PARCIAL		
	LONG/CORTE							
	CUNETAS RECTANGULARES	3.00	3.00	01"	2.00	2.70	5.40	
TOTAL						5.40		

Fuente: Elaboración Propia.

5.9. Resultados de presupuesto de un metro lineal de Canal de Concreto

Presupuesto 0206001 "DETERMINACIÓN DE ESCORRENTÍA Y SU INFLUENCIA EN EL DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA CHACHAPOYAS – AMAZONAS, 2016"

Subpresupuesto 001 "CANAL RECTANGULAR DE CONCRETO ARMADO"

Cliente UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA Costo al 11/04/2017

Lugar AMAZONAS - CHACHAPOYAS - CHACHAPOYAS

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	CUNETAS RECTANGULARES				602.58
01.01	OBRAS PRELIMINARES				17.02
01.01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	3.10	3.47	10.76
01.01.02	TRAZO Y REPLANTEO INICAL	m2	1.70	3.68	6.26
01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				82.56
01.02.01	EXCAVACIÓN DE CUNETAS EN TERRENO NORMAL CON MAQUINARIA	m3	2.04	11.03	22.50
01.02.02	REFINE Y NIVELACION DE CUNETAS	m2	1.10	4.08	4.49
01.02.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	2.65	20.97	55.57
01.03	CONCRETO ARMADO				396.89
01.03.01	CONCRETO EN CUNETAS RECTANGULARES F'C=210 KG/CM2	m3	0.27	464.17	125.33
01.03.02	ACERO DE REFUERZO EN CUNETAS RECTANGULARES FY=4,200 KG/CM2	kg	17.19	5.33	91.62
01.03.03	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO EN CUNETAS RECTANGULARES	m2	3.20	56.23	179.94
01.04	REVOQUES Y ENLUCIDOS				60.80
01.04.01	TARRAJEO EN CUNETAS RECTANGULARES	m2	2.70	22.52	60.80
01.05	JUNTAS ASFALTICAS				45.31
01.05.01	JUNTAS ASFALTICAS	m	5.40	8.39	45.31
	Costo Directo				602.58
	SON : SEISCIENTOS DOS Y 58/100 NUEVOS SOLES				

Presupuesto **0206001 ESTABILIZACION DE SUELOS Y TALUDES EN ZONAS VULNERABLES DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA UNTRM DE AMAZONAS**
 Subpresupuesto **001 CANAL RECTANGULAR DE CONCRETO ARMADO**
 Cliente **UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA** Costo al **11/04/2017**
 Lugar **AMAZONAS - CHACHAPOYAS - CHACHAPOYAS**

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	CUNETAS TRIANGULARES Y RECTANGULARES				854.91
01.01	OBRAS PRELIMINARES				18.44
01.01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	3.30	3.47	11.45
01.01.02	TRAZO Y REPLANTEO INICAL	m2	1.90	3.68	6.99
01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				91.46
01.02.01	EXCAVACION DE CUNETAS EN TERRENO NORMAL CON MAQUINARIA	m3	2.19	11.03	24.16
01.02.02	REFINE Y NIVELACION DE CUNETAS	m2	1.90	4.08	7.75
01.02.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	2.84	20.97	59.55
01.03	CONCRETO ARMADO				625.38
01.03.01	CONCRETO EN CUNETAS RECTANGULARES F' C=210 KG/CM2	m3	0.50	464.17	232.09
01.03.02	ACERO DE REFUERZO EN CUNETAS RECTANGULARES FY=4200	kg	31.59	5.33	168.37
01.03.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN CUNETAS RECTANGULARES	m2	4.00	56.23	224.92
01.04	REVOQUES Y ENLUCIDOS				74.32
01.04.01	TARRAJEO EN CUNETAS RECTANGULARES	m2	3.30	22.52	74.32
01.05	JUNTAS ASFALTICAS				45.31
01.05.01	JUNTAS ASFALTICAS	m	5.40	8.39	45.31
	Costo Directo				854.91

SON : OCHOCIENTOS CINCUENTICUATRO Y 91/100 NUEVOS SOLES

5.10. Análisis de influencia de la escorrentía en el diseño del sistema de drenaje

Tabla 55. Muestras de la escorrentía o Caudal (m³/seg) para el diseño hidráulico y estructural del sistema de drenaje

Recorrido	ESCORRENTIA (VARIABLE INDEPENDIENTE X)	DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE (VARIABLE DEPENDIENTE Y)				
		HIDRAULICO			ESTRUCTURAL	
	Caudal (m ³ /seg)	Tirante (metros)	Base (metros)	Altura (metros)	Acero 1(Cm ²)	Acero 2 (Cm ²)
1	3.337	0.450	0.900	0.800	3.665	2.474
2	1.663	0.350	0.700	0.650	2.121	1.620
3	0.666	0.250	0.500	0.450	1.260	1.260
4	0.445	0.250	0.500	0.400	1.260	1.260
5	0.440	0.340	0.650	0.450	1.530	1.530
6	0.447	0.250	0.500	0.400	1.260	1.260
7	0.285	0.350	0.650	0.550	1.530	1.530
8	0.444	0.270	0.550	0.400	1.350	1.350
9	0.182	0.200	0.400	0.300	1.080	1.080
10	0.180	0.300	0.550	0.400	1.350	1.350
11	0.439	0.300	0.600	0.450	1.440	1.440

Fuente: Información de las muestras obtenida del software Hidroesta y Hcanales y hojas de cálculo.

En la tabla 55, se estimaron los valores de escorrentía o caudales (m³/seg) según los cálculos hechos en el software Hidroesta de los 11 recorridos y con los caudales se estimaron el tirante, base y altura para el diseño hidráulico en metros y para el diseño estructural el acero en cm². Con estas muestras se estimarán sus indicadores descriptivos y las correlaciones de las variables de estudio.

Tabla 56. Estadísticos descriptivos de las variables de estudio

Indicadores Descriptivos	Caudal (Q) m3/seg	Tirante (T) metros	Base (B) metros	Altura (H) metros	AS1 (Acero) Cm2	AS2 (Acero) Cm2
Promedio	0.775	0.301	0.591	0.477	1.622	1.469
Máximo	3.337	0.450	0.900	0.800	3.665	2.474
Mínimo	0.180	0.200	0.400	0.300	1.080	1.080
Rango	3.157	0.250	0.500	0.500	2.585	1.394
Desv. Estándar	0.941	0.069	0.134	0.140	0.728	0.368
Cv%	121%	23%	23%	29%	45%	25%
IC al 95%	[0.219 - 1.331]	[0.260 - 0.342]	[0.512 - 0.670]	[0.394 - 0.560]	[1.192 - 2.053]	[1.038 - 1.899]

Fuente: Análisis estadístico con Spss, Tabla 55

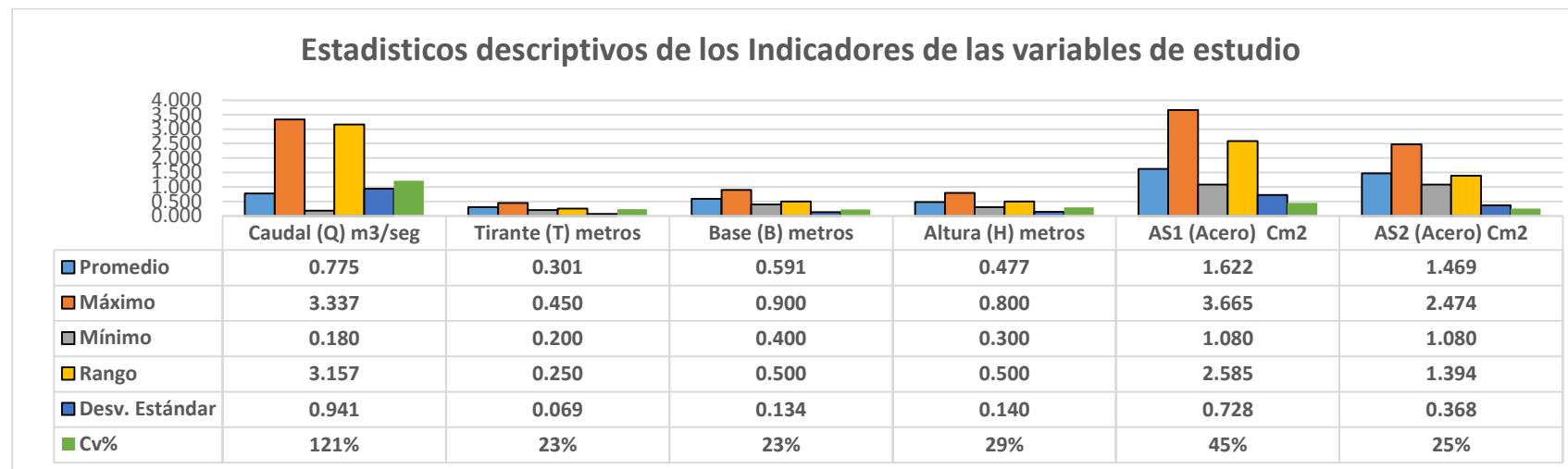


Figura 39. Distribución de los Estadísticos descriptivos de las variables de estudio

Fuente: Tabla 56

En la tabla 56 y figura 39, podemos evaluar los indicadores descriptivos para las variables de estudio, por ejemplo:

- ✓ La escorrentía o caudal promedio es de 0.775 m³/seg con un mínimo de 0.180m³/seg y máximo de 3.336 m³/seg con un rango de 3.157 m³/seg, con un intervalo de confianza al 95% para el promedio entre [0.219-1.331] m³/seg y una desviación estándar respecto al promedio de 0.941 m³/seg, con un coeficiente de variación de 121%, lo que quiere decir que las escorrentías de las muestras son muy heterogéneas.
- ✓ El tirante promedio fue de 0.301 metros con un mínimo de 0.200 metros y máximo de 0.450 metros con un rango de 0.250 metros con un intervalo de confianza al 95% para el promedio entre [0.260-0.342] metros y una desviación estándar respecto al promedio de 0.069 metros, con un coeficiente de variación de 23%, lo que quiere decir que los tirantes de las muestras son muy homogéneos entre ellas.
- ✓ La Base promedio fue de 0.591 metros con un mínimo de 0.400 metros y máximo de 0.900 metros con un rango de 0.50 metros con un intervalo de confianza al 95% para el promedio entre [0.512-0.670] metros y una desviación estándar respecto al promedio de 0.134 metros, con un coeficiente de variación de 23%, lo que quiere decir que las bases de las muestras son muy homogéneas entre ellas.
- ✓ La altura promedio fue de 0.477 metros con un mínimo de 0.300 metros y máximo de 0.800 metros con un rango de 0.50 metros con un intervalo de confianza al 95% para el promedio entre [0.394-0.560] metros y una desviación estándar respecto al promedio de 0.140 metros, con un coeficiente de variación de 29%, lo que quiere decir que las alturas de las muestras son no muy homogéneas entre ellas.
- ✓ El acero 1 promedio fue de 1.622 cm² con un mínimo de 1.08 cm² y máximo de 3.665 cm² con un rango de 2.585 cm² con un intervalo de confianza al 95% para el promedio entre [1.192- 2.053] cm² y una desviación estándar respecto al promedio de 0.728 cm², con un coeficiente de variación de 45%, lo que quiere decir que las medidas de acero de las muestras son no muy homogéneas entre ellas.
- ✓ El acero 2 promedio fue de 1.469 cm² con un mínimo de 1.08cm² y máximo de 2.474 cm² con un rango de 1.394 cm² con un intervalo de confianza al 95% para el promedio entre [1.038- 1.899] cm² y una desviación estándar respecto al promedio de 0.368 cm², con un coeficiente de variación de 25%, lo que quiere decir que las medidas de acero2 de las muestras son no muy homogéneas entre ellas.

Tabla 57. *Correlaciones de las variables de estudio, según el coeficiente de correlación de Pearson*

Variables de estudio		Caudal (m3/seg)	Tirante (metros)	Base (metros)	Altura (metros)	Acero 1(Cm2)	Acero2 (Cm2)
Caudal (m3/seg)	Correlación de Pearson	1	0.768	0.840	0.904	0.972	0.916
	Sig. (bilateral)	0.000	0.006**	0.001**	0.000**	0.000**	0.000**
	muestra	11	11	11	11	11	11
Tirante (metros)	Correlación de Pearson		1	0.988	0.918	0.972	0.988
	Sig. (bilateral)		0.000	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**
	muestra		11	11	11	11	11
Base (metros)	Correlación de Pearson			1	0.947	0.992	0.999
	Sig. (bilateral)			0.000	0.000**	0.000**	0.000**
	muestra			11	11	11	11
Altura (metros)	Correlación de Pearson				1	0.947	0.947
	Sig. (bilateral)				0.000	0.000**	0.000**
	muestra				11	11	11
Acero (Cm2)	Correlación de Pearson					1	0.992
	Sig. (bilateral)					0.000	0.000**
	muestra					11	11
Acero (Cm2)	Correlación de Pearson						1.000
	Sig. (bilateral)						0.000
	muestra						11

** (Correlación entre cada par de variables son significativas $P < 0.05$)

Fuente: Tabla 55

En la tabla 57, se evaluó la correlación de cada par de variables, lo cual podemos ver que las correlaciones son significativas para todos los pares de variables ($p < 0.05$), lo que quiere decir que las correlaciones entre ellas existen, Lo cual podemos evaluar el grado de relación entre ellas, es decir, evaluamos la correlación de la variable independiente que es la escorrentía con las variables dependientes que son tirante, base, altura, acero 1 y acero 2. Según la siguiente tabla:

Tabla 58. *Correlación y grado de relación de la variable independiente con las variables dependientes*

Par de variables a correlacionar	Correlacion de Pearson R	Coefficiente de Determinacion (R ²)	Tipo de Relación	Grado de Relación o influencia
Caudal Vs Acero1	0.972	94.5%	positiva	alta
Caudal Vs Acero2	0.916	83.9%	positiva	alta
Caudal Vs Altura	0.904	81.7%	positiva	alta
Caudal Vs Base	0.840	70.5%	positiva	alta
Caudal Vs Tirante	0.768	59.0%	positiva	regular

Fuente: Tabla 57

En la tabla 58, se evaluó las correlaciones de cada par de variables por ejemplo, para la correlación del caudal y el acero1 tienen una correlación positiva de grado alto con un $R=0.972$, ya que la variable caudal explica o influye al acero 1 un 94.5%, así mismo para la correlación del caudal con el acero 2, existe una correlación positiva de grado alto con un $R=0.916$, ya que la variable caudal explica o influye al acero 2 un 83.9%, así también la correlación del caudal o escorrentía con la altura tienen una relación positiva de grado alto de $R=0.904$, ya que el caudal explica o influye a la altura un 81.7%, también la correlación del caudal y la base tienen una relación positiva de alto grado de $R=0.840$, ya que el caudal explica o influye a la base un 70.5% y la correlación del caudal con el tirante tienen una correlación positiva regular o media positiva de $R=0.768$, ya que el caudal explica o influye un 59%.

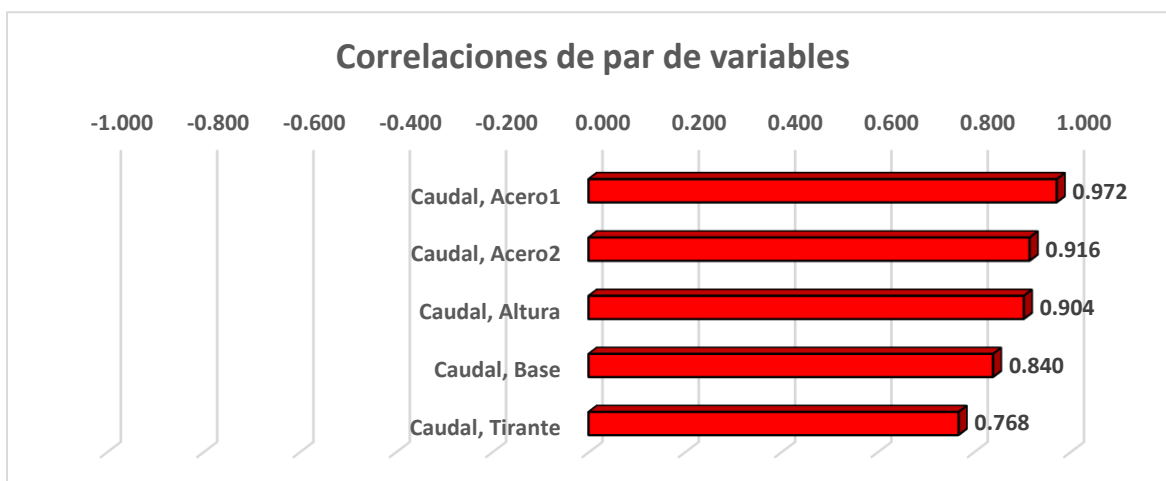


Figura 40. Correlaciones de las variables de estudio

Fuente: Tabla 58

Tabla 59. Análisis de Varianza (ANOVA) para probar la significación de la influencia de la variable escorrentía o caudal en el tirante, base, altura, acero1, acero2

Variables dependientes	ANÁLISIS DE VARIANZA					
	Fuente de Variación	Suma de cuadrados	grados de libertad	Media cuadrática	F	Sig.
Tirante	Escorrentía	.028	1	.028	12.963	.006
	error	.019	9	.002	-	-
	Total	.047	10		-	-
Base	Escorrentía	.126	1	.126	21.514	.001
	error	.053	9	.006	-	-
	Total	.179	10		-	-
Altura	Escorrentía	.161	1	.161	40.064	.000
	error	.036	9	.004	-	-
	Total	.197	10		-	-
Acero1	Escorrentía	.665	1	.665	33.065	.000
	error	.179	9	.020	-	-
	Total	.817	10		-	-
Acero2	Escorrentía	.427	1	.427	22.043	.001
	error	.171	9	.019	-	-
	Total	.580	10		-	-

Fuente: Análisis Estadístico en SPSS, Tabla 55

En la Tabla 59 podemos observar que el análisis de varianza es estadísticamente significativo, es decir la significancia ($P < 0,05$), lo que quiere decir que la variable escorrentía influye significativamente en el tirante, base, altura, acero1 y acero2 del diseño hidrológico y estructural.

Pantallas del análisis Estadístico de la correlación e influencia de las variables de estudio

*Sin título1 [ConjuntoDatos0] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Marketing directo Gráficos Utilidades Ventana Ayuda

	Nombre	Tipo	Anchura	Decimales	Etiqueta	Valores	Perdidos	Columnas	Alineación	Medida	Rol
1	escorrentia	Numérico	6	3	escorrentia	Ninguno	Ninguno	6	Derecha	Escala	Entrada
2	tirante	Numérico	8	3	tirante	Ninguno	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
3	base	Numérico	8	3	base	Ninguno	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
4	altura	Numérico	8	3	altura	Ninguno	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
5	acero1	Numérico	8	3	acero1	Ninguno	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
6	acero2	Numérico	8	3	acero2	Ninguno	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
7											

Figura 41. Codificación de los datos en SPSS de las variables de estudio

Fuente: Elaboración Propia.

*Sin título1 [ConjuntoDatos0] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Marketing directo Gráficos Utili...

	escore...	tirante	base	altura	acero1	acero2
1	3,365	,450	,900	,800	3,665	2,474
2	1,663	,350	,700	,650	2,121	1,620
3	,666	,250	,500	,450	1,260	1,260
4	,445	,250	,500	,400	1,260	1,260
5	,440	,340	,650	,450	1,530	1,530
6	,447	,250	,500	,400	1,260	1,260
7	,285	,350	,650	,550	1,530	1,530
8	,444	,270	,550	,400	1,350	1,350
9	,182	,200	,400	,300	1,080	1,080
10	,180	,300	,550	,400	1,350	1,350
11	,439	,300	,600	,450	1,440	1,440

Figura 42. Ingreso de los datos a SPSS 23.0 según las variables de estudio

Fuente: Elaboración Propia.

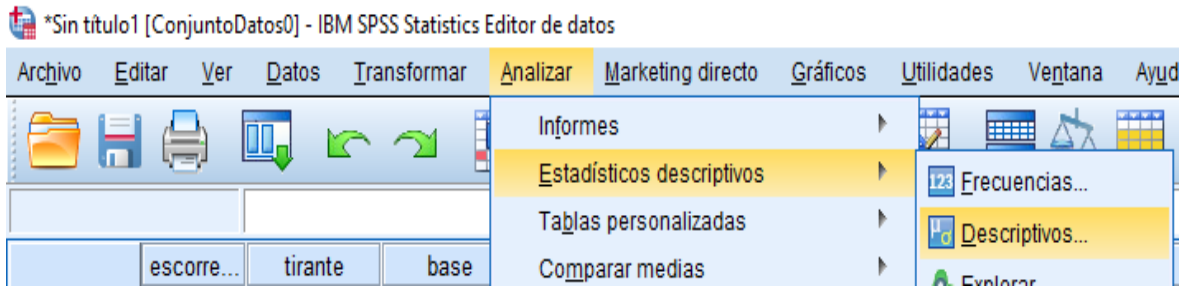


Figura 43. Cálculo de los Estadísticos descriptivos para el análisis estadístico en spss 23.0

Fuente: Elaboración Propia.

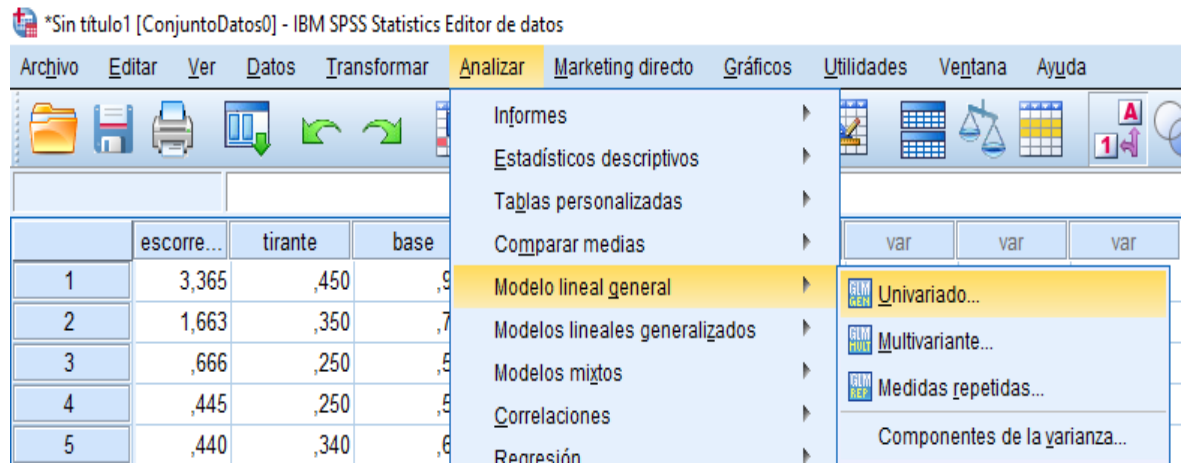


Figura 44. Cálculo del Análisis de varianza de las variables de estudio en spss 23.0

Fuente: Elaboración Propia.

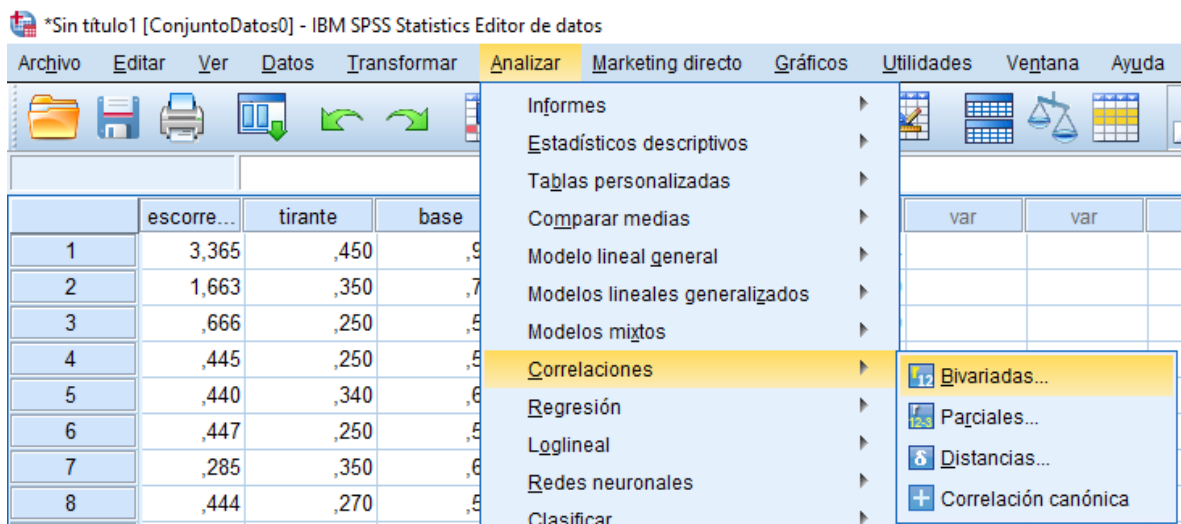


Figura 45. Cálculo de las correlaciones de las variables de estudio en spss 23.0

Fuente: Elaboración Propia.

VI. DISCUSIÓN

- ✓ El área de estudiado comprende un área de 19.007 ha (0.19 km²); el método racional es utilizado si el área de la cuenca es igual o menor a 13 Km². Por lo tanto, el área de estudio está bajo los parámetros de la norma.
- ✓ La ciudad universitaria de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza Chachapoyas tiene un ineficiente sistema de drenaje pluvial, esto debido a escasos estudios hidrológicos por ende deficientes diseños hidráulico y falta de actividades de operación y mantenimiento de los elementos de drenaje, ocasionando esto que las cunetas disminuyan su capacidad hidráulica.
- ✓ Según la Norma OS.060 -Drenaje Pluvial Urbano, la evacuación de las aguas que discurren sobre la calzada y aceras se realizará mediante cunetas, o en todo caso utilizar tuberías para los colectores principales con un diámetro mínimo de 0.50m; el sistema de drenaje pluvial de las pistas y veredas de la Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza Chachapoyas no cumple con lo especificado en la norma.

VII. CONCLUSIONES

- ✓ La escorrentía influye significativamente en el diseño del sistema de drenaje de la Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza Chachapoyas Amazonas, 2016. ($P < 0.05$)
- ✓ Se determinó la P_{\max} en 24 horas para un periodo de retorno de 10 años, para lo cual se usó las precipitaciones máximas en 24 horas (mm) correspondiente al periodo 1995 – 2016 de la Estación meteorológica Chachapoyas, calculados con los métodos de Gumbell, Normal, log Normal 2 parámetros. El ajuste de la serie mediante la distribución Gumbell, indica un valor de lluvia máxima de 65.79 mm para un periodo de retorno de 10 años.
- ✓ Se determinó Intensidades de precipitación en mm/hora; para diversos TR y $Dt=t$ a través de los métodos “Frederich Bell” y “Soil Conservation Service” (SCS), obteniendo resultados en la Tabla 8 y Tabla 12. Para nuestro diseño se escogió las intensidades del modelo de Frederich Bell (1969) por ser los más conservadores.
- ✓ Se determinó el caudal de diseño de 3.337 m³/seg, con el cual se dimensionó la sección del canal, obteniendo un Ancho de Solera de 0.90 m, un Tirante de 0.45 m y borde libre de 0.35 m. Además, se determinó un área de Acero Principal de 3.66 cm² y un área de acero para la base de 2.47 cm².

Se evaluó la obra Estabilización de Suelos y Taludes en Zonas Vulnerables de la Ciudad Universitaria Untrm de Amazonas, en la cual según los planos proporcionados por la oficina de infraestructura, nos detalla una dimensión de canal de 1.00 m de ancho por 1.00 m de altura, sin especificar la distribución de acero, (plano SDC-01 anexo 3), comparando estos datos con los resultados obtenidos en el presente trabajo, se observa que carece de un estudio hidrológico, por ende tiene un deficiente diseño hidráulico y estructural conllevando a un sobre dimensionamiento por lo tanto técnicamente dichos canales no son viables.

Se realizó el metrado y presupuesto por metro lineal de canal de la obra Estabilización de Suelos y Taludes en Zonas Vulnerables de la Ciudad Universitaria Untrm de Amazonas obteniéndose un costo de S/. 854.91 (Ochocientos cincuenta y cuatro y 91/100 nuevos soles), comparándolo con el metrado y presupuesto del presente trabajo en donde se obtuvo S/. 602.58 (Seiscientos dos y 58/100 nuevos soles) por metro lineal de canal, se determinó que hay una mala inversión de presupuesto para una obra que técnicamente y económicamente no es viable.

En la obra Adecuación de Vías de Tránsito Peatonal y Vehicular y Mejoramiento de los Ingresos Principales de la Ciudad Universitaria de la Unat, en el plano EP-01, nos detalla la captación de aguas pluviales mediante sumideros y la evacuación mediante tubería PVC - SAP de 8 pulgadas de diámetro, según la norma OS.060 del Reglamento Nacional de Edificaciones, el diámetro mínimo de los tubos de descarga al buzón de reunión será de 10 pulgadas de diámetro, también señala que las tuberías en los colectores de aguas pluviales deben tener un diámetro mínimo de 0.40 m, se corroboró y se determinó que las estructuras de captación y evacuación de aguas pluviales de la mencionada obra no cumple los parámetros requeridos en la norma OS.060. Por lo tanto, en el presente trabajo se diseñó la evacuación de aguas pluviales mediante un sistema de canales abiertos con dimensiones 0.90 m de ancho de solera y 0.80m de altura.

En la obra: "Construcción del Sistema de Encausamiento de Drenaje de aguas Pluviales para Prevención de Riesgos de la Untrm- Amazonas sede Chachapoyas, provincia de Chachapoyas, región Amazonas" meta: Construcción del Colector Secundario de Drenaje Superficial de la Untrm; según el plano I-01 (Vistas Isométricas), claramente la meta es drenar aguas pluviales superficiales, pero dichos canales fueron construidos y luego enterrados no logrando los objetivos para el cual fueron construidos, además dicha obra generó un impacto negativo en el paisaje natural, pues ahora se ve un puente que no discurre agua por su debajo. ésta obra técnicamente y económicamente no es viable.

- ✓ Se propone los siguientes lineamientos en el diseño de un sistema de drenaje pluvial:

Calculo Hidrológico: Realizar el levantamiento topográfico de la zona de estudio; luego elaborar planos de curvas de nivel, estructuras existentes, Dirección de Flujo de Agua, Áreas Tributarias, Pendiente y longitudes. Luego con ayuda de los planos hacer cuadros en hojas Excel de los Recorridos de Flujo de agua con sus respectivas áreas tributarias, longitudes, pendientes y tipo de cobertura.

Adquirir, procesar y analizar datos históricos de precipitación máxima en 24h. Evaluar si ésta serie de datos se ajustan a una serie de distribuciones: Normal, log Normal, Gumbel etc., para determinar la máxima precipitación para un periodo de retorno dado. Utilizando las metodologías “Frederich Bell” y “Soil Conservation Service” (SCS) calcular Intensidades de precipitación. Para minimizar cálculos estadísticos laboriosos usar software en cálculos estadísticos e hidrológicos –Hidroesta, dicha herramienta se puede usar para obtención de caudales de diseño y determinación de coeficientes de escorrentía.

Cálculo Hidráulico: obtenido el caudal de diseño realizar el dimensionamiento hidráulico de la sección transversal del canal, se podría utilizar el software Hcanales.

Calculo estructural: luego de definir la sección transversal del canal, peso específico del suelo de relleno, Angulo de fricción interna, resistencia de concreto, etc. Proceder a calcular la fuerzas activas y pasivas sobre la estructura, posteriormente calcular los momentos de diseño con los cuales se diseñará el acero de refuerzo.

VIII. RECOMENDACIONES

- ✓ Para posteriores cálculos Hidrológicos en la Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza Chachapoyas, considerar un coeficiente de escorrentía diferente puede darse el caso que las edificaciones proyectadas sean construidas y por ende sufran variaciones en cuanto a su cobertura, de igual manera se recomienda verificar la topografía.
- ✓ Para un futuro mejoramiento del sistema de drenaje pluvial de la Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza Chachapoyas, se recomienda utilizar el caudal máximo de diseño obtenido del recorrido 1, con la el cual se obtiene una sección de máxima eficiencia hidráulica. (3.337 m³/seg, con el cual se dimensionó la sección del canal, obteniendo un Ancho de Solera de 0.90 m, un Tirante de 0.45 m y borde libre de 0.35 m.) ver detalles de diseño en el plano elaborado DC-01 (Detalles de Cuneta Rectangular) del anexo 2.
- ✓ Se recomienda ceñirse y respetar el diseño original de todo proyecto de gran envergadura, ya que en el caso de la Untrm no se está respetando; pues en la obra Estabilización de Suelos y Taludes en Zonas Vulnerables de la Ciudad Universitaria Untrm de Amazonas, según el plano PDSD 01 (Drenajes y Subdrenajes) se proyectó en la parte exterior del cerco perimétrico de la zona sur una Cuneta Rectangular de 0.4*0.5m y sardinel 0.10m, ésta se reubicó para su ejecución lo cual tiene un impacto negativo según las imágenes del panel fotográfico se observa claramente que las perforaciones que se realizó al cimiento y a la pared del cerco perimétrico para poder captar las aguas provenientes de la parte externa de la Ciudad Universitaria. También destinar parte del presupuesto de la universidad para mantenimiento permanente de las estructuras de drenaje pluvial, puesto que, según las imágenes del panel fotográfico, no se está haciendo dichos trabajos. Tener en cuenta el impacto ambiental generado por todo proyecto.
- ✓ Para posteriores trabajos en evacuación de aguas pluviales, se recomienda tener en cuenta la norma OS.060 – Drenaje Pluvial Urbano del Reglamento Nacional de Edificaciones vigente.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, M. 2014. Diseño a Nivel de Ingeniería y su Impacto Ambiental para la Construcción del Canal de Coronación en la Evacuación de Aguas Pluviales de la Localidad de Levanto – Chachapoyas. Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil. Universidad Privada Antenor Orrego. Pág. 73.
- Bardales, Y. Concepción, L. 2014. Modelamiento Hidrológico e Hidráulico Aplicado al Cálculo de Socavación en Puentes Potrero (km 165 + 527.00) y Maygasbamba (km 197 + 688.15), Ubicados en Carretera Chota – Bambamarca – Hualgayoc. Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil. Universidad Privada Antenor Orrego. Pág. 8
- Castillo, E y Ruiz, L. 1979. Precipitaciones máximas en España. Servicio de publicaciones agrarias. Ministerio de Agricultura.
- Castro, O. 2013. Construcción de Represa Pallcca, Distrito de Quinua, Ayacucho. Estudio de Hidrología del Sitio de Presa. Pág. 7-20
- Chereque, W. 1991. Hidrología para Estudiantes de Ingeniería Civil. Obra auspiciada por Concytec. Pág. 115-128
- Flores, K. 2013. Evaluación del Drenaje Pluvial en el Distrito de Pimentel y sus alternativas de Solución. Trabajo de Investigación del Curso de Obras de Ingeniería de Drenaje. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Pág. 13
- Granda, R. 2013. Análisis Numérico de la Red de Drenaje Pluvial de la Urb. Angamos. Tesis de pregrado en Ingeniería Civil. Universidad de Piura. Pág. 10
- Harmsen, T. 2002. Diseño de Estructuras de Concreto Armado. Pontificia Universidad Católica del Perú. Fondo Editorial. Tercera Edición. Pág. 364
- Instituto de la Construcción y Gerencia. 2013. Manual de la Construcción. 12va Edición. Departamento de imprenta de ICG. Perú. Pág.184-186
- Manual de Conservación del suelo y del agua, Chapingo, México, 1977.

- Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. 2014. Reglamento Nacional de Edificaciones. Perú. Grupo editorial MegabyteR. Sexta edición. Pág. 159-160
- Morales, W. 2011. Aplicación del Software Hidroesta en Cálculos Hidrológicos. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Pág. 27-28
- Municipalidad Distrital de Cheto, 2012. Creación del sistema de canalización de aguas pluviales de la localidad de Cheto, Distrito de cheto – Chachapoyas – Amazonas. Pág. 4
- Peralta, J. 2010. Obras de Drenaje en Caminos y el Impacto que éstas causan en el entorno. Tesis para obtener el título de ingeniero civil. Universidad Veracruzana – Xalapa. Pág. 8
- Robleto, J. 2010. Metodología para el Diseño e Implementación de Sistemas de Alerta Temprana ante Inundaciones con Aplicación Hidrológica e Hidráulica. Estudio especial para optar al grado académico de máster científica / maestro en ciencias en recursos hidráulicos, opción hidrología. Universidad de San Carlos de Guatemala. Pág. 41-48
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. SENAMHI.
- Villon, M. 2012. Hidroesta 2 software para cálculos hidrológicos y estadísticos aplicados a la Hidrología. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Pág. 1-11
- Villon, M. 2007. Hidráulica de Canales. Perú. Editorial Villon. Segunda Edición. Pág. 15-45
- Yañez, E. 2014. Eficiencia del Sistema de Drenaje Pluvial en la Av. Angamos y Jr. Santa Rosa. Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil. Universidad Privada del Norte. Pag.12

ANEXO 1: INFORMACIÓN PLUVIOMÉTRICA

ANEXO 2: PLANOS ELABORADOS

ANEXO 3: PLANOS PROPORCIONADOS POR LA UNTRM

ANEXO 4: ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

ANEXO 5: PANEL FOTOGRÁFICO



Fotografía 1: Pistas con pocas estructuras de drenaje pluvial



Fotografía 2: Pistas y adoquinados con pocas estructuras de drenaje pluvial



Fotografía 3: Estructuras de drenaje pluvial sin mantenimiento



Fotografía 4: Pistas sin estructuras de drenaje pluvial



Fotografía 5: Estructuras de drenaje pluvial en mal estado y sin funcionamiento



Fotografía 6: Estructuras de drenaje pluvial en mal estado



Fotografía 7: Estructuras de drenaje pluvial en mal estado y sin funcionamiento



Fotografía 8: Estructuras de drenaje pluvial sin mantenimiento



Fotografía 9: Estructuras de drenaje pluvial mal ubicadas





Fotografía 10: Estructuras de drenaje pluvial mal ubicadas





Fotografía 11: Estructuras de drenaje pluvial sin mantenimiento.



Fotografía 12: Estructuras de drenaje pluvial sobredimensionada



Fotografía 13: Estructuras de drenaje pluvial antes de ser enterradas.



Fotografía 14: Estructuras de drenaje pluvial antes de ser enterradas.



Fotografía 15: Área donde se enterraron Estructuras de drenaje pluvial.



Fotografía 16: Área donde se enterraron Estructuras de drenaje pluvial.



Fotografía 17: Área donde se enterraron Estructuras de drenaje pluvial.



Fotografía 16: Estructuras de drenaje pluvial sobredimensionado