

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS



**Estimación del área agrícola vulnerable a las inundaciones, por
las crecidas del río Tumbes, en el sector Pampa Grande Tumbes
– 2021**

TESIS

Para optar el título profesional de Ingeniero Agrícola

Presentado por:

Bach. Lloclla Chuyes Pablo Yunior

Tumbes - Perú

2021

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS



**Estimación del área agrícola vulnerable a las inundaciones, por
las crecidas del río Tumbes, en el sector Pampa Grande Tumbes
– 2021**

Tesis aprobada en forma y estilo por:

Dr. José Modesto Carrillo Sarango (Presidente)

Dr. Francisco Alburquerque Viera (Secretario)

Dr. Luis Jhony Caucha Morales (Vocal)

Tumbes – Perú

2021

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS



**Estimación del área agrícola vulnerable a las inundaciones, por
las crecidas del río Tumbes, en el sector Pampa Grande Tumbes
– 2021**

**Los suscritos declaramos que la tesis es original en su contenido y
forma.**

Autor: Bach. Lloclla Chuyes Pablo Yunior _____

Asesor: Maceda Nicolini Enrique _____

Tumbes – Perú
2021

Agradecimiento

Gracias a Dios por haberme dado una familia maravillosa, a mis padres y hermano que siempre han estado en los buenos y malos momentos en el transcurso de mi carrera brindándome su apoyo incondicional y sus buenos consejos.

A mi asesor por brindarme sus conocimientos que permitieron la realización y culminación de la tesis.

A mi compañero Henry por su acompañamiento en la recolección de datos durante la fase de campo.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE
INGENIERÍA AGRÍCOLA**



**CAMPUS UNIVERSITARIO S/N "LA CRUZ"
SECRETARIA ACADÉMICA
TUMBES - PERU**

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Tumbes, a los VEINTICINCO día (s) del mes de NOVIEMBRE de dos mil veintiuno, se reunieron de manera virtual, los integrantes del jurado designados, según Resolución N° 020-2021/UNTUMBES-VRACAD-FCA-D (31-03-2021) y Resolución N° 027-2021/UNTUMBES-VRACAD-FCA-D (12-05-2021) donde se aprueba el Proyecto de Tesis y ratifica el jurado; con el objeto de evaluar la sustentación de la tesis denominada: **Estimación del área agrícola vulnerable a las inundaciones, por las crecidas del río Tumbes, en el sector Pampa Grande Tumbes - 2021, para optar el Título de Ingeniero Agrícola. Cuyo Asesor de la mencionada tesis es el Dr. Enrique Antonio Maceda Nicolini.**

A las QUINCE horas con CINCO minutos y, de acuerdo a lo estipulado en el Reglamento respectivo, el presidente del jurado dio por iniciado el acto.

Luego de la exposición del trabajo, la formulación de preguntas y la deliberación del jurado lo declararon APROBADO por UNANIMIDAD con el calificativo de MUY BUENO.

Por lo tanto el Bachiller: **LLOCLA CHUYES PABLO JUNIOR**, queda apto para que el Consejo Universitario de la Universidad Nacional de Tumbes, le expida el Título Profesional de INGENIERO AGRÍCOLA de conformidad con lo estipulado en el Artículo 90 del Estatuto de la Universidad Nacional de Tumbes y a lo normado en el Reglamento de Grados y Títulos.

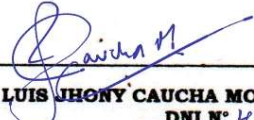
Siendo las Dieciséis horas con VEINTE minutos, el presidente del jurado dió por concluido el presente acto académico y para mayor constancia de lo actuado firman en señal de conformidad todos los integrantes de este jurado, presentes en el acto de sustentación.



Dr. JOSE MODESTO CARRILLO SARANGO
DNI N° 00223850
Presidente



Dr. FRANCISCO ALBURQUEQUE VIERA
DNI N° 03605124
Secretario



Dr. LUIS JHONY CAUCHA MORALES
DNI N° 41398388
Vocal

INDICE

RESUMEN	13
ABSTRACT	14
INTRODUCCION	15
CAPITULO I	16
1. REVISION LITERARIA (ESTADO DE ARTE)	16
1.1. Antecedentes.....	16
1.2. Definición de términos básicos	17
CAPITULO II	31
2. MATERIALES Y METODOS	31
2.1. Materiales, equipos y programas.....	31
2.1.1. Materiales.....	31
2.1.2. Equipos	31
2.1.3. Programas.....	31
2.2. Ubicación de la zona de proyecto.....	32
2.2.1. Modificación del Área de Estudio	32
2.2.2. Ubicación Geográfica:	32
2.2.3. Ubicación Geodésica.....	32
2.2.4. Área Agrícola: 218 has.....	32
2.3. Métodos y Técnicas.....	34
2.3.1. Recolección de información	34
2.3.2. Obtención del Modelo Digital de Elevaciones DEM	34
2.3.3. Reconocimiento del Área en estudio.....	36
2.3.4. Determinación del Área Agrícola.....	36

2.3.5. Análisis de máximas avenidas del Rio Tumbes – estación El Tigre	37
2.3.5.1. Análisis de consistencia de la Data Histórica 1965 – 2019.....	37
2.3.5.2. Análisis de tendencia de la Data Histórica 1965 – 2019.....	39
2.3.5.3. Aplicación de prueba de datos dudosos (Método Water Reosurces Council).....	40
2.3.5.4. Prueba de Bondad de Ajuste	41
2.3.6. Determinación del caudal máximo con 4 métodos probalísticos ...	45
2.3.7. Determinación de los coeficientes de rugosidad del lecho del río Tumbes, sector Pampa Grande.....	46
2.3.8. Determinación de la pendiente del tramo en estudio	46
2.3.9. Simulación Hidráulica del Tramo en estudio 1D.....	47
2.3.10. Simulación Hidráulica del Tramo en estudio 2D.....	50
2.3.11. Exportación de archivo de zonas de inundación	54
CAPITULO III	56
3. RESULTADOS y DISCUSIÓN.....	56
3.1. RESULTADOS	56
3.1.1. Áreas agrícolas del sector Pampa Grande.....	56
3.1.2. Estimación de caudales máximos	63
3.1.2.1. Análisis de Consistencia.....	63
3.1.2.2. Análisis de Tendencia.....	66
3.1.2.3. Prueba de Datos Dudosos (Método Water Resources Councill)	69
3.1.2.4. Caudales Máximos utilizando 7 métodos probalísticos.....	72
3.1.3. Simulación Hidráulica para diferentes periodos de retorno de 5,10,25 y 50 años.....	73
3.1.3.1. Determinación del Coeficiente de Rugosidad del eje de tramo del Rio Tumbes.....	73

3.1.3.2. Determinación de la pendiente	73
3.1.3.3. Simulación Hidráulica 1 D del tramo en estudio 1.....	77
3.1.3.4. Simulación Hidráulica 2 D del Tramo en estudio	86
3.1.4. Determinación de Áreas agrícolas afectadas por las máximas avenidas para diferentes periodos de retorno	87
3.2. DISCUSIÓN.....	115
CAPITULO IV	117
4. CONCLUSIONES.....	117
CAPITULO V	118
5. Recomendaciones	118
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	119
ANEXOS	121

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Representación de los términos del balance de energía.....	25
Figura 2: Interpretación de la pendiente motriz en cada sección	26
Figura 3: Valor ponderado de la Energía Cinética.....	29
Figura 4: Ubicación de la zona de estudio.....	33
Figura: 5 Portal GEO GPS PERU	34
Figura 6: Raster S04W81 y S05W81 Unidos	35
Figura 7: Cuenca Tumbes recortado.....	35
Figura 8: Raster DEM del Área de estudio.....	35
Figura 9: Polígono del Área de estudio	35
Figura 10: DEM del Área en estudio	36
Figura 11: Pagina SICAR del MINAGRI	37
Figura 12: Áreas de los predios agrícolas	37
Figura 13: Distribuciones Normal	42
Figura 14: Distribución Log Normal 2 parámetros	43
Figura 15: Distribución Log Normal 3 parámetros	43
Figura 16: Distribución Gamma 2 parámetros.....	43
Figura 17: Distribución Gamma 3 parámetros.....	44
Figura 18: Distribución Gumbell	44
Figura 19: Distribución Log Gumbell	44
Figura 20: Software HEC-RAS	47
Figura 21: DEM exportado a Ras Mapper.....	47
Figura 22: Secciones del tramo del rio Tumbes	48
Figura 23: Secciones exportadas a Geometry Data.....	48
Figura 24: Coeficientes de Manning.....	49
Figura 25: Caudales para diferentes periodos de retorno	49
Figura 26: Flujo Suscritico	50
Figura 27: Pendiente	50
Figura 28: Computación del Modelamiento.....	50
Figura 29: Hec - Ras	50
Figura 30: Creación del perímetro y de la malla.....	51
Figura 31: Eje del tramo del Rio Tumbes	51
Figura 32: Computación de la malla.....	51
Figura 33: Corregimiento de los errores a causa del ajuste de la malla.....	52

Figura 34. Ajuste de la malla	52
Figura 35: Condiciones Aguas arriba y Aguas abajo en la malla	52
Figura 36: Hidrograma para las condiciones Aguas arriba.....	53
Figura 37: Pendiente para condiciones Aguas abajo.	53
Figura 38: Computación del modelamiento.....	53
Figura 39: Exportación del modelamiento en formato Raster y Shaperfile.....	54
Figura 40: Intervalo del Tirante Hidráulico.....	54
Figura 41: Polígonos de los predios agrícolas.....	56
Figura 42: Modelamiento 1 D	77
Figura 43: Perfiles de inundación para diferentes periodos de retorno	83
Figura 44: Tirantes de inundación en la Sección 5678 para diferentes periodos de retorno	84
Figura 45: Velocidades para diferentes periodos de retorno en función al tramo	85
Figura 46: Modelamiento Hidráulico 2 D Tr = 5 años	86
Figura 47: Modelamiento Hidráulico 2 D Tr = 10 años	86
Figura 48: Modelamiento Hidráulico 2 D Tr = 25 años	86
Figura 49: Modelamiento Hidráulico 2D Tr = 50 años	86
Figura 50: Modelamiento Hidráulico 2D TR = 5 AÑOS	87
Figura 51: Modelamiento Hidráulico 2D TR = 10 AÑOS	94
Figura 52 : Modelamiento Hidráulico 2D TR = 25 AÑOS	101
Figura 53 : Modelamiento Hidráulico 2D TR = 50 AÑOS	108
Figura 54:Caudales máximos para diferentes periodos de retorno de Carrillo y valencia (2019).....	115
Figura 55: Simulación del estudio “Control de las inundaciones en el valle del Río Tumbes mediante la habilitación de un cauce de alivio – Simulación hidráulica”.	116
Figura 56: Simulación del proyecto.	116
Figura 57: Simulación del proyecto	116
Figura 58 : Simulación del “Plan Integral de Control de Inundaciones y Movimiento de Masas de la Cuenca del Rio Tumbes”	116
Figura 59: Programa Hec - Ras.....	121
Figura 60: Programa ArcGIS	121
Figura 61: Registro de usuarios.	124
Figura 62: Cálculo de caudal de diseño – 5 años de retorno	124

Figura 63: Cálculo de caudal de diseño – 10 años de retorno	124
Figura 64: Cálculo de caudal de diseño – 25 años de retorno	125
Figura 65: Cálculo de caudal de diseño – 50 años de retorno	125
Figura 66: Cálculo de caudal de diseño – 5 años de retorno	125
Figura 67: Cálculo de caudal de diseño – 10 años de retorno	126
Figura 68: Cálculo de caudal de diseño – 25 años de retorno	126
Figura 69: Cálculo de caudal de diseño – 50 años de retorno	126
Figura 70: Cálculo de caudal de diseño – 5 años de retorno	127
Figura 71: Cálculo de caudal de diseño – 10 años de retorno	127
Figura 72: Cálculo de caudal de diseño – 25 años de retorno	128
Figura 73: Cálculo de caudal de diseño – 50 años de retorno	128
Figura 74: Cálculo de caudal de diseño – 5 años de retorno	128
Figura 75: Cálculo de caudal de diseño – 10 años de retorno	129
Figura 76: Cálculo de caudal de diseño – 25 años de retorno	129
Figura 77: Cálculo de caudal de diseño – 25 años de retorno	129
Figura 78: Actualización de los predios Agrícolas	132
Figura 79: Punto inicial - Inicio de dique deteriorado.....	132
Figura 80: Punto Final del tramo	133
Figura 81: Cultivo de plátano.....	133
Figura 82: Investigador.....	133
Figura 83: Rio Tumbes – Tramo del proyecto	134
Figura 84: Curva del rio - Margen derecha, acumulación de sedimentos	134

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Modificación de Área Agrícola	32
Tabla 2: Valores críticos "d"	42
Tabla 3: Deltas para los diferentes Métodos de Distribución	45
Tabla 4: Áreas de los predios agrícolas.....	56
Tabla 5: Consistencia a la media	63
Tabla 6: Prueba T. Student para Consistencia en la Media.....	64
Tabla 7: Prueba F. Fischer para Consistencia en la Desviación Estándar	65
Tabla 8: Índices de Análisis de Tendencia	66
Tabla 9: Parámetros de la ecuación de regresión lineal Simple	67
Tabla 10: Resultados T. Student. Análisis de Tendencia en la Media	68
Tabla 11: Resultados logarítmicos de caudales máximos para prueba de datos dudosos.....	69
Tabla 12: Precipitación máxima aceptada y mínima aceptada	71
Tabla 13: Caudales máximos para diferentes periodos de retorno con 7 métodos probalísticos	72
Tabla 14:Asignación de valores de coeficiente de Manning en 2 tramos irregulares	73
Tabla 15: Pendiente cada 50 m	73
Tabla 16: Resultados para un $Tr = 5$ años.....	78
Tabla 17:Resultado para un $Tr = 10$ años	79
Tabla 18: Resultados para un $Tr = 25$ años.....	80
Tabla 19: Resultado para un $Tr = 50$ años	81
Tabla 20: Resumen del Modelamiento 1D	82
Tabla 21: Áreas agrícolas afectadas $Tr = 5$ años	88
Tabla 22: áreas agrícolas afectadas $Tr = 10$ años.....	95
Tabla 23: Áreas agrícolas afectadas $Tr = 25$ años	102
Tabla 24: Áreas agrícolas afectadas $Tr = 50$ años	109
Tabla 25: Resumen del Modelamiento 2D.....	114
Tabla 26: Valores Kn para la prueba de datos dudosos	130
Tabla 27: Coeficientes de Manning para cauces naturales	131
Tabla 28: Matriz de Consistencia.....	135

RESUMEN

El presente estudio tiene como objetivo estimar el área agrícola vulnerable a las inundaciones por las crecidas del río Tumbes en el sector de Pampa Grande. Para estimar las áreas agrícolas inundadas, se determinó las áreas agrícolas del sector mediante imágenes satelitales DEM; después se recolectó datos para calcular el caudal máximo para periodos de retorno 5,10,25 y 50 años con los métodos de distribución Normal, distribución Log Normal 2 y 3 parámetros, distribución Gamma 2 y 3 parámetros, distribución Gumbell y Log Gumbell en el software Hidroesta 2; una vez calculado los caudales máximos se usaron en HEC-RAS, así como también la imagen satelital DEM, las condiciones de contorno, las rugosidades en ambas márgenes y la del cauce del río y la pendiente, para luego proceder a realizar la simulación para los periodos de retorno mencionados en el software HEC-RAS y al final delimitar las áreas agrícolas inundadas en el software ArcGIS. Se obtuvo los caudales máximos para los periodos de retorno de 5,10,25 y 50 años tales como 1936,47 m³/s; 2359,26 m³/s; 2857,51m³/s y 3205,83m³/s respectivamente con áreas perjudicadas que superan el 90% de las áreas totales, la cuales son 206,25 ha; 210,57 ha; 213,49 ha y 214,72 ha consecutivamente. Por estos motivos se concluye que los softwares como HEC-RAS, ArcGIS esenciales para determinar áreas agrícolas inundadas, la cual permitirán hacer en un futuro una evaluación de riegos y construcción de infraestructuras de protección con alturas mayores a los tirantes simulados.

Palabras Clave: Áreas Agrícolas, Caudales máximos, Modelamiento Hidráulico 1D y 2D

ABSTRACT

The objective of this study is to estimate the agricultural area vulnerable to flooding due to the floods of the Tumbes River in the Pampa Grande sector. To estimate the agricultural areas flooded, the agricultural areas of the sector were determined using DEM satellite images; Afterwards, data was collected to calculate the maximum flow for return periods 5,10,25 and 50 years with the methods of Normal distribution, Log Normal distribution 2 and 3 parameters, Gamma distribution 2 and 3 parameters, Gumbell distribution and Log Gumbell in the Hidroesta 2 software; Once the maximum flows were calculated, the HEC-RAS was used, as well as the DEM satellite image, the boundary conditions, the roughness on both margins and that of the riverbed and the slope, to then proceed to carry out the simulation for the return periods mentioned in the HEC-RAS software and at the end delimit the flooded agricultural areas in the ArcGIS software. The maximum flows were obtained for the return periods of 5,10,25 and 50 years such as 1936,47 m³ / s; 2359.26 m³ / s; 2857.51m³ / s and 3205.83m³ / s respectively with damaged areas that exceed 90% of the total areas, which are 206.25 ha; 210.57 ha; 213.49 ha and 214.72 ha consecutively. For these reasons, it is concluded that softwares such as HEC-RAS, ArcGIS are essential for determining flooded agricultural areas, which will allow an evaluation of risks and construction of protection infrastructures with heights greater than the simulated braces in the future.

Keywords: Agricultural Areas, Maximum Flows, Hydraulic Modeling 1D and 2D.

INTRODUCCION

Las inundaciones son fenómenos naturales que han estado presente durante la historia del planeta, provocadas por rupturas de presas o diques, huracanes o tsunamis, el exceso de lluvias que provocan máximas avenidas ocasionando que los ríos, quebradas, etc. se desborden.

Las principales consecuencias de los desbordes de ríos son la destrucción de cultivos y cosechas, destrucción de vías de transporte, destrucción de centros poblados, perdida humanas, modificación del relieve, destrucción de infraestructuras hidráulicas débiles y ya deterioradas.

La presente tesis titulada “Estimación del área agrícola vulnerable a las inundaciones, por las crecidas del río Tumbes, en el sector de Pampa Grande Tumbes - 2020”, su objeto de estudio es estimar las áreas agrícolas que quedaran inundadas o perjudicadas frente a las máximas avenidas que son producto de las fuertes precipitaciones en el sector mencionado dejando como perdidas áreas de cultivo y deterioro de obras hidráulicas.

La población de Pampa Grande apuesta por el desarrollo agrario por lo que necesitan saber qué áreas son vulnerables a inundarse, y con la ayuda de información tomar las medidas preventivas para futuras avenidas.

Existen softwares que permiten determinar las zonas inundables como lo es HEC-RAS 5.0.3 que simula en forma bidimensional el comportamiento del flujo del rio, y el ARG GIS que permite delimitar las áreas agrícolas inundadas.

El software Hidroesta 2 permitirá estimar los caudales máximos ante periodos de retorno de 5,10, 25 y 50 años con los diferentes métodos numéricos para variables que no son constantes con el tiempo (Método de Gumbell Person Log Normal).

CAPITULO I

1. REVISION LITERARIA (ESTADO DE ARTE)

1.1. Antecedentes

INDECI (2017) menciona que las máxima avenidas que se han presentado durante los años en el Perú nos redacta que el fenómeno del niño en el Perú ha ocurrido en 43 ocasiones, de los cuales 7 han sido de carácter extraordinario. Según Rocha (2015) "El primer mega Niño ocurrió en el Perú en el año 1578, siendo los departamentos de Lambayeque, la libertad y Piura los más afectados".

ANA (2017) evaluó el ancho estable del río, llanura de inundación y puntos críticos de desbordamiento bajo distintos periodos de retorno, en varios tramos del río Chicama. Para tal efecto, fue utilizado como herramienta de modelamiento HEC-RAS 1D bajo condiciones de flujo permanente con régimen mixto (régimen crítico y régimen supercrítico).

Para determinar las áreas de inundación son fundamentales, pero también se necesita tener criterio al simular en algún software. Según Palmer (2017) "Tanto el software HEC-RAS, como simulador hidráulico; la EXTENSIÓN HEC - GEORAS, como facilitador de las secciones transversales; y el software ArcGIS, como procesador de topografía y elaboración de mapas, no son tecnologías autosuficientes y necesitan del criterio del experto para ser adaptadas a cada situación en particular" (p.100).

Pablo (2018) menciona que para identificar las zonas vulnerables frente a las inundaciones por desborde del río Huarmey; se propusieron algunas alternativas para su protección usando el HEC RAS 2D. Según Grapio (2020) "Unas de los sectores más afectados que se puede observar en el mapa de inundación es el agrícola, provocando a los agricultores pérdidas económicas" (p.97).

Collantes y Canchaya (2020) menciona que las áreas de inundación en los tramos en estudio de su proyecto fueron determinadas con un modelo hidráulico, la cual facilito identificar las zonas de peligro de inundación. Según Carranza & Comunn (2019) “Mientras el mallado es más fino se conoce mejor el comportamiento del modelo para ello se recomienda discretizar la malla en las áreas que se van a estudiar” (p.105).

En las investigaciones mencionadas se puede observar que el programa HEC – RAS es muy usado para poder estimar las áreas inundadas de cauces naturales. Según Rodrigues (2017) “Especialistas de la rama hidráulica realizan simulaciones hidráulicas para la evaluación de riesgos de inundaciones mediante la interrelación de los programas ArcGIS y HECRAS” (p.45).

1.2. Definición de términos básicos

- a. **La Hidrología Fluvial:** es el estudio de la secuencia en la que se presenta los caudales (Q) de un río y hablamos de régimen hidrológico pluvial, nival, pluvio-nival, tropical, monzónico que son causales de las regularidades, estas regularidades se pueden estudiar en el plazo temporal del año (Vide, INGENIERIA DE RIOS, 2002, pág. 26).
- b. **La hidráulica fluvial** trata de las intervenciones humanas en los ríos para su adecuación al aprovechamiento de los recursos hídrico o la disminución de riesgos de daños por inundación, o bien por la intersección del río con una obra de infraestructura (carretera, puentes, calles, ferrocarril, conducciones, etc.) (Vide, 1994, pág. 11).
- c. **Introducción a la Hidráulica Fluvial** En un río prácticamente no existe movimiento permanente, porque el caudal está variando continuamente (a veces, lentamente; otras, rápidamente)” (Rocha, 1998, pág. 48).
- d. **“Cuenca:** Sistema integrado por varias subcuentas o microcuencas” (GALVEZ, 2012).
“Caudal: Cantidad de agua que pasa por un punto específico en un sistema hidráulico en un momento o período dado” (Llamas, 1993).

- e. **Caudal máximo:** Para la determinación del caudal máximo instantáneo (q_{max}) ocurrido en una sección de control, en un lapso determinado, generalmente durante el transcurso del pasaje de una onda de avenida, debe disponerse de un instrumento registrador. Se expresan en m^3/s y se le asocia la fecha en que se ha registrado (Villon, 2005).
- f. **Hidrograma de Avenida** Se trata de una representación gráfica de la variación del tiempo y el caudal producido por una precipitación en una cuenca hidrográfica determinada, información muy importante para el dimensionamiento estructural de obras hidráulicas, y modelamientos hidráulicos (Ayala, 2014)
- g. **Erosión Hídrica** La acción de las aguas continentales es un agente erosivo de primera magnitud. Al desgastar los suelos y rocas por los que circula y arrastrar materiales en dirección al mar, dejándolos depositados en diversos lugares, formando nuevos suelos, realiza el modelando el paisaje (ALLAS, 2006, pág. 7)
- h. **El modelo bidimensional** presenta enormes ventajas operativas. El modelo matemático involucrado es mucho más simple. Es a la vez una gran suerte que la mayor parte de los flujos que ocurren en la Naturaleza puedan ser adecuadamente descritos mediante el flujo bidimensional; esto se debe a que son en realidad casi bidimensionales. (Felices, 1998, pág. 46).
- i. **“Coeficiente de rugosidad** Coeficiente que caracteriza la rugosidad de un cauce o tubería y que se utiliza para calcular la resistencia al flujo en el cauce o tubería.” (UNESCO & WMO , 2012, pág. 292).
- j. **“Condiciones de contorno** Conjunto de condiciones que debe satisfacer la solución de una ecuación diferencial en los límites de la región en la que se busca dicha solución” (UNESCO & WMO, 2020, pág. 40).
- k. **“Fenómeno El Niño (FEN)** Evento climático anómalo de meses de duración con altas temperaturas del mar y lluvias intensas en la costa norte del Perú. Este es el fenómeno original, descrito en el Perú a fines del siglo XIX” (SENAMHI, 2019)

- I. **“El Niño Costero** Evento climático anómalo con altas temperaturas del mar en la costa norte del Perú que puede coincidir con el FEN y/o con El Niño global, pero no necesariamente” (senamhi, 2019)
- m. **“Hidrograma unitario** El hidrograma unitario de una cuenca, se define como el escurrimiento directo que resulta de una lluvia efectiva unitaria distribuida de manera homogénea y constante sobre la cuenca y sobre una unidad de tiempo” (Senamhi, 2019)
- n. **“Inundación** Las inundaciones se producen cuando las lluvias intensas o continuas sobrepasan la capacidad de campo de suelo, el volumen máximo de transporte del río es superado y el cauce principal se desborda e inunda terrenos circundantes” (INDECI, 2011, pág. 11).
- o. **La probabilidad** puede ser expresada en forma de frecuencia a través del periodo de retorno o recurrencia. El periodo de retorno T de un evento con una magnitud dada se define como el intervalo de recurrencia promedio entre eventos que igualan o exceden una magnitud especificada (**Chow, et. al., 1994**).
- p. **Para estimación de caudal máximo de diseño (Murga,2017)**

I. **Distribución Normal**

Se dice que una variable aleatoria x, tiene una distribución normal, si su función densidad, es:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi S}} \text{EXP} \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{x-\bar{x}}{S} \right)^2 \right] \dots\dots\dots(1)$$

Para $-\infty < x < \infty$

Donde:

- f (x)** : Función densidad normal de la variable x.
- x** : Variable independiente.
- \bar{x}** : Parámetro de localización, igual a la media aritmética de x.
- S** : Parámetro de escala, igual a la desviación estándar de x.
- EXP** : Función exponencial base e, de los logaritmos neperianos.

II. Distribución Log-Normal de 2 parámetros

Cuando los logaritmos $\ln(x)$ de una variable x están normalmente distribuidos, entonces se dice que la distribución de probabilidad log-normal, en que la función de probabilidad log-normal $f(x)$ viene representado como:

$$f(x) = \frac{1}{x\sigma_y\sqrt{2\pi}} \text{EXP} \left\{ -\frac{1}{2} \left[\frac{\ln x - \mu_y}{\sigma_x} \right]^2 \right\} \dots\dots\dots (2)$$

Para $0 < x < \infty$, se tiene que:

$$x \sim \text{logN}(\mu_y, \sigma_y^2)$$

Donde:

$\mu_y \sigma_y$: Son la media y desviación estándar de los logaritmos naturales de x , es decir de $\ln(x)$, y representan respectivamente, el parámetro de escala y el parámetro de forma de distribución

III. Distribución Log-Normal de 3 parámetros

Muchos casos el logaritmo de una variable aleatoria x , del todo no son normalmente distribuido, pero restando un parámetro de límite inferior x_0 , antes de tomar logaritmos, se puede conseguir que sea normalmente distribuida.

La función de densidad, de la distribución log-normal de 3 parámetros, es:

$$f(x) = \frac{1}{(x - x_0)\sigma_y\sqrt{2\pi}} \text{EXP} \left\{ -\frac{1}{2} \left[\frac{\ln(x - x_0) - \mu_y}{\sigma_y} \right]^2 \right\}. (3)$$

Para $0 \leq x < \infty$

Donde:

x_0 : Parámetro de posición en el dominio x .

μy : Parámetro de escala en el dominio x.

σy^2 : Parámetro de forma en el dominio x.

IV. Distribución Log-Pearson tipo III

Los parámetros de esta distribución se calculan de la misma manera que en Pearson tipo III, con la diferencia de que los parámetros estadísticos media, desviación estándar y coeficiente de asimetría se hallan con los logaritmos en base 10 de los datos originales.

Se dice que una variable aleatoria X, tienen una distribución Pearson Tipo III, si su función densidad de probabilidad es:

$$f(x) = \frac{(x - x_0)^{-1} e^{-\frac{(x-x_0)}{\beta}}}{\beta \gamma \Gamma(\gamma)} \dots \dots \dots (4)$$

Para:

$$0 \leq x < \infty$$

$$-\infty \leq x_0 < \infty \quad 0 < \beta < \infty$$

$$0 < \gamma < \infty$$

V. Distribución Gumbel

La distribución Gumbel es una de las distribuciones de valor extremo, es llamada también Valor Extremo Tipo I, Fisher-Tipett tipo I o distribución doble exponencial.

La función de distribución acumulada de la distribución Gumbel, tiene la forma:

$$f(x) = e^{-e^{-\frac{x-\mu}{\alpha}}} \dots \dots \dots \alpha \dots \dots \dots (5)$$

Para:

$$-\infty < x < \infty$$

Donde:

$0 < \alpha < \infty$ es el parámetro de escala.

$-\infty < \mu < \infty$ es el parámetro de posición.

Derivando la función de distribución acumulada con respecto a x, se obtiene la función de densidad de probabilidad; es decir:

$$f(x) = \frac{dF(x)}{dx} \dots\dots\dots(6)$$

$$f(x) = \frac{1}{\alpha} e^{e^{-\frac{x-\mu}{\alpha}}} e^{-\frac{x-\mu}{\alpha}} \dots\dots\dots(7)$$

Para:

$$-\infty < x < \infty$$

VI. Distribución Log-Gumbel

La función de distribución acumulada de la distribución Gumbel tiene la forma según (5). Si en dicha ecuación, la variable x se reemplaza por ln x, se obtiene la función acumulada de la distribución log-Gumbel, o distribución de Fréchet.

$$f(x) = e^{-e^{-\frac{\ln x - \mu}{\alpha}}} \dots\dots\dots(8)$$

Para:

$$-\infty < \ln x < \infty$$

- q. **Sistema de información geográfica** Un Sistema de Información Geográfica (SIG) es un sistema empleado para describir y categorizar la Tierra y otras geografías con el objetivo de mostrar y analizar la información a la que se hace referencia espacialmente. Este trabajo se realiza fundamentalmente con los mapas. (senamhi, 2019)
- r. **Hidroesta** es 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 proporciona al ingeniero agrícola una herramienta que permite realizar cálculos, simulaciones rápidas, y determinar los caudales o precipitaciones de diseño (Bejar, 2005).
- s. **“HEC-RAS (Hydrological Engineering Center – River Analysis System) es un programa de modelización hidráulica unidimensional” (Cursos Gis,2021)**

- t. **MODELO HIDRÁULICO** Los modelos hidráulicos se usan para simular el flujo en canales abiertos, ríos, humedales, lagos, estuarios y zonas costeras. También para describir el flujo sobre planicies de inundación o a través de estructuras hidráulicas como vertederos, compuertas, alcantarillas, puentes, embalses, diques, etc. Estos modelos están enfocados en la obtención de niveles y velocidades del agua en cauces y en las llanuras de inundación. Utilizan cartografías de precisión. Se basan en cálculos hidráulicos complejos. Existen dos tipos de modelos hidráulicos: físicos y matemáticos. (Senamhi, 2019)
- u. **“CALIBRACIÓN DE UN MODELO** Proceso por el cual los parámetros de un modelo se ajustan para obtener concordancia entre los resultados generados por el modelo y los valores medidos de las variables” (Senamhi, 2019)
- v. **“Flujo no permanente** La profundidad cambia a través del tiempo. En los estudios de canales abiertos al tratarse de un flujo no permanente el nivel cambia de manera abrupta mientras pasa por el canal” (Chow, 1994).
- w. **Análisis de riesgos** Procedimiento técnico que permite identificar y caracterizar los peligros, analizar las vulnerabilidades calcular, controlar, manejar y comunicar los riesgos, para lograr un desarrollo sostenido mediante una adecuada toma de decisiones en la Gestión del Riesgo de Desastres
- x. **Modelamiento hidráulico en 1d** El software del Centro de Ingeniería Hidrológica Analysis System (HEC) Río (HEC-RAS) le permite realizar de una sola dimensión constante y cálculos hidráulica de los ríos de flujo no estacionario 1D y 2D. HEC-RAS es un sistema integrado de software, diseñado para el uso interactivo de un entorno de red multiusuario multitarea. El sistema se compone de una interfaz gráfica de usuario (GUI), componentes de análisis hidráulicos separados, almacenamiento de datos y capacidades de gestión, gráficos e instalaciones de informes (Cersa, 2020).
- y. **Ecuaciones fundamentales del Modelo Hidráulico HEC-RAS**
HEC-RAS como modelo de cálculo no deja de ser una aproximación al flujo en lámina libre. Por ello lleva asociadas unas limitaciones de

cálculos inherentes a las hipótesis de partidas de las ecuaciones que resuelve. **(Blade et al., 2009).**

Así, HEC-RAS resuelve el flujo gradualmente variado a partir de la ecuación de balance de energía (trinomio de Bernoulli) entre dos secciones dadas, excepto en los casos en lo que simulen estructuras como puentes, vertederos o tramos cortos entubados. En tales casos HEC-RAS resuelve la ecuación de conservación de la cantidad de movimientos, así como ciertas ecuaciones de carácter empírico establecidos *ad hoc* para estas estructuras. **(Blade et al., 2009).**

Una hipótesis básica en la que se basa HEC-RAS es que el flujo simulado debe ser unidimensional. Es decir, el único componente de la velocidad que se considera es la componente en la dirección del movimiento. Las otras, dirección vertical y transversal al movimiento, se consideran despreciables. **(Blade et al., 2009).**

Con este software, se tendrá en cuenta los parámetros hidráulicos establecidos como son: Ecuación de la energía, Pendiente motriz, Ecuación de Manning, Factor de transporte K, Longitud ponderada aguas abajo, Ponderación del coeficiente de Manning en el cauce central, Coeficiente de Coriolis, Perdidas de carga localizadas, energía específica. Régimen crítico, subcrítico y supercrítico.

I. Ecuación de la energía

La ecuación básica para la estimación de la posición de la superficie libre del agua, en régimen permanente, es la ecuación del balance de energía, esto es, el trinomio de Bernoulli. HEC-RAS considera el caso en que la pendiente longitudinal del río o canal es suficientemente pequeña como para poder aceptar que la vertical y la perpendicular en un punto cualquiera coincidan. Si la sección 1 es una sección aguas arriba de la 2, HEC-RAS considera el balance de energía entre ambas secciones transversales como sigue:

$$Y_1 + Z_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} = Y_2 + Z_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} + \Delta H \dots \dots \dots (9)$$

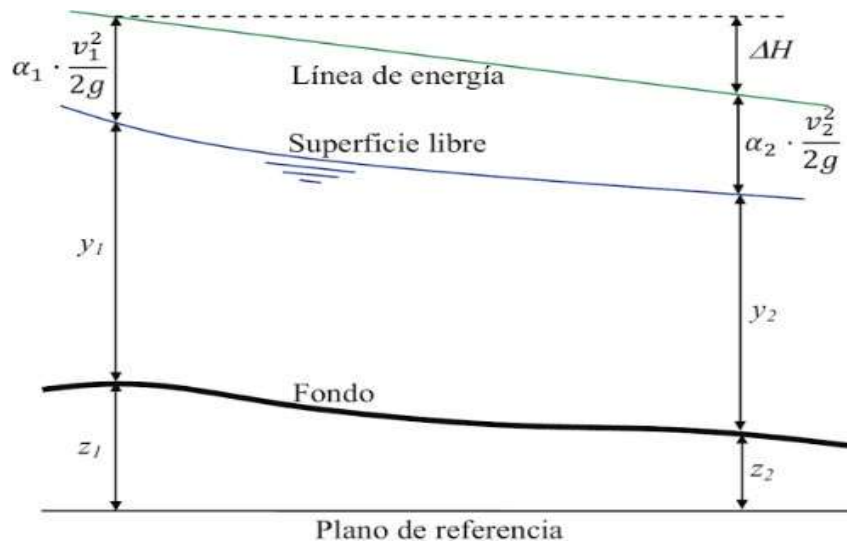


Figura 1: Representación de los términos del balance de energía.

(HEC, 2002)

Z_1 y Z_2 = Son las cotas de la sección respecto a un plano de referencia arbitrario. En caso de geometrías irregulares, como en general sucede en un río, se toma la cota del punto más bajo de la sección.

y_1 e y_2 = Son los calados en cada una de las secciones consideradas. En caso de geometrías irregulares, se considera la profundidad respecto del punto más bajo de la sección.

V_1 y V_2 = Son las velocidades medias en cada sección. En el caso de régimen permanente se obtienen como el cociente entre el caudal circulante y el área de la sección.

α_1 y α_2 = Son los coeficientes de Coriolis estimados en cada sección, que permiten corregir el hecho de que la distribución de velocidad en la sección se aleja de una distribución uniforme.

g = Aceleración gravitacional

ΔH = Es el término que estima la energía por unidad de peso que se disipa entre las secciones 1 y 2. En concreto, dicha energía debe incluir las pérdidas continuas por

rozamiento (fricción) con el contorno, así como las pérdidas localizadas que se den entre ambas.

II. Pendiente motriz. Ecuación de Manning

HEC- RAS calcula la pérdida de cargas continuas a partir de la fórmula de Manning:

$$I = \frac{n^2 v^2}{Rh^3} \dots \dots \dots (10)$$

Esta ecuación puede escribirse en función del caudal:

$$I = \frac{n^2}{Rh^3} \cdot \frac{Q^2}{A^2} \dots \dots \dots (11)$$

De donde se define el factor de transporte (k):

$$I = \frac{Q^2}{k^2} \dots \dots \dots (12)$$

$$K = \frac{Rh^{\frac{4}{3}} \cdot A}{n} \dots \dots \dots (13)$$

Estas expresiones se obtienen a partir de los valores de calado y velocidad particularizados a una cierta sección. Es decir, corresponde a los valores puntuales en ella. En general, la resolución numérica del perfil de la superficie libre, ya sea partir de HEC-RAS o de cualquier otro modelo, se establece a partir de la hipótesis de que la energía que se disipa entre dos secciones se puede estimar a partir de las respectivas pendientes motrices.

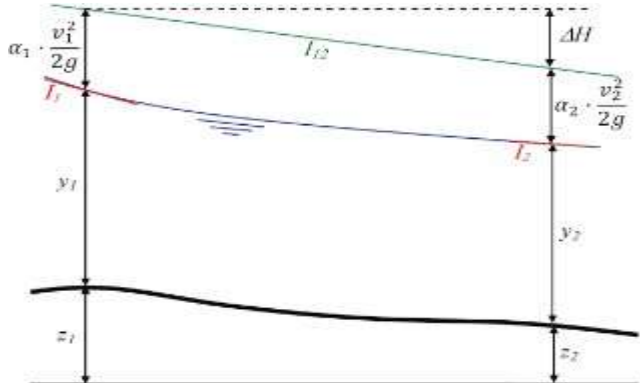


Figura 2: Interpretación de la pendiente motriz en cada sección

(HEC, 2002)

HEC-RAS permite estimar dicha pendiente motriz I12 a partir de distintas ponderaciones:

Ecuación de factor de transporte medio:

$$I = \left(\frac{Q1+Q2}{Kt1+Kt2} \right)^2 \dots\dots\dots(14)$$

Media Aritmética:

$$I12 = \frac{l1+l2}{2} \dots\dots\dots(15)$$

Media Geométrica:

$$I12 = \sqrt{l1 \cdot l2} \dots\dots\dots(16)$$

Media Aritmética:

$$I = \frac{2l1 \cdot l2}{l1+l2} \dots\dots\dots(17)$$

Si bien el método más común es el de media aritmética, cada uno resulta único para diferentes casos. HEC-RAS permite la opción de que el mismo seleccione el método más idóneo para cada caso. (Blade *et al.*, 2009).

III. Factor de transporte K

Se calcula subdividiendo la sección en aquellos en donde cambie el coeficiente de Manning. Por defecto cambia en las llanuras derecha e izquierda y el canal principal. Puede imponerse que cambie en más puntos.

Puede establecer que calcule K entre cada dos puntos de la sección (aunque no cambie n: método que usaba antiguamente (HEC 2002).

IV. Longitud ponderada aguas abajo

La longitud L12 entre las dos secciones de cálculo se obtiene como valor ponderado de las distancias respectivas desde cada parte, de la sección a la que se encuentra aguas abajo con el reparto de caudales en cada una de dichas porciones.

$$I_{12} = \frac{L_{12izq} \cdot Q_{12izq} + L_{12centr} \cdot Q_{12centr} + L_{12der} \cdot Q_{12der}}{Q_t} \dots\dots\dots(18)$$

El reparto de caudales se determina según el area activa de flujo en cada zona de la sección transversal. (Blade *et al.*, 2009).

V. Ponderación del coeficiente de Manning en el cauce central

Igualmente, el coeficiente de fricción de Manning se divide, por defecto, en las tres partes citadas (llanura derecha e izquierda y el principal), aunque en este caso puede configurarse para tener en cuenta más puntos de cambio dentro de la sección (opción horizontal variación in “n values”). El flujo en el cauce principal solo se subdivide cuando el coeficiente de fricción cambia dentro de él. Solo en dos casos el programa obtiene un valor equivalente del coeficiente de Manning dentro del cauce principal:

- 1) Si la pendiente transversal del cauce principal es superior a 5 h.
- 2) Si el coeficiente de fricción varía dentro del cauce principal.

En tal caso, HEC-RAS debe calcular un valor global del coeficiente de Manning para toda la sección.

Se utiliza la ponderación con el perímetro mojado:

$$n_{total} = \left(\frac{\sum_{i=1}^N P_i n_i^{1.5}}{P_{total}} \right)^{\frac{2}{3}} \dots\dots\dots(19)$$

Donde:

- P_i = es el perímetro mojado de la porción i de la sección;
- n_i = es el coeficiente de Manning de la porción i de la sección;
- P_{Total} = es el perímetro mojado de la sección completa;
- N es el número de partes en las que se divide el caudal central.

VI. Coeficiente de Coriolis

Como es obvio por el propio concepto de coeficiente de Coriolis, se utiliza en HEC-RAS una mera aproximación al mismo. De hecho, en realidad se trata de un procedimiento que permite ponderar la energía cinética dentro de la sección. Ello resulta necesario en el momento en que se acepta la distribución del caudal de las tres zonas en que se divide esta.

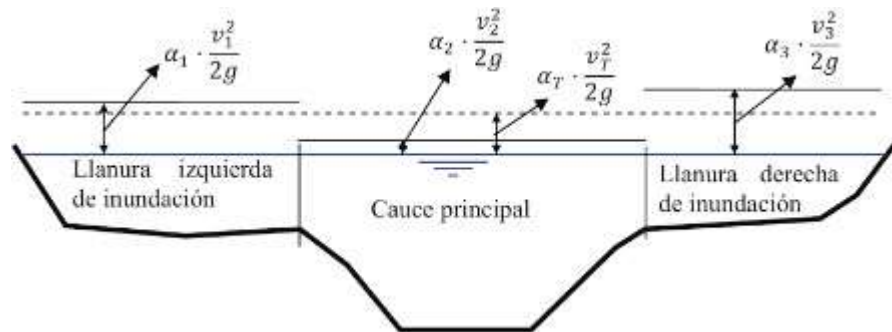


Figura 3: Valor ponderado de la Energía Cinética

HEC, 2022

$$\alpha T = \frac{\sum_{i=1}^3 \frac{K_i^3}{A_i^2}}{\frac{K_T^3}{A_T^2}} \dots\dots\dots(20)$$

K1, K2 y K3 = Factor de transporte de la llanura de inundación izquierda, cauce central y llanura derecha.

A1, A2, y A3 = Áreas correspondientes a cada una de dichas zonas.

Kt = Factor de transporte total de la sección.

At = Área total de la sección.

VII. Pérdida de carga localizadas

Las pérdidas de carga localizadas que considera por el defecto son pérdidas por ensanchamiento y contracción. La metodología de cálculo es como sigue (HEC2002):

$$\Delta H_{total} = \lambda \cdot \left(\alpha_2 \frac{v_2^2}{2g} - \alpha_1 \cdot \frac{v_1^2}{2g} \right) \dots \dots \dots (21)$$

Donde λ es el coeficiente de pérdidas de carga localizadas. Por defecto HEC – RAS considera $\lambda=0.1$ si hay una contracción de sección y $\lambda=0.3$ en el caso de ensanchamiento en sentido del flujo.

VIII. Energía específica. Régimen crítico, sub crítico y supercrítico

Del trinomio de Bernoulli se puede definir el concepto de energía específica:

$$E = y + a \cdot \frac{v^2}{2g} \dots \dots \dots (22)$$

Se define en número de Froude como:

$$Fr^2 = \frac{v^2}{g \cdot \frac{A}{B}} \dots \dots \dots (23)$$

Por lo que se termina concluyendo que el régimen crítico corresponde un valor del número de froude igual a la unidad:

$$Fr^2 = 1 \text{ régimen crítico } \dots \dots \dots (24)$$

$$Fr^2 < 1 \text{ régimen subcrítico o lento } \dots \dots \dots (25)$$

$$Fr^2 > 1 \text{ régimen supercrítico o rápido } \dots \dots \dots (26)$$

z. Fundamentos de ArcGIS

Uno de los principales productos de ArcGIS que interactúan con HEC-RAS es ArcMap. ArcMap es una aplicación para entrada de datos, búsquedas estadísticas y geográficas, además de output (salida de información y mapas impresos). ArcMap es la plataforma principal de trabajo de ArcGIS. Así mismo, otros productos de ArcGIS son el ArcCatalog, ArcToolBox, ArcScene, ArcGlobe, ArcReader (Caso, 2010).

CAPITULO II

2. MATERIALES Y METODOS

2.1. Materiales, equipos y programas

2.1.1. Materiales

- Libreta de datos: La libreta nos permitió anotar características del terreno e información de las áreas de cada agricultor que se encontraba en la zona de estudio.

2.1.2. Equipos

- Cámara de celular: Sirvió para tomar fotos de zonas importantes que pueden servir para el proyecto.
- Computadora: Para usar los diferentes programas que se necesitará en el proyecto.
- GPS: Anotar las coordenadas de inicio y final y de puntos estratégicos.

2.1.3. Programas

- Google Earth Pro: Nos permitió visualizar el terreno y hacer polígonos del área.
- ArcGIS 10.5: Determinamos las delimitaciones de las áreas agrícolas, también para hacer los mapas de inundaciones.
- AutoCAD: Para corroborar las alturas de terrenos, perfil topográfico y determinación de pendientes.
- Hidroesta 2: Estimamos los caudales máximos para los diferentes periodos de retorno.
- HEC-RAS 5.0.4: Realizamos el modelamiento 1D y 2D.
- Excel versión 2016: Para procesar datos de alturas, áreas, etc.

2.2. Ubicación de la zona de proyecto

La zona de estudio de la presente investigación son las áreas agrícolas del sector de Pampa Grande que se encuentra en la Margen Derecha del Río Tumbes la cual viene siendo afectada por las intensas lluvias la cual ocasionan que los agricultores pierdan sus cultivos. Se encuentra en la parte baja de la cuenca del río Tumbes, desde la estación de bombeo Puerto El cura, hasta la desembocadura de la Quebrada El Nieto. Como se muestra en la figura (4)

2.2.1. Modificación del Área de Estudio

El área agrícola de la zona en estudio también se ha ido modificando debido a la variación del cauce.

Tabla 1 Modificación de Área Agrícola

Año	Longitud del Cauce (Km)	Área agrícola (Has) Sector Pampa Grande
Año 1976	5.2	220
Año 1985	5.15	190
Año 1999	5.55	280
Año 2011	5.5	290
Año 2021	5.5	218

2.2.2. Ubicación Geográfica:

Latitud: 3°35'28.17"S

Longitud: 80°27'36.91"O

2.2.3. Ubicación Geodésica

Este: 559971.617

Norte: 96003257.151

2.2.4. Área Agrícola: 218 has



Figura 4: Ubicación de la zona de estudio

2.3. Métodos y Técnicas

2.3.1. Recolección de información

Para obtener los datos se realizó una visita para reconocer las estaciones hidrológicas y meteorológicas, también se descargó la información que existe en el portal web del SENAMHI o ANA para poder obtener con la ayuda de los diferentes modelos los caudales máximos para diferentes periodos de retorno.

2.3.2. Obtención del Modelo Digital de Elevaciones DEM

Se descargó imágenes ASTER GDEM de la zona en estudio, en este caso se descargó los cuadrantes S04W81 y S05W81 del portal web GEO GPS PERU.

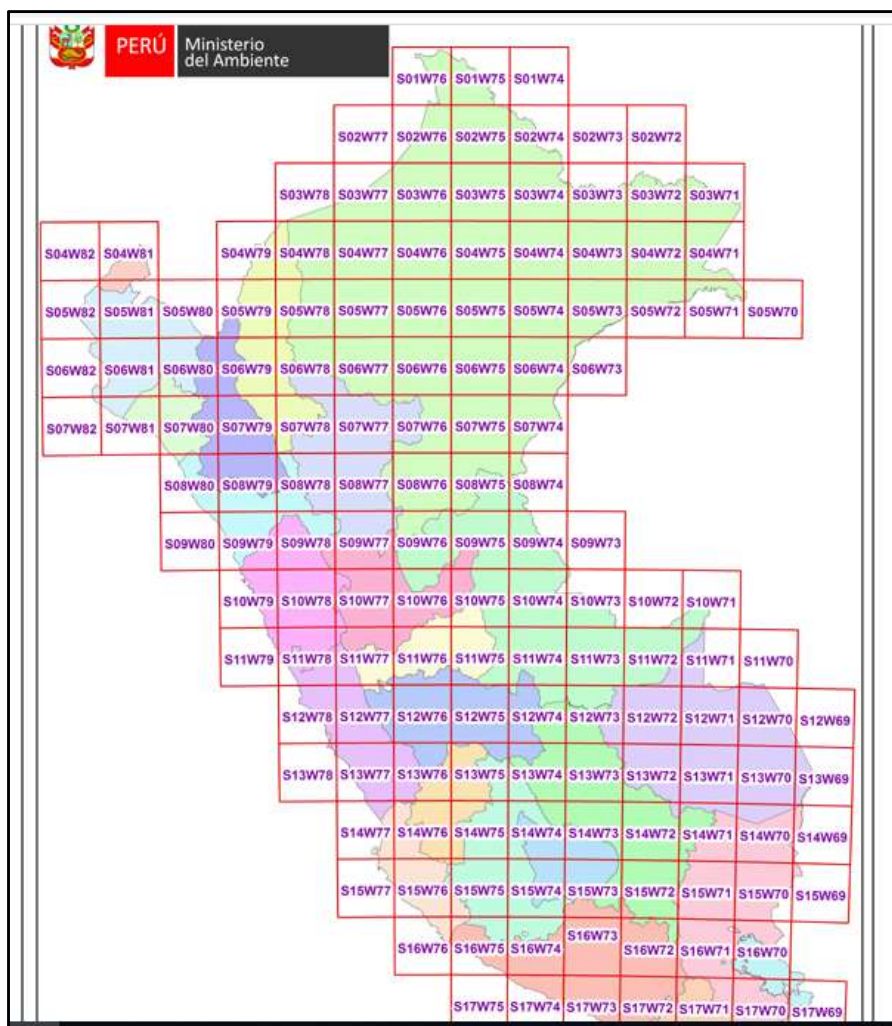


Figura: 5 Portal GEO GPS PERU

Fuente: GEO GPS PERU

Una vez descargada la información unimos ambos cuadrantes de Raster en ArcGis, para luego mediante la ayuda de un Shapefile de la Cuenca Tumbes recortar el Raster como se ven en las siguientes figuras (6) y (7)

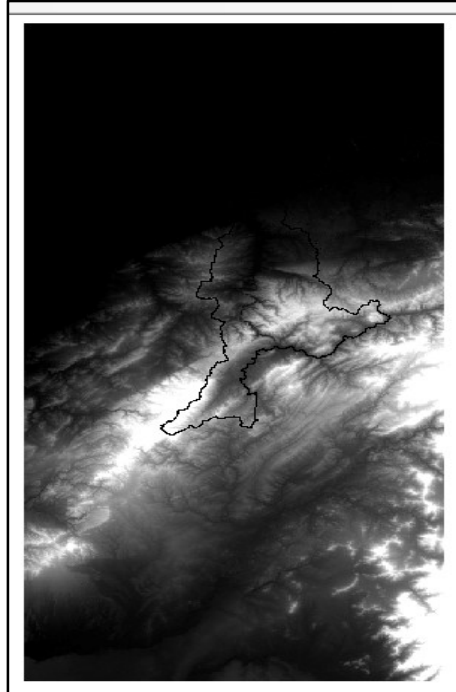


Figura 6: Raster S04W81 y S05W81 Unidos

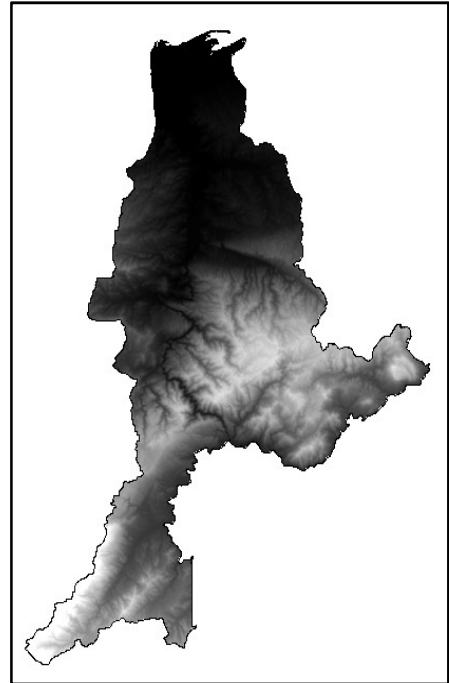


Figura 7: Cuenca Tumbes recortado

Luego realizamos un polígono de las posibles áreas agrícolas que quedarían perjudicadas por las máximas avenidas en Google Earth para luego exportarlo a ArcGis, la cual servirá para recortar el Raster DEM con la herramienta Extract By Mask.



Figura 9: Polígono del Área de estudio



Figura 8: Raster DEM del Área de estudio

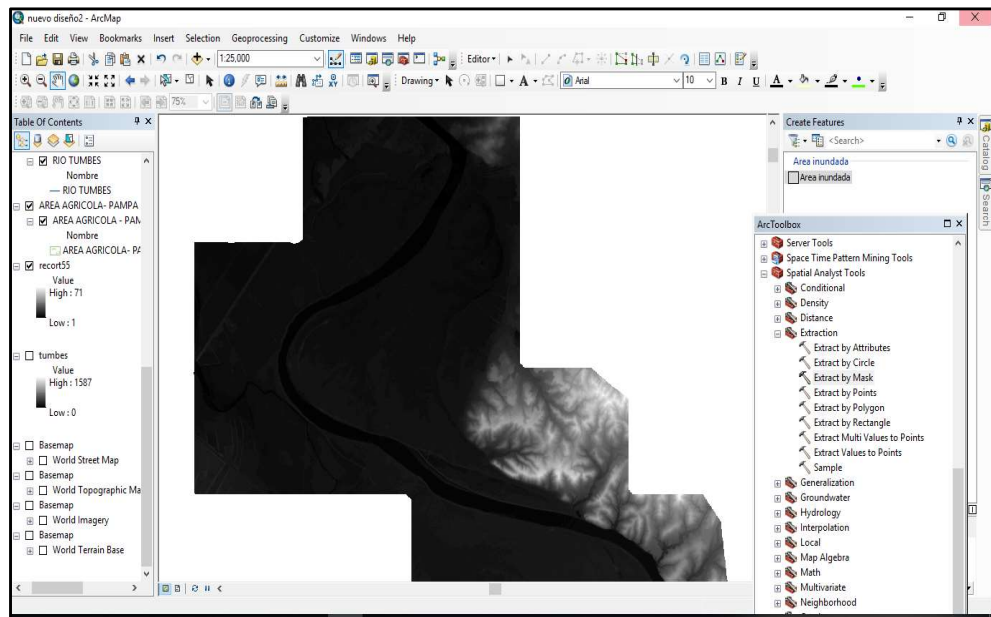


Figura 10: DEM del Área en estudio

2.3.3. Reconocimiento del Área en estudio

Se hizo el reconocimiento al área de estudio, con ayuda de una cámara se tomará fotos, la cual permitió tener un panorama más amplio de las cotas del terreno.

La visita al campo nos permitió saber que zonas son las más bajas o las altas para que al momento de procesar datos facilite el procedimiento, además podremos identificar con la ayuda del Raster DEM y el mapa de ubicación si coincide con la realidad y con ello tomar las medidas necesarias.

2.3.4. Determinación del Área Agrícola

Para determinar las áreas agrícolas del sector de Pampa Grande, nos dirigimos a la página web de GEOGPS PERU para descargar los predios agrícolas del sector, también visitamos la página SICAR del MINAGRI para corroborar datos.



Figura 11: Pagina SICAR del MINAGRI

Las áreas agrícolas se exportaron a ARCGIS para determinar sus áreas.

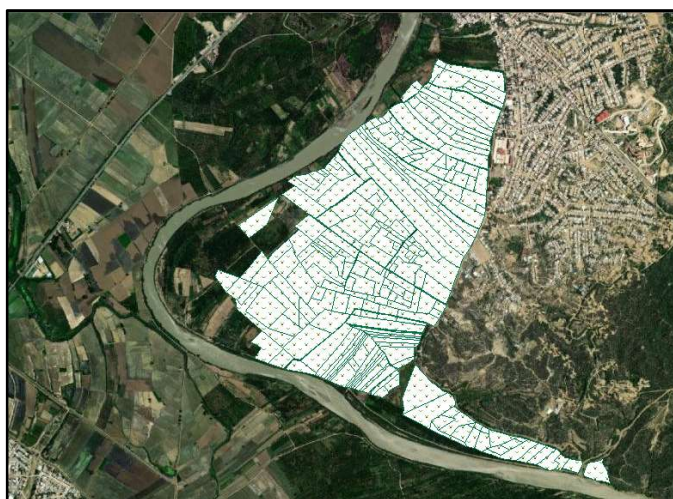


Figura 12: Áreas de los predios agrícolas

2.3.5. Análisis de máximas avenidas del Rio Tumbes – estación El Tigre

2.3.5.1. Análisis de consistencia de la Data Histórica 1965 – 2019

El análisis de consistencia a la data, permite identificar los errores sistemáticos, además a la detección, descripción y remoción de la no homogeneidad e inconsistencia de una serie de tiempo hidrológica. Antes de utilizar la serie de los datos históricos de caudales máximos, es necesario efectuar el análisis de consistencia respectivo, a fin de obtener datos confiables, de dentro del ámbito y tramo de estudio del Rio Tumbes, dicho análisis se realizó mediante los siguientes procesos:

A. Consistencia a la media:

Se observó gráficamente el comportamiento de la serie, se dividió en dos periodos (25 y 30 años), considerando como punto de inicio el año 1965, ya que a partir de este año se observó un ligero cambio en el comportamiento de la serie.

Se procedió a la aplicación de la prueba “T-student”, para determinar consistencia en la media. Para esto primero se calculó las desviaciones estándar de promedios y ponderadas según lo indicado en las ecuaciones (27) y (28)

$$Sd = Sp \left(\frac{1}{n1} + \frac{1}{n2} \right)^{1/2} \dots\dots\dots(27)$$

$$Sp = \left[\frac{(n1-1)S1^2 + (n2-1)S2^2}{n1+n2-2} \right]^{1/2} \dots\dots\dots(28)$$

Donde:

Sd= Desviación estándar de los promedios

Sp= Desviación estándar ponderada

N1= Número de años del primer periodo

N2= Número de años del segundo periodo

Sustituimos en las ecuaciones los valores obtenidos

T de Student Calculado (Tc)

$$Tc = \frac{x1-x2}{Sd} \dots\dots\dots(29)$$

Tc: 1,34749

T de Student Tabulado (Tt) (2 colas)

El valor critico de T se obtiene de la tabla de T de Student, con una probabilidad al 95%, o con un nivel de significación del 5% con grados de libertad.

Tt: 2,005746

B. Consistencia en la desviación estándar:

Para el análisis de la consistencia en la desviación estándar se aplicó la prueba estadística "F" de Fisher. Se calculó el estadístico "Fc" según (30) Y (31)

$$Fc = \frac{S1^2(x)}{S2^2(x)}, Si S1^2(x) > S2^2(X).....(30)$$

$$Fc = \frac{S2^2(x)}{S1^2(x)}, Si S2^2(x) > S1^2(X).....(31)$$

Luego de esto se calculó el valor de "Ft" (tabular) con: $\alpha=0.05$ y Grados de Libertad del numerador equivalente a 24 y grados de libertad del denominador de 29.

2.3.5.2. Análisis de tendencia de la Data Histórica 1965 – 2019

Se encuentran los siguientes parámetros:

$$Tc = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1+r^2}}.....(32)$$

Donde:

Tc= Valor estadístico T Calculado

n= Número total de datos

r= Coeficiente de Correlación

Coeficiente de correlación(r)

$$r = \frac{TQm-tm*Qm}{ST-SQ}.....(33)$$

Qm= Media del caudal

TQm= Tiempo medio del caudal

Tm= Media del periodo

ST= Desviación estándar del periodo

SQ= Desviación estándar de Q

2.3.5.3. Aplicación de prueba de datos dudosos (Método Water Reosurces Council)

Sirve para ver la calidad de los datos proporcionados por la DGA para posteriormente aplicar el análisis de frecuencia y obtener la mejor función densidad de probabilidad que se ajuste a cada estación en estudio.

En esta prueba se calculó el logaritmo en base decimal de cada valor ordenado de manera descendente, de los resultados se calculó la media y la desviación estándar. Los valores obtenidos sirvieron para determinar la data dudosa alta y la data dudosa baja con las ecuaciones (34) y (35)

$$XH = Xp + Kn * STDx.....(34)$$

$$XL = Xp - Kn * STDx.....(35)$$

XH: Umbral de datos dudosos altos (xH: unid. logarítmicas)

XL: Umbral de datos dudosos bajos (xL: unid. logarítmicas)

Kn: Son los valores para la prueba de datos dudosos según el tamaño de muestra disponible, ver los Anexos Tabla (26), para los datos obtenidos el tamaño de muestra que les corresponde es la cantidad de años que tiene la serie, la cual es "55 años" con un valor de 2,804. Lo resultados de ambas fórmulas se remplazaron en las ecuaciones (36) y (37)

$$PH = 10^{XH}.....(36)$$

$$PL = 10^{XL}.....(37)$$

Donde:

PH: Precipitación máxima aceptada

PL: Precipitación mínima aceptada

2.3.5.4. Prueba de Bondad de Ajuste

Las pruebas de bondad de ajuste consisten en comprobar gráfica y estadísticamente, si la frecuencia empírica de la serie analizada, se ajusta a una determinada función de probabilidades teórica seleccionada a priori, con los parámetros estimados con base en los valores muestrales.

Para el análisis de máximas avenidas a diferencia del chi cuadrado, la prueba de Smirnov – Kolmogorov tiene ventaja, debido a que compara los datos con el modelo estadístico sin necesidad de agruparlos.

Para realizar la prueba de bondad de ajuste, se ha utilizado la siguiente:

A. Prueba de Smirnov – Kolmogorov

Esta prueba consiste en comparar el máximo valor absoluto de la diferencia “ Δ ” entre la función de distribución teórica $F_0(x)$ y la distribución empírica $F(x)$, con un valor crítico “d” que depende del número de datos y el nivel de significancia seleccionada. (Aparicio Mijares, 1989).

$$\Delta = \max |F_0(x) - F(x)| \dots \dots \dots (38)$$

$$F(x) = \frac{m}{n+1} \dots \dots \dots (39)$$

Donde:

Δ : Estadístico de Smirnov – Kolmogorov

m : número de orden

n : número total de datos

La tabla (2) muestra los valores críticos “d” para la prueba de Smirnov-Kolmogorov en función del tamaño de la muestra y la probabilidad de excedencia.

Tabla 2:Valores críticos "d"

Tamaño de la muestra	Nivel de Significancia			
	$\alpha=0,20$	$\alpha =0,10$	$\alpha =0,05$	$\alpha =0,01$
10	0,32	0,37	0,41	0,49
15	0,27	0,30	0,34	0,40
20	0,23	0,26	0,29	0,36
25	0,21	0,24	0,27	0,32
30	0,19	0,22	0,24	0,29
35	0,18	0,20	0,23	0,27
40	0,17	0,19	0,21	0,25
45	0,16	0,18	0,20	0,24
50	0,15	0,17	0,19	0,23
55	0,14	0,16	0,18	0,22
n grande	1,07/ \sqrt{n}	1,22/ \sqrt{n}	1,36/ \sqrt{n}	1,63/ \sqrt{n}

Fuente: (Cáceres Callo, K. A., & Ataucuri Enriquez, R., 2018) “Análisis de vulnerabilidad hidrológica del tramo carretera interoceánica comprendida entre el km 12+000 al km 14+000 en la variante de Ucumayo Arequipa, Arequipa, Perú tabla 28”

B. Selección de las distribuciones que mejor se ajustan

Para determinar que distribución mejor se ajusta para la serie histórica en estudio se aplicó la prueba de Kolmogorov-Smirnoff con en software HIDROESTA 2.

El delta crítico se puede confirmar en la **Tabla (2)**

Las Figuras (13 -19) muestran las distribuciones con deltas menores al delta crítico.

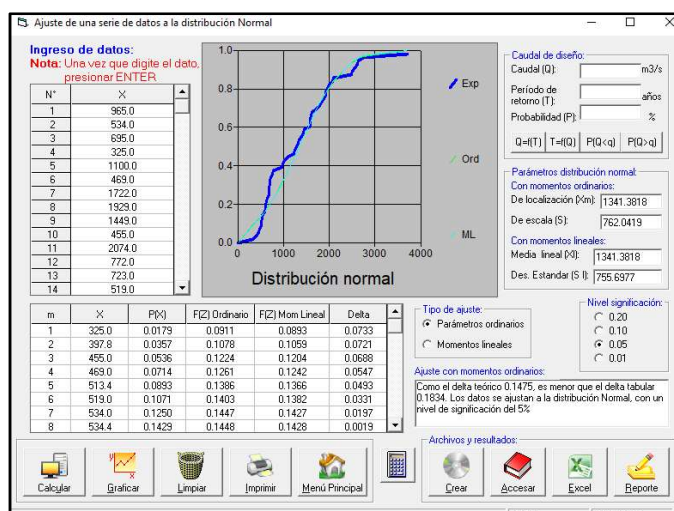


Figura 13: Distribuciones Normal

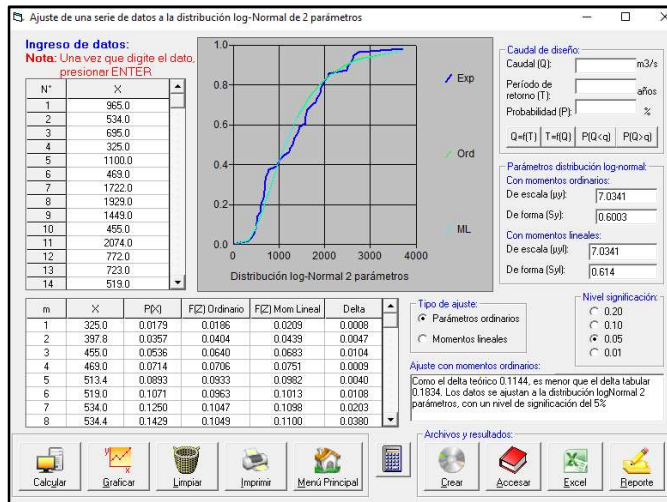


Figura 14: Distribución Log Normal 2 parámetros

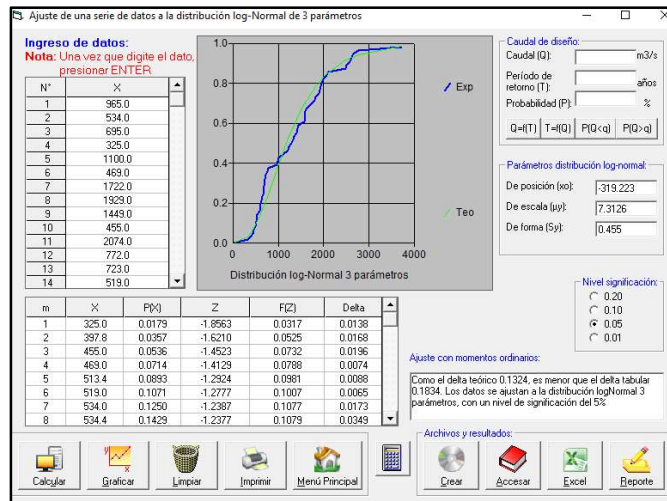


Figura 15: Distribución Log Normal 3 parámetros

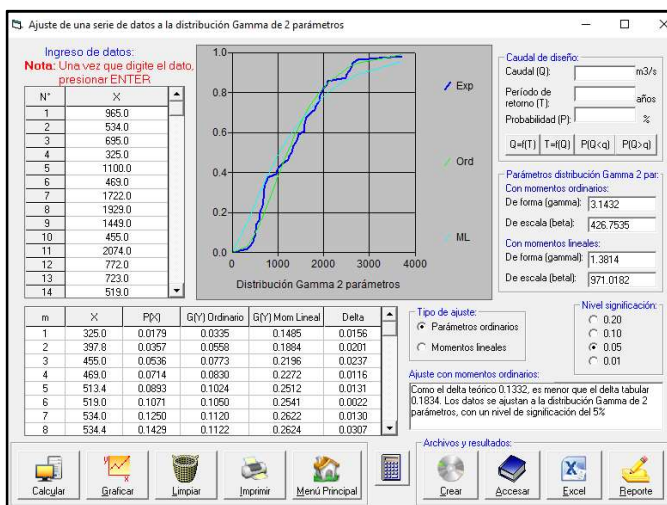


Figura 16: Distribución Gamma 2 parámetros

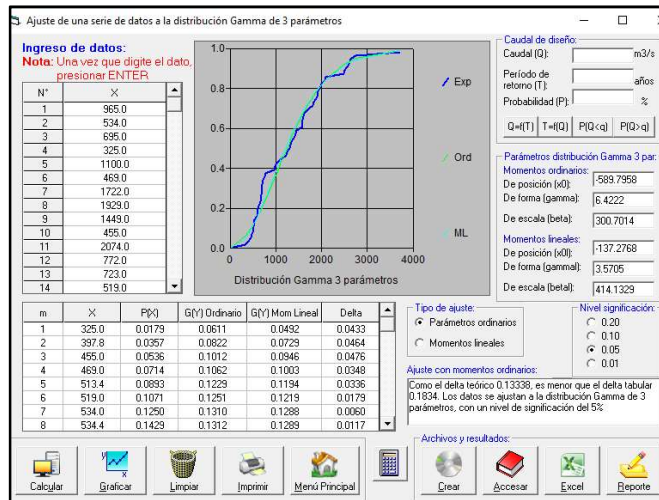


Figura 17: Distribución Gamma 3 parámetros

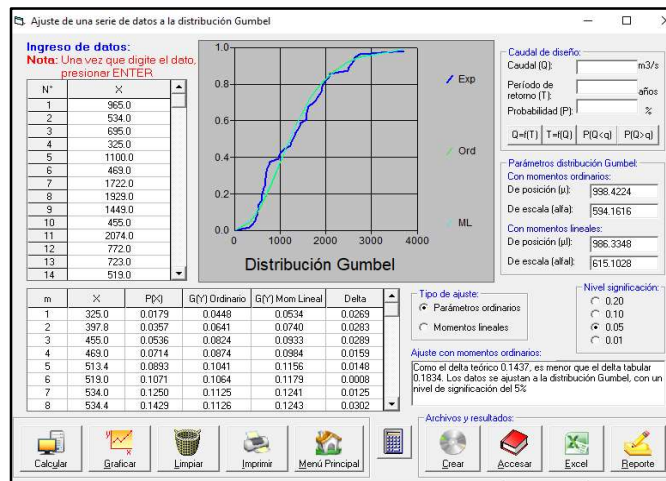


Figura 18: Distribución Gumbel

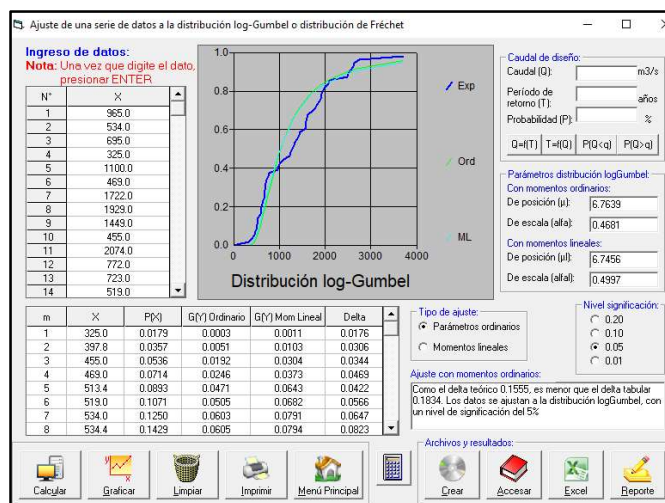


Figura 19: Distribución Log Gumbel

Tabla 3: Deltas para los diferentes Métodos de Distribución

DISTRIBUCION	D Max Teórico
DISTRIB. NORMAL	0,1475
DISTRIB. LOGNORMAL 2 PARAMETROS	0,1144
DISTRIB. LOGNORMAL 3 PARAMETROS	0,1324
DISTRIBUCION GAMMA 2 PARAMETROS	0,1332
DISTRIBUCION GAMMA 3 PARAMETROS	0,13338
DISTRIB. GUMBELL	0,1437
DISTRIB. LOG GUMBELL	0,1555

Se ha optado por elegir las distribuciones con delta teórico que están dentro de **0,11 hasta 0,13** como se muestra en la Tabla (3); el cual será empleado para el planteamiento la modelación hidráulica, además que sirve para el planteamiento hidráulico de alguna estructura.

Se calculará el caudal Máximo con los siguientes métodos

- Metodología Log Normal 2 parámetros
- Metodología Log Normal 3 parámetros
- Metodología Gamma 2 parámetros
- Metodología Gamma 3 parámetros

2.3.6. Determinación del caudal máximo con 4 métodos probalísticos

Con el uso del programa Hidroesta 2, se evaluó la serie histórica de caudales (1965-2019) con 4 modelos probabilísticos, considerando un nivel de significancia de 5%, método de estimación de parámetros y parámetros Ordinarios.

De los 4 métodos probalísticos que mejor se ajustan, se terminó eligiendo la Distribución Gamma 3 parámetros como se muestra en la Tabla (13) porque para un $T_r = 50$ años el valor del Caudal de 3200 m³/s se ajusta a la realidad y a estudios ya desarrollados en el mismo tramo realizados por A. Mansen (2017).

2.3.7. Determinación de los coeficientes de rugosidad del lecho del río Tumbes, sector Pampa Grande.

La elección del coeficiente de rugosidad (“n” de Manning), se realizó mediante observación en campo de las principales características del cauce del río y ambas márgenes (derecha e izquierda), los valores asignados se escogieron de la tabla de rugosidades propuestas de Manning. **Tabla (27)**

Para el cauce del río se consideró un coeficiente de rugosidad de $n=0,030$, por presentar tramo irregular, profundo, bancos con algo de hierba. Para la izquierda se consideró $n=0,033 - 0,035$ y para la derecha $n=0,033 - 0,035$. (HEC – RAS,2007)

Los valores de “n” varían según las características de los tramos del río. Sin embargo, para este trabajo se considera un coeficiente constante desde la sección 50 hasta la sección 4250 (Margen derecha e izquierda = $0,033$ y cauce = $0,030$), ya que el tramo no presenta variaciones en su terreno; pero a partir de la sección 4250 hasta el tramo 5678 el coeficiente a colocar sería $0,035$ a ambas márgenes debido a que presentan diques deteriorados es decir esa parte del tramo sería rugoso y para el cauce $0,033$. (HEC – RAS,2007)

2.3.8. Determinación de la pendiente del tramo en estudio

Exportamos el DEM a AutoCAD, del cual se sacarán las curvas de Nivel, una vez obtenidas las curvas de nivel se procedió hacer las secciones del río.

En AutoCAD se procedió a determinar la pendiente del tramo con la ayuda del Perfil del río, también se hizo el mismo procedimiento en ArcGIS para contrastar resultados, la cual servirá para escoger la pendiente más cercana a la realidad.

En el programa HEC-RAS también se pudo determinar el Perfil del tramo del río, al ver que era lo más parecido a la realidad se determinó escoger el perfil de dicho programa. Transportamos los valores de las alturas y distancias para calcular la pendiente promedio cada 50 m, la cual es $0,0006$.

2.3.9. Simulación Hidráulica del Tramo en estudio 1D

a). Ingreso del DEM a HEC - RAS

Se crea un nuevo proyecto en HEC – RAS, las cual colocamos las unidades en el Sistema Internacional (sistema métrico).

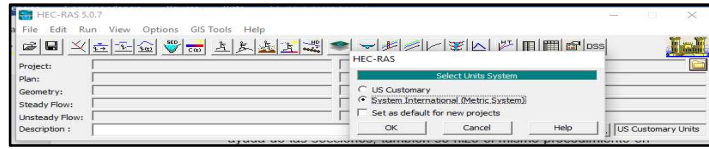


Figura 20: Software HEC-RAS

Nos dirigimos a Ras Mapper, estando en la ventana de RAS – MAPER se seleccionó “Créate a New Ras Terrain” de la opción “Terrain” el cual permitirá seleccionar el terreno y posteriormente “Create” y “Close”, con esta opción se cargó el terreno (DEM).

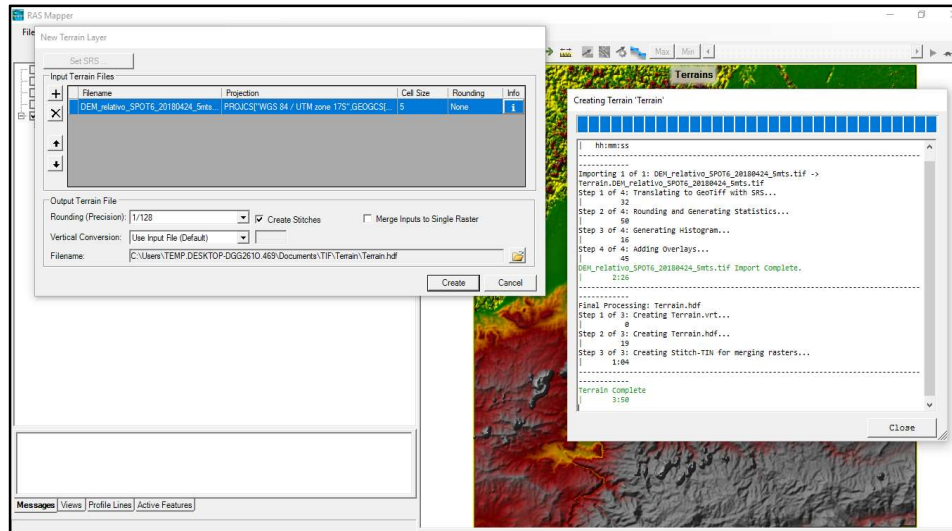


Figura 21: DEM exportado a Ras Mapper

b) Creación de la Geometría del Terreno en estudio 1D

Para realizar la Geometría seleccionamos “Add New Geometry Data” de la opción “Geometries”, posteriormente “Rivers” y “Edit Geometry” para comenzar a trazar el eje del rio, los Bank Lines y lo Flow Paths, luego en la opción “Cross Sections” para hacer las secciones cada 50 metros.

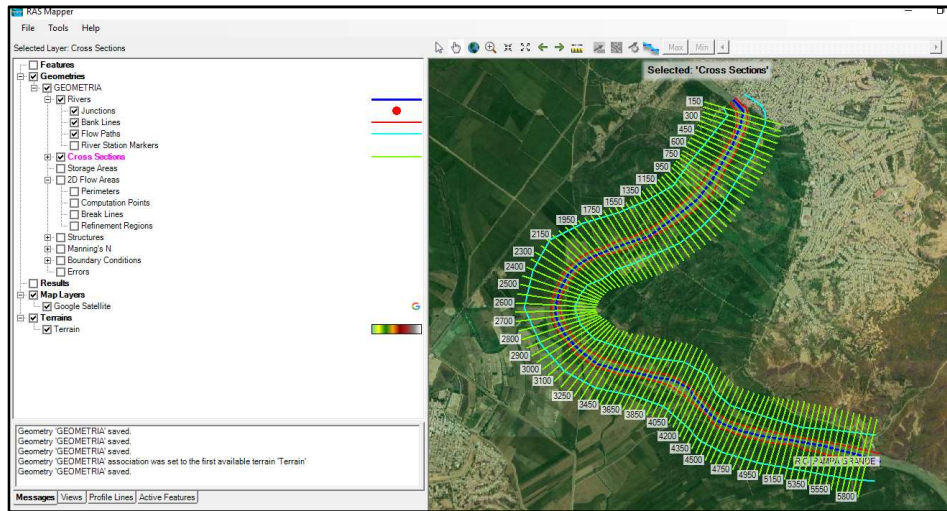


Figura 22: Secciones del tramo del río Tumbes

En “Geometry Data” insertamos la geometría y el terreno, le insertaremos los coeficientes de rugosidad de Manning a ambas márgenes y en el cauce del río.

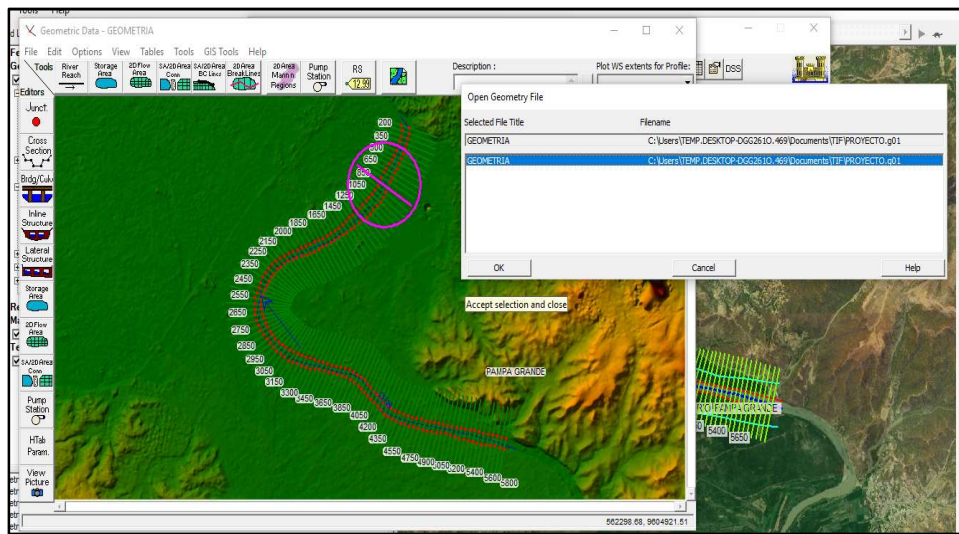


Figura 23: Secciones exportadas a Geometry Data

Edit Manning's n or k Values

River: RIO TUMBES Edit Interpolated XS's Channel n Values have a light green background

Reach: PAMPA GRANDE All Regions

Selected Area Edit Options

Add Constant ... Multiply Factor ... Set Values ... Replace ... Reduce to L Ch R ...

River Station	Frctn (n/k)	n #1	n #2	n #3
15 5000	n	0.035	0.03	0.035
16 4950	n	0.035	0.03	0.035
17 4900	n	0.035	0.03	0.035
18 4850	n	0.035	0.03	0.035
19 4800	n	0.035	0.03	0.035
20 4750	n	0.035	0.03	0.035
21 4700	n	0.035	0.03	0.035
22 4650	n	0.035	0.03	0.035
23 4600	n	0.035	0.03	0.035
24 4550	n	0.035	0.03	0.035
25 4500	n	0.035	0.03	0.035
26 4450	n	0.035	0.03	0.035
27 4400	n	0.035	0.03	0.035
28 4350	n	0.035	0.03	0.035
29 4300	n	0.035	0.03	0.035
30 4250	n	0.035	0.03	0.035
31 4200	n	0.033	0.03	0.033
32 4150	n	0.033	0.03	0.033
33 4100	n	0.033	0.03	0.033
34 4050	n	0.033	0.03	0.033
35 4000	n	0.033	0.03	0.033
36 3950	n	0.033	0.03	0.033
37 3900	n	0.033	0.03	0.033
38 3850	n	0.033	0.03	0.033

Figura 24: Coeficientes de Manning

C) Ingreso de Caudales y condiciones de contorno

Se dice que un flujo es permanente, si los parámetros hidráulicos (tirante, área hidráulica, perímetro mojado, velocidad, caudal, etc.) en cada sección, no cambian con respecto al tiempo. En un cauce natural, por lo general encontramos que el flujo es no permanente, entonces surge la pregunta ¿por qué se usa en HEC-RAS el cálculo con flujo permanente? La justificación a esta interrogante, es que en HEC-Ras interesa trabajar con caudales máximos, para un determinado periodo de retorno, y simular si el cauce y el conjunto de obras en él, soportan o no este caudal máximo, considerado permanente.

Por lo anteriormente mencionado, se eligió la opción “*Steady flow Data*”, que refiere a la modelación de un flujo permanente, en el cual colocaremos los caudales para los diferentes tiempos de retorno y la pendiente.

Steady Flow Data - FLOW

File Options Help

Description :

Enter/Edit Number of Profiles (32000 max): 4 Reach Boundary Conditions ...

Locations of Flow Data Changes

River: RIO TUMBES Add Multiple...

Reach: PAMPA GRANDE River Sta.: 5650 Add A Flow Change Location

Flow Change Location		Profile Names and Flow Rates					
River	Reach	RS	TR = 50	TR = 25	TR = 10	TR = 5	
1	RIO TUMBES	PAMPA GRANDE	5650	3205.83	2857.51	2359.26	1936.47

Figura 25: Caudales para diferentes periodos de retorno

Luego, se introdujo las condiciones de contorno con la opción “*Reach Boundary Conditions*”. HEC-RAS necesitó la información de las condiciones de contorno en cada tramo, para establecer el nivel del agua inicial en ambos extremos del tramo del río: aguas arriba (Upstream) y/o aguas abajo (Downstream). El flujo se considerará subcrítico y permanente, es decir depende en exclusiva de las condiciones de aguas abajo y su caudal no varía con el tiempo

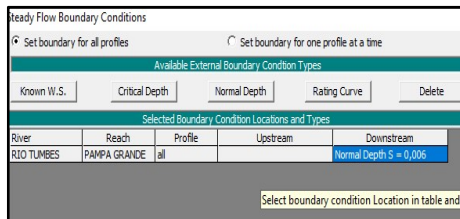


Figura 27: Pendiente

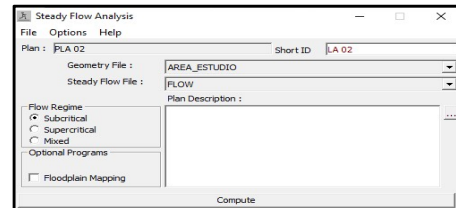


Figura 26: Flujo Suscrito

Finalmente computamos:

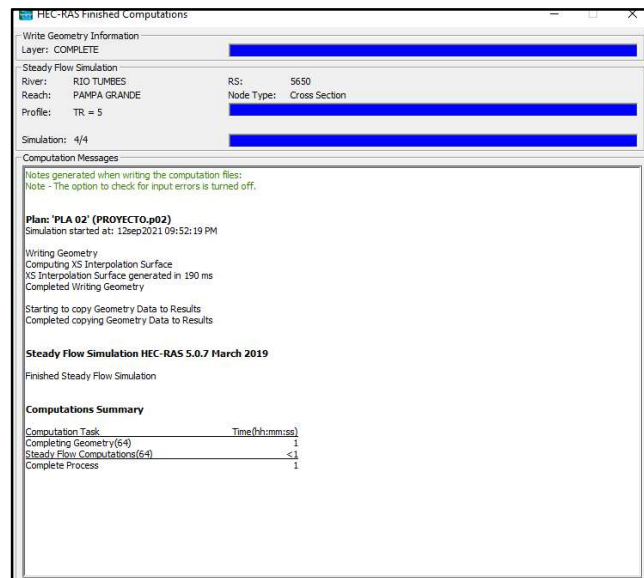


Figura 28: Computación del Modelamiento

2.3.10. Simulación Hidráulica del Tramo en estudio 2D

Se crea un nuevo proyecto en HEC – RAS, las cual colocamos las unidades en el Sistema Internacional (sistema métrico).

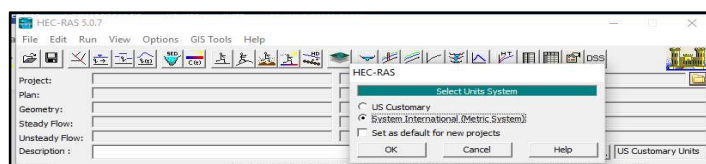


Figura 29:Hec - Ras

Ingresamos el DEM del terreno en Ras Mapper, creamos una nueva geometría para luego ir a la opción de “2D Flow Áreas” en donde se generará una malla la cual será el posible perímetro de las áreas agrícolas a afectarse.

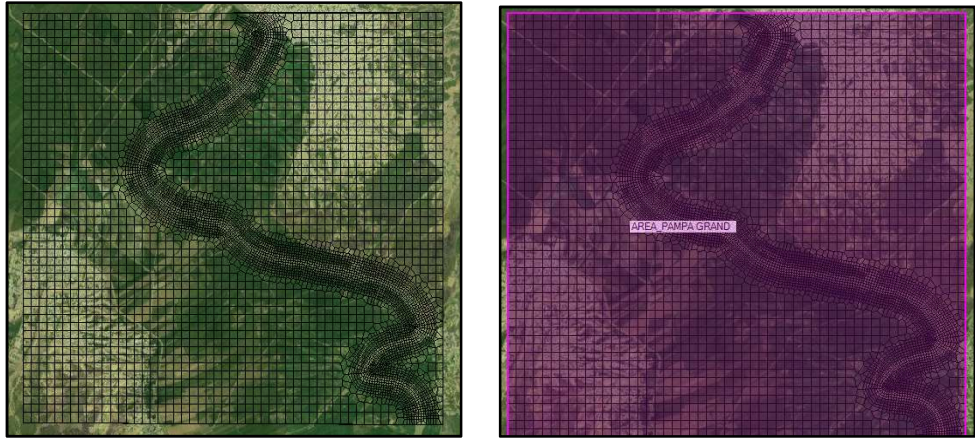


Figura 30: Creación del perímetro y de la malla

En la opción Break lines trazamos el eje del tramo del Río tumbes.



Figura 31: Eje del tramo del Río Tumbes

Luego en “Computation Points generamos puntos en la malla.



Figura 32: Computación de la malla

Ajustamos la malla en la opción “Break Lines” para corroborar errores en la malla, en este caso se tendrá que corregir en la opción “Computation Points” hasta quedar sin errores.

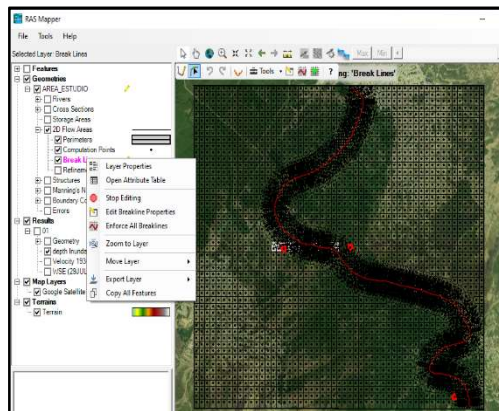


Figura 34. Ajuste de la malla

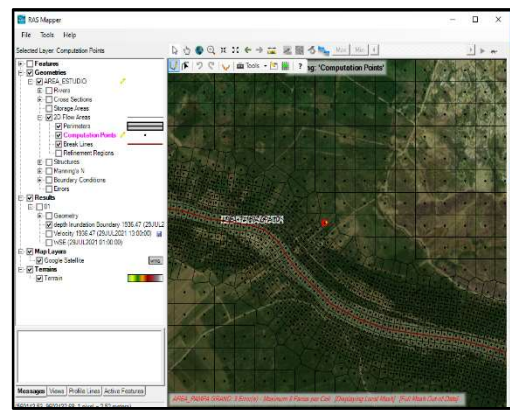


Figura 33: Corregimiento de los errores a causa del ajuste de la malla

Determinamos los “Boundary Condition Lines” tanto para aguas arriba y aguas abajo.

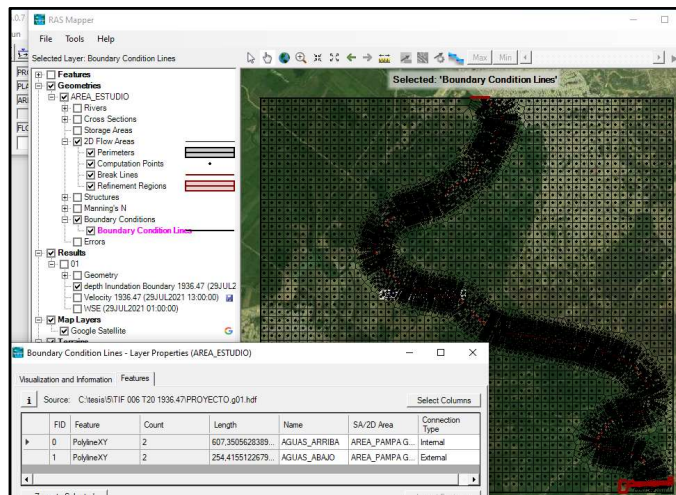


Figura 35: Condiciones Aguas arriba y Aguas abajo en la malla

Cerramos el Ras Mapper y nos dirigimos a la opción “Unsteady Flow Data” en el cual colocaremos las condiciones tanto para aguas arriba y aguas abajo.

Para aguas arriba colocaremos un hidrograma, en este caso colocaremos un solo caudal en el tramo y para aguas abajo la pendiente.

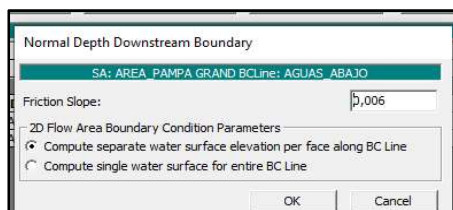
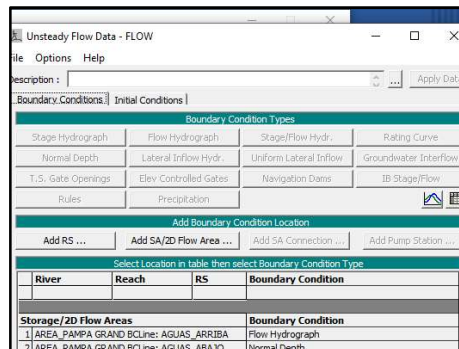


Figura 37: Pendiente para condiciones Aguas abajo.

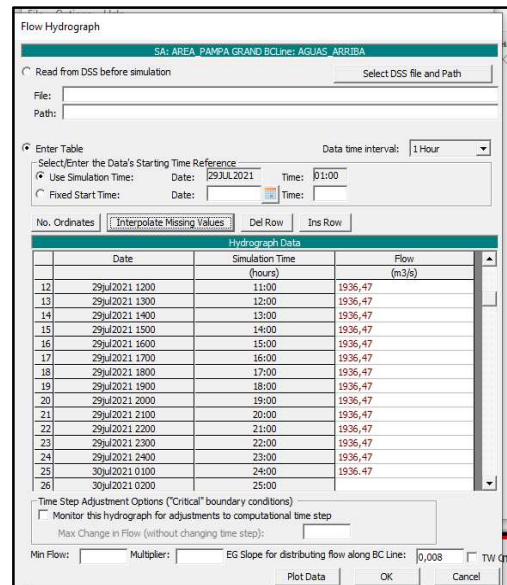


Figura 36: Hidrograma para las condiciones Aguas arriba

Finalmente, en la opción “Unsteady Flow Analysis” colocamos los intervalos de inicio y final, el valor del intervalo de salida y del hidrograma para luego computar. El mismo procedimiento lo realizamos para los diferentes periodos de retorno.

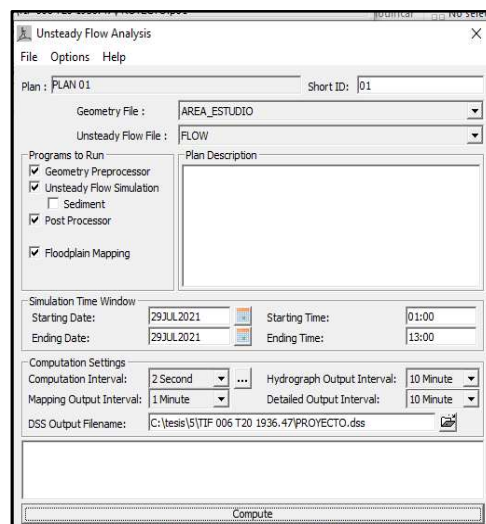


Figura 38: Computación del modelamiento

2.3.11. Exportación de archivo de zonas de inundación

Luego de la simulación realizada se guardaron los parámetros generados. Seguidamente se seleccionó la opción “Depth”, luego “Edit Map Parameters”, en el cual lo exportamos en formato raster y shaperfile.

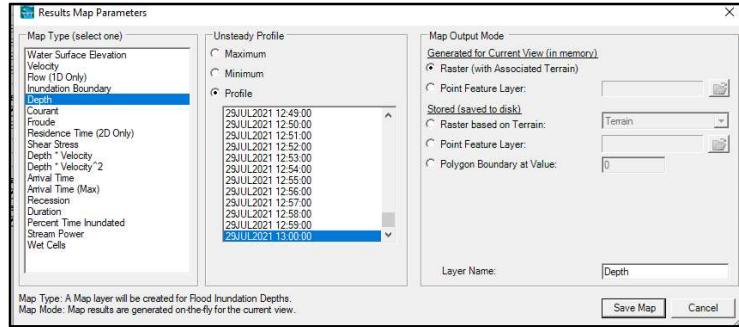


Figura 39: Exportación del modelamiento en formato Raster y Shaperfile

2.3.12. Generación de mapas de inundación

Creamos un archivo, en el cual se exportó el raster y el polígono de inundación de HEC - Ras, lo importamos a ArcGIS al igual que los predios agrícolas descargados de Geo Gps Perú y eje del Río. Al Raster de inundación le colocamos el intervalo del tirante hidráulico de inundación en propiedades en la opción “Classified”

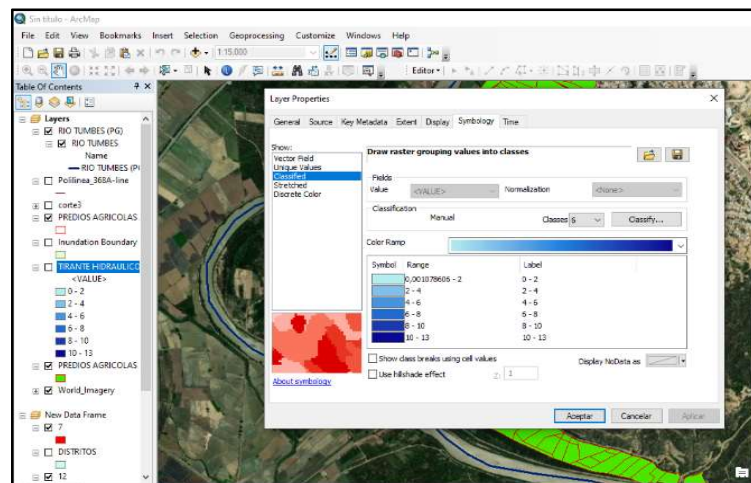


Figura 40: Intervalo del Tirante Hidráulico

Ingresamos el polígono de inundación y el polígono de los predios agrícolas, en el cual recortaremos los predios agrícolas con el polígono de inundación para ver la pérdida de los predios producto de las máximas avenidas en la opción “Dissolve”.

En la tabla de atributos calcularemos las hectáreas de los predios agrícolas y de los predios agrícolas afectados.

Generaremos las grillas con sus coordenadas para hacer el mapa donde se observe las áreas agrícolas totales, áreas agrícolas afectadas y áreas agrícolas remanentes. Lo mismo se realizará para los 4 periodos de retorno del proyecto.

CAPITULO III

3. RESULTADOS y DISCUSIÓN

3.1. RESULTADOS

3.1.1. Áreas agrícolas del sector Pampa Grande

En el software ArcGIS se determinó las áreas agrícolas de cada parcela con la ayuda del shapefile descargado de Geo GPS PERÚ y SICAR del MINAGRI, como se muestra en la Figura (41) y Tabla (4)

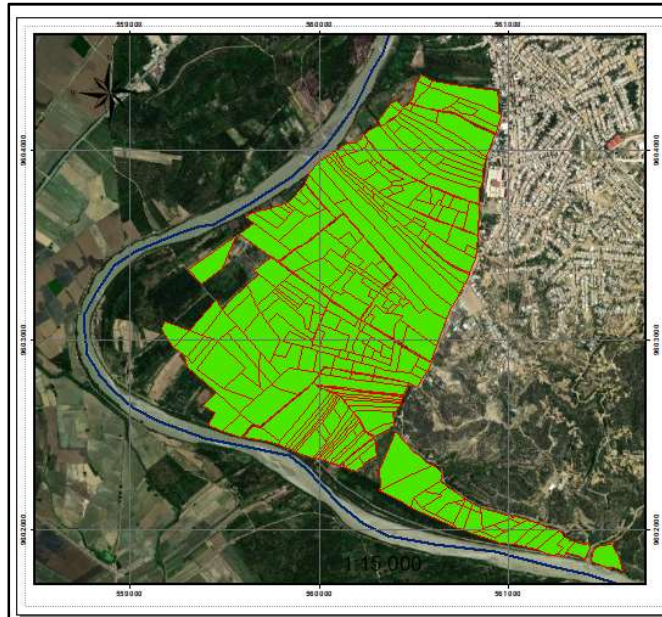


Figura 41: Polígonos de los predios agrícolas

Tabla 4: Áreas de los predios agrícolas

PREDIOS AGRICOLAS DEL SECTOR PAMPA GRANDE		
N°	UNIDAD CATASRTRAL	AREA (ha)
0	1064310	0,1133
1	1064706	0,0925
2	1066764	1,3611
3	1061031	0,5818
4	1065400	0,6832
5	1065944	0,4983
6	1060341	0,5969
7	1060124	0,3265
8	1063955	1,1668
9	1061328	1,03

10	1060569	1,6204
11	1060975	1,9022
12	1061487	1,4905
13	1061800	0,0857
14	1062034	0,6501
15	1063194	0,2994
16	1064676	0,4159
17	1065532	0,6825
18	1065600	1,5698
19	1067104	0,1839
20	1060864	0,472
21	1068731	0,8285
22	1069184	3,1392
23	1069498	0,658
24	1069621	0,0477
25	1070603	2,1926
26	1071171	0,8754
27	1059872	0,2078
28	1063786	0,3724
29	1064233	0,1724
30	1064454	0,8557
31	1067159	0,4432
32	1067527	0,6796
33	1071285	1,4013
34	1061288	0,3021
35	1066948	0,078
36	1069279	0,5515
37	1059742	3,3976
38	1060708	0,7025
39	1061188	0,1958
40	1061442	0,3153
41	1061575	0,1671
42	1064721	0,2529
43	1067214	0,8027
44	1063265	0,3459
45	1063872	0,2592
46	1064359	0,0677
47	1065258	0,4415
48	1068279	0,2399
49	1069909	0,4816
50	1069978	0,7014

51	1071292	71.198
52	1070149	0,1629
53	1061881	3,2225
54	1062049	0,8574
55	1062243	0,1257
56	1065365	1,7468
57	1066281	0,0624
58	1066936	0,2063
59	1060605	0,2474
60	1061557	0,3004

PREDIOS AGRICOLAS DEL SECTOR PAMPA GRANDE		
N°	UNIDAD CATASRTRAL	AREA (ha)
61	1065868	0,2347
62	1065966	0,9727
63	1059684	0,5004
64	1059838	0,5204
65	1060324	0,4421
66	1060620	0,1192
67	1060839	0,6629
68	1063875	0,7131
69	1064334	0,7229
70	1064667	0,8511
71	1066187	1,4897
72	1066725	2,1576
73	1066817	0,0956
74	1068249	1,9772
75	1063094	0,0933
76	1064126	0,8729
77	1064977	0,4478
78	1066049	0,3633
79	1068115	0,6918
80	1060199	0,4222
81	1061852	0,7949
82	1062148	0,7324
83	1064030	1,39
84	1064642	1,4687

85	1065050	0,2621
86	1065176	0,7407
87	1065990	0,165
88	1066767	2,0653
89	1068064	1,2522
90	1068275	1,4772
91	1059789	0,1271
92	1060564	0,6928
93	1063394	1,5338
94	1065538	1,6433
95	1065889	0,1642
96	1066442	0,0927
97	1062778	4,0268
98	1064070	0,121
99	1064415	0,2845
100	1066500	1,2303
101	1067166	0,437
102	1067280	0,7134
103	1067844	0,6604
104	1061108	0,9725
105	1062236	2,2376
106	1063309	0,1926
107	1064317	0,4038
108	1064730	0,2271
109	1066357	0,4533
110	1066564	1,0018
111	1067232	0,4415
112	1067340	1,1035
113	1067469	0,65
114	1067857	0,1392
115	1059823	0,405
116	1060207	0,1438
117	1064489	0,4546
118	1065961	0,762
119	1067868	2,0629
120	1068226	0,267

PREDIOS AGRICOLAS DEL SECTOR PAMPA GRANDE		
N°	UNIDAD CATASRTRAL	AREA (ha)
121	1060817	0,1967
122	1061421	0,1705
123	1061632	0,5201
124	1061967	0,7296
125	1063902	0,4902
126	1064194	0,3719
127	1068146	0,4393
128	1059762	1,0428
129	1060522	0,316
130	1061419	0,3626
131	1064612	0,6122
132	1065640	2,264
133	1066686	0,3847
134	1068255	0,3871
135	1060381	0,2411
136	1061150	1,427
137	1061576	1,1256
138	1061834	0,1629
139	1061882	0,3662
140	1062147	0,5374
141	1066426	1,229
142	1068202	0,442
143	1061063	0,4591
144	1062357	0,8514
145	1062474	0,6043
146	1062936	1,0532
147	1065203	1,4817
148	1065391	0,8293
149	1061189	3,0905
150	1061395	0,3243
151	1063051	3,2053
152	1063263	0,6144
153	1063408	0,6994
154	1063561	1,6783
155	1063943	1,3419
156	1064241	0,328
157	1065024	0,1634
158	1065490	0,5081

159	1066208	0,3947
160	1067403	1,3023
161	1067905	1,7008
162	1059728	0,3037
163	1060837	0,4788
164	1063795	2,1484
165	1064019	5,9891
166	1064037	0,2282
167	1064095	2,6695
168	1066610	1,7696
169	1067177	0,4828
170	1060482	0,8315
171	1060632	0,4313
172	1062152	0,1684
173	1067850	0,489
174	1068262	1,1919
175	1063629	3,2031
176	1064724	0,2167
177	1065804	0,634
178	1067636	1,2039
179	1068509	0,9013
180	1070623	0,0846
181	1068422	1,3327
182	1068473	2,7515
183	1069072	0,4532
184	1070051	2,4138
185	1071246	0,3072
186	1069507	0,6446
187	1069776	1,6908
188	1070473	0,2377
189	1060811	1,5951
190	1068500	0,7505
191	1068798	1,1122
192	1069193	1,6045
193	1069208	0,7127
194	1069908	1,498
195	1068855	1,7388
196	1070378	0,8568
197	1068508	0,0712
198	1070136	0,7315
199	1070392	0,27
200	1071234	0,8747
201	1062548	0,45
202	1068568	0,7049

203	1069024	0,4631
204	1071447	1,6418
205	1063720	1,4036
206	1068668	0,6236
207	1069790	0,9988
208	1070834	2,5207
209	1071222	0,5029
210	1062768	0,4444
211	1069210	0,8349
212	1069853	0,4033
213	1070267	0,4277
214	1071170	0,153
215	1071201	0,5266
216	1062174	0,4971
217	1068591	2,4979
218	1069355	0,4448
219	1069501	1,1754
220	1063761	2,4921
221	1069237	0,3399
222	1069889	2,0979
223	1070588	0,981
224	1068378	1,2802
225	1070068	3,1828
226	1070199	0,5496
227	1070257	1,0225
228	1070951	0,4031
229	1060869	1,5041
230	1068789	0,8658
231	1069006	1,037
232	1070315	0,1421
233	1071138	0,4215
234	1068562	1,3907
235	1069439	0,4745
236	1070880	2,2933
237	1071507	0,3416
238	1059796	0,9325
239	1070074	1,1559
Total		218,41

3.1.2. Estimación de caudales máximos

3.1.2.1. Análisis de Consistencia

A. Consistencia a la media:

Se observó gráficamente el comportamiento de la serie, se dividió en dos periodos, considerando como punto de inicio el año 1965, ya que a partir de este año se observó un ligero cambio en el comportamiento de la serie. Los periodos fueron:

Tabla 5:Consistencia a la media **Fuente:** PEBPT

PRIMER PERIODOD		SEGUNDO PERIODO	
N	CAUDAL	N	CAUDAL
1	965	1	513,4
2	534	2	584,5
3	695	3	2489,6
4	325	4	1918,2
5	1100	5	1222,9
6	469	6	534,4
7	1722	7	690,3
8	1929	8	1583,3
9	1449	9	2569,9
10	455	10	2506,2
11	2074	11	1238,1
12	772	12	2756,2
13	723	13	2646,6
14	519	14	681,4
15	689,7	15	602
16	628,3	16	1012,8
17	1578,6	17	1583,3
18	1429	18	696,6
19	3712,5	19	1800
20	1627,5	20	1957,2
21	397,8	21	1995
22	1397,4	22	1292,4
23	2098,5	23	2616,7
24	651,9	24	759,9
25	1828,8	25	989,6
Periodo	S1(1977-1996)	26	1887,7
Media	1190,84	27	1598,7
Desv. Estand.	779,5573183	28	1317,7
n1	25	29	613,3
v1	607709,6125	30	1347,1
		Periodo	S2(1978-2016)
		Media	1466,833333
		Desv. Estand.	736,592356
		n2	30
		v2	542568,299

Se procedió a la aplicación de la prueba “T-student”, para determinar consistencia en la media. Para esto primero se calculó las desviaciones estándar de promedios y ponderadas según lo indicado en las ecuaciones (27) y (28)

Sustituyendo en las ecuaciones los valores obtenidos, resulta:

Datos obtenidos	
Sp	756,350615
Sd	204,820715

T de Student Calculado (Tc)

Sustituimos en la ecuación (29) los valores obtenidos, resulta:

T calculado = 1,34749

T de Student Tabulado (Tt)

El valor crítico de T se obtiene de la tabla de T de Student, con una probabilidad al 95%, o con un nivel de significación del 5% con grados de libertad $GL = 27 + 28 - 2 = 53$; Para estos valores, se tiene:

$Tt = 2,005746$

Finalmente, se concluyó según:

Como $|Tc| = 1,34749 < |Tt| = 2,005746$, estadísticamente no se necesita corregir la información, **Si hay consistencia en la media**

Tabla 6: Prueba T. Student para Consistencia en la Media

Prueba T. Student. Consistencia en la Media		
Datos obtenidos		
Sp	756,350615	Tc < Tt. Si hay consistencia en la Media Decisión = OK
Sd	204,820715	
GL	53	
Tc	1,34748741	
Tt	2,005746	

B. Consistencia en la desviación estándar:

Para el análisis de la consistencia en la desviación estándar se aplicó la prueba estadística "F" de Fisher. Se calculó el estadístico " F_c " según la ecuación (30) Y (31)

Luego de esto se calculó el valor de " F_t " (tabular) con: $\alpha=0.05$ y Grados de Libertad del numerador equivalente a 24 y grados de libertad del denominador de 29.

F_c =	1,12006104
GLN =	24
GLD =	29
F_t =	1,90053131
Decisión =	OK

Como $|F_c| = 1,12 < |F_t| = 1,9$, estadísticamente no se necesita corregir la información y se acepta la data **Si hay consistencia en la desviación estándar**

Tabla 7: Prueba F. Fisher para Consistencia en la Desviación Estándar

Prueba F. Fisher. Consistencia en la Desviación Estándar		
Datos obtenidos		
F_c =	1,12006104	F _c < F _t . Si hay consistencia en la Desviación Estándar Decisión = OK
GLN =	24	
GLD =	29	
F_t =	1,90053131	

3.1.2.2. Análisis de Tendencia

En la Tabla (8) se muestran los valores de Tmpz y Tm*t por año desde (1965-2019)

Tabla 8: Índices de Análisis de Tendencia **Fuente:** PEBPT

Máximas	t	Tmpz	Tm*t
1965	1	965	965,00
1966	2	534	1068,00
1967	3	695	2085,00
1968	4	325	1300,00
1969	5	1100	5500,00
1970	6	469	2814,00
1971	7	1722	12054,00
1972	8	1929	15432,00
1973	9	1449	13041,00
1974	10	455	4550,00
1975	11	2074	22814,00
1976	12	772	9264,00
1977	13	723	9399,00
1978	14	519	7266,00
1979	15	689,7	10345,50
1980	16	628,3	10052,80
1981	17	1578,6	26836,20
1982	18	1429	25722,00
1983	19	3712,5	70537,50
1984	20	1627,5	32550,00
1985	21	397,8	8353,80
1986	22	1397,4	30742,80
1987	23	2098,5	48265,50
1988	24	651,9	15645,60
1989	25	1828,8	45720,00
1990	26	513,4	13348,40
1991	27	584,5	15781,50
1992	28	2489,6	69708,80
1993	29	1918,2	55627,80
1994	30	1222,9	36687,00
1995	31	534,4	16566,40
1996	32	690,3	22089,60
1997	33	1583,3	52248,90
1998	34	2569,9	87376,60
1999	35	2506,2	87717,00
2000	36	1238,1	44571,60
2001	37	2756,2	101979,40
2002	38	2646,6	100570,80

2003	39	681,4	26574,60
2004	40	602	24080,00
2005	41	1012,8	41524,80
2006	42	1583,3	66498,60
2007	43	696,6	29953,80
2008	44	1800	79200,00
2009	45	1957,2	88074,00
2010	46	1995	91770,00
2011	47	1292,4	60742,80
2012	48	2616,7	125601,60
2013	49	759,9	37235,10
2014	50	989,6	49480,00
2015	51	1887,7	96272,70
2016	52	1598,7	83132,40
2017	53	1317,7	69838,10
2018	54	613,3	33118,20
2019	55	1347,1	74090,50
Prom	28	1341,38182	40250,6309
DESEST	16,0208198	762,041906	32868,8687

a) Determinación de los parámetros: De la tabla (8), se obtiene los valores de los parámetros de la ecuación de regresión lineal Simple:

Tabla 9: Parámetros de la ecuación de regresión lineal Simple

Datos obtenidos	
tm	28
St	16,02
Qm	1341,3818
SQ	762,0419
TQm	40250,63091
STQ	32868,86866

b) Valor de R: Sustituimos los valores en la ecuación (33) para determinar el Coeficiente de Correlación(r), obteniendo un resultado de $r = 0,22$

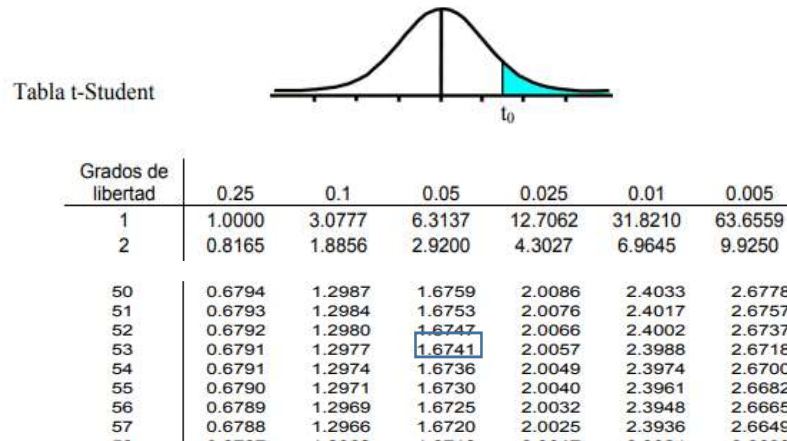
c) Realizamos la prueba de T de Student Calculado (TC)

Teniendo un total $n = 55$ y un coeficiente $r = 0,22$, sustituimos en la ecuación (32) para determinar el Tc obteniendo:

$$T \text{ Calculado} = 1,6457$$

d) T DE STUDENT TABULADO (Tt)

El valor crítico de T se obtiene de la tabla de T de Student, con una probabilidad al 95%, o con un nivel de significación del 5% con grados de libertad $GI = 27 + 28 - 2 = 53$; Para estos valores, se tiene:



$$T_t = 1,6741$$

e) Como $|T_c| = 1,6457 < |T_t| = 1,6741$, no se necesita corregir la información, se acepta la data y los datos de caudales máximos instantáneos del río Tumbes para la serie de 55 años (1965 – 2019) pueden ser tomados para la determinación del caudal de diseño.

Tabla 10: Resultados T. Student. Análisis de Tendencia en la Media

Datos obtenidos	
tm	28
St	16,02
Qm	1341,3818
SQ	762,0419
TQm	40250,63091
STQ	32868,86866
R=	0,220
Tc	1,64574453
Tt	1,6741
Como $T_t > T_c$; no corregir.	

3.1.2.3. Prueba de Datos Dudosos (Método Water Resources Council)

En la prueba de Datos Dudosos se obtuvo un límite de intervalo de precipitación máxima aceptada de 6108,3 mm y una precipitación mínima aceptada de 210,8 mm. Se observa en la tabla (11) que los valores de P24 están dentro de los límites con un PH de 3712,5 mm y un PL de 325 mm.

Tabla 11: Resultados logarítmicos de caudales máximos para prueba de datos dudosos

Nº	AÑO			ORDEN	P24	log(P24)
1	1965	34	1	34	965	2,9845
2	1966	49	1	49	534	2,7275
3	1967	39	1	39	695	2,8420
4	1968	55	1	55	325	2,5119
5	1969	31	1	31	1100	3,0414
6	1970	52	1	52	469	2,6712
7	1971	17	1	17	1722	3,2360
8	1972	12	1	12	1929	3,2853
9	1973	23	1	23	1449	3,1611
10	1974	53	1	53	455	2,6580
11	1975	9	1	9	2074	3,3168
12	1976	35	1	35	772	2,8876
13	1977	37	1	37	723	2,8591
14	1978	50	1	50	519	2,7152
15	1979	41	1	41	689,7	2,8387
16	1980	44	1	44	628,3	2,7982
17	1981	22	1	22	1578,6	3,1983
18	1982	24	1	24	1429	3,1550
19	1983	1	1	1	3712,5	3,5697
20	1984	18	1	18	1627,5	3,2115
21	1985	54	1	54	397,8	2,5997

22	1986	25	1	25	1397,4	3,1453
23	1987	8	1	8	2098,5	3,3219
24	1988	43	1	43	651,9	2,8142
25	1989	15	1	15	1828,8	3,2622
26	1990	51	1	51	513,4	2,7105
27	1991	47	1	47	584,5	2,7668
28	1992	7	1	7	2489,6	3,3961
29	1993	13	1	13	1918,2	3,2829
30	1994	30	1	30	1222,9	3,0874
31	1995	48	1	48	534,4	2,7279
32	1996	40	1	40	690,3	2,8390
33	1997	20	1	20	1583,3	3,1996
34	1998	5	1	5	2569,9	3,4099
35	1999	6	1	6	2506,2	3,3990
36	2000	29	1	29	1238,1	3,0928
37	2001	2	1	2	2756,2	3,4403
38	2002	3	1	3	2646,6	3,4227
39	2003	42	1	42	681,4	2,8334
40	2004	46	1	46	602	2,7796
41	2005	32	1	32	1012,8	3,0055
42	2006	20	2	21	1583,3	3,1996
43	2007	38	1	38	696,6	2,8430
44	2008	16	1	16	1800	3,2553
45	2009	11	1	11	1957,2	3,2916
46	2010	10	1	10	1995	3,2999
47	2011	28	1	28	1292,4	3,1114
48	2012	4	1	4	2616,7	3,4178
49	2013	36	1	36	759,9	2,8808
50	2014	33	1	33	989,6	2,9955

51	2015	14	1	14	1887,7	3,2759
52	2016	19	1	19	1598,7	3,2038
53	2017	27	1	27	1317,7	3,1198
54	2018	45	1	45	613,3	2,7877
55	2019	26	1	26	1347,1	3,1294

Numero de datos n	55	55
Suma Σ	73776,0	168,0169
Máximo	3712,5	3,5697
Mínimo	325,0	2,5119
Promedio \bar{x}	1341,4	3,0549
Desviación estándar s	762,0419	0,2607
Coefficiente asimetría Cs	0,7892	-0,1377
Cs/6 k	0,1315	-0,0229

Tabla 12: Precipitación máxima aceptada y mínima aceptada

	n =	55			
	$K_n =$	2,804			
	<i>K_n: valor recomendado, varía según el valor de n (significancia:10%)</i>				
→	Umbral de datos dudosos altos (xH: unid. logarítmicas)				
	$x_H = \bar{x} + K_n \cdot s$	xH =	3,79		
	Precipitación máxima aceptada				
	$PH = 10^{x_H}$	PH =	6108,3	mm	
→	Umbral de datos dudosos bajos (xL: unid. logarítmicas)				
	$x_L = \bar{x} - K_n \cdot s$	xL =	2,32		
	Precipitación mínima aceptada				
	$PL = 10^{x_L}$	PL =	210,8	mm	
Nota:	Se observa que los valores de 'P24' está dentro de los límites PH y PL, es decir se encuentran entre 6108.3 y 210.8mm.				

3.1.2.4. Caudales Máximos utilizando 7 métodos probalísticos

Se ha optado por elegir las distribuciones con delta teórico que están dentro de **0,11 hasta 0,13**; el cual se utilizó para el planteamiento la modelación hidráulica.

Seleccionamos los caudales de 4 métodos probalísticos como se muestra en la Tabla (13), para escoger la distribución adecuada tendremos en cuenta criterios, la Distribución Log Normal 2 parámetros de acuerdo a la teoría y los gráficos es la que mejor se ajusta, pero el valor del caudal para un $T_r = 50$ años es un valor fuera de lo común superando el caudal máximo registro en el río, entonces se buscó proyectos similares, Carrillo y Valencia (2019) se puede observar que escoge caudal de 3200 m³/s, la cual dicho valor está más cercano a la realidad de ocurrencia.

Teniendo en cuenta que se recomienda para un $T_r = 50$ años que estén entre 2800 m³/s a 3200 m³/s, estaría entre las distribuciones Gamma 2 y 3 parámetros, de la cual la de 3 parámetros es la que está más cerca a dicha recomendación.

Tabla 13: Caudales máximos para diferentes periodos de retorno con 7 métodos probalísticos

DISTRIBUCION	Dmax Teórico	T (años)			
		5	10	25	50
DISTRIB. NORMAL	0,1475	1982,61	2318,11	2675,78	2906,76
DISTRIB. LOGNORMAL 2 PARAMETROS	0,1144	1880,36	2449,23	3246,37	3894,27
DISTRIB. LOGNORMAL 3 PARAMETROS	0,1324	1879,18	2366,77	3006,2	3497,95
DISTRIBUCION GAMMA 2 PARAMETROS	0,1332	1902,54	2355,59	2908,38	3304,68
DISTRIBUCION GAMMA 3 PARAMETROS	0,13338	1936,47	2359,26	2857,51	3205,83
DISTRIB. GUMBELL	0,1437	188,63	2335,5	2898,87	3316,8
DISTRIB. LOG GUMBELL	0,1555	1747,55	2483,01	3870,14	5379,2
PROMEDIO		1899,6375	2382,7125	3004,615	3475,6825

3.1.3. Simulación Hidráulica para diferentes periodos de retorno de 5,10,25 y 50 años

3.1.3.1. Determinación del Coeficiente de Rugosidad del eje de tramo del Rio Tumbes

Para designar los coeficientes de rugosidad se tuvo en cuenta los valores de HEC-RAS y las condiciones que tiene el área. En esta situación de acuerdo a la visita al campo, se observó dos tramos ligeramente diferentes, debido a que la parte final del tramo existe 1 dique de 1 km en la margen derecha y en la margen izquierda se encontraban diques deteriorados es decir en el tramo final existe más rugosidad.

Tabla 14:Asignación de valores de coeficiente de Manning en 2 tramos irregulares

Sección	Margen Derecha	Cauce	Margen Izquierda	Descripción
50 - 4250	0,033	0,030	0,033	Sección irregular con arbustos
4250 - 5678	0,035	0,030	0,035	Sección irregular con arbustos y rugosa

Fuente: HEC - RAS

3.1.3.2. Determinación de la pendiente

Se puede observar en los resultados de la tabla (15) que la pendiente es muy baja en la zona, por lo que velocidad será menor y abra mayor acumulación de sedimentos.

Tabla 15: Pendiente cada 50 m

Rio Tumbes Sector Pampa Grande		
DISTANCIA	ELEVACION	PENDIENTE
0	2,621714115	
37,8000	3,4700	0,0224
76,3000	4,0429	0,0149
126,3000	3,5671	-0,0095
176,3000	3,5400	-0,0005
226,3000	3,3700	-0,0034
276,3000	2,4900	-0,0176
326,3000	2,4800	-0,0002
376,3000	1,4100	-0,0214
426,3000	2,3400	0,0186
476,3000	1,9300	-0,0082

526,3000	1,8842	-0,0009
576,3000	2,8100	0,0185
626,3000	2,3400	-0,0094
676,3000	2,6500	0,0062
726,3000	2,2383	-0,0082
776,3000	1,7800	-0,0092
826,3000	1,6600	-0,0024
876,3000	1,9610	0,0060
926,3000	2,6400	0,0136
976,3000	1,7285	-0,0182
1026,3000	1,4600	-0,0054
1076,3000	0,8784	-0,0116
1126,3000	0,8041	-0,0015
1176,3000	1,6100	0,0161
1226,3000	1,6700	0,0012
1276,3000	1,5335	-0,0027
1326,3000	0,9500	-0,0117
1376,3000	1,7400	0,0158
1426,3000	1,7067	-0,0007
1476,3000	1,4648	-0,0048
1526,3000	2,1200	0,0131
1576,3000	1,8400	-0,0056
1626,3000	1,8400	0,0000
1676,3000	1,8100	-0,0006
1726,3000	2,4300	0,0124

1776,3000	2,4100	-0,0004
1826,3000	2,6829	0,0055
1876,3000	1,5189	-0,0233
1926,3000	2,1889	0,0134
1976,3000	2,1993	0,0002
2026,3000	2,6767	0,0095
2076,3000	2,5285	-0,0030
2126,3000	2,3057	-0,0045
2176,3000	3,2913	0,0197
2226,3000	4,0900	0,0160
2276,3000	3,8760	-0,0043
2326,3000	2,3800	-0,0299
2376,3000	2,1700	-0,0042
2426,3000	2,7400	0,0114
2476,3000	3,3600	0,0124
2526,3000	3,7400	0,0076

2576,3000	4,3000	0,0112
2626,3000	4,1000	-0,0040
2676,3000	3,3800	-0,0144
2726,3000	3,9700	0,0118
2776,3000	4,3900	0,0084
2826,3000	3,2088	-0,0236
2876,3000	3,0200	-0,0038
2926,3000	3,2800	0,0052
2976,3000	2,4800	-0,0160
3026,3000	2,9700	0,0098
3076,3000	2,5300	-0,0088
3126,3000	3,4300	0,0180
3176,3000	3,1000	-0,0066
3226,3000	2,4500	-0,0130
3276,3000	3,0700	0,0124
3326,3000	2,5200	-0,0110
3376,3000	2,7000	0,0036
3426,3000	3,4300	0,0146
3476,3000	3,5200	0,0018
3526,3000	2,7000	-0,0164
3576,3000	3,0300	0,0066
3626,3000	3,8200	0,0158
3676,3000	3,8760	0,0011
3726,3000	1,7300	-0,0429
3776,3000	3,9500	0,0444
3826,3000	4,1900	0,0048
3876,3000	5,3200	0,0226

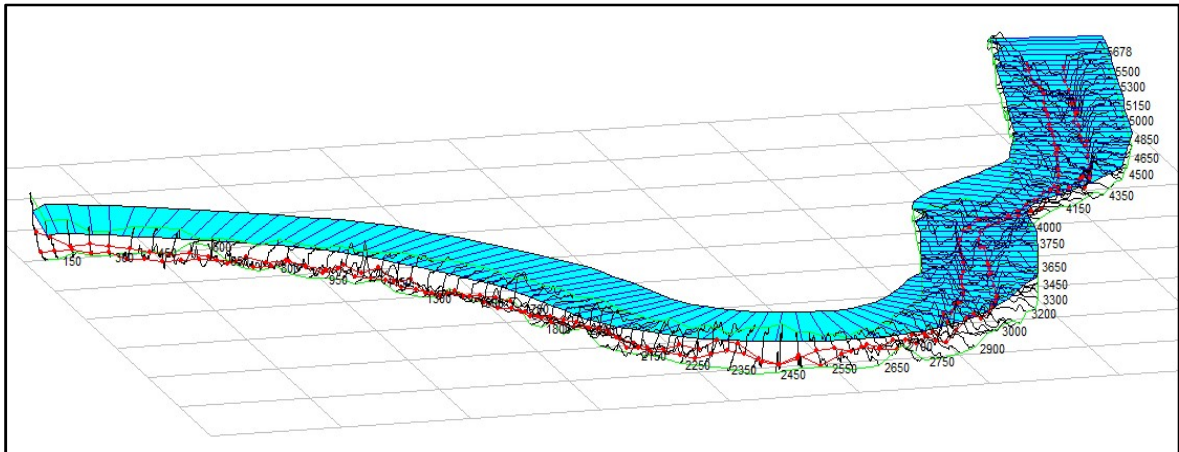
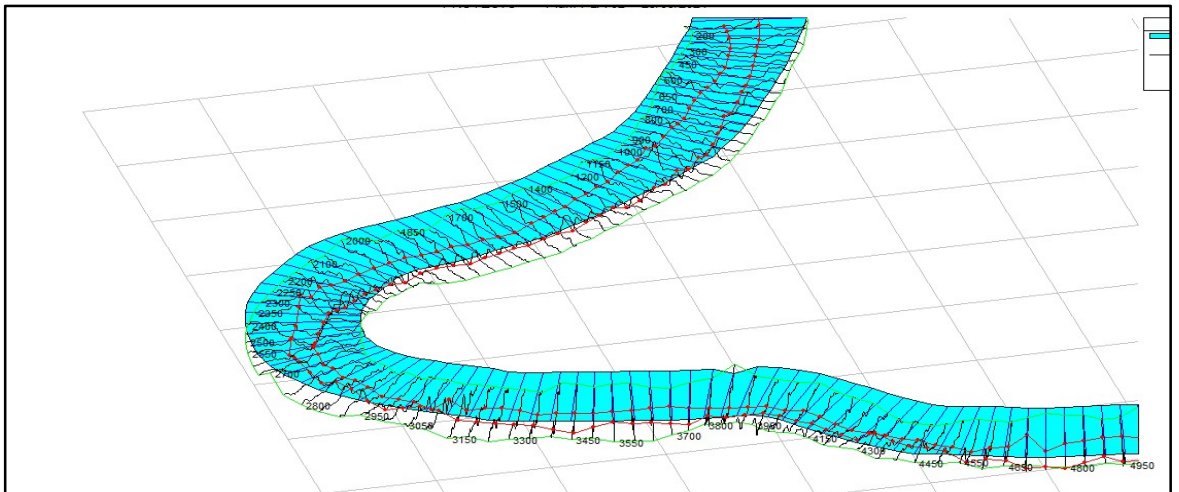
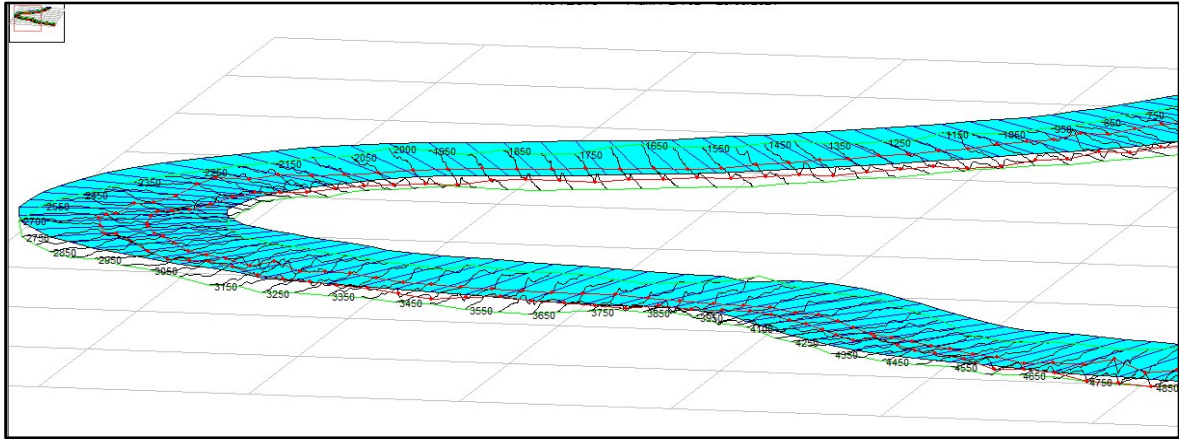
3926,3000	5,1500	-0,0034
3976,3000	5,5500	0,0080
4026,3000	5,5700	0,0004
4076,3000	4,7000	-0,0174
4126,3000	4,5741	-0,0025
4176,3000	4,4000	-0,0035
4226,3000	4,9821	0,0116
4276,3000	5,0538	0,0014
4326,3000	5,5100	0,0091
4376,3000	4,9900	-0,0104
4426,3000	5,3000	0,0062
4476,3000	4,1800	-0,0224
4526,3000	4,9800	0,0160
4576,3000	4,8800	-0,0020
4626,3000	3,0600	-0,0364
4676,3000	3,2400	0,0036

4726,3000	3,3000	0,0012
4776,3000	4,4100	0,0222
4826,3000	6,1200	0,0342
4876,3000	4,7682	-0,0270
4926,3000	4,7646	-0,0001
4976,3000	4,5637	-0,0040
5026,3000	5,4600	0,0179
5076,3000	6,4400	0,0196
5126,3000	4,0300	-0,0482
5176,3000	5,3900	0,0272
5226,3000	3,5900	-0,0360
5276,3000	3,9071	0,0063
5326,3000	3,5227	-0,0077
5376,3000	4,0900	0,0113
5426,3000	2,9100	-0,0236
5476,3000	2,2900	-0,0124
5526,3000	2,6600	0,0074
5576,3000	4,2400	0,0316
5604,4000	4,9500	0,0253
PENDIENTE PROMEDIO (cada 50 METROS)		0,0006
PENDIENTE TOTAL DEL TRAMO		0,0005

3.1.3.3. Simulación Hidráulica 1 D del tramo en estudio 1

Se realizó la simulación Hidráulica 1D, de la cual se unió todas las secciones para visualizarlo lo más parecido a 2D.

Figura 42: Modelamiento 1 D



En la simulación 1D obtuvimos los resultados de la tabla N16,17,18 y 19

Tabla 16: Resultados para un Tr = 5 años

Reach	Seccion	Profile	Q.Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude #/Chl	Tirante Hidraulico (m)
PAMPA GRANDE	5678	TR = 5	1936,47	4,95	11,12		11,42	0,000793	2,76	883,12	256,77	0,39	6,17
PAMPA GRANDE	5650	TR = 5	1936,47	4,24	11,12		11,39	0,000666	2,6	979,17	300	0,36	6,88
PAMPA GRANDE	5550	TR = 5	1936,47	2,66	11,17		11,34	0,00031	2,05	1198,4	273,5	0,26	8,51
PAMPA GRANDE	5500	TR = 5	1936,47	2,29	11,16		11,32	0,000314	2,05	1214,44	283,92	0,26	8,87
PAMPA GRANDE	5500	TR = 5	1936,47	2,91	11,11		11,3	0,000375	2,19	1162,85	300	0,28	8,2
PAMPA GRANDE	5450	TR = 5	1936,47	4,09	11,05		11,28	0,000547	2,43	1037,18	285,97	0,33	6,96
PAMPA GRANDE	5400	TR = 5	1936,47	3,52	11,05		11,24	0,000521	2,29	1102,88	300	0,32	7,53
PAMPA GRANDE	5350	TR = 5	1936,47	3,91	11		11,21	0,000621	2,4	1051,96	300	0,35	7,09
PAMPA GRANDE	5300	TR = 5	1936,47	3,59	10,95		11,18	0,000716	2,52	1009,83	300	0,37	7,36
PAMPA GRANDE	5250	TR = 5	1936,47	5,39	10,88		11,13	0,000874	2,68	959,72	300	0,4	5,49
PAMPA GRANDE	5200	TR = 5	1936,47	4,03	10,91		11,08	0,000487	2,23	1154,88	300	0,31	6,88
PAMPA GRANDE	5150	TR = 5	1936,47	6,44	10,81		11,04	0,000942	2,57	960,26	300	0,41	4,37
PAMPA GRANDE	5100	TR = 5	1936,47	5,46	10,75		10,99	0,000886	2,63	965,1	300	0,4	5,29
PAMPA GRANDE	5050	TR = 5	1936,47	4,56	10,71		10,95	0,000825	2,59	981,82	300	0,39	6,15
PAMPA GRANDE	5000	TR = 5	1936,47	4,76	10,48		10,88	0,001319	3,3	804,45	300	0,5	5,72
PAMPA GRANDE	4950	TR = 5	1936,47	4,77	10,54		10,78	0,000877	2,6	965,4	300	0,4	5,77
PAMPA GRANDE	4900	TR = 5	1936,47	6,12	10,4		10,71	0,001372	2,95	839,29	300	0,49	4,28
PAMPA GRANDE	4850	TR = 5	1936,47	4,41	10,38		10,65	0,000864	2,72	949,71	300	0,4	5,97
PAMPA GRANDE	4800	TR = 5	1936,47	3,3	10,4		10,59	0,000471	2,33	1123,03	300	0,31	7,1
PAMPA GRANDE	4750	TR = 5	1936,47	3,24	10,37		10,57	0,000512	2,34	1099,85	300	0,32	7,13
PAMPA GRANDE	4700	TR = 5	1936,47	3,06	10,36		10,54	0,000581	2,22	1098,71	300	0,33	7,3
PAMPA GRANDE	4650	TR = 5	1936,47	4,88	10,33		10,51	0,000523	2,22	1122,64	300	0,32	5,45
PAMPA GRANDE	4600	TR = 5	1936,47	4,98	10,34		10,47	0,000371	1,88	1260,98	300	0,27	6,13
PAMPA GRANDE	4550	TR = 5	1936,47	4,18	10,31		10,45	0,000335	2	1241,56	300	0,27	6,13
PAMPA GRANDE	4500	TR = 5	1936,47	5,3	10,23		10,43	0,000661	2,26	1047,88	300	0,35	4,93
PAMPA GRANDE	4450	TR = 5	1936,47	4,99	10,14		10,39	0,000764	2,46	948,58	284,71	0,38	5,15
PAMPA GRANDE	4400	TR = 5	1936,47	5,51	10,16		10,33	0,000592	2,1	1096,52	300	0,33	4,65
PAMPA GRANDE	4350	TR = 5	1936,47	5,06	10,15		10,3	0,000473	2	1185,47	300	0,3	5,1
PAMPA GRANDE	4300	TR = 5	1936,47	4,98	10,1		10,27	0,000558	2,02	1113,03	300	0,32	5,12
PAMPA GRANDE	4250	TR = 5	1936,47	4,4	10,1		10,24	0,000391	1,91	1241,93	300	0,27	5,7
PAMPA GRANDE	4200	TR = 5	1936,47	4,57	10,08		10,22	0,000403	1,86	1209,97	300	0,28	5,51
PAMPA GRANDE	4150	TR = 5	1936,47	4,7	10,07		10,2	0,000362	1,89	1247,19	300	0,27	5,37
PAMPA GRANDE	4100	TR = 5	1936,47	5,57	10		10,17	0,000625	2,24	1074,66	300	0,34	4,43
PAMPA GRANDE	4050	TR = 5	1936,47	5,56	9,97		10,14	0,000365	2,19	1059,9	300	0,34	4,29
PAMPA GRANDE	4000	TR = 5	1936,47	5,15	9,9		10,11	0,000758	2,46	1003,3	300	0,37	4,75
PAMPA GRANDE	3950	TR = 5	1936,47	5,32	9,88		10,07	0,00063	2,21	1059,42	300	0,34	4,56
PAMPA GRANDE	3900	TR = 5	1936,47	4,19	9,8		10,03	0,000708	2,59	992,83	300	0,37	5,61
PAMPA GRANDE	3850	TR = 5	1936,47	3,95	9,63		9,98	0,0011	3,21	823,85	266,1	0,46	5,68
PAMPA GRANDE	3800	TR = 5	1936,47	1,73	9,63		9,91	0,000824	2,91	936,55	300	0,4	7,9
PAMPA GRANDE	3750	TR = 5	1936,47	3,88	9,68		9,84	0,000466	2,2	1147,78	300	0,3	5,8
PAMPA GRANDE	3700	TR = 5	1936,47	3,82	9,66		9,82	0,000435	2,15	1172,07	300	0,29	5,84
PAMPA GRANDE	3650	TR = 5	1936,47	3,03	9,64		9,8	0,000384	2,16	1210,24	300	0,28	6,61
PAMPA GRANDE	3600	TR = 5	1936,47	2,7	9,63		9,78	0,000374	2,01	1229,04	300	0,27	6,99
PAMPA GRANDE	3550	TR = 5	1936,47	3,52	9,6		9,76	0,000371	2,1	1193,38	300	0,29	6,98
PAMPA GRANDE	3500	TR = 5	1936,47	3,43	9,6		9,73	0,000326	1,89	1275,61	300	0,26	6,17
PAMPA GRANDE	3450	TR = 5	1936,47	2,7	9,6		9,71	0,000264	1,75	1358,92	300	0,23	6,9
PAMPA GRANDE	3400	TR = 5	1936,47	2,52	9,58		9,7	0,000254	1,77	1368,3	300	0,23	7,06
PAMPA GRANDE	3350	TR = 5	1936,47	3,07	9,56		9,68	0,000288	1,81	1326,02	300	0,24	6,49
PAMPA GRANDE	3300	TR = 5	1936,47	2,45	9,56		9,67	0,00024	1,7	1398,92	300	0,22	7,11
PAMPA GRANDE	3250	TR = 5	1936,47	3,1	9,53		9,65	0,000272	1,78	1347,07	300	0,23	6,43
PAMPA GRANDE	3200	TR = 5	1936,47	3,43	9,51		9,64	0,000361	1,77	1262,1	300	0,26	6,08
PAMPA GRANDE	3150	TR = 5	1936,47	2,53	9,52		9,61	0,000263	1,37	1405,32	300	0,22	6,99
PAMPA GRANDE	3100	TR = 5	1936,47	2,97	9,5		9,6	0,000283	1,49	1374,97	300	0,23	6,53
PAMPA GRANDE	3050	TR = 5	1936,47	2,48	9,49		9,58	0,000247	1,48	1428,02	300	0,22	7,01
PAMPA GRANDE	3000	TR = 5	1936,47	3,28	9,47		9,57	0,000244	1,66	1421,14	300	0,22	6,19
PAMPA GRANDE	2950	TR = 5	1936,47	3,02	9,46		9,56	0,00023	1,68	1441,75	300	0,22	6,44
PAMPA GRANDE	2900	TR = 5	1936,47	3,21	9,43		9,54	0,00031	1,83	1319,96	300	0,25	6,22
PAMPA GRANDE	2850	TR = 5	1936,47	4,39	9,41		9,53	0,000342	1,71	1296,36	300	0,25	5,02
PAMPA GRANDE	2800	TR = 5	1936,47	3,97	9,4		9,51	0,000302	1,65	1343,5	300	0,24	5,43
PAMPA GRANDE	2750	TR = 5	1936,47	3,38	9,38		9,49	0,000292	1,74	1346,83	300	0,24	6
PAMPA GRANDE	2700	TR = 5	1936,47	4,1	9,29		9,47	0,000533	2,16	1095,24	300	0,32	5,19
PAMPA GRANDE	2650	TR = 5	1936,47	4,3	9,28		9,44	0,000527	2	1133,06	300	0,31	4,98
PAMPA GRANDE	2600	TR = 5	1936,47	3,74	9,27		9,41	0,000399	1,88	1237,58	300	0,27	5,53
PAMPA GRANDE	2550	TR = 5	1936,47	3,36	9,26		9,38	0,000365	1,83	1262,3	300	0,26	5,9
PAMPA GRANDE	2500	TR = 5	1936,47	2,74	9,24		9,37	0,000343	1,88	1280,38	300	0,26	6,5
PAMPA GRANDE	2450	TR = 5	1936,47	2,17	9,21		9,35	0,000305	2,04	1299,98	300	0,25	7,04
PAMPA GRANDE	2400	TR = 5	1936,47	2,38	9,2		9,33	0,000304	1,96	1302,18	300	0,25	6,82
PAMPA GRANDE	2350	TR = 5	1936,47	3,88	9,13		9,31	0,000624	2,16	1068,03	300	0,34	5,25
PAMPA GRANDE	2300	TR = 5	1936,47	4,09	9,03		9,26	0,000993	2,38	930,04	300	0,41	4,94
PAMPA GRANDE	2250	TR = 5	1936,47	3,29	9		9,21	0,000727	2,4	1011,53	300	0,37	5,71
PAMPA GRANDE	2200	TR = 5	1936,47	2,31	9		9,17	0,000492	2,16	1133,67	300	0,31	6,69
PAMPA GRANDE	2150	TR = 5	1936,47	2,53	9,02		9,13	0,0003	1,77	1330,33	300	0,24	6,49
PAMPA GRANDE	2100	TR = 5	1936,47	2,68	9,01		9,12	0,000291	1,73	1350,11	300	0,24	6,33
PAMPA GRANDE	2050	TR = 5	1936,47	2,2	8,99		9,1	0,000272	1,8	1368,17	300	0,24	6,79
PAMPA GRANDE	2000	TR = 5	1936,47	2,19	8,94		9,09	0,00026	2	1233,44	300	0,27	6,75
PAMPA GRANDE	1950	TR = 5	1936,47	1,52	8,94		9,06	0,000244	1,66	1451,47	300	0,21	6,29
PAMPA GRANDE	1900	TR = 5	1936,47	2,68	8,92		9,03	0,00028	1,77	1350,3	300	0,24	6,24
PAMPA GRANDE	1850	TR = 5	1936,47	2,41	8,86		9,01	0,000387	2,08	1202,27	300	0,28	6,45
PAMPA GRANDE	1800	TR = 5	1936,47	2,43	8,86		8,99	0,000307	1,86	1312,76	300	0,25	6,43
PAMPA GRANDE	1750	TR = 5	1936,47	1,81	8,87		8,96	0,000203	1,61	1486,42	300	0,21	7,06
PAMPA GRANDE	1700	TR = 5	1936,47	1,84	8,84		8,95	0,000248	1,78	1375,77	300	0,23	7
PAMPA GRANDE	1650	TR = 5	1936,47	1,84	8,83		8,94	0,000228	1,68	1427,65	300	0,22	6,99
PAMPA GRANDE	1600	TR = 5	1936,47	2,12	8,83		8,92	0,000211	1,62	1478,71	300	0,21	6,71
PAMPA GRANDE	1550	TR = 5	1936,47	1,46	8,83		8,91	0,000184	1,55	1551,37	300	0,2	7,37
PAMPA GRANDE	1500	TR = 5	1936,47	1,71	8,79		8,9	0,000252	1,76	1408,28	300	0,23	7,08
PAMPA GRANDE	950	TR = 5	1936,47	1,96	8,65		8,74	0,00024	1,52	1420,93	300	0,22	7,03
PAMPA GRANDE	900	TR = 5	1936,47	1,66	8,64		8,73	0,000211	1,52	1466,81	300	0,21	6,98
PAMPA GRANDE	850	TR = 5	1936,47	1,78	8,63		8,72	0,000176	1,45	1542,5	300	0,19	6,85
PAMPA GRANDE	800	TR = 5	1936,47	2,24	8,6		8,71	0,000244	1,61	1395,52	300	0,22	6,36
PAMPA GRANDE	750	TR = 5	1936,47	2,65	8,59		8,69	0,000233	1,57	1428,75	300	0,22	5,94
PAMPA GRANDE	700	TR = 5	193										

Tabla 17: Resultado para un Tr = 10 años

Reach	Seccion	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl	Trante Hidraulico (m)
PAMPA GRANDE	5678	TR = 10	2359,26	4,95	11,6		11,94	0,000807	2,95	1008,56	269,16	0,4	6,65
PAMPA GRANDE	5650	TR = 10	2359,26	4,24	11,61		11,9	0,000659	2,74	1126	300	0,37	7,7
PAMPA GRANDE	5600	TR = 10	2359,26	2,66	11,65		11,85	0,000341	2,26	1331,51	279,24	0,27	8,99
PAMPA GRANDE	5550	TR = 10	2359,26	2,29	11,64		11,84	0,00034	2,23	1351,88	285,08	0,27	9,35
PAMPA GRANDE	5500	TR = 10	2359,26	2,91	11,6		11,82	0,000396	2,36	1308,07	300	0,29	8,69
PAMPA GRANDE	5450	TR = 10	2359,26	4,09	11,52		11,79	0,000577	2,63	1175,33	300	0,34	7,43
PAMPA GRANDE	5400	TR = 10	2359,26	3,52	11,53		11,75	0,00053	2,45	1246,65	300	0,33	8,01
PAMPA GRANDE	5350	TR = 10	2359,26	3,91	11,48		11,72	0,000619	2,55	1195,85	300	0,35	7,57
PAMPA GRANDE	5300	TR = 10	2359,26	3,59	11,43		11,68	0,000703	2,66	1154,1	300	0,37	7,84
PAMPA GRANDE	5250	TR = 10	2359,26	5,39	11,37		11,64	0,000834	2,8	1104,97	300	0,4	5,98
PAMPA GRANDE	5200	TR = 10	2359,26	4,03	11,39		11,59	0,000497	2,39	1299,72	300	0,32	7,36
PAMPA GRANDE	5150	TR = 10	2359,26	6,44	11,29		11,55	0,000886	2,69	1105,57	300	0,41	4,85
PAMPA GRANDE	5100	TR = 10	2359,26	5,46	11,24		11,5	0,000839	2,75	1111,63	300	0,4	5,78
PAMPA GRANDE	5050	TR = 10	2359,26	4,56	11,2		11,46	0,000786	2,71	1128,99	300	0,39	6,64
PAMPA GRANDE	5000	TR = 10	2359,26	4,76	11		11,4	0,001168	3,34	960,59	300	0,48	6,24
PAMPA GRANDE	4950	TR = 10	2359,26	4,77	11,05		11,31	0,000815	2,7	1118,75	300	0,39	6,28
PAMPA GRANDE	4900	TR = 10	2359,26	6,12	10,93		11,25	0,001177	2,99	998,16	300	0,46	4,81
PAMPA GRANDE	4850	TR = 10	2359,26	4,41	10,91		11,19	0,000794	2,8	1109,06	300	0,39	6,5
PAMPA GRANDE	4800	TR = 10	2359,26	3,3	10,93		11,14	0,00047	2,47	1281,47	300	0,31	7,63
PAMPA GRANDE	4750	TR = 10	2359,26	3,24	10,9		11,12	0,000504	2,47	1258,41	300	0,32	7,66
PAMPA GRANDE	4700	TR = 10	2359,26	3,06	10,89		11,09	0,000561	2,35	1257,35	300	0,33	7,83
PAMPA GRANDE	4650	TR = 10	2359,26	4,88	10,85		11,06	0,000512	2,35	1284,51	300	0,32	5,98
PAMPA GRANDE	4600	TR = 10	2359,26	4,98	10,87		11,02	0,000378	2,03	1419,81	300	0,28	5,89
PAMPA GRANDE	4550	TR = 10	2359,26	4,18	10,84		11	0,000362	2,16	1399,89	300	0,27	6,66
PAMPA GRANDE	4500	TR = 10	2359,26	5,3	10,76		10,98	0,000632	2,39	1206,76	300	0,35	5,46
PAMPA GRANDE	4450	TR = 10	2359,26	4,99	10,67		10,94	0,000742	2,61	1099,83	292,65	0,38	5,68
PAMPA GRANDE	4400	TR = 10	2359,26	5,51	10,69		10,88	0,000573	2,24	1255,23	300	0,33	5,18
PAMPA GRANDE	4350	TR = 10	2359,26	5,05	10,68		10,85	0,00047	2,15	1344,24	300	0,3	5,63
PAMPA GRANDE	4300	TR = 10	2359,26	4,98	10,63		10,82	0,000546	2,16	1272,02	300	0,32	5,65
PAMPA GRANDE	4250	TR = 10	2359,26	4,4	10,63		10,79	0,000396	2,06	1400,86	300	0,28	6,23
PAMPA GRANDE	4200	TR = 10	2359,26	4,57	10,61		10,77	0,000403	2	1369,03	300	0,28	6,04
PAMPA GRANDE	4150	TR = 10	2359,26	4,7	10,6		10,75	0,000366	2,03	1406,26	300	0,27	5,9
PAMPA GRANDE	4100	TR = 10	2359,26	5,57	10,53		10,72	0,00059	2,25	1233,81	300	0,33	4,96
PAMPA GRANDE	4050	TR = 10	2359,26	5,55	10,5		10,7	0,000609	2,3	1219,78	300	0,34	4,95
PAMPA GRANDE	4000	TR = 10	2359,26	5,15	10,44		10,66	0,000697	2,55	1164,76	300	0,37	5,29
PAMPA GRANDE	3950	TR = 10	2359,26	5,32	10,42		10,62	0,000594	2,32	1221,27	300	0,34	5,1
PAMPA GRANDE	3900	TR = 10	2359,26	4,19	10,35		10,59	0,000658	2,67	1156,42	300	0,36	6,16
PAMPA GRANDE	3850	TR = 10	2359,26	3,95	10,18		10,54	0,000991	3,27	971,71	269,42	0,44	6,23
PAMPA GRANDE	3800	TR = 10	2359,26	1,73	10,19		10,48	0,000741	2,95	1105,45	300	0,39	8,46
PAMPA GRANDE	3750	TR = 10	2359,26	3,88	10,24		10,42	0,00045	2,3	1314,36	300	0,3	6,36
PAMPA GRANDE	3700	TR = 10	2359,26	3,82	10,22		10,39	0,000424	2,27	1338,81	300	0,3	6,4
PAMPA GRANDE	3650	TR = 10	2359,26	3,03	10,2		10,37	0,00038	2,28	1377,13	300	0,28	7,17
PAMPA GRANDE	3600	TR = 10	2359,26	2,7	10,19		10,35	0,000371	2,13	1395,85	300	0,28	7,49
PAMPA GRANDE	3550	TR = 10	2359,26	3,52	10,16		10,33	0,000402	2,21	1360,38	300	0,29	6,64
PAMPA GRANDE	3500	TR = 10	2359,26	3,43	10,15		10,31	0,000328	2,02	1442,55	300	0,26	6,72
PAMPA GRANDE	3450	TR = 10	2359,26	2,7	10,15		10,29	0,000272	1,89	1525,84	300	0,24	7,45
PAMPA GRANDE	3400	TR = 10	2359,26	2,52	10,14		10,27	0,000262	1,9	1535,12	300	0,24	7,62
PAMPA GRANDE	3350	TR = 10	2359,26	3,07	10,12		10,26	0,000294	1,94	1492,67	300	0,25	7,05
PAMPA GRANDE	3300	TR = 10	2359,26	2,45	10,11		10,24	0,000249	1,84	1565,54	300	0,23	7,66
PAMPA GRANDE	3250	TR = 10	2359,26	3,1	10,09		10,23	0,000279	1,91	1513,46	300	0,24	6,99
PAMPA GRANDE	3200	TR = 10	2359,26	3,43	10,07		10,21	0,000358	1,9	1428,31	300	0,26	6,64
PAMPA GRANDE	3150	TR = 10	2359,26	2,53	10,07		10,19	0,00027	1,51	1571,77	300	0,22	7,54
PAMPA GRANDE	3100	TR = 10	2359,26	2,97	10,05		10,17	0,000288	1,63	1541,18	300	0,23	7,08
PAMPA GRANDE	3050	TR = 10	2359,26	2,48	10,04		10,16	0,000255	1,62	1594,21	300	0,22	7,56
PAMPA GRANDE	3000	TR = 10	2359,26	3,28	10,02		10,14	0,000253	1,8	1587,13	300	0,23	6,74
PAMPA GRANDE	2950	TR = 10	2359,26	3,02	10,01		10,13	0,00024	1,82	1607,63	300	0,23	6,99
PAMPA GRANDE	2900	TR = 10	2359,26	3,21	9,98		10,11	0,000314	1,96	1485,42	300	0,25	6,77
PAMPA GRANDE	2850	TR = 10	2359,26	4,39	9,96		10,1	0,000342	1,84	1461,75	300	0,26	5,57
PAMPA GRANDE	2800	TR = 10	2359,26	3,97	9,95		10,08	0,000306	1,79	1508,89	300	0,25	5,98
PAMPA GRANDE	2750	TR = 10	2359,26	3,38	9,93		10,06	0,000297	1,87	1512,14	300	0,25	6,55
PAMPA GRANDE	2700	TR = 10	2359,26	4,1	9,84		10,04	0,000509	2,28	1260,82	300	0,32	5,74
PAMPA GRANDE	2650	TR = 10	2359,26	4,3	9,83		10,01	0,0005	2,11	1298,78	300	0,31	5,53
PAMPA GRANDE	2600	TR = 10	2359,26	3,74	9,83		9,98	0,000384	2	1403,53	300	0,28	6,09
PAMPA GRANDE	2550	TR = 10	2359,26	3,36	9,81		9,96	0,000362	1,96	1428,35	300	0,27	6,45
PAMPA GRANDE	2500	TR = 10	2359,26	2,74	9,8		9,94	0,000343	2,01	1446,51	300	0,26	7,06
PAMPA GRANDE	2450	TR = 10	2359,26	2,17	9,77		9,92	0,00031	2,17	1460,2	300	0,26	7,6
PAMPA GRANDE	2400	TR = 10	2359,26	2,38	9,76		9,9	0,000309	2,09	1468,22	300	0,26	7,38
PAMPA GRANDE	2350	TR = 10	2359,26	3,88	9,68		9,88	0,000579	2,26	1234,5	300	0,33	5,8
PAMPA GRANDE	2300	TR = 10	2359,26	4,09	9,59		9,84	0,000854	2,45	1099,53	300	0,39	5,5
PAMPA GRANDE	2250	TR = 10	2359,26	3,29	9,57		9,79	0,000655	2,47	1182,23	300	0,35	6,28
PAMPA GRANDE	2200	TR = 10	2359,26	2,31	9,57		9,76	0,000466	2,26	1304,49	300	0,31	7,26
PAMPA GRANDE	2150	TR = 10	2359,26	2,53	9,59		9,72	0,000301	1,89	1504,04	300	0,25	7,06
PAMPA GRANDE	2100	TR = 10	2359,26	2,68	9,58		9,71	0,000293	1,86	1520,81	300	0,24	6,34
PAMPA GRANDE	2050	TR = 10	2359,26	2,7	9,56		9,69	0,000276	1,93	1538,89	300	0,24	7,36
PAMPA GRANDE	2000	TR = 10	2359,26	2,19	9,51		9,67	0,000356	2,12	1404,13	300	0,27	7,32
PAMPA GRANDE	1950	TR = 10	2359,26	1,52	9,47		9,65	0,000415	2,24	1322,26	300	0,29	7,95
PAMPA GRANDE	1900	TR = 10	2359,26	2,68	9,49		9,62	0,000284	1,9	1521,07	300	0,24	6,81
PAMPA GRANDE	1850	TR = 10	2359,26	2,41	9,43		9,6	0,00038	2,19	1373,11	300	0,28	7,02
PAMPA GRANDE	1800	TR = 10	2359,26	2,43	9,43		9,57	0,000307	1,99	1483,57	300	0,25	7
PAMPA GRANDE	1750	TR = 10	2359,26	1,81	9,44		9,55	0,000212	1,74	1657,3	300	0,21	7,63
PAMPA GRANDE	1700	TR = 10	2359,26	1,84	9,4		9,54	0,000255	1,91	1546,26	300	0,23	7,56
PAMPA GRANDE	1650	TR = 10	2359,26	1,84	9,4		9,52	0,000236	1,81	1598,1	300	0,22	7,56
PAMPA GRANDE	1600	TR = 10	2359,26	2,12	9,4		9,51	0,00022	1,75	1649,12	300	0,22	7,28
PAMPA GRANDE	1550	TR = 10	2359,26	1,46	9,39		9,49	0,000195	1,69	1721,77	300	0,2	7,93
PAMPA GRANDE	1500	TR = 10	2359,26	1,71	9,36		9,48	0,000259	1,89	1578,17	300	0,23	7,65
PAMPA GRANDE	1450	TR = 10	2359,26	1,74	9,34		9,47	0,000271	1,93	1550,53	300	0,24	7,6
PAMPA GRANDE	1400	TR = 10	2359,26	0,95	9,32		9,45	0,000279	1,98	1525,53	300	0,24	8,37
PAMPA GRANDE	1350	TR = 10	2359,26	1,53	9,32		9,43	0,000206	1,72	1679,84	300	0,21	7,79
PAMPA GRANDE	1300	TR = 10	2359,26	1,67	9,32		9,42	0,000194	1,64	1711,96	300	0,2	7,65
PAMPA GRANDE	1250	TR = 10	2359,26	1,61	9,31								

Tabla 18: Resultados para un Tr = 25 años

Reach	Section	Profile	Q.Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl	Tirante Hidraulico (m)
PAMPA GRANDE	5678	TR = 25	2857.51	4.95	12.12	12.52	0.00083	3.18	1157.11	290.2	0.41	7.17	
PAMPA GRANDE	5650	TR = 25	2857.51	4.24	12.16	12.48	0.000645	2.88	1290.11	300	0.37	7.92	
PAMPA GRANDE	5600	TR = 25	2857.51	2.66	12.19	12.43	0.000366	2.46	1483.44	283.63	0.28	9.53	
PAMPA GRANDE	5550	TR = 25	2857.51	2.29	12.18	12.41	0.000362	2.42	1506.33	286.64	0.28	9.89	
PAMPA GRANDE	5500	TR = 25	2857.51	2.91	12.14	12.39	0.000411	2.53	1470.87	300	0.3	9.23	
PAMPA GRANDE	5450	TR = 25	2857.51	4.09	12.07	12.36	0.000574	2.78	1338.64	300	0.35	7.98	
PAMPA GRANDE	5400	TR = 25	2857.51	3.52	12.07	12.32	0.00053	2.6	1409.88	300	0.33	8.55	
PAMPA GRANDE	5350	TR = 25	2857.51	3.91	12.03	12.29	0.000607	2.69	1359.38	300	0.35	8.12	
PAMPA GRANDE	5300	TR = 25	2857.51	3.59	11.98	12.25	0.00068	2.79	1318.25	300	0.37	8.29	
PAMPA GRANDE	5250	TR = 25	2857.51	5.39	11.92	12.22	0.000787	2.92	1270.19	300	0.4	6.53	
PAMPA GRANDE	5200	TR = 25	2857.51	4.03	11.94	12.16	0.000499	2.55	1464.53	300	0.32	7.91	
PAMPA GRANDE	5150	TR = 25	2857.51	6.44	11.85	12.12	0.000827	2.8	1271.14	300	0.4	5.41	
PAMPA GRANDE	5100	TR = 25	2857.51	5.46	11.8	12.08	0.000787	2.87	1278.47	300	0.4	6.34	
PAMPA GRANDE	5050	TR = 25	2857.51	4.56	11.76	12.04	0.000742	2.83	1296.57	300	0.38	7.2	
PAMPA GRANDE	5000	TR = 25	2857.51	4.76	11.58	11.99	0.001035	3.38	1135.76	300	0.46	6.82	
PAMPA GRANDE	4950	TR = 25	2857.51	4.77	11.63	11.91	0.000755	2.8	1291.7	300	0.39	6.86	
PAMPA GRANDE	4900	TR = 25	2857.51	6.12	11.52	11.86	0.001025	3.04	1175.38	300	0.44	5.4	
PAMPA GRANDE	4850	TR = 25	2857.51	4.41	11.51	11.8	0.000731	2.89	1286.83	300	0.38	7.1	
PAMPA GRANDE	4800	TR = 25	2857.51	3.3	11.52	11.76	0.000463	2.6	1458.63	300	0.32	8.22	
PAMPA GRANDE	4750	TR = 25	2857.51	3.24	11.49	11.73	0.000493	2.6	1435.76	300	0.32	8.25	
PAMPA GRANDE	4700	TR = 25	2857.51	3.06	11.48	11.7	0.000539	2.47	1434.78	300	0.33	8.42	
PAMPA GRANDE	4650	TR = 25	2857.51	4.88	11.45	11.67	0.000498	2.48	1459.19	300	0.32	6.57	
PAMPA GRANDE	4600	TR = 25	2857.51	4.98	11.46	11.64	0.00038	2.18	1597.47	300	0.28	6.48	
PAMPA GRANDE	4550	TR = 25	2857.51	4.18	11.43	11.62	0.000368	2.31	1577.26	300	0.28	7.25	
PAMPA GRANDE	4500	TR = 25	2857.51	5.3	11.35	11.59	0.0006	2.52	1384.77	300	0.35	6.05	
PAMPA GRANDE	4450	TR = 25	2857.51	4.99	11.26	11.56	0.000706	2.75	1276.78	300	0.38	6.27	
PAMPA GRANDE	4400	TR = 25	2857.51	5.51	11.28	11.5	0.000551	2.37	1433.81	300	0.33	5.77	
PAMPA GRANDE	4350	TR = 25	2857.51	5.05	11.28	11.47	0.000461	2.29	1522.91	300	0.31	6.23	
PAMPA GRANDE	4300	TR = 25	2857.51	4.98	11.23	11.44	0.000528	2.31	1451.08	300	0.32	6.25	
PAMPA GRANDE	4250	TR = 25	2857.51	4.4	11.23	11.41	0.000396	2.21	1579.89	300	0.29	6.83	
PAMPA GRANDE	4200	TR = 25	2857.51	4.57	11.21	11.39	0.000398	2.14	1548.23	300	0.28	6.64	
PAMPA GRANDE	4150	TR = 25	2857.51	4.7	11.2	11.37	0.000366	2.17	1585.53	300	0.28	6.5	
PAMPA GRANDE	4100	TR = 25	2857.51	5.57	11.13	11.34	0.000554	2.37	1413.3	300	0.33	5.56	
PAMPA GRANDE	4050	TR = 25	2857.51	5.55	11.1	11.32	0.00057	2.41	1399.99	300	0.33	5.55	
PAMPA GRANDE	4000	TR = 25	2857.51	5.15	11.04	11.29	0.00064	2.64	1346.43	300	0.36	5.89	
PAMPA GRANDE	3950	TR = 25	2857.51	5.32	11.03	11.25	0.000557	2.44	1403.36	300	0.33	5.71	
PAMPA GRANDE	3900	TR = 25	2857.51	4.19	10.96	11.22	0.00061	2.76	1340.19	300	0.36	6.77	
PAMPA GRANDE	3850	TR = 25	2857.51	3.95	10.78	11.17	0.000948	3.42	1141.36	300	0.44	6.83	
PAMPA GRANDE	3800	TR = 25	2857.51	1.73	10.81	11.1	0.000674	3.01	1290.36	300	0.37	9.08	
PAMPA GRANDE	3750	TR = 25	2857.51	3.88	10.85	11.05	0.000435	2.42	1497.64	300	0.3	6.97	
PAMPA GRANDE	3700	TR = 25	2857.51	3.82	10.83	11.03	0.000413	2.39	1522.27	300	0.3	7.01	
PAMPA GRANDE	3650	TR = 25	2857.51	3.03	10.81	11.01	0.000376	2.4	1560.69	300	0.29	7.78	
PAMPA GRANDE	3600	TR = 25	2857.51	2.7	10.8	10.98	0.000367	2.26	1579.36	300	0.28	8.1	
PAMPA GRANDE	3550	TR = 25	2857.51	3.52	10.77	10.96	0.000393	2.34	1544.07	300	0.29	7.25	
PAMPA GRANDE	3500	TR = 25	2857.51	3.43	10.77	10.94	0.000329	2.16	1626.21	300	0.27	7.34	
PAMPA GRANDE	3450	TR = 25	2857.51	2.7	10.76	10.92	0.000277	2.03	1709.51	300	0.24	8.06	
PAMPA GRANDE	3400	TR = 25	2857.51	2.52	10.75	10.9	0.000269	2.04	1718.71	300	0.24	8.23	
PAMPA GRANDE	3350	TR = 25	2857.51	3.07	10.73	10.89	0.000297	2.08	1676.11	300	0.25	7.66	
PAMPA GRANDE	3300	TR = 25	2857.51	2.45	10.72	10.87	0.000256	1.98	1748.97	300	0.24	8.27	
PAMPA GRANDE	3250	TR = 25	2857.51	3.1	10.7	10.86	0.000284	2.05	1696.7	300	0.25	7.6	
PAMPA GRANDE	3200	TR = 25	2857.51	3.43	10.68	10.84	0.000354	2.03	1611.39	300	0.27	7.25	
PAMPA GRANDE	3150	TR = 25	2857.51	2.53	10.68	10.82	0.000276	1.66	1755.11	300	0.23	8.15	
PAMPA GRANDE	3100	TR = 25	2857.51	2.97	10.66	10.8	0.000292	1.77	1724.3	300	0.24	7.69	
PAMPA GRANDE	3050	TR = 25	2857.51	2.48	10.65	10.79	0.000262	1.76	1777.33	300	0.23	8.17	
PAMPA GRANDE	3000	TR = 25	2857.51	3.28	10.63	10.77	0.00026	1.94	1770.07	300	0.24	7.35	
PAMPA GRANDE	2950	TR = 25	2857.51	3.02	10.62	10.76	0.000249	1.96	1790.48	300	0.23	7.6	
PAMPA GRANDE	2900	TR = 25	2857.51	3.21	10.59	10.74	0.000316	2.1	1667.9	300	0.26	7.38	
PAMPA GRANDE	2850	TR = 25	2857.51	4.39	10.57	10.73	0.000341	1.98	1644.18	300	0.26	6.18	
PAMPA GRANDE	2800	TR = 25	2857.51	3.97	10.56	10.71	0.000309	1.93	1691.35	300	0.25	6.59	
PAMPA GRANDE	2750	TR = 25	2857.51	3.38	10.54	10.69	0.000301	2.01	1694.54	300	0.25	7.16	
PAMPA GRANDE	2700	TR = 25	2857.51	4.1	10.45	10.67	0.000487	2.39	1443.51	300	0.31	6.35	
PAMPA GRANDE	2650	TR = 25	2857.51	4.3	10.44	10.64	0.000476	2.23	1481.58	300	0.31	6.14	
PAMPA GRANDE	2600	TR = 25	2857.51	3.74	10.44	10.61	0.000378	2.13	1586.56	300	0.28	6.7	
PAMPA GRANDE	2550	TR = 25	2857.51	3.36	10.42	10.59	0.000359	2.09	1611.49	300	0.27	7.06	
PAMPA GRANDE	2500	TR = 25	2857.51	2.74	10.41	10.57	0.000341	2.14	1629.72	300	0.27	7.67	
PAMPA GRANDE	2450	TR = 25	2857.51	2.17	10.38	10.55	0.000314	2.31	1643.55	300	0.26	8.21	
PAMPA GRANDE	2400	TR = 25	2857.51	2.38	10.37	10.54	0.000313	2.23	1651.48	300	0.26	7.99	
PAMPA GRANDE	2350	TR = 25	2857.51	3.88	10.29	10.51	0.000541	2.37	1418.09	300	0.33	6.41	
PAMPA GRANDE	2300	TR = 25	2857.51	4.09	10.21	10.47	0.000753	2.53	1285.34	300	0.38	6.12	
PAMPA GRANDE	2250	TR = 25	2857.51	3.29	10.2	10.43	0.000599	2.56	1368.9	300	0.35	6.91	
PAMPA GRANDE	2200	TR = 25	2857.51	2.31	10.19	10.4	0.000445	2.37	1491.29	300	0.3	7.88	
PAMPA GRANDE	2150	TR = 25	2857.51	2.53	10.21	10.36	0.000302	2.03	1687.82	300	0.25	7.68	
PAMPA GRANDE	2100	TR = 25	2857.51	2.68	10.2	10.35	0.000294	2	1707.59	300	0.25	7.52	
PAMPA GRANDE	2050	TR = 25	2857.51	2.2	10.18	10.33	0.000279	2.06	1725.69	300	0.25	7.98	
PAMPA GRANDE	2000	TR = 25	2857.51	2.19	10.14	10.32	0.000351	2.25	1590.91	300	0.27	7.95	
PAMPA GRANDE	1950	TR = 25	2857.51	1.52	10.09	10.29	0.000405	2.36	1509.2	300	0.29	8.57	
PAMPA GRANDE	1900	TR = 25	2857.51	2.68	10.11	10.26	0.000288	2.04	1707.98	300	0.25	7.43	
PAMPA GRANDE	1850	TR = 25	2857.51	2.41	10.05	10.24	0.000373	2.32	1560.07	300	0.28	7.64	
PAMPA GRANDE	1800	TR = 25	2857.51	2.43	10.06	10.22	0.000308	2.12	1670.51	300	0.26	7.63	
PAMPA GRANDE	1750	TR = 25	2857.51	1.81	10.06	10.19	0.000221	1.89	1844.32	300	0.22	8.25	
PAMPA GRANDE	1700	TR = 25	2857.51	1.84	10.03	10.18	0.000261	2.05	1732.94	300	0.24	8.19	
PAMPA GRANDE	1650	TR = 25	2857.51	1.84	10.02	10.16	0.000243	1.95	1784.76	300	0.23	8.18	
PAMPA GRANDE	1600	TR = 25	2857.51	2.12	10.02	10.15	0.000228	1.9	1835.74	300	0.22	7.9	
PAMPA GRANDE	1550	TR = 25	2857.51	1.46	10.02	10.13	0.000204	1.84	1908.39	300	0.21	8.56	
PAMPA GRANDE	1500	TR = 25	2857.51	1.71	9.98	10.12	0.000264	2.03	1764.31	300	0.24	8.27	
PAMPA GRANDE	1450	TR = 25	2857.51	1.74	9.96	10.11	0.000276	2.07	1736.53	300	0.25	8.22	
PAMPA GRANDE	1400	TR = 25	2857.51	0.95	9.94	10.09	0.000283	2.11	1711.43	300	0.25	8.99	
PAMPA GRANDE	1350	TR = 25	2857.51	1.53	9.94	10.07	0.000216	1.86	1865.8	300	0.22	8.41	
PAMPA GRANDE	1300	TR = 25	2857.51	1.67	9.94	10.06	0.000203	1.79	1897.83	300	0.21	8.27	
PAMPA GRANDE	1250	TR = 25	2857.51	1.61	9.93	10.05	0.0002	1.76	1904.57	300	0.21	8.32	
PAMPA GRANDE	1200	TR = 25	2857.51	0.8	9.92	10.04	0.00019	1.72	1935.04	300	0.2	9.12	
PAMPA GRANDE	1150	TR = 25	2857.51	0.88	9.87	10.02							

Tabla 19: Resultado para un Tr = 50 años

Reach	Seccion	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Ch	Tirante Hidraulico (m)
PAMPA GRANDE	5678	TR = 50	3205,83	4,95	12,49		12,9	0,000811	3,27	1261,87	290,2	0,41	7,54
PAMPA GRANDE	5650	TR = 50	3205,83	4,24	12,52		12,85	0,000636	2,97	1398,59	300	0,37	8,28
PAMPA GRANDE	5600	TR = 50	3205,83	2,66	12,55		12,81	0,000381	2,58	1585,65	290,4	0,29	9,89
PAMPA GRANDE	5550	TR = 50	3205,83	2,29	12,54		12,79	0,000379	2,56	1609,58	293,4	0,29	10,25
PAMPA GRANDE	5500	TR = 50	3205,83	2,91	12,5		12,77	0,000419	2,64	1579,08	300	0,3	9,59
PAMPA GRANDE	5450	TR = 50	3205,83	4,09	12,43		12,74	0,000571	2,88	1447,18	300	0,35	8,34
PAMPA GRANDE	5400	TR = 50	3205,83	3,52	12,43		12,7	0,000528	2,7	1518,28	300	0,33	8,91
PAMPA GRANDE	5350	TR = 50	3205,83	3,91	12,39		12,67	0,000599	2,78	1467,97	300	0,33	8,48
PAMPA GRANDE	5300	TR = 50	3205,83	3,59	12,34		12,63	0,000666	2,88	1427,17	300	0,37	8,75
PAMPA GRANDE	5250	TR = 50	3205,83	5,39	12,28		12,6	0,000761	2,99	1379,68	300	0,39	6,89
PAMPA GRANDE	5200	TR = 50	3205,83	4,03	12,31		12,54	0,0005	2,64	1573,91	300	0,33	8,28
PAMPA GRANDE	5150	TR = 50	3205,83	6,44	12,21		12,51	0,000795	2,88	1380,91	300	0,4	5,77
PAMPA GRANDE	5100	TR = 50	3205,83	5,46	12,16		12,47	0,00076	2,94	1388,91	300	0,39	6,7
PAMPA GRANDE	5050	TR = 50	3205,83	4,56	12,13		12,43	0,000718	2,9	1407,4	300	0,38	7,57
PAMPA GRANDE	5000	TR = 50	3205,83	4,76	11,97		12,38	0,000972	3,42	1250,13	300	0,45	7,21
PAMPA GRANDE	4950	TR = 50	3205,83	4,77	12		12,3	0,000725	2,87	1405,07	300	0,38	7,23
PAMPA GRANDE	4900	TR = 50	3205,83	6,12	11,9		12,25	0,000956	3,09	1290,63	300	0,43	5,78
PAMPA GRANDE	4850	TR = 50	3205,83	4,41	11,89		12,2	0,000702	2,96	1402,38	300	0,38	7,48
PAMPA GRANDE	4800	TR = 50	3205,83	3,3	11,9		12,16	0,000461	2,69	1573,84	300	0,32	8,6
PAMPA GRANDE	4750	TR = 50	3205,83	3,24	11,87		12,13	0,000488	2,68	1551,04	300	0,32	8,63
PAMPA GRANDE	4700	TR = 50	3205,83	3,06	11,86		12,1	0,000529	2,56	1550,09	300	0,33	8,8
PAMPA GRANDE	4650	TR = 50	3205,83	4,88	11,84		12,07	0,000492	2,57	1574,62	300	0,32	6,96
PAMPA GRANDE	4600	TR = 50	3205,83	4,98	11,85		12,04	0,000383	2,27	1712,93	300	0,28	6,87
PAMPA GRANDE	4550	TR = 50	3205,83	4,18	11,81		12,02	0,000372	2,41	1692,53	300	0,29	7,63
PAMPA GRANDE	4500	TR = 50	3205,83	5,3	11,74		11,99	0,000586	2,6	1500,26	300	0,35	6,44
PAMPA GRANDE	4450	TR = 50	3205,83	4,99	11,65		11,96	0,000684	2,83	1392,8	300	0,37	6,66
PAMPA GRANDE	4400	TR = 50	3205,83	5,51	11,67		11,94	0,000284	2,46	1840,88	300	0,33	6,16
PAMPA GRANDE	4350	TR = 50	3205,83	3,05	11,67		11,87	0,000458	2,38	1639,03	300	0,31	6,62
PAMPA GRANDE	4300	TR = 50	3205,83	4,98	11,62		11,85	0,00052	2,4	1567,36	300	0,32	6,64
PAMPA GRANDE	4250	TR = 50	3205,83	4,4	11,62		11,81	0,000398	2,3	1696,17	300	0,29	7,22
PAMPA GRANDE	4200	TR = 50	3205,83	4,57	11,6		11,8	0,000396	2,23	1664,59	300	0,29	7,03
PAMPA GRANDE	4150	TR = 50	3205,83	4,7	11,58		11,77	0,000367	2,26	1701,92	300	0,28	6,88
PAMPA GRANDE	4100	TR = 50	3205,83	5,57	11,52		11,75	0,000538	2,45	1529,7	300	0,33	5,95
PAMPA GRANDE	4050	TR = 50	3205,83	5,55	11,49		11,72	0,000552	2,49	1516,7	300	0,33	5,94
PAMPA GRANDE	4000	TR = 50	3205,83	5,15	11,43		11,69	0,000615	2,71	1463,78	300	0,35	6,28
PAMPA GRANDE	3950	TR = 50	3205,83	5,32	11,42		11,66	0,000541	2,51	1520,91	300	0,33	6,1
PAMPA GRANDE	3900	TR = 50	3205,83	4,19	11,36		11,63	0,000588	2,83	1458,46	300	0,35	7,17
PAMPA GRANDE	3850	TR = 50	3205,83	3,95	11,19		11,58	0,000875	3,44	1264,1	300	0,43	7,24
PAMPA GRANDE	3800	TR = 50	3205,83	1,73	11,21		11,52	0,00064	3,05	1412,27	300	0,37	9,48
PAMPA GRANDE	3750	TR = 50	3205,83	3,88	11,25		11,47	0,000426	2,49	1618,8	300	0,3	7,37
PAMPA GRANDE	3700	TR = 50	3205,83	3,82	11,23		11,44	0,000406	2,46	1643,53	300	0,3	7,41
PAMPA GRANDE	3650	TR = 50	3205,83	3,03	11,22		11,42	0,000373	2,48	1682,05	300	0,29	8,19
PAMPA GRANDE	3600	TR = 50	3205,83	2,7	11,21		11,4	0,000364	2,34	1700,7	300	0,28	8,51
PAMPA GRANDE	3550	TR = 50	3205,83	3,52	11,18		11,38	0,000388	2,42	1665,5	300	0,29	7,66
PAMPA GRANDE	3500	TR = 50	3205,83	3,43	11,17		11,36	0,000329	2,24	1747,64	300	0,27	7,74
PAMPA GRANDE	3450	TR = 50	3205,83	2,7	11,17		11,34	0,00028	2,11	1830,95	300	0,25	8,47
PAMPA GRANDE	3400	TR = 50	3205,83	2,52	11,15		11,32	0,000272	2,13	1840,11	300	0,25	8,63
PAMPA GRANDE	3350	TR = 50	3205,83	3,07	11,13		11,31	0,000299	2,17	1797,42	300	0,26	8,06
PAMPA GRANDE	3300	TR = 50	3205,83	2,45	11,13		11,29	0,00026	2,07	1870,29	300	0,24	8,68
PAMPA GRANDE	3250	TR = 50	3205,83	3,1	11,1		11,28	0,000286	2,14	1817,91	300	0,25	8
PAMPA GRANDE	3200	TR = 50	3205,83	3,43	11,08		11,26	0,000351	2,12	1732,52	300	0,27	7,65
PAMPA GRANDE	3150	TR = 50	3205,83	2,53	11,09		11,24	0,000279	1,75	1876,4	300	0,23	8,56
PAMPA GRANDE	3100	TR = 50	3205,83	2,97	11,07		11,22	0,000294	1,86	1845,46	300	0,24	8,1
PAMPA GRANDE	3050	TR = 50	3205,83	2,48	11,06		11,2	0,000266	1,85	1898,49	300	0,23	8,58
PAMPA GRANDE	3000	TR = 50	3205,83	3,28	11,04		11,19	0,000264	2,03	1891,14	300	0,24	7,76
PAMPA GRANDE	2950	TR = 50	3205,83	3,02	11,03		11,18	0,000253	2,05	1911,51	300	0,24	8,01
PAMPA GRANDE	2900	TR = 50	3205,83	3,21	10,99		11,16	0,000317	2,18	1788,7	300	0,26	7,78
PAMPA GRANDE	2850	TR = 50	3205,83	4,39	10,97		11,14	0,000341	2,07	1764,96	300	0,27	6,58
PAMPA GRANDE	2800	TR = 50	3205,83	3,97	10,96		11,13	0,00031	2,02	1812,16	300	0,25	6,99
PAMPA GRANDE	2750	TR = 50	3205,83	3,38	10,94		11,11	0,000303	2,1	1815,32	300	0,26	7,56
PAMPA GRANDE	2700	TR = 50	3205,83	4,1	10,85		11,08	0,000474	2,47	1564,44	300	0,31	6,75
PAMPA GRANDE	2650	TR = 50	3205,83	4,3	10,85		11,06	0,000464	2,31	1602,57	300	0,31	6,55
PAMPA GRANDE	2600	TR = 50	3205,83	3,74	10,84		11,03	0,000374	2,22	1707,68	300	0,28	7,1
PAMPA GRANDE	2550	TR = 50	3205,83	3,36	10,83		11,01	0,000356	2,18	1732,67	300	0,27	7,47
PAMPA GRANDE	2500	TR = 50	3205,83	2,74	10,81		10,99	0,000341	2,23	1750,96	300	0,27	8,07
PAMPA GRANDE	2450	TR = 50	3205,83	2,17	10,78		10,97	0,000335	2,39	1764,87	300	0,27	8,61
PAMPA GRANDE	2400	TR = 50	3205,83	2,38	10,77		10,95	0,000278	2,32	1772,76	300	0,27	8,89
PAMPA GRANDE	2350	TR = 50	3205,83	3,89	10,7		10,93	0,000521	2,44	1539,51	300	0,32	6,82
PAMPA GRANDE	2300	TR = 50	3205,83	4,09	10,62		10,89	0,000703	2,59	1407,83	300	0,37	6,53
PAMPA GRANDE	2250	TR = 50	3205,83	3,29	10,61		10,86	0,000571	2,62	1491,88	300	0,34	7,32
PAMPA GRANDE	2200	TR = 50	3205,83	2,31	10,6		10,82	0,000433	2,44	1614,37	300	0,3	8,29
PAMPA GRANDE	2150	TR = 50	3205,83	2,53	10,62		10,79	0,000302	2,11	1810,91	300	0,26	8,09
PAMPA GRANDE	2100	TR = 50	3205,83	2,68	10,61		10,77	0,000295	2,08	1830,68	300	0,25	7,93
PAMPA GRANDE	2050	TR = 50	3205,83	2,2	10,6		10,76	0,000281	2,15	1848,79	300	0,25	8,4
PAMPA GRANDE	2000	TR = 50	3205,83	2,19	10,55		10,74	0,000349	2,33	1713,99	300	0,28	8,36
PAMPA GRANDE	1950	TR = 50	3205,83	1,52	10,5		10,72	0,0004	2,44	1632,31	300	0,29	8,98
PAMPA GRANDE	1900	TR = 50	3205,83	2,68	10,52		10,69	0,00029	2,13	1831,08	300	0,25	7,84
PAMPA GRANDE	1850	TR = 50	3205,83	2,41	10,46		10,67	0,000369	2,4	1683,18	300	0,28	8,05
PAMPA GRANDE	1800	TR = 50	3205,83	2,43	10,47		10,64	0,000308	2,2	1793,61	300	0,26	8,04
PAMPA GRANDE	1750	TR = 50	3205,83	1,81	10,47		10,62	0,000226	1,97	1967,49	300	0,23	8,66
PAMPA GRANDE	1700	TR = 50	3205,83	1,84	10,44		10,6	0,000265	2,14	1855,9	300	0,24	8,6
PAMPA GRANDE	1650	TR = 50	3205,83	1,84	10,43		10,59	0,000247	2,04	1907,72	300	0,24	8,59
PAMPA GRANDE	1600	TR = 50	3205,83	2,12	10,43		10,57	0,000233	1,99	1958,68	300	0,23	8,31
PAMPA GRANDE	1550	TR = 50	3205,83	1,46	10,43		10,56	0,00021	1,93	2031,33	300	0,22	8,97
PAMPA GRANDE	1500	TR = 50	3205,83	1,71	10,39		10,54	0,000268	2,12	1886,97	300	0,24	8,68
PAMPA GRANDE	1450	TR = 50	3205,83	1,74	10,37		10,53	0,000278	2,16	1859,4	300	0,25	8,63
PAMPA GRANDE	1400	TR = 50	3205,83	3,95	10,35		10,51	0,000285	2,2	1833,94	300	0,25	9,4
PAMPA GRANDE	1350	TR = 50	3205,83	1,53	10,35		10,49	0,000221	1,95	1988,36	300	0,22	8,82
PAMPA GRANDE	1300	TR = 50	3205,83	1,67	10,35		10,48	0,000209	1,88	2020,33	300		

En la Tabla (20) presentamos de forma resumida los resultados obtenidos del Modelamiento realizado en HEC – RAS.

Tabla 20: Resumen del Modelamiento 1D

Tr = 5 años	Pendiente	Velocidad	Área	N de Froude	Tirante Hidráulico
	(m/m)	(m/s)	(m ²)		(m)
Máximo	0,001372	3,3	1580,09	0,5	8,87
Promedio	0,0004	1,9958	1229,2059	0,2829	6,2516
Tr = 10 años	Pendiente	Velocidad	Área	N de Froude	Tirante Hidráulico
	(m/m)	(m/s)	(m ²)		(m)
Máximo	0,001177	3,34	1749,41	0,48	9,35
Promedio	0,0004	2,1241	1391,2338	0,2856	6,7952
Tr = 25 años	Pendiente	Velocidad	Área	N de Froude	Tirante Hidráulico
	(m/m)	(m/s)	(m ²)		(m)
Máximo	0,001035	3,42	1935,04	0,46	9,89
Promedio	0,0004	2,2682	1574,1053	0,2898	7,419
Tr = 50 años	Pendiente	Velocidad	Área	N° de Froude	Tirante Hidráulico
	(m/m)	(m/s)	(m ²)		(m)
Máximo	0,000972	3,44	2057,41	0,45	10,25
Promedio	0,0004	2,343	1689,4717	0,2898	7,7939

En la sección 1170 se puede observar que es el lugar donde existe el mayor tirante Hidráulico, y en la sección 4050 el menor tirante hidráulico.

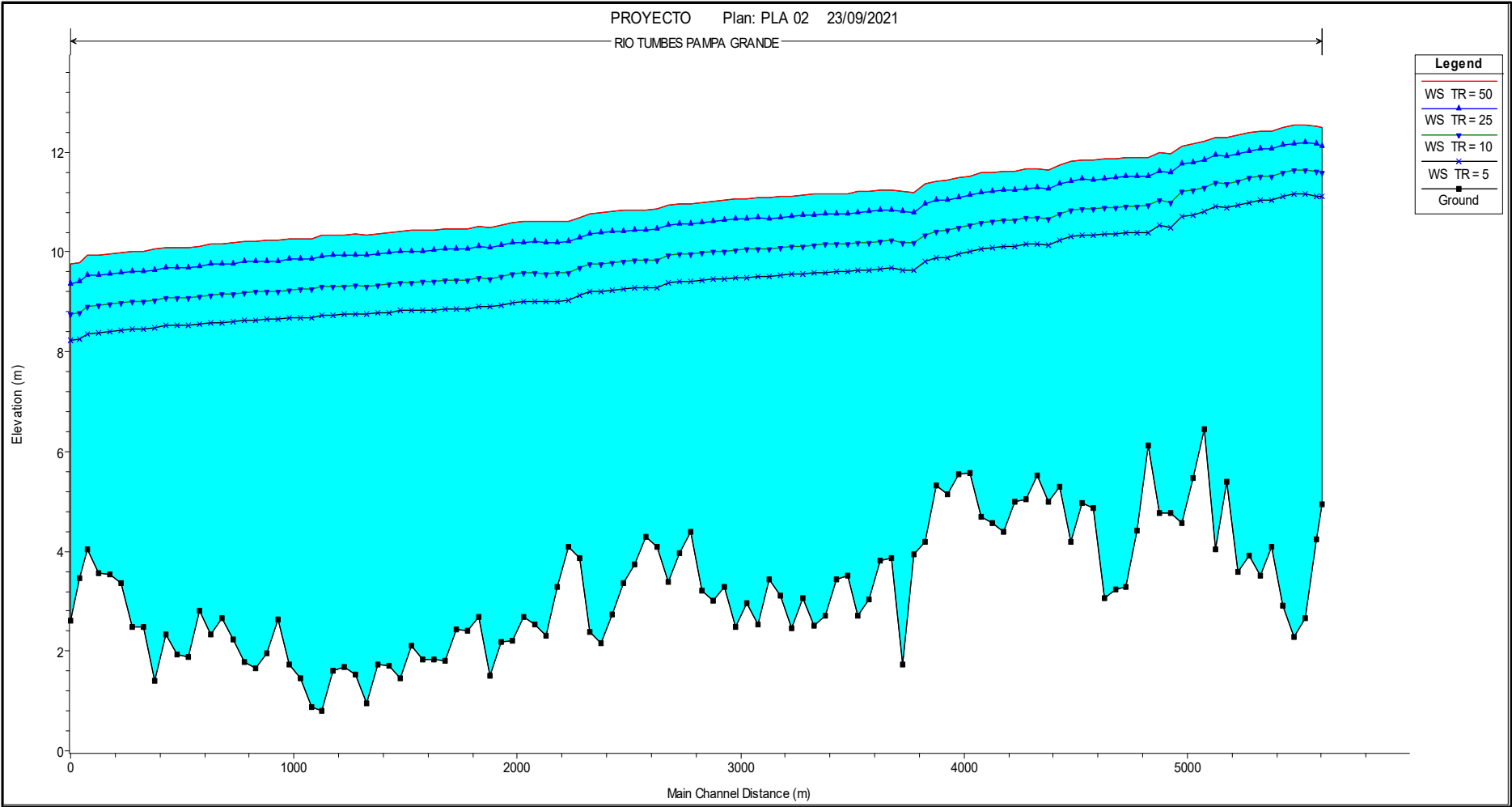


Figura 43: Perfiles de inundación para diferentes periodos de retorno

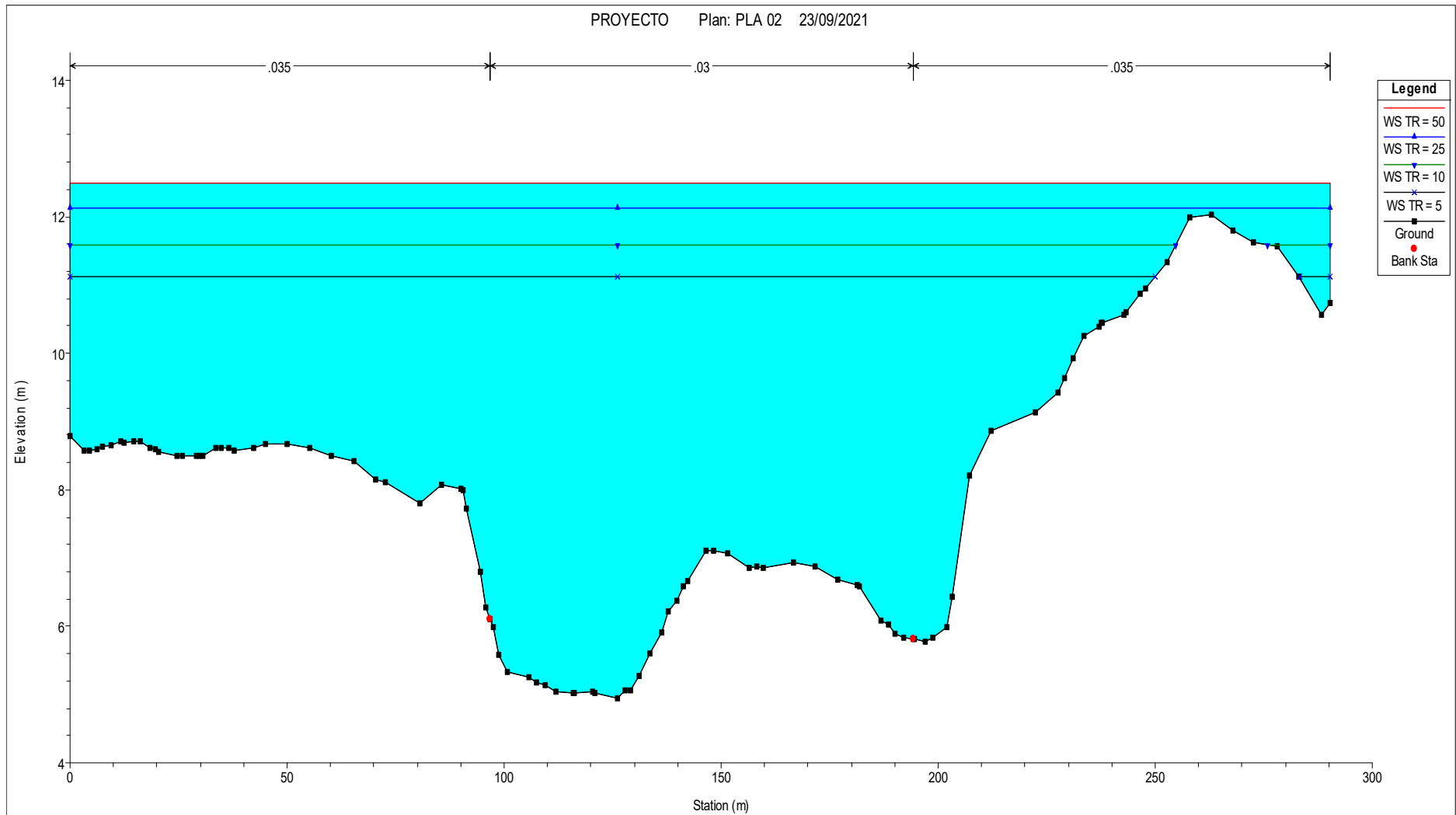


Figura 44: Tirantes de inundación en la Sección 5678 para diferentes periodos de retorno

En la sección 3900, se puede apreciar que existe la mayor velocidad y en la sección 3100 la menor velocidad.

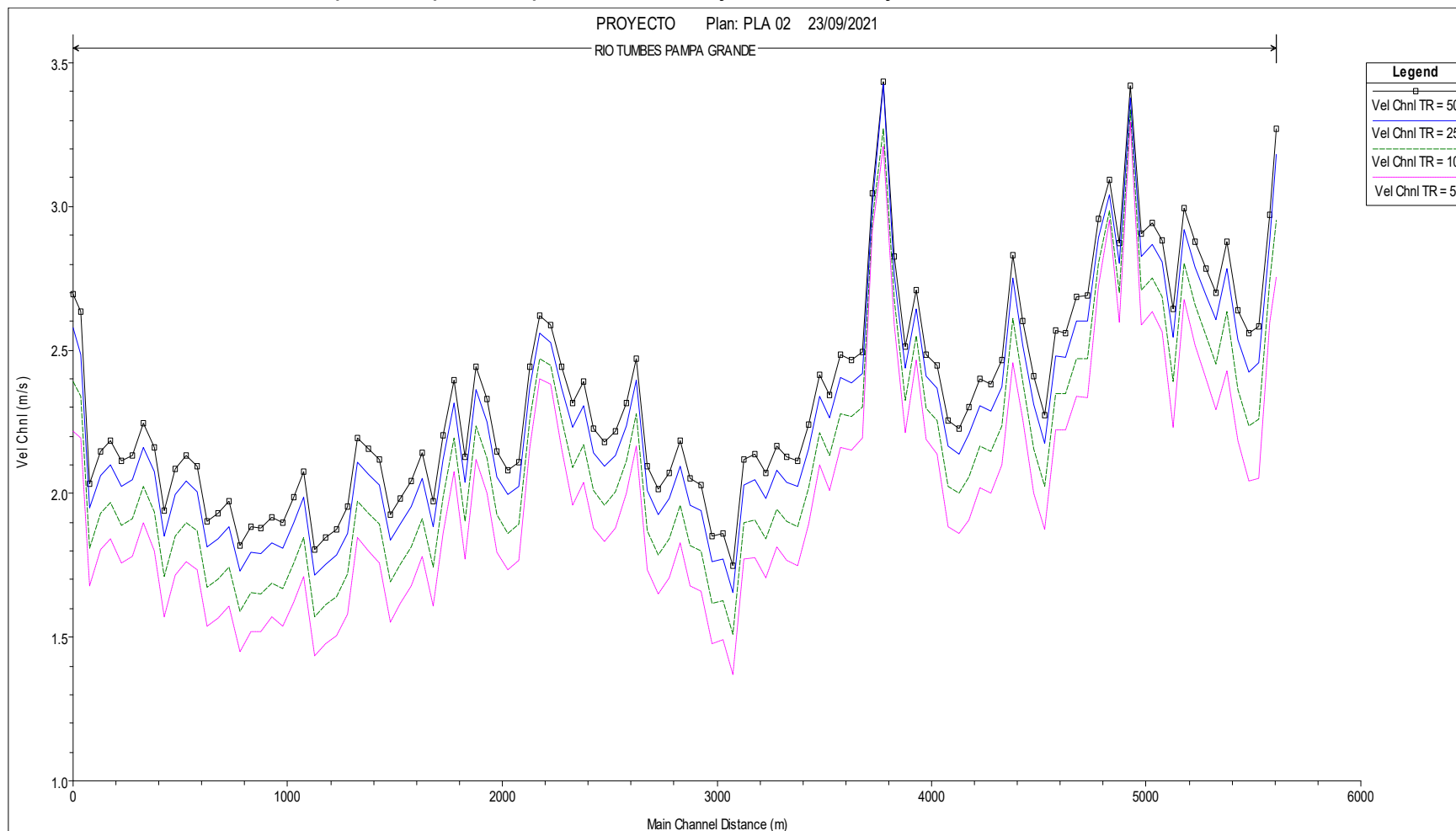


Figura 45: Velocidades para diferentes periodos de retorno en función al tramo

3.1.3.4. Simulación Hidráulica 2 D del Tramo en estudio

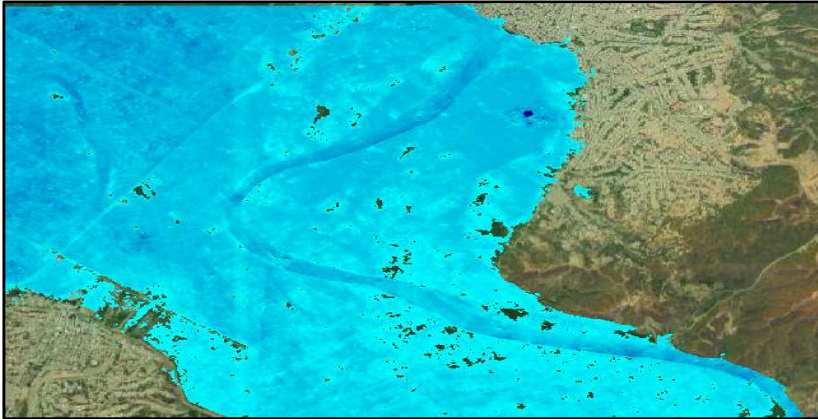


Figura 46: Modelamiento Hidráulico 2 D Tr = 5 años

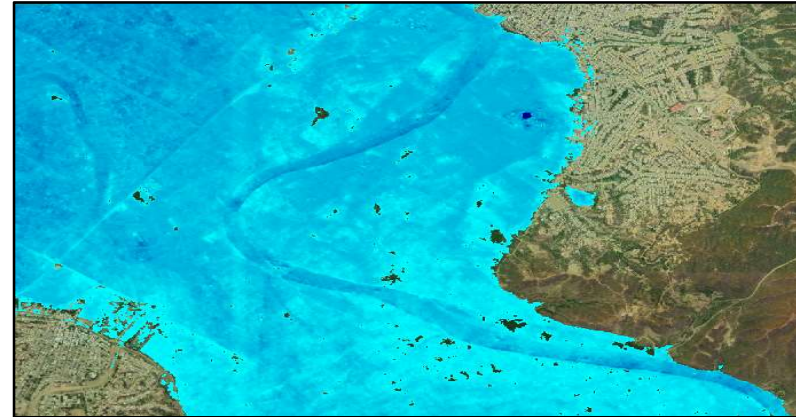


Figura 47: Modelamiento Hidráulico 2 D Tr = 10 años

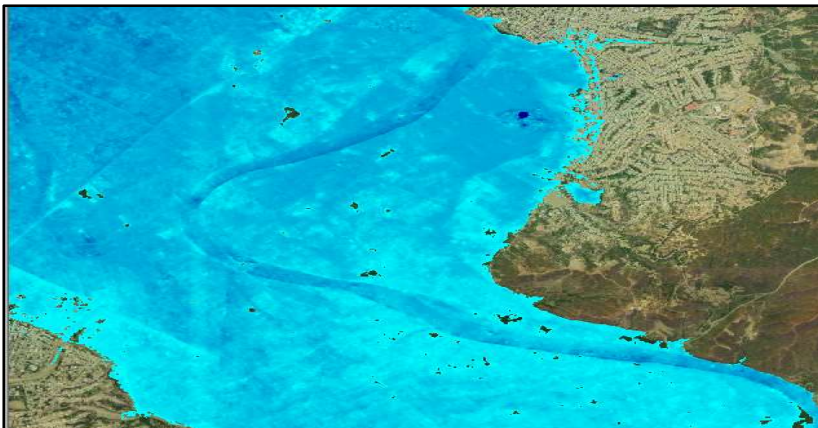


Figura 49: Modelamiento Hidráulico 2D Tr = 25 años



Figura 48: Modelamiento Hidráulico 2 D Tr = 50 años

3.1.4. Determinación de Áreas agrícolas afectadas por las máximas avenidas para diferentes periodos de retorno

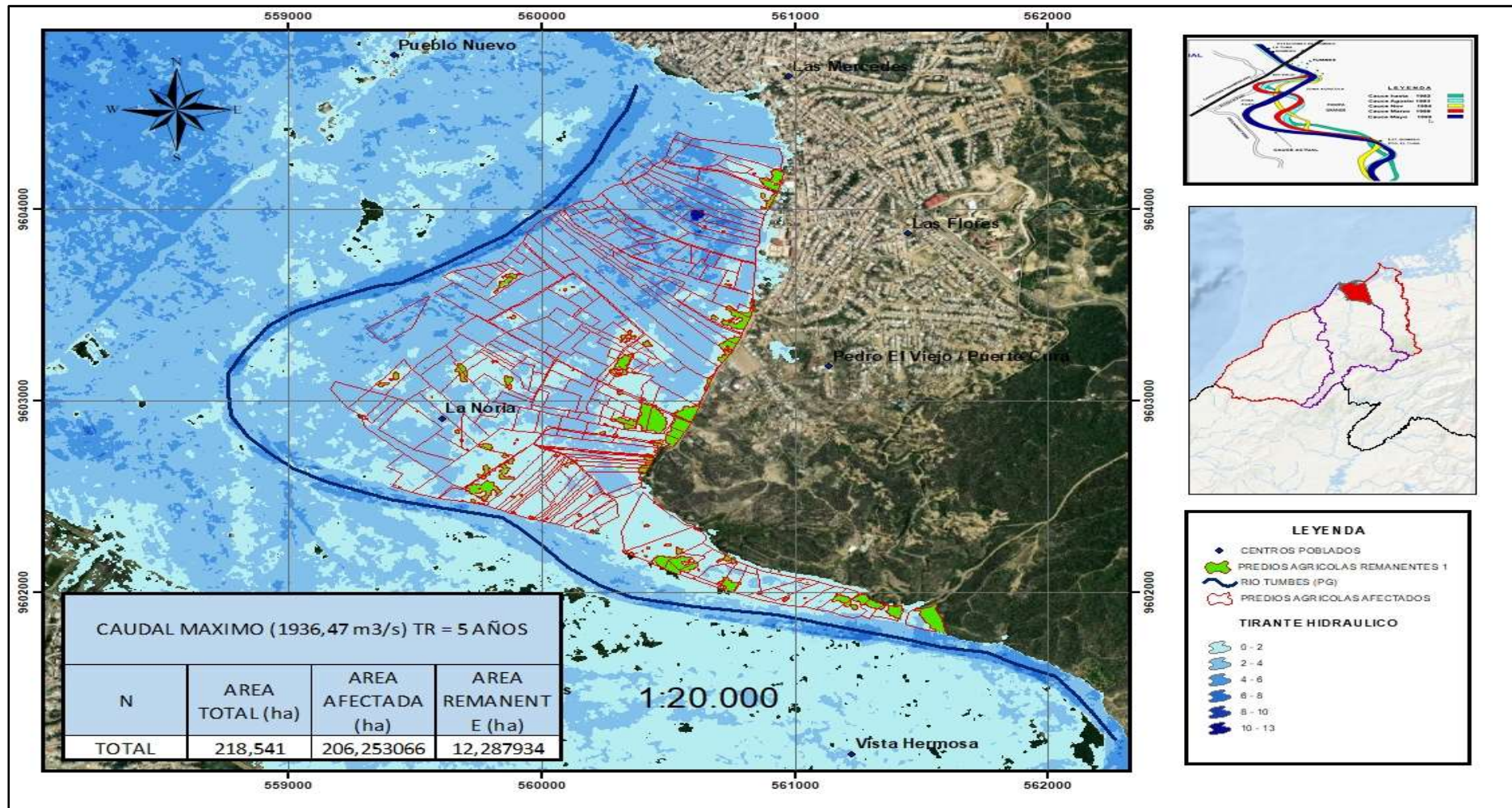


Figura 50: Modelamiento Hidráulico 2D TR = 5 AÑOS

De acuerdo al Figura (50) y la Tabla (21) se calculó un 94,377% de área agrícola perjudicada por la inundaciones.

Tabla 21: Áreas agrícolas afectadas Tr = 5 años

N	AREA TOTAL (ha)	AREA AFECTADA (ha)	AREA REMANENTE (ha)
0	0,1133	0,111308	0,0020
1	0,0925	0,092529	0,0000
2	1,3611	1,361056	0,0000
3	0,5818	0,581822	0,0000
4	0,6832	0,680121	0,0031
5	0,4983	0,498247	0,0001
6	0,5969	0,559299	0,0376
7	0,3265	0,32652	0,0000
8	1,1668	0,879797	0,2870
9	1,03	1,03	0,0000
10	1,6204	1,620406	0,0000
11	1,9022	1,876068	0,0261
12	1,4905	0,639321	0,8512
13	0,0857	0,065083	0,0206
14	0,6501	0,650093	0,0000
15	0,2994	0,299388	0,0000
16	0,4159	0,415876	0,0000
17	0,6825	0,290747	0,3918
18	1,5698	1,557942	0,0119
19	0,1839	0,183905	0,0000
20	0,472	0,462759	0,0092
21	0,8285	0,828487	0,0000
22	3,1392	3,050544	0,0887
23	0,658	0,653829	0,0042
24	0,0477	0,047666	0,0000
25	2,1926	2,192537	0,0001
26	0,8754	0,844941	0,0305
27	0,2078	0,207754	0,0000
28	0,3724	0,372367	0,0000
29	0,1724	0,172431	0,0000
30	0,8557	0,850605	0,0051
31	0,4432	0,443143	0,0001
32	0,6796	0,380562	0,2990
33	1,4013	1,399517	0,0018
34	0,3021	0,062247	0,2399
35	0,078	0,077998	0,0000

36	0,5515	0,551539	0,0000
37	3,3976	3,397522	0,0001
38	0,7025	0,702514	0,0000
39	0,1958	0,181487	0,0143
40	0,3153	0,314792	0,0005
41	0,1671	0,167055	0,0000
42	0,2529	0,160716	0,0922
43	0,8027	0,802714	0,0000
44	0,3459	0,345876	0,0000
45	0,2592	0,259159	0,0000
46	0,0677	0,067676	0,0000
47	0,4415	0,393494	0,0480
48	0,2399	0,239852	0,0000
49	0,4816	0,481574	0,0000
50	0,7014	0,621142	0,0803
51	7,1198	6,991762	0,1280
52	0,1629	0,161385	0,0015
53	3,2225	3,087785	0,1347
54	0,8574	0,857406	0,0000
55	0,1257	0,125089	0,0006
56	1,7468	1,746808	0,0000
57	0,0624	0,062382	0,0000
58	0,2063	0,206265	0,0000
59	0,2474	0,247387	0,0000
60	0,3004	0,298887	0,0015
61	0,2347	0,228025	0,0067
62	0,9727	0,972673	0,0000
63	0,5004	0,497865	0,0025
64	0,5204	0,440567	0,0798
65	0,4421	0,439804	0,0023
66	0,1192	0,119246	0,0000
67	0,6629	0,613984	0,0489
68	0,7131	0,709444	0,0037
69	0,7229	0,719199	0,0037
70	0,8511	0,846751	0,0043
71	1,4897	1,456634	0,0331
72	2,1576	2,15759	0,0000
73	0,0956	0,095629	0,0000
74	1,9772	1,712828	0,2644
75	0,0933	0,093298	0,0000
76	0,8729	0,85909	0,0138
77	0,4478	0,447832	0,0000
78	0,3633	0,017561	0,3457
79	0,6918	0,688264	0,0035
80	0,4222	0,420018	0,0022

81	0,7949	0,789402	0,0055
82	0,7324	0,680687	0,0517
83	1,39	1,311531	0,0785
84	1,4687	1,468651	0,0000
85	0,2621	0,264934	-0,0028
86	0,7407	0,733843	0,0069
87	0,165	0,164022	0,0010
88	2,0653	2,065225	0,0001
89	1,2522	0,97419	0,2780
90	1,4772	1,47714	0,0001
91	0,1271	0,126072	0,0010
92	0,6928	0,692815	0,0000
93	1,5338	1,374969	0,1588
94	1,6433	1,624289	0,0190
95	0,1642	0,16418	0,0000
96	0,0927	0,092701	0,0000
97	4,0268	4,005796	0,0210
98	0,121	0,120997	0,0000
99	0,2845	0,276927	0,0076
100	1,2303	1,200106	0,0302
101	0,437	0,436982	0,0000
102	0,7134	0,713379	0,0000
103	0,6604	0,660343	0,0001
104	0,9725	0,972528	0,0000
105	2,2376	2,237559	0,0000
106	0,1926	0,192618	0,0000
107	0,4038	0,402406	0,0014
108	0,2271	0,207944	0,0192
109	0,4533	0,435962	0,0173
110	1,0018	0,996641	0,0052
111	0,4415	0,441449	0,0001
112	1,1035	1,103498	0,0000
113	0,65	0,366791	0,2832
114	0,1392	0,139216	0,0000
115	0,405	0,402847	0,0022
116	0,1438	0,143014	0,0008
117	0,4546	0,254391	0,2002
118	0,762	0,751675	0,0103
119	2,0629	2,059002	0,0039
120	0,267	0,265644	0,0014
121	0,1967	0,195681	0,0010
122	0,1705	0,169587	0,0009
123	0,5201	0,290598	0,2295
124	0,7296	0,729634	0,0000
125	0,4902	0,49019	0,0000

126	0,3719	0,369966	0,0019
127	0,4393	0,4393	0,0000
128	1,0428	1,042733	0,0001
129	0,316	0,315998	0,0000
130	0,3626	0,360724	0,0019
131	0,6122	0,612166	0,0000
132	2,264	2,26395	0,0000
133	0,3847	0,382686	0,0020
134	0,3871	0,20674	0,1804
135	0,2411	0,24114	0,0000
136	1,427	1,426965	0,0000
137	1,1256	0,500682	0,6249
138	0,1629	0,162025	0,0009
139	0,3662	0,355248	0,0110
140	0,5374	0,537397	0,0000
141	1,229	1,228984	0,0000
142	0,442	0,439767	0,0022
143	0,4591	0,459096	0,0000
144	0,8514	0,622971	0,2284
145	0,6043	0,589767	0,0145
146	1,0532	0,306965	0,7462
147	1,4817	1,481711	0,0000
148	0,8293	0,615444	0,2139
149	3,0905	2,625077	0,4654
150	0,3243	0,322899	0,0014
151	3,2053	3,205144	0,0002
152	0,6144	0,614343	0,0001
153	0,6994	0,36491	0,3345
154	1,6783	1,456391	0,2219
155	1,3419	1,335032	0,0069
156	0,328	0,328006	0,0000
157	0,1634	0,163384	0,0000
158	0,5081	0,458485	0,0496
159	0,3947	0,387718	0,0070
160	1,3023	1,28944	0,0129
161	1,7008	1,647473	0,0533
162	0,3037	0,293362	0,0103
163	0,4788	0,478772	0,0000
164	2,1484	1,978094	0,1703
165	5,9891	5,960135	0,0290
166	0,2282	0,228194	0,0000
167	2,6695	2,653345	0,0162
168	1,7696	1,769553	0,0000
169	0,4828	0,482779	0,0000
170	0,8315	0,827191	0,0043

171	0,4313	0,42908	0,0022
172	0,1684	0,167555	0,0008
173	0,489	0,488991	0,0000
174	1,1919	1,125888	0,0660
175	3,2031	3,024712	0,1784
176	0,2167	0,216715	0,0000
177	0,634	0,633985	0,0000
178	1,2039	0,872932	0,3310
179	0,9013	0,887207	0,0141
180	0,0846	0,076168	0,0084
181	1,3327	1,332657	0,0000
182	2,7515	2,751489	0,0000
183	0,4532	0,424898	0,0283
184	2,4138	2,413806	0,0000
185	0,3072	0,305591	0,0016
186	0,6446	0,568896	0,0757
187	1,6908	1,224878	0,4659
188	0,2377	0,22128	0,0164
189	1,5951	1,595101	0,0000
190	0,7505	0,746453	0,0040
191	1,1122	0,994054	0,1181
192	1,6045	1,604418	0,0001
193	0,7127	0,692097	0,0206
194	1,498	1,497972	0,0000
195	1,7388	1,738723	0,0001
196	0,8568	0,856777	0,0000
197	0,0712	0,070785	0,0004
198	0,7315	0,727769	0,0037
199	0,27	0,266146	0,0039
200	0,8747	0,868878	0,0058
201	0,45	0,449986	0,0000
202	0,7049	0,701229	0,0037
203	0,4631	0,460675	0,0024
204	1,6418	1,641767	0,0000
205	1,4036	1,38393	0,0197
206	0,6236	0,620355	0,0032
207	0,9988	0,972383	0,0264
208	2,5207	2,428185	0,0925
209	0,5029	0,464154	0,0387
210	0,4444	0,444422	0,0000
211	0,8349	0,795368	0,0395
212	0,4033	0,401205	0,0021
213	0,4277	0,425276	0,0024
214	0,153	0,152178	0,0008
215	0,5266	0,526569	0,0000

216	0,4971	0,49713	0,0000
217	2,4979	2,474331	0,0236
218	0,4448	0,419574	0,0252
219	1,1754	1,028989	0,1464
220	2,4921	2,478181	0,0139
221	0,3399	0,338162	0,0017
222	2,0979	1,991873	0,1060
223	0,981	0,663221	0,3178
224	1,2802	1,278333	0,0019
225	3,1828	2,243692	0,9391
226	0,5496	0,549622	0,0000
227	1,0225	1,022524	0,0000
228	0,4031	0,403064	0,0000
229	1,5041	1,504064	0,0000
230	0,8658	0,802042	0,0638
231	1,037	1,030538	0,0065
232	0,1421	0,142113	0,0000
233	0,4215	0,420656	0,0008
234	1,3907	1,390682	0,0000
235	0,4745	0,474507	0,0000
236	2,2933	1,700571	0,5927
237	0,3416	0,34158	0,0000
238	0,9325	0,932509	0,0000
239	1,1559	1,155832	0,0001
TOTAL	218,541	206,253066	12,287934

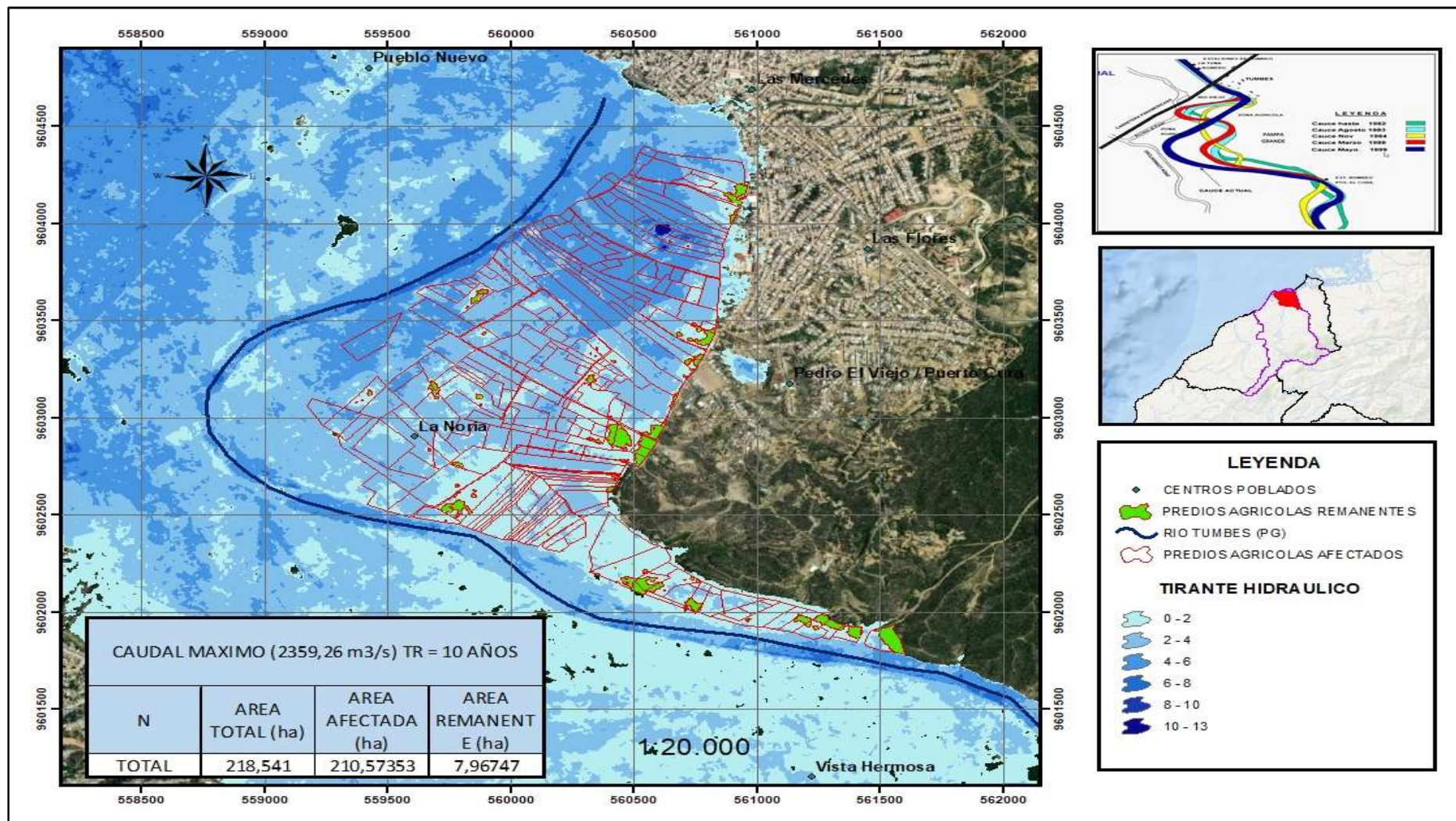


Figura 51: Modelamiento Hidráulico 2D TR = 10 AÑOS

De acuerdo a la Figura (51) y la Tabla (22) se calculó un 96,35% de área agrícola perjudicada por las inundaciones.

Tabla 22: áreas agrícolas afectadas Tr = 10 años

N	AREA TOTAL (ha)	AREA AFECTADA (ha)	AREA REMANENTE (ha)
0	0,1133	0,113265	0,0000
1	0,0925	0,092529	0,0000
2	1,3611	1,361056	0,0000
3	0,5818	0,581822	0,0000
4	0,6832	0,683144	0,0001
5	0,4983	0,498247	0,0001
6	0,5969	0,588357	0,0085
7	0,3265	0,32652	0,0000
8	1,1668	0,996321	0,1705
9	1,03	1,03	0,0000
10	1,6204	1,620406	0,0000
11	1,9022	1,891905	0,0103
12	1,4905	0,665671	0,8248
13	0,0857	0,085727	0,0000
14	0,6501	0,650093	0,0000
15	0,2994	0,299388	0,0000
16	0,4159	0,415876	0,0000
17	0,6825	0,370465	0,3120
18	1,5698	1,568833	0,0010
19	0,1839	0,183905	0,0000
20	0,472	0,471755	0,0002
21	0,8285	0,828487	0,0000
22	3,1392	3,072088	0,0671
23	0,658	0,658036	0,0000
24	0,0477	0,047666	0,0000
25	2,1926	2,192537	0,0001
26	0,8754	0,85842	0,0170
27	0,2078	0,207754	0,0000
28	0,3724	0,372367	0,0000
29	0,1724	0,172431	0,0000
30	0,8557	0,855693	0,0000
31	0,4432	0,443143	0,0001
32	0,6796	0,437894	0,2417
33	1,4013	1,40123	0,0001
34	0,3021	0,087988	0,2141
35	0,078	0,077998	0,0000

36	0,5515	0,551539	0,0000
37	3,3976	3,397543	0,0001
38	0,7025	0,702514	0,0000
39	0,1958	0,194657	0,0011
40	0,3153	0,315299	0,0000
41	0,1671	0,167055	0,0000
42	0,2529	0,19367	0,0592
43	0,8027	0,802714	0,0000
44	0,3459	0,345876	0,0000
45	0,2592	0,259159	0,0000
46	0,0677	0,067676	0,0000
47	0,4415	0,430089	0,0114
48	0,2399	0,239852	0,0000
49	0,4816	0,481574	0,0000
50	0,7014	0,69608	0,0053
51	7,1198	7,077648	0,0422
52	0,1629	0,162036	0,0009
53	3,2225	3,199901	0,0226
54	0,8574	0,857406	0,0000
55	0,1257	0,125089	0,0006
56	1,7468	1,746808	0,0000
57	0,0624	0,062382	0,0000
58	0,2063	0,206265	0,0000
59	0,2474	0,247387	0,0000
60	0,3004	0,298887	0,0015
61	0,2347	0,233501	0,0012
62	0,9727	0,972673	0,0000
63	0,5004	0,497865	0,0025
64	0,5204	0,449109	0,0713
65	0,4421	0,439804	0,0023
66	0,1192	0,119246	0,0000
67	0,6629	0,653032	0,0099
68	0,7131	0,709444	0,0037
69	0,7229	0,719199	0,0037
70	0,8511	0,846751	0,0043
71	1,4897	1,474093	0,0156
72	2,1576	2,15759	0,0000
73	0,0956	0,095629	0,0000
74	1,9772	1,793992	0,1832
75	0,0933	0,093298	0,0000
76	0,8729	0,865049	0,0079
77	0,4478	0,447832	0,0000
78	0,3633	0,043904	0,3194
79	0,6918	0,688264	0,0035
80	0,4222	0,420018	0,0022

81	0,7949	0,792855	0,0020
82	0,7324	0,699439	0,0330
83	1,39	1,356799	0,0332
84	1,4687	1,468651	0,0000
85	0,2621	0,264979	-0,0029
86	0,7407	0,736919	0,0038
87	0,165	0,164163	0,0008
88	2,0653	2,065225	0,0001
89	1,2522	1,060806	0,1914
90	1,4772	1,47714	0,0001
91	0,1271	0,128993	-0,0019
92	0,6928	0,692815	0,0000
93	1,5338	1,53286	0,0009
94	1,6433	1,634797	0,0085
95	0,1642	0,16418	0,0000
96	0,0927	0,092701	0,0000
97	4,0268	4,026304	0,0005
98	0,121	0,120997	0,0000
99	0,2845	0,283013	0,0015
100	1,2303	1,230273	0,0000
101	0,437	0,436982	0,0000
102	0,7134	0,713379	0,0000
103	0,6604	0,660343	0,0001
104	0,9725	0,972528	0,0000
105	2,2376	2,237559	0,0000
106	0,1926	0,192618	0,0000
107	0,4038	0,40377	0,0000
108	0,2271	0,210534	0,0166
109	0,4533	0,450456	0,0028
110	1,0018	0,996641	0,0052
111	0,4415	0,441449	0,0001
112	1,1035	1,103498	0,0000
113	0,65	0,548268	0,1017
114	0,1392	0,139216	0,0000
115	0,405	0,402916	0,0021
116	0,1438	0,143014	0,0008
117	0,4546	0,258664	0,1959
118	0,762	0,75806	0,0039
119	2,0629	2,0629	0,0000
120	0,267	0,265644	0,0014
121	0,1967	0,195681	0,0010
122	0,1705	0,169587	0,0009
123	0,5201	0,30258	0,2175
124	0,7296	0,729634	0,0000
125	0,4902	0,49019	0,0000

126	0,3719	0,369966	0,0019
127	0,4393	0,4393	0,0000
128	1,0428	1,042733	0,0001
129	0,316	0,315998	0,0000
130	0,3626	0,360724	0,0019
131	0,6122	0,612166	0,0000
132	2,264	2,26395	0,0000
133	0,3847	0,382686	0,0020
134	0,3871	0,340433	0,0467
135	0,2411	0,24114	0,0000
136	1,427	1,426965	0,0000
137	1,1256	0,800224	0,3254
138	0,1629	0,162025	0,0009
139	0,3662	0,36617	0,0000
140	0,5374	0,537397	0,0000
141	1,229	1,228984	0,0000
142	0,442	0,439767	0,0022
143	0,4591	0,459096	0,0000
144	0,8514	0,667623	0,1838
145	0,6043	0,598542	0,0058
146	1,0532	0,502873	0,5503
147	1,4817	1,481711	0,0000
148	0,8293	0,63956	0,1897
149	3,0905	2,856604	0,2339
150	0,3243	0,324641	-0,0003
151	3,2053	3,205228	0,0001
152	0,6144	0,614343	0,0001
153	0,6994	0,395541	0,3039
154	1,6783	1,54209	0,1362
155	1,3419	1,335032	0,0069
156	0,328	0,328006	0,0000
157	0,1634	0,163384	0,0000
158	0,5081	0,508093	0,0000
159	0,3947	0,394739	0,0000
160	1,3023	1,294393	0,0079
161	1,7008	1,653679	0,0471
162	0,3037	0,30371	0,0000
163	0,4788	0,478772	0,0000
164	2,1484	2,068369	0,0800
165	5,9891	5,971863	0,0172
166	0,2282	0,228194	0,0000
167	2,6695	2,655562	0,0139
168	1,7696	1,769553	0,0000
169	0,4828	0,482779	0,0000
170	0,8315	0,827191	0,0043

171	0,4313	0,42908	0,0022
172	0,1684	0,167555	0,0008
173	0,489	0,488991	0,0000
174	1,1919	1,180119	0,0118
175	3,2031	3,109994	0,0931
176	0,2167	0,216715	0,0000
177	0,634	0,633985	0,0000
178	1,2039	0,921565	0,2823
179	0,9013	0,899149	0,0022
180	0,0846	0,083487	0,0011
181	1,3327	1,332657	0,0000
182	2,7515	2,751489	0,0000
183	0,4532	0,452588	0,0006
184	2,4138	2,413806	0,0000
185	0,3072	0,305591	0,0016
186	0,6446	0,5859	0,0587
187	1,6908	1,3626	0,3282
188	0,2377	0,224592	0,0131
189	1,5951	1,595101	0,0000
190	0,7505	0,746633	0,0039
191	1,1122	1,028576	0,0836
192	1,6045	1,604418	0,0001
193	0,7127	0,708548	0,0042
194	1,498	1,497972	0,0000
195	1,7388	1,738723	0,0001
196	0,8568	0,856777	0,0000
197	0,0712	0,070785	0,0004
198	0,7315	0,727769	0,0037
199	0,27	0,269973	0,0000
200	0,8747	0,870232	0,0045
201	0,45	0,449986	0,0000
202	0,7049	0,701229	0,0037
203	0,4631	0,460675	0,0024
204	1,6418	1,641767	0,0000
205	1,4036	1,403563	0,0000
206	0,6236	0,620355	0,0032
207	0,9988	0,985358	0,0134
208	2,5207	2,460338	0,0604
209	0,5029	0,49661	0,0063
210	0,4444	0,444422	0,0000
211	0,8349	0,831563	0,0033
212	0,4033	0,401205	0,0021
213	0,4277	0,425551	0,0021
214	0,153	0,152178	0,0008
215	0,5266	0,526569	0,0000

216	0,4971	0,49713	0,0000
217	2,4979	2,494251	0,0036
218	0,4448	0,43073	0,0141
219	1,1754	1,131646	0,0438
220	2,4921	2,484717	0,0074
221	0,3399	0,338162	0,0017
222	2,0979	2,031812	0,0661
223	0,981	0,704457	0,2765
224	1,2802	1,280217	0,0000
225	3,1828	2,654496	0,5283
226	0,5496	0,549622	0,0000
227	1,0225	1,022524	0,0000
228	0,4031	0,403064	0,0000
229	1,5041	1,504064	0,0000
230	0,8658	0,860204	0,0056
231	1,037	1,034766	0,0022
232	0,1421	0,142113	0,0000
233	0,4215	0,421499	0,0000
234	1,3907	1,390682	0,0000
235	0,4745	0,474507	0,0000
236	2,2933	1,895972	0,3973
237	0,3416	0,34158	0,0000
238	0,9325	0,932509	0,0000
239	1,1559	1,155832	0,0001
TOTAL	218,541	210,57353	7,96747

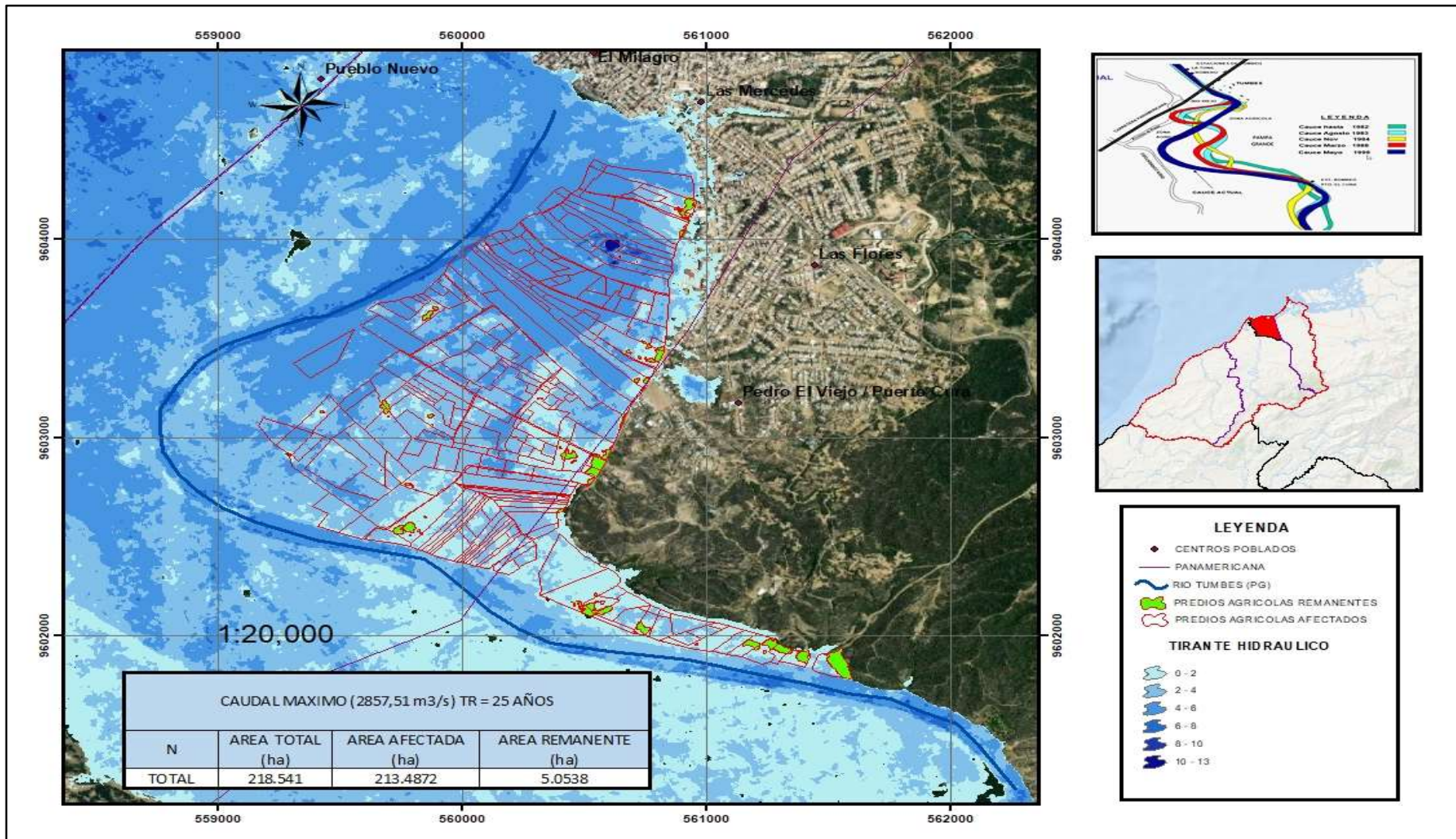


Figura 52 : Modelamiento Hidráulico 2D TR = 25 AÑOS

De acuerdo a la Figura (52) y la Tabla (23), se calculó un 97,68% de área agrícola perjudicada por la inundaciones.

Tabla 23: Áreas agrícolas afectadas Tr = 25 años

N	AREA TOTAL (ha)	AREA AFECTADA (ha)	AREA REMANENTE (ha)
0	0,1133	0,1133	0,0000
1	0,0925	0,0925	0,0000
2	1,3611	1,3611	0,0000
3	0,5818	0,5818	0,0000
4	0,6832	0,6831	0,0001
5	0,4983	0,4982	0,0001
6	0,5969	0,5969	0,0000
7	0,3265	0,3265	0,0000
8	1,1668	1,1021	0,0647
9	1,03	1,0300	0,0000
10	1,6204	1,6204	0,0000
11	1,9022	1,9019	0,0003
12	1,4905	0,6883	0,8022
13	0,0857	0,0857	0,0000
14	0,6501	0,6501	0,0000
15	0,2994	0,2994	0,0000
16	0,4159	0,4159	0,0000
17	0,6825	0,5006	0,1819
18	1,5698	1,5698	0,0000
19	0,1839	0,1839	0,0000
20	0,472	0,4720	0,0000
21	0,8285	0,8285	0,0000
22	3,1392	3,0959	0,0433
23	0,658	0,6580	0,0000
24	0,0477	0,0477	0,0000
25	2,1926	2,1925	0,0001
26	0,8754	0,8697	0,0057
27	0,2078	0,2078	0,0000
28	0,3724	0,3724	0,0000
29	0,1724	0,1724	0,0000
30	0,8557	0,8557	0,0000
31	0,4432	0,4431	0,0001
32	0,6796	0,5000	0,1796
33	1,4013	1,4012	0,0001
34	0,3021	0,1455	0,1566
35	0,078	0,0780	0,0000

36	0,5515	0,5515	0,0000
37	3,3976	3,3975	0,0001
38	0,7025	0,7025	0,0000
39	0,1958	0,1958	0,0000
40	0,3153	0,3153	0,0000
41	0,1671	0,1671	0,0000
42	0,2529	0,2127	0,0402
43	0,8027	0,8027	0,0000
44	0,3459	0,3459	0,0000
45	0,2592	0,2592	0,0000
46	0,0677	0,0677	0,0000
47	0,4415	0,4415	0,0000
48	0,2399	0,2399	0,0000
49	0,4816	0,4816	0,0000
50	0,7014	0,7014	0,0000
51	7,1198	7,1162	0,0036
52	0,1629	0,1620	0,0009
53	3,2225	3,2225	0,0000
54	0,8574	0,8574	0,0000
55	0,1257	0,1251	0,0006
56	1,7468	1,7468	0,0000
57	0,0624	0,0624	0,0000
58	0,2063	0,2063	0,0000
59	0,2474	0,2474	0,0000
60	0,3004	0,2989	0,0015
61	0,2347	0,2335	0,0012
62	0,9727	0,9727	0,0000
63	0,5004	0,4979	0,0025
64	0,5204	0,4571	0,0633
65	0,4421	0,4398	0,0023
66	0,1192	0,1192	0,0000
67	0,6629	0,6626	0,0003
68	0,7131	0,7094	0,0037
69	0,7229	0,7192	0,0037
70	0,8511	0,8468	0,0043
71	1,4897	1,4857	0,0040
72	2,1576	2,1576	0,0000
73	0,0956	0,0956	0,0000
74	1,9772	1,8357	0,1415
75	0,0933	0,0933	0,0000
76	0,8729	0,8695	0,0034
77	0,4478	0,4478	0,0000
78	0,3633	0,0805	0,2828
79	0,6918	0,6883	0,0035
80	0,4222	0,4200	0,0022

81	0,7949	0,7949	0,0000
82	0,7324	0,7217	0,0107
83	1,39	1,3718	0,0182
84	1,4687	1,4687	0,0000
85	0,2621	0,2650	-0,0029
86	0,7407	0,7369	0,0038
87	0,165	0,1642	0,0008
88	2,0653	2,0652	0,0001
89	1,2522	1,1186	0,1336
90	1,4772	1,4771	0,0001
91	0,1271	0,1290	-0,0019
92	0,6928	0,6928	0,0000
93	1,5338	1,5338	0,0000
94	1,6433	1,6395	0,0038
95	0,1642	0,1642	0,0000
96	0,0927	0,0927	0,0000
97	4,0268	4,0267	0,0001
98	0,121	0,1210	0,0000
99	0,2845	0,2830	0,0015
100	1,2303	1,2303	0,0000
101	0,437	0,4370	0,0000
102	0,7134	0,7134	0,0000
103	0,6604	0,6603	0,0001
104	0,9725	0,9725	0,0000
105	2,2376	2,2376	0,0000
106	0,1926	0,1926	0,0000
107	0,4038	0,4038	0,0000
108	0,2271	0,2131	0,0140
109	0,4533	0,4509	0,0024
110	1,0018	0,9966	0,0052
111	0,4415	0,4414	0,0001
112	1,1035	1,1035	0,0000
113	0,65	0,6445	0,0055
114	0,1392	0,1392	0,0000
115	0,405	0,4029	0,0021
116	0,1438	0,1430	0,0008
117	0,4546	0,2634	0,1912
118	0,762	0,7581	0,0039
119	2,0629	2,0629	0,0000
120	0,267	0,2656	0,0014
121	0,1967	0,1957	0,0010
122	0,1705	0,1696	0,0009
123	0,5201	0,3559	0,1642
124	0,7296	0,7296	0,0000
125	0,4902	0,4902	0,0000

126	0,3719	0,3700	0,0019
127	0,4393	0,4393	0,0000
128	1,0428	1,0427	0,0001
129	0,316	0,3160	0,0000
130	0,3626	0,3607	0,0019
131	0,6122	0,6122	0,0000
132	2,264	2,2640	0,0000
133	0,3847	0,3827	0,0020
134	0,3871	0,3921	-0,0050
135	0,2411	0,2411	0,0000
136	1,427	1,4270	0,0000
137	1,1256	1,0519	0,0737
138	0,1629	0,1620	0,0009
139	0,3662	0,3662	0,0000
140	0,5374	0,5374	0,0000
141	1,229	1,2290	0,0000
142	0,442	0,4398	0,0022
143	0,4591	0,4591	0,0000
144	0,8514	0,7371	0,1143
145	0,6043	0,6043	0,0000
146	1,0532	0,9017	0,1515
147	1,4817	1,4817	0,0000
148	0,8293	0,6631	0,1662
149	3,0905	3,0221	0,0684
150	0,3243	0,3246	-0,0003
151	3,2053	3,2052	0,0001
152	0,6144	0,6143	0,0001
153	0,6994	0,4375	0,2619
154	1,6783	1,5992	0,0791
155	1,3419	1,3350	0,0069
156	0,328	0,3280	0,0000
157	0,1634	0,1634	0,0000
158	0,5081	0,5081	0,0000
159	0,3947	0,3947	0,0000
160	1,3023	1,2996	0,0027
161	1,7008	1,6597	0,0411
162	0,3037	0,3037	0,0000
163	0,4788	0,4788	0,0000
164	2,1484	2,1017	0,0467
165	5,9891	5,9834	0,0057
166	0,2282	0,2282	0,0000
167	2,6695	2,6578	0,0117
168	1,7696	1,7696	0,0000
169	0,4828	0,4828	0,0000
170	0,8315	0,8272	0,0043

171	0,4313	0,4291	0,0022
172	0,1684	0,1676	0,0008
173	0,489	0,4890	0,0000
174	1,1919	1,1919	0,0000
175	3,2031	3,1373	0,0658
176	0,2167	0,2167	0,0000
177	0,634	0,6340	0,0000
178	1,2039	0,9756	0,2283
179	0,9013	0,9013	0,0000
180	0,0846	0,0841	0,0005
181	1,3327	1,3327	0,0000
182	2,7515	2,7515	0,0000
183	0,4532	0,4532	0,0000
184	2,4138	2,4138	0,0000
185	0,3072	0,3056	0,0016
186	0,6446	0,6019	0,0427
187	1,6908	1,5539	0,1369
188	0,2377	0,2284	0,0093
189	1,5951	1,5951	0,0000
190	0,7505	0,7466	0,0039
191	1,1122	1,0945	0,0177
192	1,6045	1,6044	0,0001
193	0,7127	0,7091	0,0036
194	1,498	1,4980	0,0000
195	1,7388	1,7387	0,0001
196	0,8568	0,8568	0,0000
197	0,0712	0,0708	0,0004
198	0,7315	0,7278	0,0037
199	0,27	0,2700	0,0000
200	0,8747	0,8702	0,0045
201	0,45	0,4500	0,0000
202	0,7049	0,7012	0,0037
203	0,4631	0,4607	0,0024
204	1,6418	1,6418	0,0000
205	1,4036	1,4036	0,0000
206	0,6236	0,6204	0,0032
207	0,9988	0,9988	0,0000
208	2,5207	2,4834	0,0373
209	0,5029	0,5003	0,0026
210	0,4444	0,4444	0,0000
211	0,8349	0,8330	0,0019
212	0,4033	0,4012	0,0021
213	0,4277	0,4256	0,0021
214	0,153	0,1522	0,0008
215	0,5266	0,5266	0,0000

216	0,4971	0,4971	0,0000
217	2,4979	2,4971	0,0008
218	0,4448	0,4448	0,0000
219	1,1754	1,1597	0,0157
220	2,4921	2,4897	0,0024
221	0,3399	0,3382	0,0017
222	2,0979	2,0706	0,0273
223	0,981	0,7481	0,2329
224	1,2802	1,2802	0,0000
225	3,1828	2,8406	0,3422
226	0,5496	0,5496	0,0000
227	1,0225	1,0225	0,0000
228	0,4031	0,4031	0,0000
229	1,5041	1,5041	0,0000
230	0,8658	0,8654	0,0004
231	1,037	1,0370	0,0000
232	0,1421	0,1421	0,0000
233	0,4215	0,4215	0,0000
234	1,3907	1,3907	0,0000
235	0,4745	0,4745	0,0000
236	2,2933	2,0411	0,2522
237	0,3416	0,3416	0,0000
238	0,9325	0,9325	0,0000
239	1,1559	1,1558	0,0001
TOTAL	218,541	213,4872	5,0538

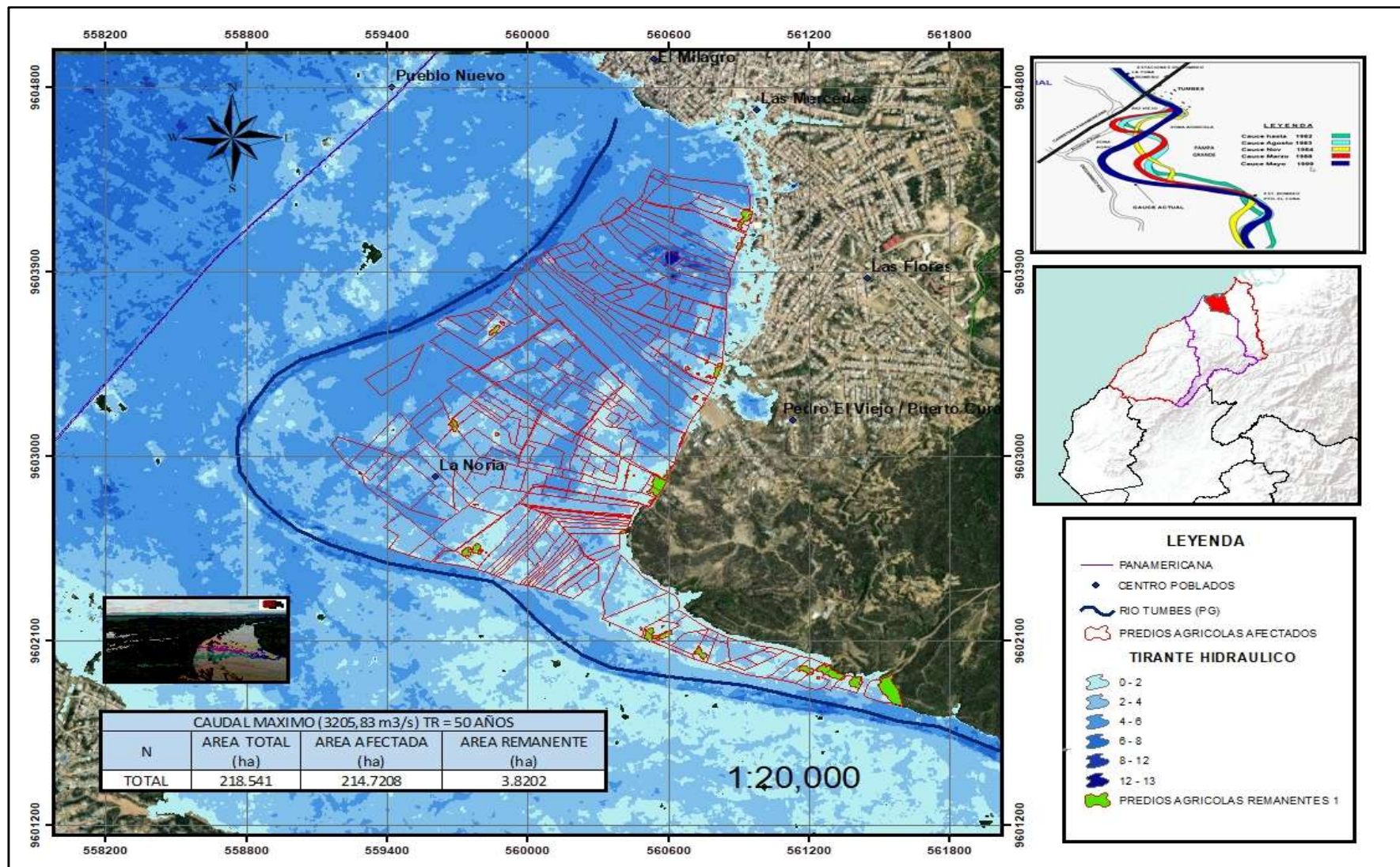


Figura 53 : Modelamiento Hidráulico 2D TR = 50 AÑOS

De acuerdo a la Figura (53) y la Tabla (24), se calculó un 98,25% de área agrícola perjudicada por las inundaciones.

Tabla 24: Áreas agrícolas afectadas Tr = 50 años

N	AREA TOTAL (ha)	AREA AFECTADA (ha)	AREA REMANENTE (ha)
0	0,1133	0,1133	0,0000
1	0,0925	0,0925	0,0000
2	1,3611	1,3611	0,0000
3	0,5818	0,5818	0,0000
4	0,6832	0,6831	0,0001
5	0,4983	0,4982	0,0001
6	0,5969	0,5969	0,0000
7	0,3265	0,3265	0,0000
8	1,1668	1,1341	0,0327
9	1,03	1,0300	0,0000
10	1,6204	1,6204	0,0000
11	1,9022	1,9022	0,0000
12	1,4905	0,7110	0,7795
13	0,0857	0,0857	0,0000
14	0,6501	0,6501	0,0000
15	0,2994	0,2994	0,0000
16	0,4159	0,4159	0,0000
17	0,6825	0,5758	0,1067
18	1,5698	1,5698	0,0000
19	0,1839	0,1839	0,0000
20	0,472	0,4720	0,0000
21	0,8285	0,8285	0,0000
22	3,1392	3,1111	0,0281
23	0,658	0,6580	0,0000
24	0,0477	0,0477	0,0000
25	2,1926	2,1925	0,0001
26	0,8754	0,8741	0,0013
27	0,2078	0,2078	0,0000
28	0,3724	0,3724	0,0000
29	0,1724	0,1724	0,0000
30	0,8557	0,8557	0,0000
31	0,4432	0,4431	0,0001
32	0,6796	0,5461	0,1335
33	1,4013	1,4012	0,0001
34	0,3021	0,1760	0,1261
35	0,078	0,0780	0,0000
36	0,5515	0,5515	0,0000
37	3,3976	3,3975	0,0001

38	0,7025	0,7025	0,0000
39	0,1958	0,1958	0,0000
40	0,3153	0,3153	0,0000
41	0,1671	0,1671	0,0000
42	0,2529	0,2233	0,0297
43	0,8027	0,8027	0,0000
44	0,3459	0,3459	0,0000
45	0,2592	0,2592	0,0000
46	0,0677	0,0677	0,0000
47	0,4415	0,4415	0,0000
48	0,2399	0,2399	0,0000
49	0,4816	0,4816	0,0000
50	0,7014	0,7014	0,0000
51	7,1198	7,1195	0,0003
52	0,1629	0,1620	0,0009
53	3,2225	3,2225	0,0000
54	0,8574	0,8574	0,0000
55	0,1257	0,1251	0,0006
56	1,7468	1,7468	0,0000
57	0,0624	0,0624	0,0000
58	0,2063	0,2063	0,0000
59	0,2474	0,2474	0,0000
60	0,3004	0,2989	0,0015
61	0,2347	0,2335	0,0012
62	0,9727	0,9727	0,0000
63	0,5004	0,4979	0,0025
64	0,5204	0,4633	0,0571
65	0,4421	0,4398	0,0023
66	0,1192	0,1192	0,0000
67	0,6629	0,6629	0,0000
68	0,7131	0,7094	0,0037
69	0,7229	0,7192	0,0037
70	0,8511	0,8468	0,0043
71	1,4897	1,4896	0,0001
72	2,1576	2,1576	0,0000
73	0,0956	0,0956	0,0000
74	1,9772	1,8544	0,1228
75	0,0933	0,0933	0,0000
76	0,8729	0,8724	0,0005
77	0,4478	0,4478	0,0000
78	0,3633	0,1008	0,2625
79	0,6918	0,6883	0,0035
80	0,4222	0,4200	0,0022
81	0,7949	0,7949	0,0000
82	0,7324	0,7275	0,0049

83	1,39	1,3884	0,0016
84	1,4687	1,4687	0,0000
85	0,2621	0,2650	-0,0029
86	0,7407	0,7369	0,0038
87	0,165	0,1642	0,0008
88	2,0653	2,0652	0,0001
89	1,2522	1,1336	0,1186
90	1,4772	1,4771	0,0001
91	0,1271	0,1290	-0,0019
92	0,6928	0,6928	0,0000
93	1,5338	1,5338	0,0000
94	1,6433	1,6419	0,0014
95	0,1642	0,1642	0,0000
96	0,0927	0,0927	0,0000
97	4,0268	4,0267	0,0001
98	0,121	0,1210	0,0000
99	0,2845	0,2830	0,0015
100	1,2303	1,2303	0,0000
101	0,437	0,4370	0,0000
102	0,7134	0,7134	0,0000
103	0,6604	0,6603	0,0001
104	0,9725	0,9725	0,0000
105	2,2376	2,2376	0,0000
106	0,1926	0,1926	0,0000
107	0,4038	0,4038	0,0000
108	0,2271	0,2151	0,0120
109	0,4533	0,4509	0,0024
110	1,0018	0,9966	0,0052
111	0,4415	0,4414	0,0001
112	1,1035	1,1035	0,0000
113	0,65	0,6500	0,0000
114	0,1392	0,1392	0,0000
115	0,405	0,4029	0,0021
116	0,1438	0,1430	0,0008
117	0,4546	0,2669	0,1877
118	0,762	0,7581	0,0039
119	2,0629	2,0629	0,0000
120	0,267	0,2656	0,0014
121	0,1967	0,1957	0,0010
122	0,1705	0,1696	0,0009
123	0,5201	0,4030	0,1171
124	0,7296	0,7296	0,0000
125	0,4902	0,4902	0,0000
126	0,3719	0,3700	0,0019
127	0,4393	0,4393	0,0000

128	1,0428	1,0427	0,0001
129	0,316	0,3160	0,0000
130	0,3626	0,3607	0,0019
131	0,6122	0,6122	0,0000
132	2,264	2,2640	0,0000
133	0,3847	0,3827	0,0020
134	0,3871	0,3921	-0,0050
135	0,2411	0,2411	0,0000
136	1,427	1,4270	0,0000
137	1,1256	1,1166	0,0090
138	0,1629	0,1620	0,0009
139	0,3662	0,3662	0,0000
140	0,5374	0,5374	0,0000
141	1,229	1,2290	0,0000
142	0,442	0,4398	0,0022
143	0,4591	0,4591	0,0000
144	0,8514	0,8090	0,0424
145	0,6043	0,6043	0,0000
146	1,0532	1,0498	0,0034
147	1,4817	1,4817	0,0000
148	0,8293	0,6808	0,1485
149	3,0905	3,0797	0,0108
150	0,3243	0,3246	-0,0003
151	3,2053	3,2052	0,0001
152	0,6144	0,6143	0,0001
153	0,6994	0,4741	0,2253
154	1,6783	1,6472	0,0311
155	1,3419	1,3350	0,0069
156	0,328	0,3280	0,0000
157	0,1634	0,1634	0,0000
158	0,5081	0,5081	0,0000
159	0,3947	0,3947	0,0000
160	1,3023	1,3016	0,0007
161	1,7008	1,6642	0,0366
162	0,3037	0,3037	0,0000
163	0,4788	0,4788	0,0000
164	2,1484	2,1163	0,0321
165	5,9891	5,9884	0,0007
166	0,2282	0,2282	0,0000
167	2,6695	2,6593	0,0102
168	1,7696	1,7696	0,0000
169	0,4828	0,4828	0,0000
170	0,8315	0,8272	0,0043
171	0,4313	0,4291	0,0022
172	0,1684	0,1676	0,0008

173	0,489	0,4890	0,0000
174	1,1919	1,1919	0,0000
175	3,2031	3,1499	0,0532
176	0,2167	0,2167	0,0000
177	0,634	0,6340	0,0000
178	1,2039	1,0090	0,1949
179	0,9013	0,9013	0,0000
180	0,0846	0,0841	0,0005
181	1,3327	1,3327	0,0000
182	2,7515	2,7515	0,0000
183	0,4532	0,4532	0,0000
184	2,4138	2,4138	0,0000
185	0,3072	0,3056	0,0016
186	0,6446	0,6120	0,0326
187	1,6908	1,6242	0,0666
188	0,2377	0,2317	0,0061
189	1,5951	1,5951	0,0000
190	0,7505	0,7466	0,0039
191	1,1122	1,1065	0,0057
192	1,6045	1,6044	0,0001
193	0,7127	0,7091	0,0036
194	1,498	1,4980	0,0000
195	1,7388	1,7387	0,0001
196	0,8568	0,8568	0,0000
197	0,0712	0,0708	0,0004
198	0,7315	0,7278	0,0037
199	0,27	0,2700	0,0000
200	0,8747	0,8702	0,0045
201	0,45	0,4500	0,0000
202	0,7049	0,7012	0,0037
203	0,4631	0,4607	0,0024
204	1,6418	1,6418	0,0000
205	1,4036	1,4036	0,0000
206	0,6236	0,6204	0,0032
207	0,9988	0,9988	0,0000
208	2,5207	2,4882	0,0325
209	0,5029	0,5003	0,0026
210	0,4444	0,4444	0,0000
211	0,8349	0,8330	0,0019
212	0,4033	0,4012	0,0021
213	0,4277	0,4256	0,0021
214	0,153	0,1522	0,0008
215	0,5266	0,5266	0,0000
216	0,4971	0,4971	0,0000
217	2,4979	2,4978	0,0001

218	0,4448	0,4448	0,0000
219	1,1754	1,1745	0,0009
220	2,4921	2,4920	0,0001
221	0,3399	0,3382	0,0017
222	2,0979	2,0889	0,0090
223	0,981	0,7715	0,2095
224	1,2802	1,2802	0,0000
225	3,1828	2,9146	0,2682
226	0,5496	0,5496	0,0000
227	1,0225	1,0225	0,0000
228	0,4031	0,4031	0,0000
229	1,5041	1,5041	0,0000
230	0,8658	0,8658	0,0000
231	1,037	1,0370	0,0000
232	0,1421	0,1421	0,0000
233	0,4215	0,4215	0,0000
234	1,3907	1,3907	0,0000
235	0,4745	0,4745	0,0000
236	2,2933	2,1318	0,1615
237	0,3416	0,3416	0,0000
238	0,9325	0,9325	0,0000
239	1,1559	1,1558	0,0001
TOTAL	218,541	214,7208	3,8202

En la Tabla (25) presentamos de forma resumida los resultados del Modelamiento 2 D realizado en HEC – RAS.

Tabla 25:Resumen del Modelamiento 2D

Tr = 5 años	AREA TOTAL (ha)	AREA AFECTADA (ha)	AREA REMANENTE (ha)
		218,541	206,253066
Tr = 10 años	AREA TOTAL (ha)	AREA AFECTADA (ha)	AREA REMANENTE (ha)
		218,541	210,57353
Tr = 25 años	AREA TOTAL (ha)	AREA AFECTADA (ha)	AREA REMANENTE (ha)
		218,541	213,4872
Tr = 50 años	AREA TOTAL (ha)	AREA AFECTADA (ha)	AREA REMANENTE (ha)
		218,541	214,7208

3.2. DISCUSIÓN

Según el estudio, Ana (2017) Se evaluó el ancho estable del río, llanura de inundación y puntos críticos de desbordamiento bajo distintos periodos de retorno, en varios tramos del río Chicama. Para tal efecto, HEC Ras fue utilizado como herramienta de modelamiento, la cual es muy usado para poder estimar las áreas inundadas de cauces naturales, también es muy importante para poder saber el tirante crítico y con ello tomar las medidas necesarias para el diseño de defensas ribereñas.

Los datos recolectados se le realizó los diferentes análisis de consistencia y de tendencia, además se le hizo prueba de datos dudosos por lo que los caudales obtenidos son más confiables ya que los deltas máximos de dichas distribuciones son menores al del delta crítico.

Valencia y Carrillo (2019) Presenta en su proyecto Tabla (13). Se puede observar que para un $Tr = 50$ años existe un caudal de 3205,59 m³/s, cercano a 3205,86 m³/s que es de nuestro proyecto, además utiliza las mismas distribuciones.

Distribución	Delta Teórico	Periodo de Retorno (años)					
		2	5	10	25	50	100
D Normal	0.1477	1341.81	1983.05	2318.56	2676.22	2907.21	3114.94
D. LogNormal 2P	0.1145	1134.99	1881.10	2450.3	3247.95	3896.28	4589.17
D. LogNormal 3P	0.1326	1180.28	1879.86	2367.68	3007.43	3499.43	4003.75
D. Gamma 2P	0.1333	1202.54	1903.16	2356.36	2909.33	3305.77	3688.84
D. Gamma 3P	0.1336	1242.79	1937.05	2359.67	2857.57	3205.59	3536.51
LogPearson III	No Ajuste	-	-	-	-	-	-
Gumbel	0.1439	1216.62	1890.07	2335.95	2899.32	3317.26	3732.12
LogGumbel	0.1553	1028.37	1748.22	2484.11	3872.13	5382.26	7463.16

Figura 54: Caudales máximos para diferentes periodos de retorno de Carrillo y Valencia (2019)

Elizalde, Escobar y Napoleón (2016) En el estudio, el modelo Hidrodinámico Bidimensional MIKE 21 fue usado para determinar los caudales mínimos de desborde, desde la estación El Tigre (Caserío Higuero) hasta la desembocadura del río en el Océano Pacífico.

En la investigación realizada por la Universidad Nacional de Tumbes se puede observar que el sector de Pampa Grande forma parte de dicho estudio, de la cual las inundaciones son muy parecidos al estudio realizado en este proyecto, a pesar de los diferentes programas usados concuerdan en la mayor parte de la simulación de las inundaciones como se observan en las Figuras (54) y (55)

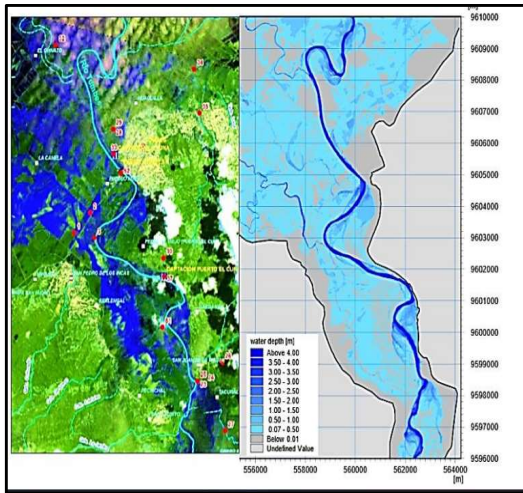


Figura 55: Simulación del estudio “Control de las inundaciones en el valle del Río Tumbes mediante la habilitación de un cauce de alivio – Simulación hidráulica”.

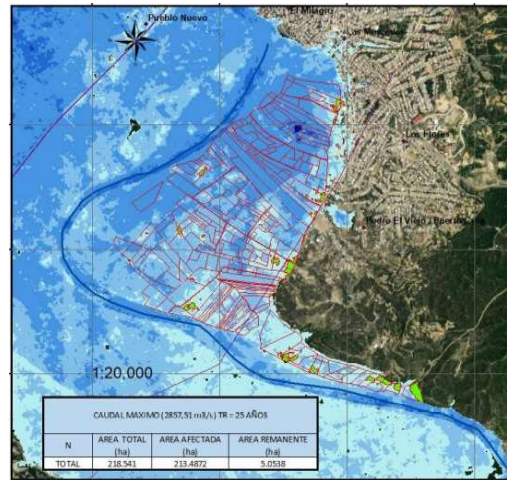


Figura 56: Simulación del proyecto.

Formulación del plan integral de control de inundaciones y movimiento de masa de la cuenca del río Tumbes (2019) menciona que aguas abajo donde se encuentra el proyecto en estudio el flujo es lento debido a la baja pendiente, con un régimen de flujo subcrítico, además como resultado tiene un 98 % de área inundada en un Tr=50 años igual a nuestro proyecto que tiene un 98.25% de área inundada



Figura 58 : Simulación del “Plan Integral de Control de Inundaciones y Movimiento de Masas de la Cuenca del Río Tumbes”

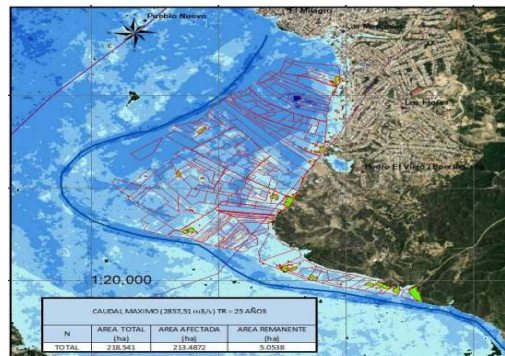


Figura 57: Simulación del proyecto

CAPITULO IV

4. CONCLUSIONES

- Con la ayuda del Software ArcGIS se determinó las áreas agrícolas, teniendo como resultado 218,541 ha, tanto formales e informales por lo que existe regular área agrícola en riesgo.
- La distribución de Gamma 3 parámetros representa la mejor opción para su aplicación en la estimación de caudales, obteniendo como resultado para los periodos de retorno de 5, 10, 25 y 50 años caudales perjudiciales de 1936,47 m³/s; 2359,26 m³/s, 2857,51 m³/s y 3205,83 m³/s. El análisis de tendencia, consistencia, y la prueba de datos dudosos realizada a la serie de datos da seguridad en los resultados.

- En la simulación hidráulica 1 D se pudo observar tirantes hidráulicos considerables, las cuales superaron la altura del dique que está construido desde la estación de Puerto El Cura hasta un kilómetro aguas abajo.

En las Tablas (16 - 19) se puede observar pendientes bajas por lo que la velocidad será menor, debido a la erosión de sedimentos en la parte alta de la cuenca y la baja velocidad en la parte baja existirá acumulación de sedimentos, lo que ocasionara que el río desborde con intensidad ambas márgenes perjudicando a las áreas agrícolas.

- En el modelamiento Hidráulico los caudales máximos causaron estragos inundando la mayor parte de las áreas agrícolas obteniendo que para los tiempos de retorno de 5, 10, 25 y 50 años las áreas perjudicadas son 206,25 ha, 210,57 ha, 213,49 ha y 214,72, los otros factores que fueron cruciales para ocasionar las inundaciones son el terreno, la cual se observó zonas muy bajas, la pendiente ya que influye en el comportamiento del río afectando directamente el escurrimiento de los caudales y las lluvias, y el tipo de suelo.

Se puede observar en los resultados, que el agua llega hasta la zona Urbana, por el colegio de la zona "Tupac Amaruc".

CAPITULO V

5. Recomendaciones

- Debido al aumento de la población, la situación económica actual, los pobladores han optado por la agricultura ya que Tumbes tiene un río constante durante todo el año, todos estos factores han permitido el aumento de las zonas vulnerables porque los agricultores han tomado los márgenes del río como siembra. Se recomienda no sembrar en la faja marginal o cercanas a ellas ya que este sector presenta zonas muy bajas y de fácil escurrimiento del agua.
- Para la selección de caudales se recomienda tener criterio y no guiarse mucho a la teoría, adecuarse a la realidad y tener en cuenta estudios ya realizados en la zona.
- Al realizar el moldeamiento Hidráulico se recomienda calibrar la malla lo más ajustada posible
- Se recomienda un plan de desarrollo de obras hidráulicas (Diques) en toda la longitud del río de dicho sector, también habilitar el uso de aliviadero naturales.
Crear un plan frente a inundaciones para evitar muertes en caso suceda una avenida extraordinaria.
Continuar con los programas de descolmatación de dicho río.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ALLAS, R. B. (Junio de 2006). La Erosion Hidrica:Importancia y clases.
- ANA. (2017). *"Tratamiento de cauce del rio para el control de inundaciones en la cuenca Chicama (Autoridad Nacional del Agua, 2010)"*.
- ANA. (2011). *Tratamiento de cauce del rio para el control de inundaciones en la cuenca del río Santa*.
- Murga, G. P. (2017). *Determinación de las áreas inundables en los sectores San Pedro y Niño Pobre, según caudales máximos estimados del río Utcubamba, aplicando modelo HEC-RAS y software ArcGIS. Universidad Nacional de Trujillo*.
- Pablo. (2018). *Análisis de vulnerabilidad por inundaciones y plan de mejora en Huarmey Ancash. Universidad Cesar Vallejo*.
- Bejar, M. V. (2005). *Hidroesta 2*.
- Carranza, J. A., & Comunn, M. B. (2019). ESTIMACIÓN DE LAS ÁREAS DE INUNDACIÓN A PARTIR DE DE LA ROTURA DE PRESA LACHOCC EN LA CIUDAD DE HUANCAVELICA. Huancavelica.
- Cersa. (2020). *Modelamiento de rios*.
- Felices, A. R. (1998). *Intrudccion a la Hidraulica Fluvial*. Lima: Universidad Nacional de Ingenieria.
- INDECI. (Marzo de 2011). *Manual de estimacion del riesgo ante inundaciones fluviales*, 85. Lima.
- Elizalde,Escobar y Napoleon (2016). *Control de las inundaciones en el valle del Río Tumbes mediante la habilitación de un cauce de alivio – Simulación hidráulica*. Tumbes.
- Valencia y Carrillo (2019). *Análisis de máximas avenidas del río Tumbes con fines de diseño de defensas ribereñas para los sectores agrícolas: Santa María - Cabeza Lagarto - Cruz Blanca – Provincia de Tumbes*.
- Rocha, A. (1998). *Introduccion de a la Hidraulica Fluvial*. Lima: Universidad Nacional de Ingenieria.
- Rodriges, L. L. (2017). *Procedimiento para la simulación hidráulica a partir de los software ArcGIS y HEC-RAS para eventos extremos máximos. Santa Clara*.

Senamhi, m. (2019). Fenomeno del niño.

UNESCO & WMO . (2012). *INTERNATIONAL GLOSSARY OF HYDROLOGY*.

UNESCO & WMO. (2020). *International Glossary of Hidrology*.

Vide, J. M. (1994). Barcelona: Universidad Politecnica de Catalunya.

Vide, J. M. (2002). *INGENIERIA DE RIOS*. (U. P. Cataluña, Ed.)

Villon, M. (10 de Enero de 2005). Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Definiciones_usuales_en_hidrolog%C3%A1

Chow V.; Maidment D.; Mays, L. 1994. Hidrología aplicada. Editorial McGraw Hill Interamericana S.A. Bogotá, Colombia.

Blade, M.; Sánchez, HP.; Sánchez, M. 2009. *Modelación numérica en ríos, en régimen permanente y variable. Una visión a partir del modelo HEC- RAS*. Ediciones UPC. 74-92 p. Barcelona, España.

CAPG. (2018). Registro de usuarios

Gobierno R.T. (2019). *Formulación del plan integral de control de inundaciones y movimiento de masa de la cuenca del rio Tumbes*.

PEBPT. (2019). Caudales máximos (1965 -2019)

ANEXOS

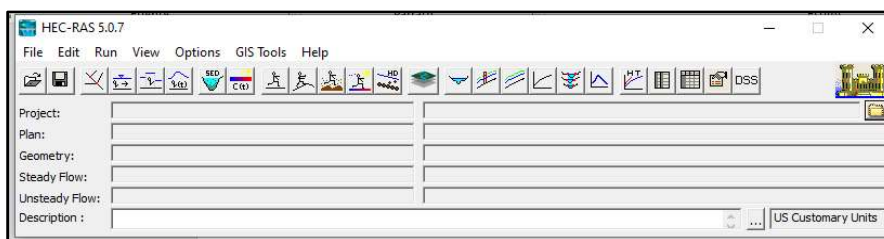


Figura 59: Programa Hec - Ras

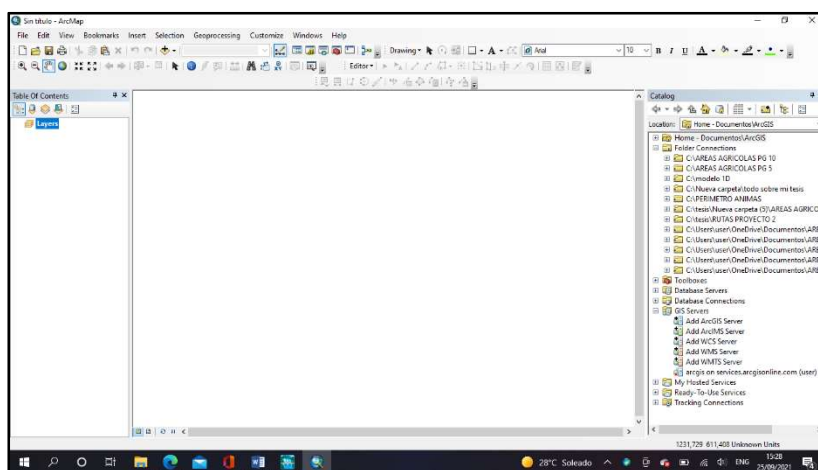


Figura 60: Programa ArcGIS

N° Orden	NOMBRES Y APELLIDOS	SECTOR	AREA (HAS) TOTAL	CULTIVO							
				B.Conv	B.org	Platano Dominicano	Limon Sutil	Cacao Organico	Maiz	Cacao Conv.	Mango
1	Pedro Barrientos Canales	Pampa Grande	2.5			2.5					
2	Mirna Ramirez Coronado	Pampa Grande	1.78	1.78							
3	Medardo Gonzales Peña	Pampa Grande	2.8			2.8					
4	Erasmo Barrientos Canales	Pampa Grande	2.5			2.5					
5	Natividad Antonio Dioses Cruz	Pampa Grande	1.8	1					0.8		
6	Manuel Moran Cornejo	Pampa Grande	1.6	1.6							
7	Irma Cleve Madrid de Aleman	Pampa Grande	2.69	2.69							
8	Prudencio Jaramillo Curay	Pampa Grande	1.8	1.8							
9	Emiliana Benites de Villanueva	Pampa Grande	0.78			0.78					
10	Pelagio Flores Torres	Pampa Grande	1.69	1.69							
11	Emeterio Cornejo Moran	Pampa Grande	0.83	0.4		0.43					
12	Pablo Absalon Sanjines Murillo	Pampa Grande	2	1		1					
13	Elias Arcaya Lopez	Pampa Grande	1	1							
14	Encarnacion Romero Rimaicuna	Pampa Grande	3.52	3.52							
15	Nicolas Arcaya Gomes	Pampa Grande	1.7	1		0.7					
16	David Porras Moran	Pampa Grande	1.48	1.48							
17	Manuel Gregorio Sanjines Jaram	Pampa Grande	1.8	1.8							
18	Gumerindo Chorres Torres	Pampa Grande	1.9	1.9							
19	Santos Fco Chorres Cornejo	Pampa Grande	0.41			0.41					
20	Juan Patrocinio Arcaya Lopez	Pampa Grande	0.4			0.4					
21	Hiberto Cornejo Zapata	Pampa Grande	1.65			1.65					
22	Segundo Pedro Noriega Dioses	Pampa Grande	1	1							
23	Ronal Humberto Noriega Dioses	Pampa Grande	0.78			0.78					
24	Sixto Hermejildo Noriega Dioses	Pampa Grande	0.94			0.94					
25	Ignacia Velasques de Boyer	Pampa Grande	1.55	1.55							
	SUB TOTAL		40.9	25.21	0	14.89	0	0	0.8	0	0

N° Orden	NOMBRES Y APELLIDOS	SECTOR	AREA (HAS) TOTAL	CULTIVO							
				B.Conv	B.org	Platano Dominic	Limon Sutil	Cacao Organico	Maiz	Cacao Conv.	Mango
26	Ricardo Angel Boyer Velasquez	Pampa Grande	1.53	1.53							
27	Juan Nazario Ramirez Carrillo	Pampa Grande	2.4			2.4					
28	Wilberto Campaña Valliente	Pampa Grande	1.12	1.12							
29	Willian Izquierdo Castillo	Pampa Grande	0.93			0.93					
30	Segundo Modesto Yanayaco Mer	Pampa Grande	0.5			0.5					
31	Oscar Cutberto Aleman Madrit	Pampa Grande	2.77	2.77							
32	Alfredo Olaya Campaña	Pampa Grande	0.5			0.5					
33	Gerardo Timana Chavez	Pampa Grande	0.5			0.5					
34	Olga Barrientos Calero	Pampa Grande	4	3					1		
35	Eliceo Pardo Merino	Pampa Grande	7			7					
36	Rosa Preciado Vda de Boyer	Pampa Grande	0.9	0.5		0.4					
37	Vidal Pardo Calva	Pampa Grande	4			4					
38	Santos Rafael Bustamante Torre	Pampa Grande	3	1					2		
39	Alejandro Guaranda Campaña	Pampa Grande	2.01			2.01					
40	Lluri Nerji Dioses Chavez	Pampa Grande	2.3	2.3							
41	Carmen M. Gomez Vda de Dioses	Pampa Grande	0.5						0.5		
42	Pedrop Pablo Saldarriaga Marcha	Pampa Grande	4			1.5				2.5	
43	Felix Alberto Torre Campaña	Pampa Grande	0.35	0.35							
44	Celia Pardo Abad	Pampa Grande	0.53			0.53					
45	Jorge Calva Pardo	Pampa Grande	1.57			1.57					
46	Emerenciano Correa Chanta	Pampa Grande	0.4			0.4					
47	Victor Gomez Chavez	Pampa Grande	0.9			0.9					
48	Carmen Peña Garcia	Pampa Grande	0.4			0.4					
49	Clara Elena Olaya Gomez	Pampa Grande	0.6	0.6							
50	Jose Gomez Torres	Pampa Grande	2			2					
SUB TOTAL			44.71	13.17	0	25.54	0	0	3.5	2.5	0

N° Orden	NOMBRES Y APELLIDOS	SECTOR	AREA (HAS) TOTAL	CULTIVO							
				B.Conv	B.org	Platano Dominic	Limon Sutil	Cacao Organico	Maiz	Cacao Conv.	Mango
51	Leonardo Olaya Tandazo	Pampa Grande	2.5			2.5					
52	Carlos Pardo Calva	Pampa Grande	7			7					
53	Pedro Baudillo Sandoval Peña	Pampa Grande	1.6	1.6							
54	Victor Moran Cornejo	Pampa Grande	0.65	0.65							
55	Nestor Cornejo Cisneros	Pampa Grande	1.6	1.6							
56	Pedro Eulogio Gonzales Peña	Pampa Grande	1.5			1.5					
57	Flavio Pardo Cortez	Pampa Grande	2.5			2			0.5		
58	Segundo Coronado Benavides	Pampa Grande	1.35	0.5					0.85		
59	Severia Placio Vilchez	Pampa Grande	0.41			0.41					
60	Juana Valladolid Cobos	Pampa Grande	1	1							
61	Maria Magdalena Goomez de Co	Pampa Grande	0.5	0.5							
62	Juan Francisco Pardo Abad	Pampa Grande	6.7	6.7							
63	Constancia Amparo Cornejo de A	Pampa Grande	0.25	0.25							
64	Jose Luis Silva Espinoza	Pampa Grande	1.65	1.65							
65	Josefa Cornejo Zapata	Pampa Grande	0.61	0.61							
66	Jorge Señen Noriega Dioses	Pampa Grande	1.45			1.45					
67	Mario Olaya Guevara	Pampa Grande	4.5						3.5	1	
68	Santiago Zarate Zevallos	Pampa Grande	0.89			0.89					
69	Cruz Chorres Torres	Pampa Grande	0.66			0.66					
70	Aquiles Guerrero Lavalle	Pampa Grande	1.8			1.5			0.3		
71	Maria Elena Noriega Dioses	Pampa Grande	1			1					
72	Jose Carlos Palas Oviedo	Pampa Grande	1.54			1.54					
73	Victor Yofredi Cruz Espinoza	Pampa Grande	0.6			0.6					
74	Pluquer Nau Romero Vazquez	Pampa Grande	1	1							
75	Cleofe Lopez Cordova	Pampa Grande	1			1					
SUB TOTAL			44.26	16.06	0	22.05	0	0	5.15	1	0

N° Orden	NOMBRES Y APELLIDOS	SECTOR	AREA (HAS) TOTAL	CULTIVO							
				B.Conv	B.org	Platano Dominic	Limon Sutil	Cacao Organico	Maiz	Cacao Conv.	Mango
76	Gelacio Florentino Solis Lavalle	Pampa Grande	4	1					3		
77	Demecia Coello Moreto	Pampa Grande	1	0.8						0.2	
78	Darwin Saul Dioses Gomez	Pampa Grande	0.5	0.5							
79	Rigoberto Cornejo Valladolid	Pampa Grande	0.12			0.12					
80	Jonny Alberto Gomez	Pampa Grande	1.8	1.2					0.6		
81	Adolfo Nicolas Torres Dioses	Pampa Grande	0.7	0.7							
82	Juan Fco Noriega Dioses	Pampa Grande	1.9	1.9							
83	Wilfredo Humberto Noriega Dioses	Pampa Grande	2.44			2.44					
84	Hernan Leon Dioses	Pampa Grande	4.44			3.44				1	
85	Armando Olaya Campaña	Pampa Grande	1			1					
86	Antonio Zapata Renteria	Pampa Grande	0.7	0.7							
87	Jesus Eulogio Cuenca Salazar	Pampa Grande	1	1							
88	Hipolito Rujel Zapata	Pampa Grande	1						0.5		0.5
89	Malecio Zapata Carrillo	Pampa Grande	0.66	0.66							
90	Andres Isidro Rujel Zapata	Pampa Grande	0.38	0.38							
91	Juan Zapata Renteria	Pampa Grande	1.28	1.28							
92	Teodoro Cruz Ponce	Pampa Grande	0.35			0.35					
93	Jose Cruz Aponte	Pampa Grande	2.2			2.2					
94	Manuel Lorenzo Alavedra Ponte	Pampa Grande	1	1							
95	Abraham Peña Luna	Pampa Grande	0.74			0.74					
96	Felipe Tandazo Aponte	Pampa Grande	0.75	0.75							
97	Juan Alberto Tandazo Ponte	Pampa Grande	0.87	0.87							
98	Armando Olivos Silva	Pampa Grande	1.5			1.5					
99	Alberto Boyer Ruiz	Pampa Grande	2.5	2.5							
100	Maria Vaca Vda de Arcaya	Pampa Grande	0.4			0.4					
	SUB TOTAL		33.23	15.24	0	12.19	0	0	4.1	1.2	0.5

N° Orden	NOMBRES Y APELLIDOS	SECTOR	AREA (HAS) TOTAL	CULTIVO							
				B.Conv	B.org	Platano Dominic	Limon Sutil	Cacao Organico	Maiz	Cacao Conv.	Mango
101	Gumercurio Chorro Torres	Pampa Grande	5			5					
102	Francisco Muñoz Pinzon	Pampa Grande	0.62	0.62							
103	Manuel Enrique Querevalu Aponte	Pampa Grande	6	6							
104	Jose Sacarias Reyes Chavez	Pampa Grande	1.6			1.6					
105	Alejandro Olaya Delgado	Pampa Grande	0.85	0.85							
106	Jorge Rosel Guevara Tandazo	Pampa Grande	1.07					1.07			
107	Isidro Pardo Colva	Pampa Grande	2			2					
108	Franklin Jesus Pardo Melendrez	Pampa Grande	2			2					
109	Alfredo Dioses Olaya	Pampa Grande	4			4					
110	Frenando Chimin Chinchay	Pampa Grande	0.64			0.64					
111	Maria Petra Juarez Sullon	Pampa Grande	1	1							
112	Eduardo Silva Oblea	Pampa Grande	2			2					
113	Denis Yorly Carrasco Marchan	Pampa Grande	1			1					
114	Gustavo Milton Cruz Torres	Pampa Grande	1.4						1	0.4	
115	Antonio Pardo Colva	Pampa Grande	5.5			5.5					
116	Octavio Reyes Chavez	Pampa Grande	1.6			1.6					
117	Ana Rosa Lopez de Chavez	Pampa Grande	0.6			0.6					
118	Clorafilomena Tandazo de Aponte	Pampa Grande	1	0.5					0.5		
119	Segunda Margarita Silva Olivos	Pampa Grande	0.13			0.13					
120	Segundo Eloy Torres Campaña	Pampa Grande	0.93	0.93							
121	Simon Reyes Chavez	Pampa Grande	1						1		
122	Luis Alberto Dioses Zapata	Pampa Grande	2.1			2.1					
123	Fabio Risco Aguilar	Pampa Grande	3			3					
124	Dolores Purizaga Chavez	Pampa Grande	1.48						1.48		
125	Lino Moran Avila	Pampa Grande	1.5			1.5					
	SUB TOTAL		48.02	9.9	0	32.67	0	1.07	3.98	0.4	0

N° Orden	NOMBRES Y APELLIDOS	SECTOR	AREA (HAS)	CULTIVO							
				B.Conv	B.org	Platano Dominic	Limon Sutil	Cacao Organico	Maiz	Cacao Conv.	Mango
126	Guillermo Solis Olaya	Pampa Grande	0.97	0.97							
127	Juan Bernardo Yacila Balladares	Pampa Grande	0.74			0.74					
128	Manuel Silva Moran	Pampa Grande	0.88			0.88					
129	Luis Silva Fernandez	Pampa Grande	1						1		
130	Maria Raquel Dioses Zapata	Pampa Grande	1			1					
131	Belarmino Palacio Elizalde	Pampa Grande	2.74								
132	Redy Olaya Olaya	Pampa Grande	0.5			0.5					2.74
133	Nermecio Campaña Zapata	Pampa Grande	0.5	0.5							
134	Ronald Dioses Zapata	Pampa Grande				4.24					
135	Mario Israel Dioses Zapata	Pampa Grande	1			1					
136	Amparo Peña de Gomez	Pampa Grande	0.5			0.5					
137	Samuel Adrian Risco Vincos	Pampa Grande	0.5			0.5					
138	Esperanza Peña de Campaña	Pampa Grande	0.5			0.5					
SUB TOTAL			10.83	1.47	0	9.86	0		1	2.74	
TOTAL			222	64.99	0	117.2	0	1.07	18.53	7.84	0.5

Figura 61: Registro de usuarios.

Fuente: Comité de agricultores de Pampa Grande

Distribución Log Normal 2 parámetros

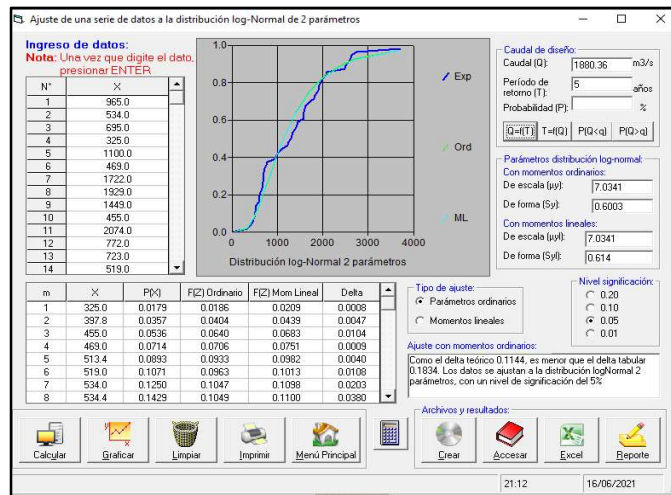


Figura 62: Cálculo de caudal de diseño – 5 años de retorno

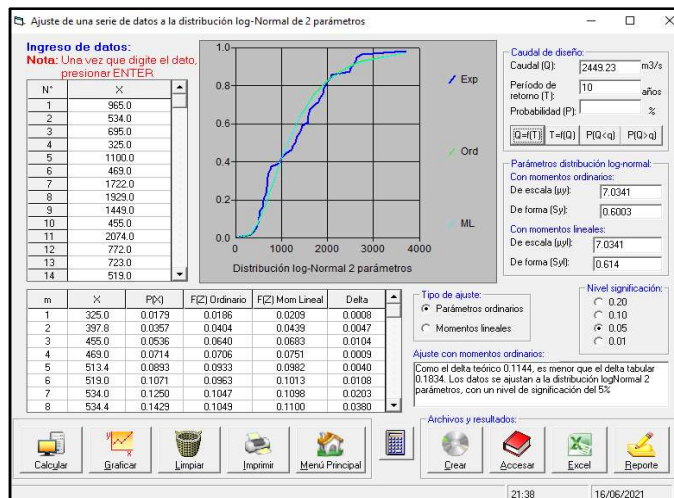


Figura 63: Cálculo de caudal de diseño – 10 años de retorno

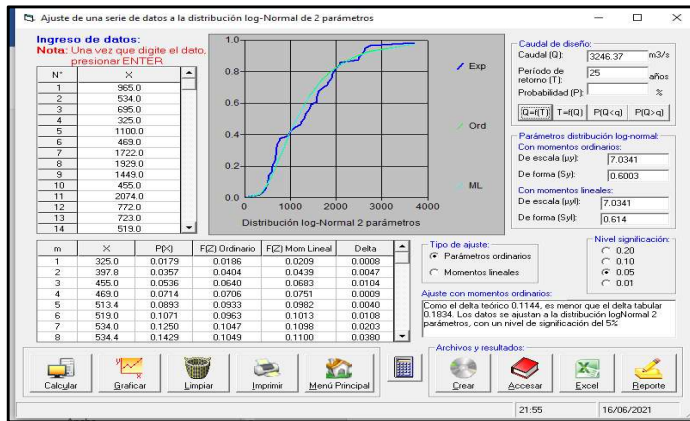


Figura 64: Cálculo de caudal de diseño – 25 años de retorno

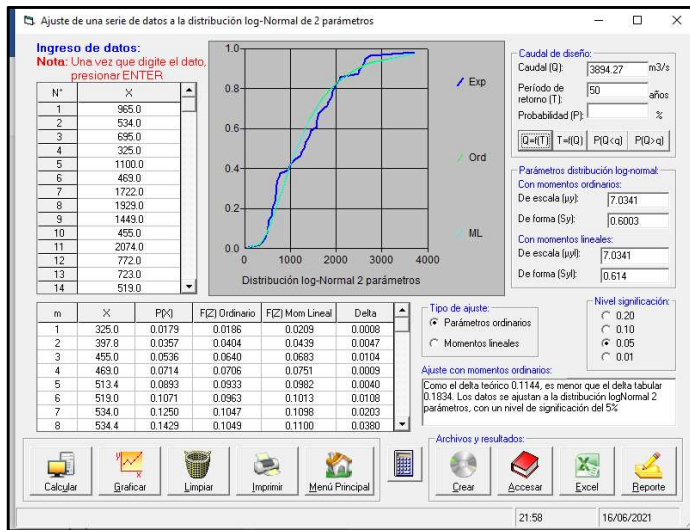


Figura 65: Cálculo de caudal de diseño – 50 años de retorno

Distribución Log Normal 3 parámetros

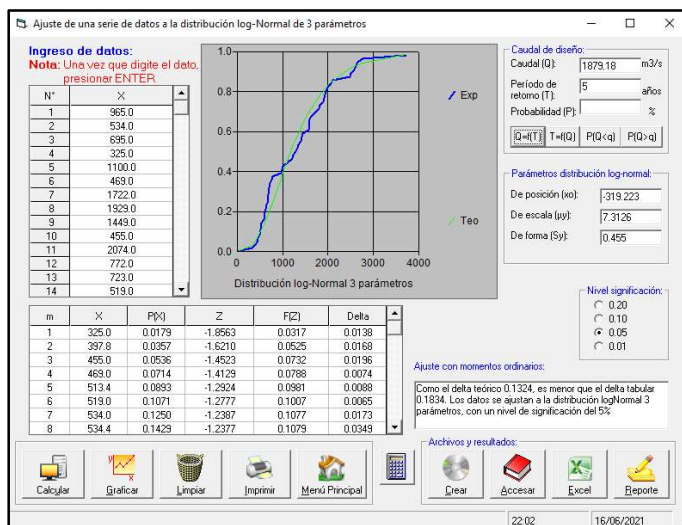


Figura 66: Cálculo de caudal de diseño – 5 años de retorno

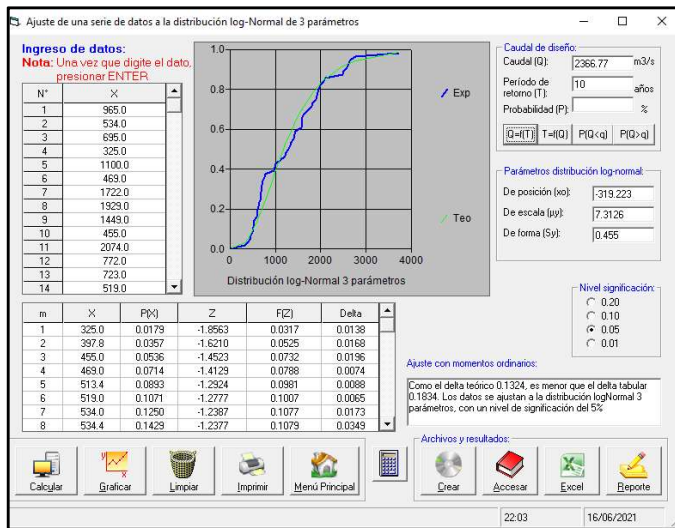


Figura 67: Cálculo de caudal de diseño – 10 años de retorno

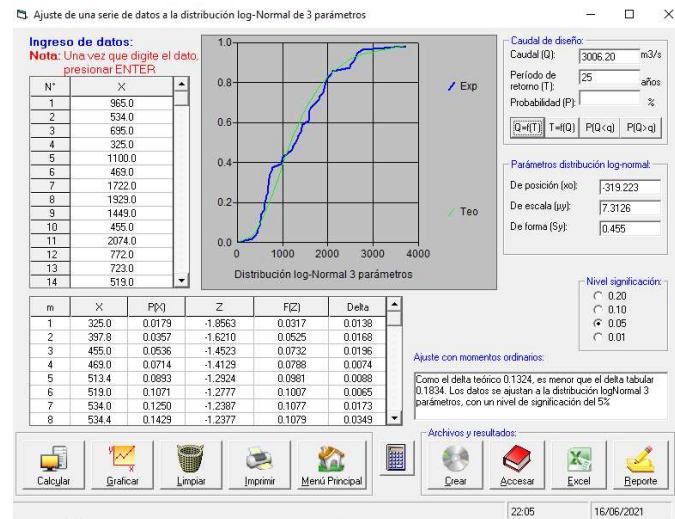


Figura 68: Cálculo de caudal de diseño – 25 años de retorno

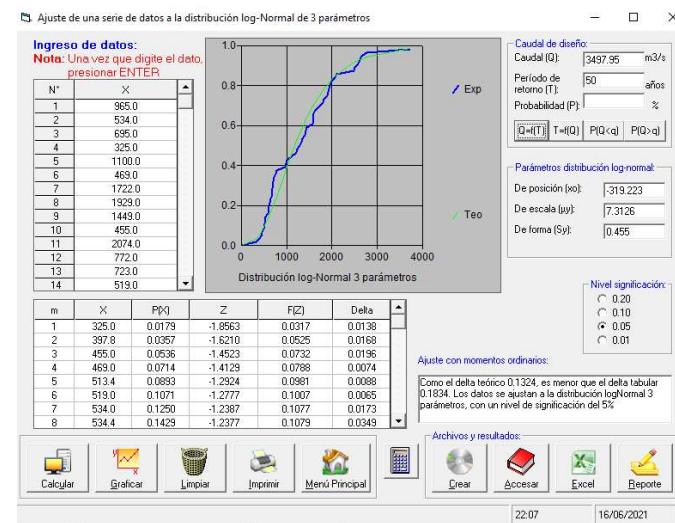


Figura 69: Cálculo de caudal de diseño – 50 años de retorno

DISTRIBUCION GANMA 2 PARÁMETROS

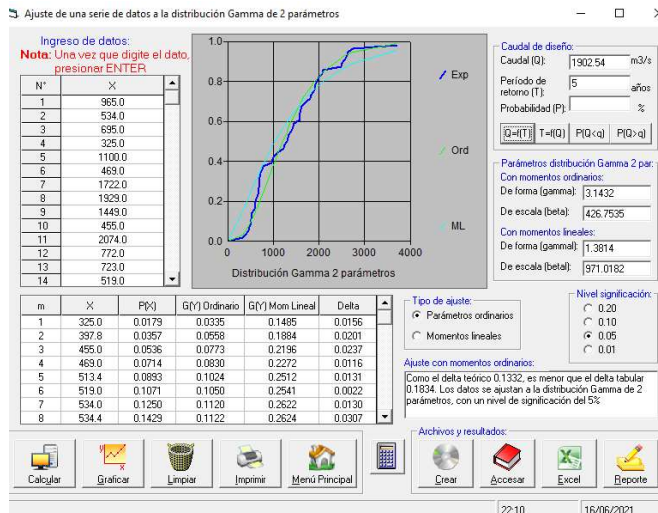


Figura 70: Cálculo de caudal de diseño – 5 años de retorno

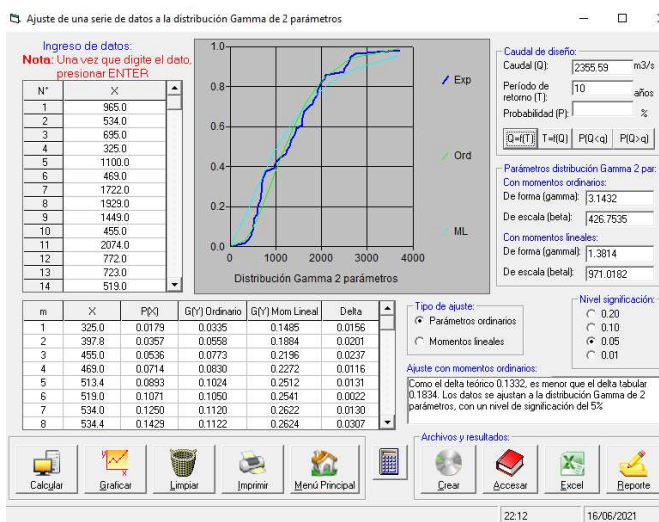


Figura 71: Cálculo de caudal de diseño – 10 años de retorno

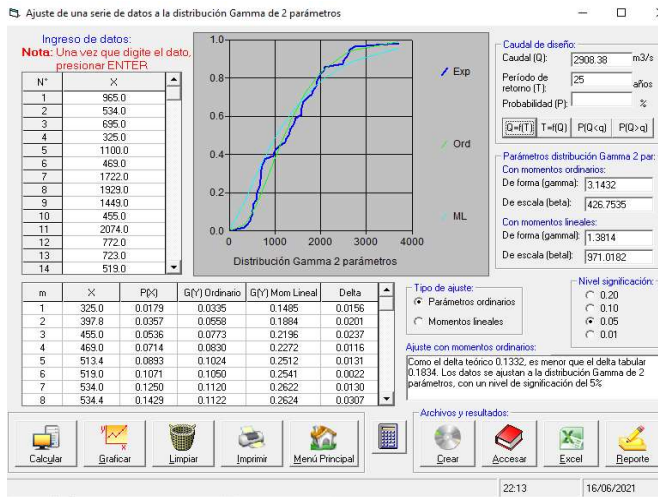


Figura 72: Cálculo de caudal de diseño – 25 años de retorno

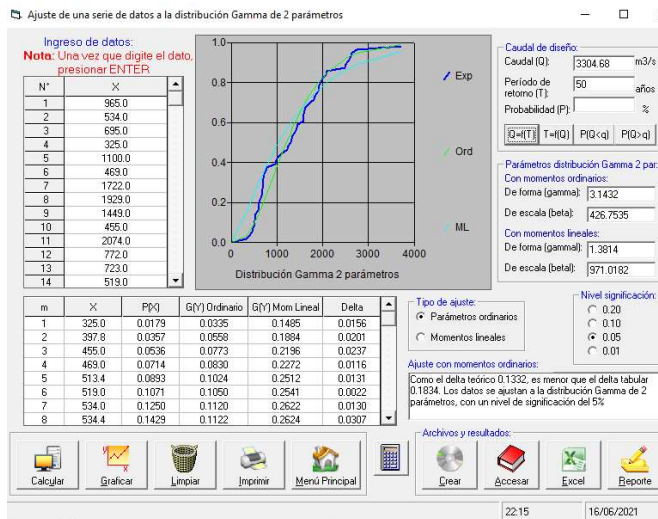


Figura 73: Cálculo de caudal de diseño – 50 años de retorno

DISTRIBUCION GAMMA 3 PARÁMETROS

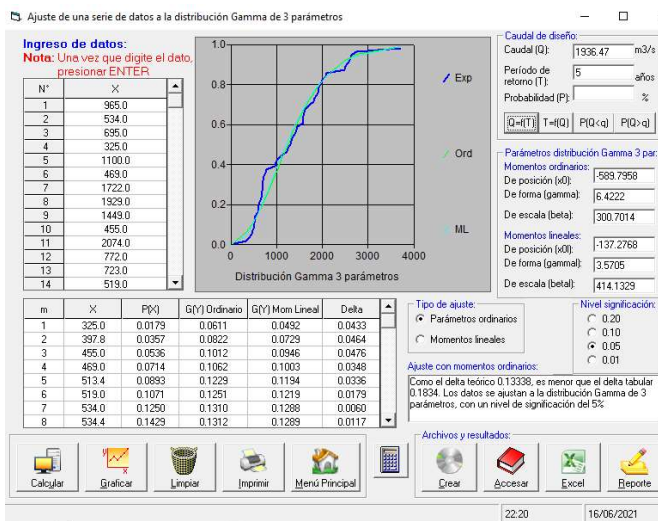


Figura 74: Cálculo de caudal de diseño – 5 años de retorno

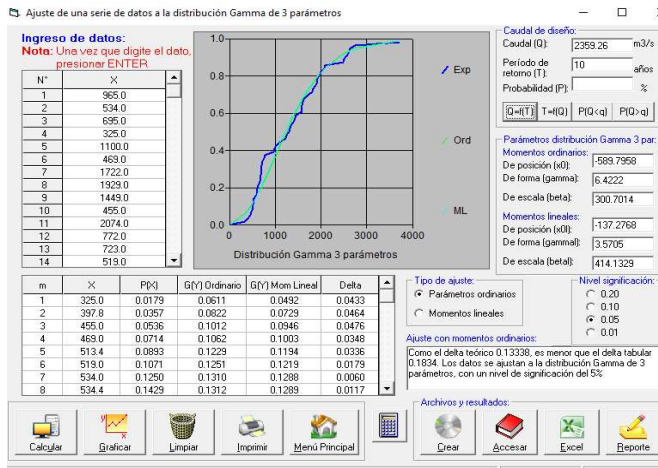


Figura 75: Cálculo de caudal de diseño – 10 años de retorno

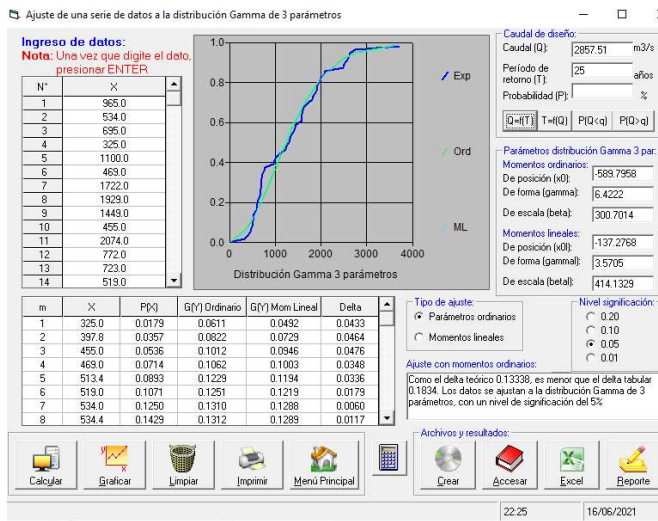


Figura 76: Cálculo de caudal de diseño – 25 años de retorno

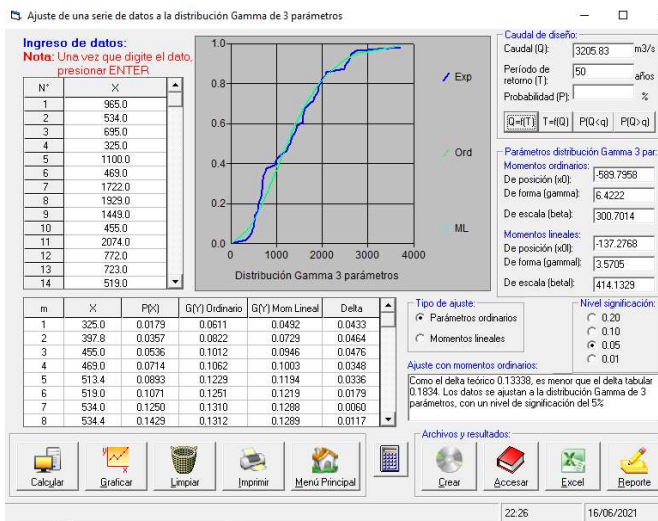


Figura 77: Cálculo de caudal de diseño – 25 años de retorno

Tabla 26: Valores Kn para la prueba de datos dudosos

Valores Kn para la prueba de datos dudosos							
Tamaño de Muestra n	Kn	Tamaño de Muestra n	Kn	Tamaño de Muestra n	Kn	Tamaño de Muestra n	Kn
10	2,036	24	2,467	38	2,661	60	2,837
11	2,088	25	2,486	39	2,671	65	2,866
12	2,134	26	2,502	40	2,682	70	2,893
13	2,175	27	2,519	41	2,692	75	2,917
14	2,213	28	2,534	42	2,700	80	2,940
15	2,247	29	2,549	43	2,710	85	2,961
16	2,279	30	2,563	44	2,719	90	2,981
17	2,309	31	2,577	45	2,727	95	3,000
18	2,335	32	2,591	46	2,736	100	3,017
19	2,361	33	2,604	47	2,744	110	3,049
20	2,385	34	2,616	48	2,753	120	3,078
21	2,408	35	2,628	49	2,760	130	3,104
22	2,429	36	2,639	50	2,768	140	3,129
23	2,448	37	2,650	55	2,804		

Tabla 27: Coeficientes de Manning para cauces naturales

Descripción de la corriente	Mínimo	Máximo	Normal
A) Cauces Naturales			
A.1 Cursos secundarios (Ancho de la superficie libre en crecida < 30 m)			
A.1.1. Cursos en planicies			
Limpio, rectos sin fallas ni pozos	0,025	0,03	0,033
Rectos con lagunas piedras y pastos	0,03	0,035	0,04
Limpios con meandros, con algunos pozos y bancos	0,033	0,04	0,045
Meandros con algunas piedras y pasto	0,035	0,045	0,05
Meandros con muchas piedras	0,045	0,05	0,06
Tramos sucios, con pastos y pozos profundos	0,05	0,07	0,08
Tramos con mucho pasto, pozos profundos y cauce en crecida con muchos arbustos y matorral	0,075	0,1	0,15
A.1.2. Cursos montañosos, carentes de vegetación en el fondo, laderas con pendientes pronunciadas y árboles y arbustos en las laderas que se sumergen en niveles de crecida			
Cauce de grava, cantos rodados y algunas rocas	0,03	0,04	0,05
Cauce de cantos rodados, con grandes rocas.	0,04	0,05	0,07
A.2 Cursos con planicies inundadas			
A.2.1. Zonas de pastos sin arbustos			
Pasto corto	0,025	0,03	0,035
Pasto alto	0,03	0,035	0,05
A.2.2. Zonas cultivadas			
Sin cultivo	0,02	0,03	0,03
Cultivos sembrados en línea en fase de madurez fisiológica	0,025	0,035	0,045
Cultivos sembrados a voleo en fase de madurez fisiológica	0,03	0,04	0,05
A.2.3. Zonas arbustivas			
Escasos arbustos y pastos abundantes	0,035	0,05	0,07
Pequeños árboles y arbustos sin follaje (parada invernal)	0,035	0,05	0,06
Pequeños árboles y arbustos con follaje (fase vegetativa)	0,04	0,06	0,08
Arbustos medianos a densos durante la parada invernal	0,045	0,07	0,11
Arbustos medianos a densos durante la fase vegetativa	0,07	1	0,16
A.2.4 Zona arbóreas			
Sauces densos, temporada invernal	0,11	0,15	0,2
Terreno claro con ramas sin brotes	0,03	0,04	0,05
Terreno claro con ramas con gran crecimiento de brotes	0,05	0,06	0,08
Zonas de explotación maderera con árboles caídos, poco crecimiento en las zonas bajas y nivel de inundación por debajo de las ramas	0,08	0,1	0,12
Zonas de explotación maderera con árboles caídos, poco crecimiento en las zonas bajas y nivel de inundación que alcanza a las armas	0,1	0,12	0,16
A.3. Cursos importantes (ancho de la superficie libre en crecida > 30m)			
En este caso, los valores del coeficiente n son inferiores a los correspondientes de cauces secundarios análogos, ya que los bancos ofrecen una resistencia afectiva menor.			
Sección regular sin rocas ni arbustos	0,025		0,06
Sección irregular y rugosa	0,035		0,1



Figura 78: Actualización de los predios Agrícolas



Figura 79: Punto inicial - Inicio de dique deteriorado



Figura 80:Punto Final del tramo



Figura 81:Cultivo de plátano



Figura 82:Investigador



Figura 83: Rio Tumbes – Tramo del proyecto



Figura 84: Curva del rio - Margen derecha, acumulación de sedimentos

Tabla 28: Matriz de Consistencia

Titulo	problema	objetivos	hipótesis	variables	unidades
<p>“Estimación del área agrícola vulnerable a las inundaciones, por las crecidas del río Tumbes, en el sector de Pampa Grande Tumbes - 2020”</p>	<p>¿Qué áreas del Sector Pampa Grande serán perjudicadas e inundadas por los fenómenos de las máximas avenidas durante el tránsito de las avenidas del Río?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL</p> <p>Estimar el área agrícola vulnerable a las inundaciones, por las crecidas del río Tumbes, en el sector de Pampa Grande Tumbes -2020</p> <p>OBJETIVO ESPECIFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determinar el área Agrícola del sector Pampa Grande. • Calcular el caudal máximo de 5,10,25 y 50 años de retorno. • Realizar la simulación hidráulica para periodos de retorno de 5,10,25 y 50 años. • Delimitar las áreas agrícolas inundables mediante los softwares HEC – RAS y 	<p>HIPOTESIS GENERAL</p> <p>Es posible estimar el área agrícola vulnerable a las inundaciones, por las crecidas del Rio Tumbes, Sector Pampa Grande.</p> <p>HIPOTESIS ESPECIFICAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • El modelo de simulación 2 D de HEC-RAS permitirá obtener las posibles áreas agrícolas a inundarse. • El software ArcGIS permitirá delimitar las áreas inundadas. 	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE</p> <p>Crecida del <i>Río</i> Tumbes.</p> <p>VARIABLE DEPENDIENTE.</p> <p>Áreas Agrícolas Vulnerables.</p> <p>POBLACIÓN</p> <p>La presente población está constituida por todas las áreas agrícolas cercanas al Río Tumbes.</p>	<p>Variables Cuantitativas</p> <p>Crecidas del Río</p> <p>Unidades: m3/s</p> <p>Áreas Agrícolas Vulnerables.</p> <p>Unidades: m2</p>

		<p>ArcGIS que permita obtener los límites y la cota que alcanzaría el agua para diferentes terrenos.</p>		<p>MUESTRA</p> <p>La muestra está constituida una longitud de estudio de aproximadamente de 5.5 km del río Tumbes pertenecientes al sector Pampa Grande con un total de 221.95 hectáreas de cultivo.</p>	
--	--	--	--	---	--

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS



**Estimación del área agrícola vulnerable a las inundaciones, por
las crecidas del río Tumbes, en el sector Pampa Grande Tumbes
– 2021**

TESIS

Para optar el título profesional de Ingeniero Agrícola

Presentado por:

Bach. Lloclla Chuyes Pablo Yuniór

Tumbes - Perú

2021

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS



**Estimación del área agrícola vulnerable a las inundaciones, por
las crecidas del río Tumbes, en el sector Pampa Grande Tumbes
– 2021**

Tesis aprobada en forma y estilo por:

Dr. José Modesto Carrillo Sarango (Presidente)

Dr. Francisco Alburquerque Viera (Secretario)

Dr. Luis Jhony Caucha Morales (Vocal)

Tumbes – Perú

2021

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS



**Estimación del área agrícola vulnerable a las inundaciones, por
las crecidas del río Tumbes, en el sector Pampa Grande Tumbes
– 2021**

**Los suscritos declaramos que la tesis es original en su contenido y
forma.**

Autor: Bach. Lloclla Chuyes Pablo Yuniór _____

Asesor: Maceda Nicolini Enrique _____

Tumbes – Perú
2021

Agradecimiento

Gracias a Dios por haberme dado una familia maravillosa, a mis padres y hermano que siempre han estado en los buenos y malos momentos en el transcurso de mi carrera brindándome su apoyo incondicional y sus buenos consejos.

A mi asesor por brindarme sus conocimientos que permitieron la realización y culminación de la tesis.

A mi compañero Henry por su acompañamiento en la recolección de datos durante la fase de campo.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE
INGENIERÍA AGRÍCOLA



CAMPUS UNIVERSITARIO S/N "LA CRUZ"
SECRETARIA ACADÉMICA
TUMBES - PERU

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Tumbes, a los VEINTICINCO día (s) del mes de NOVIEMBRE de dos mil veintiuno, se reunieron de manera virtual, los integrantes del jurado designados, según Resolución N° 020-2021/UNTUMBES-VRACAD-FCA-D (31-03-2021) y Resolución N° 027-2021/UNTUMBES-VRACAD-FCA-D (12-05-2021) donde se aprueba el Proyecto de Tesis y ratifica el jurado; con el objeto de evaluar la sustentación de la tesis denominada: **Estimación del área agrícola vulnerable a las inundaciones, por las crecidas del río Tumbes, en el sector Pampa Grande Tumbes - 2021, para optar el Título de Ingeniero Agrícola. Cuyo Asesor de la mencionada tesis es el Dr. Enrique Antonio Maceda Nicolini.**

A las QUINCE horas con CINCO minutos y, de acuerdo a lo estipulado en el Reglamento respectivo, el presidente del jurado dio por iniciado el acto.

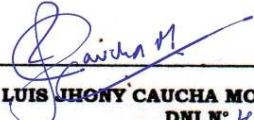
Luego de la exposición del trabajo, la formulación de preguntas y la deliberación del jurado lo declararon APROBADO por UNANIMIDAD con el calificativo de MUY BUENO.

Por lo tanto el Bachiller: **LLOCLA CHUYES PABLO JUNIOR**, queda apto para que el Consejo Universitario de la Universidad Nacional de Tumbes, le expida el Título Profesional de INGENIERO AGRÍCOLA de conformidad con lo estipulado en el Artículo 90 del Estatuto de la Universidad Nacional de Tumbes y a lo normado en el Reglamento de Grados y Títulos.

Siendo las Dieciséis horas con VEINTE minutos, el presidente del jurado dió por concluido el presente acto académico y para mayor constancia de lo actuado firman en señal de conformidad todos los integrantes de este jurado, presentes en el acto de sustentación.


Dr. JOSE MODESTO CARRILLO SARANGO
DNI N° 00223850
Presidente


Dr. FRANCISCO ALBURQUEQUE VIERA
DNI N° 03605124
Secretario


Dr. LUIS JHONY CAUCHA MORALES
DNI N° 41398388
Vocal

INDICE

RESUMEN	13
ABSTRACT	14
INTRODUCCION	15
CAPITULO I	16
1. REVISION LITERARIA (ESTADO DE ARTE)	16
1.1. Antecedentes.....	16
1.2. Definición de términos básicos	17
CAPITULO II	31
2. MATERIALES Y METODOS	31
2.1. Materiales, equipos y programas.....	31
2.1.1. Materiales.....	31
2.1.2. Equipos	31
2.1.3. Programas.....	31
2.2. Ubicación de la zona de proyecto.....	32
2.2.1. Modificación del Área de Estudio	32
2.2.2. Ubicación Geográfica:	32
2.2.3. Ubicación Geodésica.....	32
2.2.4. Área Agrícola: 218 has.....	32
2.3. Métodos y Técnicas.....	34
2.3.1. Recolección de información	34
2.3.2. Obtención del Modelo Digital de Elevaciones DEM	34
2.3.3. Reconocimiento del Área en estudio.....	36
2.3.4. Determinación del Área Agrícola.....	36

2.3.5. Análisis de máximas avenidas del Rio Tumbes – estación El Tigre	37
2.3.5.1. Análisis de consistencia de la Data Histórica 1965 – 2019.....	37
2.3.5.2. Análisis de tendencia de la Data Histórica 1965 – 2019.....	39
2.3.5.3. Aplicación de prueba de datos dudosos (Método Water Reosurces Council).....	40
2.3.5.4. Prueba de Bondad de Ajuste	41
2.3.6. Determinación del caudal máximo con 4 métodos probalísticos ...	45
2.3.7. Determinación de los coeficientes de rugosidad del lecho del río Tumbes, sector Pampa Grande.....	46
2.3.8. Determinación de la pendiente del tramo en estudio	46
2.3.9. Simulación Hidráulica del Tramo en estudio 1D.....	47
2.3.10. Simulación Hidráulica del Tramo en estudio 2D.....	50
2.3.11. Exportación de archivo de zonas de inundación	54
CAPITULO III	56
3. RESULTADOS y DISCUSIÓN.....	56
3.1. RESULTADOS	56
3.1.1. Áreas agrícolas del sector Pampa Grande.....	56
3.1.2. Estimación de caudales máximos	63
3.1.2.1. Análisis de Consistencia.....	63
3.1.2.2. Análisis de Tendencia.....	66
3.1.2.3. Prueba de Datos Dudosos (Método Water Resources Councill)	69
3.1.2.4. Caudales Máximos utilizando 7 métodos probalísticos.....	72
3.1.3. Simulación Hidráulica para diferentes periodos de retorno de 5,10,25 y 50 años.....	73
3.1.3.1. Determinación del Coeficiente de Rugosidad del eje de tramo del Rio Tumbes.....	73

3.1.3.2. Determinación de la pendiente	73
3.1.3.3. Simulación Hidráulica 1 D del tramo en estudio 1.....	77
3.1.3.4. Simulación Hidráulica 2 D del Tramo en estudio	86
3.1.4. Determinación de Áreas agrícolas afectadas por las máximas avenidas para diferentes periodos de retorno	87
3.2. DISCUSIÓN.....	115
CAPITULO IV	117
4. CONCLUSIONES.....	117
CAPITULO V	118
5. Recomendaciones	118
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	119
ANEXOS	121

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Representación de los términos del balance de energía.....	25
Figura 2: Interpretación de la pendiente motriz en cada sección	26
Figura 3: Valor ponderado de la Energía Cinética.....	29
Figura 4: Ubicación de la zona de estudio.....	33
Figura: 5 Portal GEO GPS PERU	34
Figura 6: Raster S04W81 y S05W81 Unidos	35
Figura 7: Cuenca Tumbes recortado.....	35
Figura 8: Raster DEM del Área de estudio.....	35
Figura 9: Polígono del Área de estudio	35
Figura 10: DEM del Área en estudio	36
Figura 11: Pagina SICAR del MINAGRI	37
Figura 12: Áreas de los predios agrícolas	37
Figura 13: Distribuciones Normal	42
Figura 14: Distribución Log Normal 2 parámetros	43
Figura 15: Distribución Log Normal 3 parámetros	43
Figura 16: Distribución Gamma 2 parámetros.....	43
Figura 17: Distribución Gamma 3 parámetros.....	44
Figura 18: Distribución Gumbell	44
Figura 19: Distribución Log Gumbell	44
Figura 20: Software HEC-RAS	47
Figura 21: DEM exportado a Ras Mapper.....	47
Figura 22: Secciones del tramo del rio Tumbes	48
Figura 23: Secciones exportadas a Geometry Data.....	48
Figura 24: Coeficientes de Manning.....	49
Figura 25: Caudales para diferentes periodos de retorno	49
Figura 26: Flujo Suscritico	50
Figura 27: Pendiente	50
Figura 28: Computación del Modelamiento.....	50
Figura 29: Hec - Ras	50
Figura 30: Creación del perímetro y de la malla.....	51
Figura 31: Eje del tramo del Rio Tumbes	51
Figura 32: Computación de la malla.....	51
Figura 33: Corregimiento de los errores a causa del ajuste de la malla.....	52

Figura 34. Ajuste de la malla	52
Figura 35: Condiciones Aguas arriba y Aguas abajo en la malla	52
Figura 36: Hidrograma para las condiciones Aguas arriba.....	53
Figura 37: Pendiente para condiciones Aguas abajo.	53
Figura 38: Computación del modelamiento.....	53
Figura 39: Exportación del modelamiento en formato Raster y Shaperfile.....	54
Figura 40: Intervalo del Tirante Hidráulico.....	54
Figura 41: Polígonos de los predios agrícolas.....	56
Figura 42: Modelamiento 1 D	77
Figura 43: Perfiles de inundación para diferentes periodos de retorno	83
Figura 44: Tirantes de inundación en la Sección 5678 para diferentes periodos de retorno	84
Figura 45: Velocidades para diferentes periodos de retorno en función al tramo	85
Figura 46: Modelamiento Hidráulico 2 D Tr = 5 años	86
Figura 47: Modelamiento Hidráulico 2 D Tr = 10 años	86
Figura 48: Modelamiento Hidráulico 2 D Tr = 25 años	86
Figura 49: Modelamiento Hidráulico 2D Tr = 50 años	86
Figura 50: Modelamiento Hidráulico 2D TR = 5 AÑOS	87
Figura 51: Modelamiento Hidráulico 2D TR = 10 AÑOS	94
Figura 52 : Modelamiento Hidráulico 2D TR = 25 AÑOS	101
Figura 53 : Modelamiento Hidráulico 2D TR = 50 AÑOS	108
Figura 54:Caudales máximos para diferentes periodos de retorno de Carrillo y valencia (2019).....	115
Figura 55: Simulación del estudio “Control de las inundaciones en el valle del Río Tumbes mediante la habilitación de un cauce de alivio – Simulación hidráulica”.	116
Figura 56: Simulación del proyecto.	116
Figura 57: Simulación del proyecto	116
Figura 58 : Simulación del “Plan Integral de Control de Inundaciones y Movimiento de Masas de la Cuenca del Rio Tumbes”	116
Figura 59: Programa Hec - Ras.....	121
Figura 60: Programa ArcGIS	121
Figura 61: Registro de usuarios.	124
Figura 62: Cálculo de caudal de diseño – 5 años de retorno	124

Figura 63: Cálculo de caudal de diseño – 10 años de retorno	124
Figura 64: Cálculo de caudal de diseño – 25 años de retorno	125
Figura 65: Cálculo de caudal de diseño – 50 años de retorno	125
Figura 66: Cálculo de caudal de diseño – 5 años de retorno	125
Figura 67: Cálculo de caudal de diseño – 10 años de retorno	126
Figura 68: Cálculo de caudal de diseño – 25 años de retorno	126
Figura 69: Cálculo de caudal de diseño – 50 años de retorno	126
Figura 70: Cálculo de caudal de diseño – 5 años de retorno	127
Figura 71: Cálculo de caudal de diseño – 10 años de retorno	127
Figura 72: Cálculo de caudal de diseño – 25 años de retorno	128
Figura 73: Cálculo de caudal de diseño – 50 años de retorno	128
Figura 74: Cálculo de caudal de diseño – 5 años de retorno	128
Figura 75: Cálculo de caudal de diseño – 10 años de retorno	129
Figura 76: Cálculo de caudal de diseño – 25 años de retorno	129
Figura 77: Cálculo de caudal de diseño – 25 años de retorno	129
Figura 78: Actualización de los predios Agrícolas	132
Figura 79: Punto inicial - Inicio de dique deteriorado.....	132
Figura 80: Punto Final del tramo	133
Figura 81: Cultivo de plátano.....	133
Figura 82: Investigador.....	133
Figura 83: Rio Tumbes – Tramo del proyecto	134
Figura 84: Curva del rio - Margen derecha, acumulación de sedimentos	134

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Modificación de Área Agrícola	32
Tabla 2: Valores críticos "d"	42
Tabla 3: Deltas para los diferentes Métodos de Distribución	45
Tabla 4: Áreas de los predios agrícolas.....	56
Tabla 5: Consistencia a la media	63
Tabla 6: Prueba T. Student para Consistencia en la Media.....	64
Tabla 7: Prueba F. Fischer para Consistencia en la Desviación Estándar	65
Tabla 8: Índices de Análisis de Tendencia	66
Tabla 9: Parámetros de la ecuación de regresión lineal Simple	67
Tabla 10: Resultados T. Student. Análisis de Tendencia en la Media	68
Tabla 11: Resultados logarítmicos de caudales máximos para prueba de datos dudosos.....	69
Tabla 12: Precipitación máxima aceptada y mínima aceptada	71
Tabla 13: Caudales máximos para diferentes periodos de retorno con 7 métodos probalísticos	72
Tabla 14:Asignación de valores de coeficiente de Manning en 2 tramos irregulares	73
Tabla 15: Pendiente cada 50 m	73
Tabla 16: Resultados para un $Tr = 5$ años.....	78
Tabla 17:Resultado para un $Tr = 10$ años	79
Tabla 18: Resultados para un $Tr = 25$ años.....	80
Tabla 19: Resultado para un $Tr = 50$ años	81
Tabla 20: Resumen del Modelamiento 1D	82
Tabla 21: Áreas agrícolas afectadas $Tr = 5$ años	88
Tabla 22: áreas agrícolas afectadas $Tr = 10$ años.....	95
Tabla 23: Áreas agrícolas afectadas $Tr = 25$ años	102
Tabla 24: Áreas agrícolas afectadas $Tr = 50$ años	109
Tabla 25: Resumen del Modelamiento 2D.....	114
Tabla 26: Valores Kn para la prueba de datos dudosos	130
Tabla 27: Coeficientes de Manning para cauces naturales	131
Tabla 28: Matriz de Consistencia.....	135

RESUMEN

El presente estudio tiene como objetivo estimar el área agrícola vulnerable a las inundaciones por las crecidas del río Tumbes en el sector de Pampa Grande. Para estimar las áreas agrícolas inundadas, se determinó las áreas agrícolas del sector mediante imágenes satelitales DEM; después se recolectó datos para calcular el caudal máximo para periodos de retorno 5,10,25 y 50 años con los métodos de distribución Normal, distribución Log Normal 2 y 3 parámetros, distribución Gamma 2 y 3 parámetros, distribución Gumbell y Log Gumbell en el software Hidroesta 2; una vez calculado los caudales máximos se usaron en HEC-RAS, así como también la imagen satelital DEM, las condiciones de contorno, las rugosidades en ambas márgenes y la del cauce del río y la pendiente, para luego proceder a realizar la simulación para los periodos de retorno mencionados en el software HEC-RAS y al final delimitar las áreas agrícolas inundadas en el software ArcGIS. Se obtuvo los caudales máximos para los periodos de retorno de 5,10,25 y 50 años tales como 1936,47 m³/s; 2359,26 m³/s; 2857,51m³/s y 3205,83m³/s respectivamente con áreas perjudicadas que superan el 90% de las áreas totales, la cuales son 206,25 ha; 210,57 ha; 213,49 ha y 214,72 ha consecutivamente. Por estos motivos se concluye que los softwares como HEC-RAS, ArcGIS esenciales para determinar áreas agrícolas inundadas, la cual permitirán hacer en un futuro una evaluación de riegos y construcción de infraestructuras de protección con alturas mayores a los tirantes simulados.

Palabras Clave: Áreas Agrícolas, Caudales máximos, Modelamiento Hidráulico 1D y 2D

ABSTRACT

The objective of this study is to estimate the agricultural area vulnerable to flooding due to the floods of the Tumbes River in the Pampa Grande sector. To estimate the agricultural areas flooded, the agricultural areas of the sector were determined using DEM satellite images; Afterwards, data was collected to calculate the maximum flow for return periods 5,10,25 and 50 years with the methods of Normal distribution, Log Normal distribution 2 and 3 parameters, Gamma distribution 2 and 3 parameters, Gumbell distribution and Log Gumbell in the Hidroesta 2 software; Once the maximum flows were calculated, the HEC-RAS was used, as well as the DEM satellite image, the boundary conditions, the roughness on both margins and that of the riverbed and the slope, to then proceed to carry out the simulation for the return periods mentioned in the HEC-RAS software and at the end delimit the flooded agricultural areas in the ArcGIS software. The maximum flows were obtained for the return periods of 5,10,25 and 50 years such as 1936,47 m³ / s; 2359.26 m³ / s; 2857.51m³ / s and 3205.83m³ / s respectively with damaged areas that exceed 90% of the total areas, which are 206.25 ha; 210.57 ha; 213.49 ha and 214.72 ha consecutively. For these reasons, it is concluded that softwares such as HEC-RAS, ArcGIS are essential for determining flooded agricultural areas, which will allow an evaluation of risks and construction of protection infrastructures with heights greater than the simulated braces in the future.

Keywords: Agricultural Areas, Maximum Flows, Hydraulic Modeling 1D and 2D.

INTRODUCCION

Las inundaciones son fenómenos naturales que han estado presente durante la historia del planeta, provocadas por rupturas de presas o diques, huracanes o tsunamis, el exceso de lluvias que provocan máximas avenidas ocasionando que los ríos, quebradas, etc. se desborden.

Las principales consecuencias de los desbordes de ríos son la destrucción de cultivos y cosechas, destrucción de vías de transporte, destrucción de centros poblados, perdida humanas, modificación del relieve, destrucción de infraestructuras hidráulicas débiles y ya deterioradas.

La presente tesis titulada “Estimación del área agrícola vulnerable a las inundaciones, por las crecidas del río Tumbes, en el sector de Pampa Grande Tumbes - 2020”, su objeto de estudio es estimar las áreas agrícolas que quedaran inundadas o perjudicadas frente a las máximas avenidas que son producto de las fuertes precipitaciones en el sector mencionado dejando como perdidas áreas de cultivo y deterioro de obras hidráulicas.

La población de Pampa Grande apuesta por el desarrollo agrario por lo que necesitan saber qué áreas son vulnerables a inundarse, y con la ayuda de información tomar las medidas preventivas para futuras avenidas.

Existen softwares que permiten determinar las zonas inundables como lo es HEC-RAS 5.0.3 que simula en forma bidimensional el comportamiento del flujo del rio, y el ARG GIS que permite delimitar las áreas agrícolas inundadas.

El software Hidroesta 2 permitirá estimar los caudales máximos ante periodos de retorno de 5,10, 25 y 50 años con los diferentes métodos numéricos para variables que no son constantes con el tiempo (Método de Gumbell Person Log Normal).

CAPITULO I

1. REVISION LITERARIA (ESTADO DE ARTE)

1.1. Antecedentes

INDECI (2017) menciona que las máxima avenidas que se han presentado durante los años en el Perú nos redacta que el fenómeno del niño en el Perú ha ocurrido en 43 ocasiones, de los cuales 7 han sido de carácter extraordinario. Según Rocha (2015) "El primer mega Niño ocurrió en el Perú en el año 1578, siendo los departamentos de Lambayeque, la libertad y Piura los más afectados".

ANA (2017) evaluó el ancho estable del río, llanura de inundación y puntos críticos de desbordamiento bajo distintos periodos de retorno, en varios tramos del río Chicama. Para tal efecto, fue utilizado como herramienta de modelamiento HEC-RAS 1D bajo condiciones de flujo permanente con régimen mixto (régimen crítico y régimen supercrítico).

Para determinar las áreas de inundación son fundamentales, pero también se necesita tener criterio al simular en algún software. Según Palmer (2017) "Tanto el software HEC-RAS, como simulador hidráulico; la EXTENSIÓN HEC - GEORAS, como facilitador de las secciones transversales; y el software ArcGIS, como procesador de topografía y elaboración de mapas, no son tecnologías autosuficientes y necesitan del criterio del experto para ser adaptadas a cada situación en particular" (p.100).

Pablo (2018) menciona que para identificar las zonas vulnerables frente a las inundaciones por desborde del río Huarmey; se propusieron algunas alternativas para su protección usando el HEC RAS 2D. Según Grapio (2020) "Unas de los sectores más afectados que se puede observar en el mapa de inundación es el agrícola, provocando a los agricultores pérdidas económicas" (p.97).

Collantes y Canchaya (2020) menciona que las áreas de inundación en los tramos en estudio de su proyecto fueron determinadas con un modelo hidráulico, la cual facilito identificar las zonas de peligro de inundación. Según Carranza & Comunn (2019) “Mientras el mallado es más fino se conoce mejor el comportamiento del modelo para ello se recomienda discretizar la malla en las áreas que se van a estudiar” (p.105).

En las investigaciones mencionadas se puede observar que el programa HEC – RAS es muy usado para poder estimar las áreas inundadas de cauces naturales. Según Rodrigues (2017) “Especialistas de la rama hidráulica realizan simulaciones hidráulicas para la evaluación de riesgos de inundaciones mediante la interrelación de los programas ArcGIS y HECRAS” (p.45).

1.2. Definición de términos básicos

- a. **La Hidrología Fluvial:** es el estudio de la secuencia en la que se presenta los caudales (Q) de un río y hablamos de régimen hidrológico pluvial, nival, pluvio-nival, tropical, monzónico que son causales de las regularidades, estas regularidades se pueden estudiar en el plazo temporal del año (Vide, INGENIERIA DE RIOS, 2002, pág. 26).
- b. **La hidráulica fluvial** trata de las intervenciones humanas en los ríos para su adecuación al aprovechamiento de los recursos hídrico o la disminución de riesgos de daños por inundación, o bien por la intersección del río con una obra de infraestructura (carretera, puentes, calles, ferrocarril, conducciones, etc.) (Vide, 1994, pág. 11).
- c. **Introducción a la Hidráulica Fluvial** En un río prácticamente no existe movimiento permanente, porque el caudal está variando continuamente (a veces, lentamente; otras, rápidamente)” (Rocha, 1998, pág. 48).
- d. **“Cuenca:** Sistema integrado por varias subcuentas o microcuencas” (GALVEZ, 2012).
“Caudal: Cantidad de agua que pasa por un punto específico en un sistema hidráulico en un momento o período dado” (Llamas, 1993).

- e. **Caudal máximo:** Para la determinación del caudal máximo instantáneo (q_{max}) ocurrido en una sección de control, en un lapso determinado, generalmente durante el transcurso del pasaje de una onda de avenida, debe disponerse de un instrumento registrador. Se expresan en m^3/s y se le asocia la fecha en que se ha registrado (Villon, 2005).
- f. **Hidrograma de Avenida** Se trata de una representación gráfica de la variación del tiempo y el caudal producido por una precipitación en una cuenca hidrográfica determinada, información muy importante para el dimensionamiento estructural de obras hidráulicas, y modelamientos hidráulicos (Ayala, 2014)
- g. **Erosión Hídrica** La acción de las aguas continentales es un agente erosivo de primera magnitud. Al desgastar los suelos y rocas por los que circula y arrastrar materiales en dirección al mar, dejándolos depositados en diversos lugares, formando nuevos suelos, realiza el modelando el paisaje (ALLAS, 2006, pág. 7)
- h. **El modelo bidimensional** presenta enormes ventajas operativas. El modelo matemático involucrado es mucho más simple. Es a la vez una gran suerte que la mayor parte de los flujos que ocurren en la Naturaleza puedan ser adecuadamente descritos mediante el flujo bidimensional; esto se debe a que son en realidad casi bidimensionales. (Felices, 1998, pág. 46).
- i. **“Coeficiente de rugosidad** Coeficiente que caracteriza la rugosidad de un cauce o tubería y que se utiliza para calcular la resistencia al flujo en el cauce o tubería.” (UNESCO & WMO , 2012, pág. 292).
- j. **“Condiciones de contorno** Conjunto de condiciones que debe satisfacer la solución de una ecuación diferencial en los límites de la región en la que se busca dicha solución” (UNESCO & WMO, 2020, pág. 40).
- k. **“Fenómeno El Niño (FEN)** Evento climático anómalo de meses de duración con altas temperaturas del mar y lluvias intensas en la costa norte del Perú. Este es el fenómeno original, descrito en el Perú a fines del siglo XIX” (SENAMHI, 2019)

- I. “**El Niño Costero** Evento climático anómalo con altas temperaturas del mar en la costa norte del Perú que puede coincidir con el FEN y/o con El Niño global, pero no necesariamente” (senamhi, 2019)
- m. “**Hidrograma unitario** El hidrograma unitario de una cuenca, se define como el escurrimiento directo que resulta de una lluvia efectiva unitaria distribuida de manera homogénea y constante sobre la cuenca y sobre una unidad de tiempo” (Senamhi, 2019)
- n. “**Inundación** Las inundaciones se producen cuando las lluvias intensas o continuas sobrepasan la capacidad de campo de suelo, el volumen máximo de transporte del río es superado y el cauce principal se desborda e inunda terrenos circundantes” (INDECI, 2011, pág. 11).
- o. **La probabilidad** puede ser expresada en forma de frecuencia a través del periodo de retorno o recurrencia. El periodo de retorno T de un evento con una magnitud dada se define como el intervalo de recurrencia promedio entre eventos que igualan o exceden una magnitud especificada (**Chow, et. al., 1994**).
- p. **Para estimación de caudal máximo de diseño (Murga,2017)**

I. **Distribución Normal**

Se dice que una variable aleatoria x, tiene una distribución normal, si su función densidad, es:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi S}} \text{EXP} \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{x-\bar{x}}{S} \right)^2 \right] \dots\dots\dots(1)$$

Para $-\infty < x < \infty$

Donde:

- f (x)** : Función densidad normal de la variable x.
- x** : Variable independiente.
- \bar{x}** : Parámetro de localización, igual a la media aritmética de x.
- S** : Parámetro de escala, igual a la desviación estándar de x.
- EXP** : Función exponencial base e, de los logaritmos neperianos.

II. Distribución Log-Normal de 2 parámetros

Cuando los logaritmos $\ln(x)$ de una variable x están normalmente distribuidos, entonces se dice que la distribución de probabilidad log-normal, en que la función de probabilidad log-normal $f(x)$ viene representado como:

$$f(x) = \frac{1}{x\sigma_y\sqrt{2\pi}} \text{EXP} \left\{ -\frac{1}{2} \left[\frac{\ln x - \mu_y}{\sigma_x} \right]^2 \right\} \dots\dots\dots (2)$$

Para $0 < x < \infty$, se tiene que:

$$x \sim \text{logN}(\mu_y, \sigma_y^2)$$

Donde:

$\mu_y \sigma_y$: Son la media y desviación estándar de los logaritmos naturales de x , es decir de $\ln(x)$, y representan respectivamente, el parámetro de escala y el parámetro de forma de distribución

III. Distribución Log-Normal de 3 parámetros

Muchos casos el logaritmo de una variable aleatoria x , del todo no son normalmente distribuido, pero restando un parámetro de límite inferior x_0 , antes de tomar logaritmos, se puede conseguir que sea normalmente distribuida.

La función de densidad, de la distribución log-normal de 3 parámetros, es:

$$f(x) = \frac{1}{(x - x_0)\sigma_y\sqrt{2\pi}} \text{EXP} \left\{ -\frac{1}{2} \left[\frac{\ln(x - x_0) - \mu_y}{\sigma_y} \right]^2 \right\}. (3)$$

Para $0 \leq x < \infty$

Donde:

x_0 : Parámetro de posición en el dominio x .

μy : Parámetro de escala en el dominio x.

σy^2 : Parámetro de forma en el dominio x.

IV. Distribución Log-Pearson tipo III

Los parámetros de esta distribución se calculan de la misma manera que en Pearson tipo III, con la diferencia de que los parámetros estadísticos media, desviación estándar y coeficiente de asimetría se hallan con los logaritmos en base 10 de los datos originales.

Se dice que una variable aleatoria X, tienen una distribución Pearson Tipo III, si su función densidad de probabilidad es:

$$f(x) = \frac{(x - x_0)^{-1} e^{-\frac{(x-x_0)}{\beta}}}{\beta \gamma \Gamma(\gamma)} \dots \dots \dots (4)$$

Para:

$$0 \leq x < \infty$$

$$-\infty \leq x_0 < \infty \quad 0 < \beta < \infty$$

$$0 < \gamma < \infty$$

V. Distribución Gumbel

La distribución Gumbel es una de las distribuciones de valor extremo, es llamada también Valor Extremo Tipo I, Fisher-Tipett tipo I o distribución doble exponencial.

La función de distribución acumulada de la distribución Gumbel, tiene la forma:

$$f(x) = e^{-e^{-\frac{x-\mu}{\alpha}}} \dots \dots \dots (5)$$

Para:

$$-\infty < x < \infty$$

Donde:

$0 < \alpha < \infty$ es el parámetro de escala.

$-\infty < \mu < \infty$ es el parámetro de posición.

Derivando la función de distribución acumulada con respecto a x, se obtiene la función de densidad de probabilidad; es decir:

$$f(x) = \frac{dF(x)}{dx} \dots\dots\dots(6)$$

$$f(x) = \frac{1}{\alpha} e^{e^{-\frac{x-\mu}{\alpha}}} e^{-\frac{x-\mu}{\alpha}} \dots\dots\dots(7)$$

Para:

$$-\infty < x < \infty$$

VI. Distribución Log-Gumbel

La función de distribución acumulada de la distribución Gumbel tiene la forma según (5). Si en dicha ecuación, la variable x se reemplaza por ln x, se obtiene la función acumulada de la distribución log-Gumbel, o distribución de Fréchet.

$$f(x) = e^{-e^{-\frac{\ln x - \mu}{\alpha}}} \dots\dots\dots(8)$$

Para:

$$-\infty < \ln x < \infty$$

- q. **Sistema de información geográfica** Un Sistema de Información Geográfica (SIG) es un sistema empleado para describir y categorizar la Tierra y otras geografías con el objetivo de mostrar y analizar la información a la que se hace referencia espacialmente. Este trabajo se realiza fundamentalmente con los mapas. (senamhi, 2019)
- r. **Hidroesta** es 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 proporciona al ingeniero agrícola una herramienta que permite realizar cálculos, simulaciones rápidas, y determinar los caudales o precipitaciones de diseño (Bejar, 2005).
- s. **“HEC-RAS (Hydrological Engineering Center – River Analysis System)** es un programa de modelización hidráulica unidimensional” (**Cursos Gis,2021**)

- t. MODELO HIDRÁULICO** Los modelos hidráulicos se usan para simular el flujo en canales abiertos, ríos, humedales, lagos, estuarios y zonas costeras. También para describir el flujo sobre planicies de inundación o a través de estructuras hidráulicas como vertederos, compuertas, alcantarillas, puentes, embalses, diques, etc. Estos modelos están enfocados en la obtención de niveles y velocidades del agua en cauces y en las llanuras de inundación. Utilizan cartografías de precisión. Se basan en cálculos hidráulicos complejos. Existen dos tipos de modelos hidráulicos: físicos y matemáticos. **(Senamhi, 2019)**
- u. “CALIBRACIÓN DE UN MODELO** Proceso por el cual los parámetros de un modelo se ajustan para obtener concordancia entre los resultados generados por el modelo y los valores medidos de las variables” (Senamhi, 2019)
- v. “Flujo no permanente** La profundidad cambia a través del tiempo. En los estudios de canales abiertos al tratarse de un flujo no permanente el nivel cambia de manera abrupta mientras pasa por el canal” (Chow, 1994).
- w. Análisis de riesgos** Procedimiento técnico que permite identificar y caracterizar los peligros, analizar las vulnerabilidades calcular, controlar, manejar y comunicar los riesgos, para lograr un desarrollo sostenido mediante una adecuada toma de decisiones en la Gestión del Riesgo de Desastres
- x. Modelamiento hidráulico en 1d** El software del Centro de Ingeniería Hidrológica Analysis System (HEC) Río (HEC-RAS) le permite realizar de una sola dimensión constante y cálculos hidráulica de los ríos de flujo no estacionario 1D y 2D. HEC-RAS es un sistema integrado de software, diseñado para el uso interactivo de un entorno de red multiusuario multitarea. El sistema se compone de una interfaz gráfica de usuario (GUI), componentes de análisis hidráulicos separados, almacenamiento de datos y capacidades de gestión, gráficos e instalaciones de informes (Cersa, 2020).
- y. Ecuaciones fundamentales del Modelo Hidráulico HEC-RAS**
HEC-RAS como modelo de cálculo no deja de ser una aproximación al flujo en lámina libre. Por ello lleva asociadas unas limitaciones de

cálculos inherentes a las hipótesis de partidas de las ecuaciones que resuelve. **(Blade et al., 2009).**

Así, HEC-RAS resuelve el flujo gradualmente variado a partir de la ecuación de balance de energía (trinomio de Bernoulli) entre dos secciones dadas, excepto en los casos en lo que simulen estructuras como puentes, vertederos o tramos cortos entubados. En tales casos HEC-RAS resuelve la ecuación de conservación de la cantidad de movimientos, así como ciertas ecuaciones de carácter empírico establecidos *ad hoc* para estas estructuras. **(Blade et al., 2009).**

Una hipótesis básica en la que se basa HEC-RAS es que el flujo simulado debe ser unidimensional. Es decir, el único componente de la velocidad que se considera es la componente en la dirección del movimiento. Las otras, dirección vertical y transversal al movimiento, se consideran despreciables. **(Blade et al., 2009).**

Con este software, se tendrá en cuenta los parámetros hidráulicos establecidos como son: Ecuación de la energía, Pendiente motriz, Ecuación de Manning, Factor de transporte K, Longitud ponderada aguas abajo, Ponderación del coeficiente de Manning en el cauce central, Coeficiente de Coriolis, Perdidas de carga localizadas, energía específica. Régimen crítico, subcrítico y supercrítico.

I. Ecuación de la energía

La ecuación básica para la estimación de la posición de la superficie libre del agua, en régimen permanente, es la ecuación del balance de energía, esto es, el trinomio de Bernoulli. HEC-RAS considera el caso en que la pendiente longitudinal del río o canal es suficientemente pequeña como para poder aceptar que la vertical y la perpendicular en un punto cualquiera coincidan. Si la sección 1 es una sección aguas arriba de la 2, HEC-RAS considera el balance de energía entre ambas secciones transversales como sigue:

$$Y_1 + Z_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} = Y_2 + Z_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} + \Delta H \dots \dots \dots (9)$$

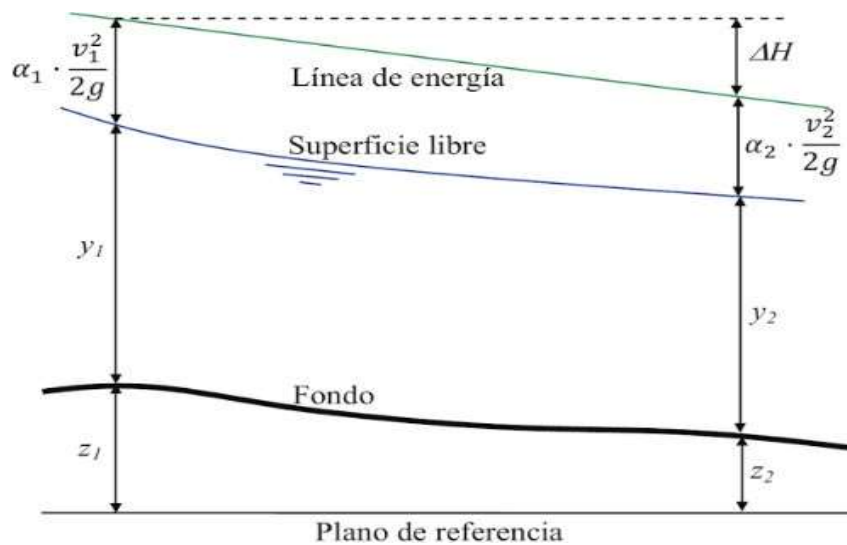


Figura 1: Representación de los términos del balance de energía.

(HEC, 2002)

Z_1 y Z_2 = Son las cotas de la sección respecto a un plano de referencia arbitrario. En caso de geometrías irregulares, como en general sucede en un río, se toma la cota del punto más bajo de la sección.

y_1 e y_2 = Son los calados en cada una de las secciones consideradas. En caso de geometrías irregulares, se considera la profundidad respecto del punto más bajo de la sección.

V_1 y V_2 = Son las velocidades medias en cada sección. En el caso de régimen permanente se obtienen como el cociente entre el caudal circulante y el área de la sección.

α_1 y α_2 = Son los coeficientes de Coriolis estimados en cada sección, que permiten corregir el hecho de que la distribución de velocidad en la sección se aleja de una distribución uniforme.

g = Aceleración gravitacional

ΔH = Es el término que estima la energía por unidad de peso que se disipa entre las secciones 1 y 2. En concreto, dicha energía debe incluir las pérdidas continuas por

rozamiento (fricción) con el contorno, así como las pérdidas localizadas que se den entre ambas.

II. Pendiente motriz. Ecuación de Manning

HEC- RAS calcula la pérdida de cargas continuas a partir de la fórmula de Manning:

$$I = \frac{n^2 v^2}{Rh^3} \dots \dots \dots (10)$$

Esta ecuación puede escribirse en función del caudal:

$$I = \frac{n^2}{Rh^3} \cdot \frac{Q^2}{A^2} \dots \dots \dots (11)$$

De donde se define el factor de transporte (k):

$$I = \frac{Q^2}{k^2} \dots \dots \dots (12)$$

$$K = \frac{Rh^{\frac{4}{3}} \cdot A}{n} \dots \dots \dots (13)$$

Estas expresiones se obtienen a partir de los valores de calado y velocidad particularizados a una cierta sección. Es decir, corresponde a los valores puntuales en ella. En general, la resolución numérica del perfil de la superficie libre, ya sea partir de HEC-RAS o de cualquier otro modelo, se establece a partir de la hipótesis de que la energía que se disipa entre dos secciones se puede estimar a partir de las respectivas pendientes motrices.

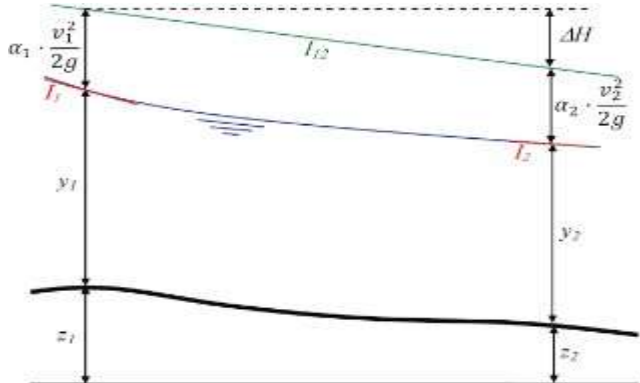


Figura 2: Interpretación de la pendiente motriz en cada sección

(HEC, 2002)

HEC-RAS permite estimar dicha pendiente motriz I12 a partir de distintas ponderaciones:

Ecuación de factor de transporte medio:

$$I = \left(\frac{Q1+Q2}{Kt1+Kt2} \right)^2 \dots\dots\dots(14)$$

Media Aritmética:

$$I12 = \frac{l1+l2}{2} \dots\dots\dots(15)$$

Media Geométrica:

$$I12 = \sqrt{l1 \cdot l2} \dots\dots\dots(16)$$

Media Aritmética:

$$I = \frac{2l1 \cdot l2}{l1+l2} \dots\dots\dots(17)$$

Si bien el método más común es el de media aritmética, cada uno resulta único para diferentes casos. HEC-RAS permite la opción de que el mismo seleccione el método más idóneo para cada caso. (Blade *et al.*, 2009).

III. Factor de transporte K

Se calcula subdividiendo la sección en aquellos en donde cambie el coeficiente de Manning. Por defecto cambia en las llanuras derecha e izquierda y el canal principal. Puede imponerse que cambie en más puntos.

Puede establecer que calcule K entre cada dos puntos de la sección (aunque no cambie n: método que usaba antiguamente (HEC 2002).

IV. Longitud ponderada aguas abajo

La longitud L12 entre las dos secciones de cálculo se obtiene como valor ponderado de las distancias respectivas desde cada parte, de la sección a la que se encuentra aguas abajo con el reparto de caudales en cada una de dichas porciones.

$$I_{12} = \frac{L_{12izq} \cdot Q_{12izq} + L_{12centr} \cdot Q_{12centr} + L_{12der} \cdot Q_{12der}}{Q_t} \dots\dots\dots(18)$$

El reparto de caudales se determina según el area activa de flujo en cada zona de la sección transversal. (Blade *et al.*, 2009).

V. Ponderación del coeficiente de Manning en el cauce central

Igualmente, el coeficiente de fricción de Manning se divide, por defecto, en las tres partes citadas (llanura derecha e izquierda y el principal), aunque en este caso puede configurarse para tener en cuenta más puntos de cambio dentro de la sección (opción horizontal variación in “n values”). El flujo en el cauce principal solo se subdivide cuando el coeficiente de fricción cambia dentro de él. Solo en dos casos el programa obtiene un valor equivalente del coeficiente de Manning dentro del cauce principal:

- 1) Si la pendiente transversal del cauce principal es superior a 5 h.
- 2) Si el coeficiente de fricción varía dentro del cauce principal.

En tal caso, HEC-RAS debe calcular un valor global del coeficiente de Manning para toda la sección.

Se utiliza la ponderación con el perímetro mojado:

$$n_{total} = \left(\frac{\sum_{i=1}^N P_i n_i^{1.5}}{P_{total}} \right)^{\frac{2}{3}} \dots\dots\dots(19)$$

Donde:

- P_i = es el perímetro mojado de la porción i de la sección;
- n_i = es el coeficiente de Manning de la porción i de la sección;
- P_{Total} = es el perímetro mojado de la sección completa;
- N es el número de partes en las que se divide el caudal central.

VI. Coeficiente de Coriolis

Como es obvio por el propio concepto de coeficiente de Coriolis, se utiliza en HEC-RAS una mera aproximación al mismo. De hecho, en realidad se trata de un procedimiento que permite ponderar la energía cinética dentro de la sección. Ello resulta necesario en el momento en que se acepta la distribución del caudal de las tres zonas en que se divide esta.

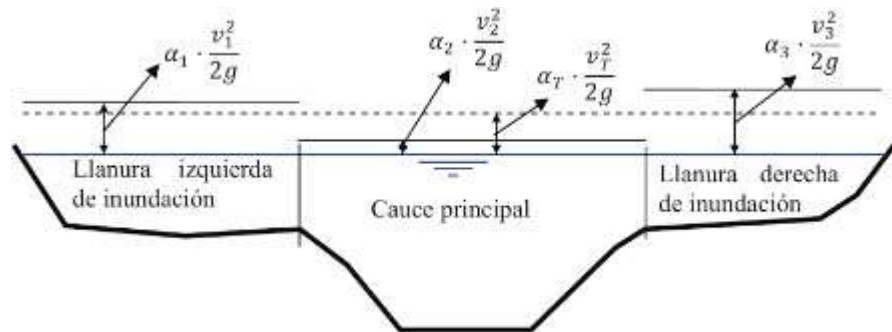


Figura 3: Valor ponderado de la Energía Cinética

HEC, 2022

$$\alpha T = \frac{\sum_{i=1}^3 \frac{K_i^3}{A_i^2}}{\frac{K_T^3}{A_T^2}} \dots \dots \dots (20)$$

K1, K2 y K3 = Factor de transporte de la llanura de inundación izquierda, cauce central y llanura derecha.

A1, A2, y A3 = Áreas correspondientes a cada una de dichas zonas.

Kt = Factor de transporte total de la sección.

At = Área total de la sección.

VII. Pérdida de carga localizadas

Las pérdidas de carga localizadas que considera por el defecto son pérdidas por ensanchamiento y contracción. La metodología de cálculo es como sigue (HEC2002):

$$\Delta H_{total} = \lambda \cdot \left(\alpha_2 \frac{v_2^2}{2g} - \alpha_1 \cdot \frac{v_1^2}{2g} \right) \dots \dots \dots (21)$$

Donde λ es el coeficiente de pérdidas de carga localizadas. Por defecto HEC – RAS considera $\lambda=0.1$ si hay una contracción de sección y $\lambda=0.3$ en el caso de ensanchamiento en sentido del flujo.

VIII. Energía específica. Régimen crítico, sub crítico y supercrítico

Del trinomio de Bernoulli se puede definir el concepto de energía específica:

$$E = y + a \cdot \frac{v^2}{2g} \dots \dots \dots (22)$$

Se define en número de Froude como:

$$Fr^2 = \frac{v^2}{g \cdot \frac{A}{B}} \dots \dots \dots (23)$$

Por lo que se termina concluyendo que el régimen crítico corresponde un valor del número de froude igual a la unidad:

$$Fr^2 = 1 \text{ régimen crítico } \dots \dots \dots (24)$$

$$Fr^2 < 1 \text{ régimen subcrítico o lento } \dots \dots \dots (25)$$

$$Fr^2 > 1 \text{ régimen supercrítico o rápido } \dots \dots \dots (26)$$

z. Fundamentos de ArcGIS

Uno de los principales productos de ArcGIS que interactúan con HEC-RAS es ArcMap. ArcMap es una aplicación para entrada de datos, búsquedas estadísticas y geográficas, además de output (salida de información y mapas impresos). ArcMap es la plataforma principal de trabajo de ArcGIS. Así mismo, otros productos de ArcGIS son el ArcCatalog, ArcToolBox, ArcScene, ArcGlobe, ArcReader (Caso, 2010).

CAPITULO II

2. MATERIALES Y METODOS

2.1. Materiales, equipos y programas

2.1.1. Materiales

- Libreta de datos: La libreta nos permitió anotar características del terreno e información de las áreas de cada agricultor que se encontraba en la zona de estudio.

2.1.2. Equipos

- Cámara de celular: Sirvió para tomar fotos de zonas importantes que pueden servir para el proyecto.
- Computadora: Para usar los diferentes programas que se necesitará en el proyecto.
- GPS: Anotar las coordenadas de inicio y final y de puntos estratégicos.

2.1.3. Programas

- Google Earth Pro: Nos permitió visualizar el terreno y hacer polígonos del área.
- ArcGIS 10.5: Determinamos las delimitaciones de las áreas agrícolas, también para hacer los mapas de inundaciones.
- AutoCAD: Para corroborar las alturas de terrenos, perfil topográfico y determinación de pendientes.
- Hidroesta 2: Estimamos los caudales máximos para los diferentes periodos de retorno.
- HEC-RAS 5.0.4: Realizamos el modelamiento 1D y 2D.
- Excel versión 2016: Para procesar datos de alturas, áreas, etc.

2.2. Ubicación de la zona de proyecto

La zona de estudio de la presente investigación son las áreas agrícolas del sector de Pampa Grande que se encuentra en la Margen Derecha del Río Tumbes la cual viene siendo afectada por las intensas lluvias la cual ocasionan que los agricultores pierdan sus cultivos. Se encuentra en la parte baja de la cuenca del río Tumbes, desde la estación de bombeo Puerto El cura, hasta la desembocadura de la Quebrada El Nieto. Como se muestra en la figura (4)

2.2.1. Modificación del Área de Estudio

El área agrícola de la zona en estudio también se ha ido modificando debido a la variación del cauce.

Tabla 1 Modificación de Área Agrícola

Año	Longitud del Cauce (Km)	Área agrícola (Has) Sector Pampa Grande
Año 1976	5.2	220
Año 1985	5.15	190
Año 1999	5.55	280
Año 2011	5.5	290
Año 2021	5.5	218

2.2.2. Ubicación Geográfica:

Latitud: 3°35'28.17"S

Longitud: 80°27'36.91"O

2.2.3. Ubicación Geodésica

Este: 559971.617

Norte: 96003257.151

2.2.4. Área Agrícola: 218 has



Figura 4: Ubicación de la zona de estudio

2.3. Métodos y Técnicas

2.3.1. Recolección de información

Para obtener los datos se realizó una visita para reconocer las estaciones hidrológicas y meteorológicas, también se descargó la información que existe en el portal web del SENAMHI o ANA para poder obtener con la ayuda de los diferentes modelos los caudales máximos para diferentes periodos de retorno.

2.3.2. Obtención del Modelo Digital de Elevaciones DEM

Se descargó imágenes ASTER GDEM de la zona en estudio, en este caso se descargó los cuadrantes S04W81 y S05W81 del portal web GEO GPS PERU.

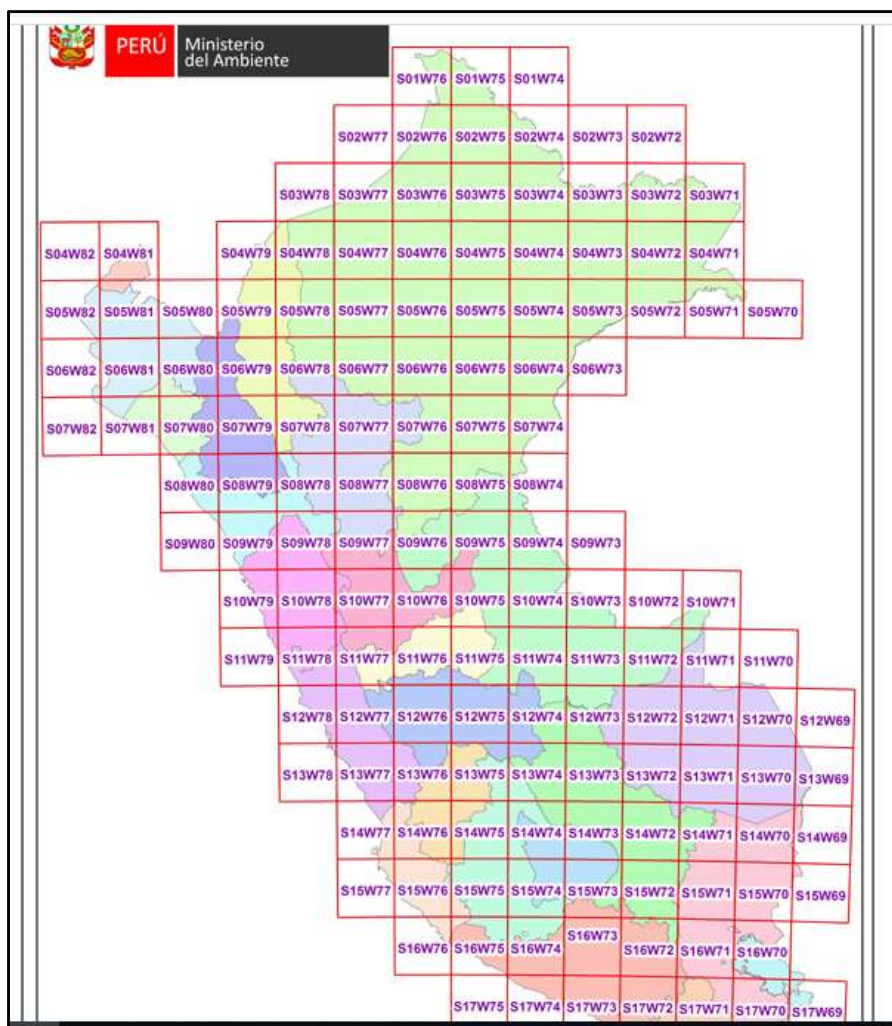


Figura: 5 Portal GEO GPS PERU

Fuente: GEO GPS PERU

Una vez descargada la información unimos ambos cuadrantes de Raster en ArcGis, para luego mediante la ayuda de un Shapefile de la Cuenca Tumbes recortar el Raster como se ven en las siguientes figuras (6) y (7)

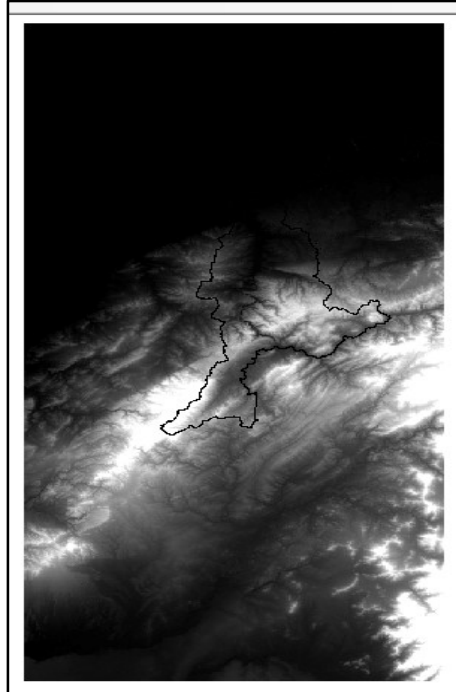


Figura 6: Raster S04W81 y S05W81 Unidos

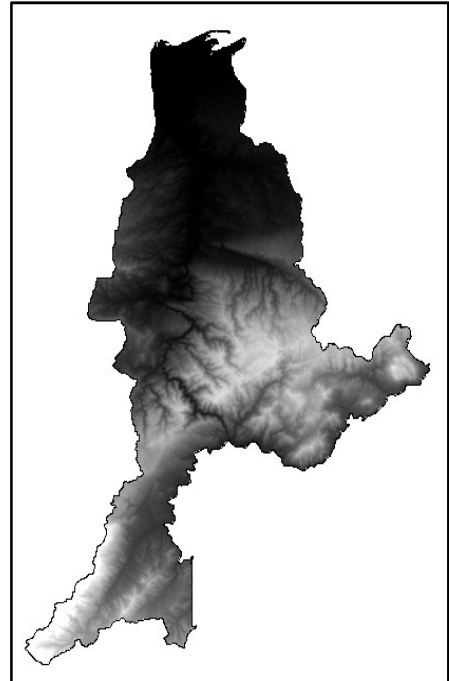


Figura 7: Cuenca Tumbes recortado

Luego realizamos un polígono de las posibles áreas agrícolas que quedarían perjudicadas por las máximas avenidas en Google Earth para luego exportarlo a ArcGis, la cual servirá para recortar el Raster DEM con la herramienta Extract By Mask.



Figura 9: Polígono del Área de estudio



Figura 8: Raster DEM del Área de estudio

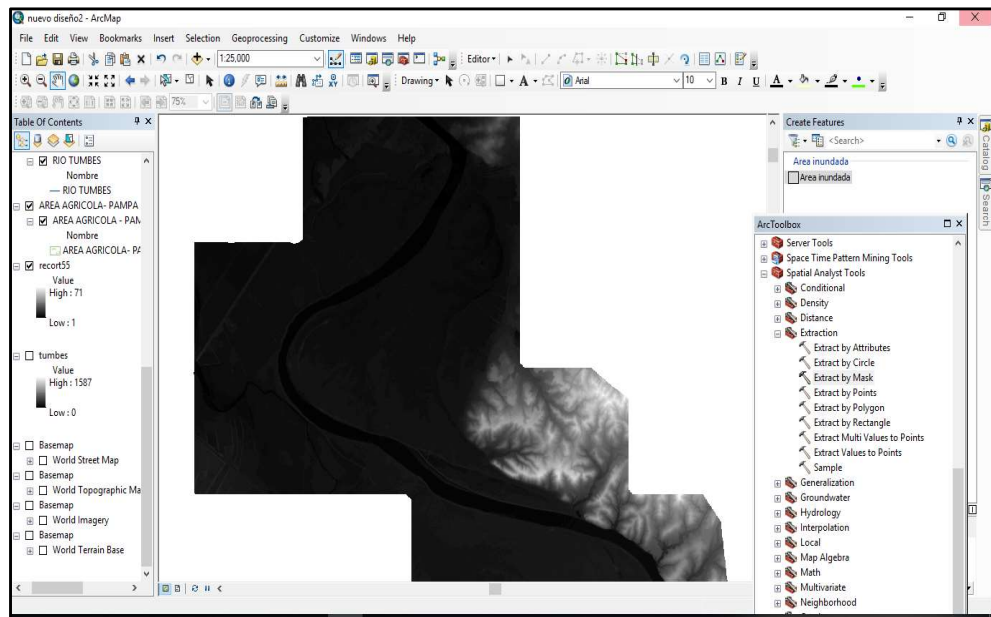


Figura 10: DEM del Área en estudio

2.3.3. Reconocimiento del Área en estudio

Se hizo el reconocimiento al área de estudio, con ayuda de una cámara se tomará fotos, la cual permitió tener un panorama más amplio de las cotas del terreno.

La visita al campo nos permitió saber que zonas son las más bajas o las altas para que al momento de procesar datos facilite el procedimiento, además podremos identificar con la ayuda del Raster DEM y el mapa de ubicación si coincide con la realidad y con ello tomar las medidas necesarias.

2.3.4. Determinación del Área Agrícola

Para determinar las áreas agrícolas del sector de Pampa Grande, nos dirigimos a la página web de GEOGPS PERU para descargar los predios agrícolas del sector, también visitamos la página SICAR del MINAGRI para corroborar datos.



Figura 11: Pagina SICAR del MINAGRI

Las áreas agrícolas se exportaron a ARCGIS para determinar sus áreas.

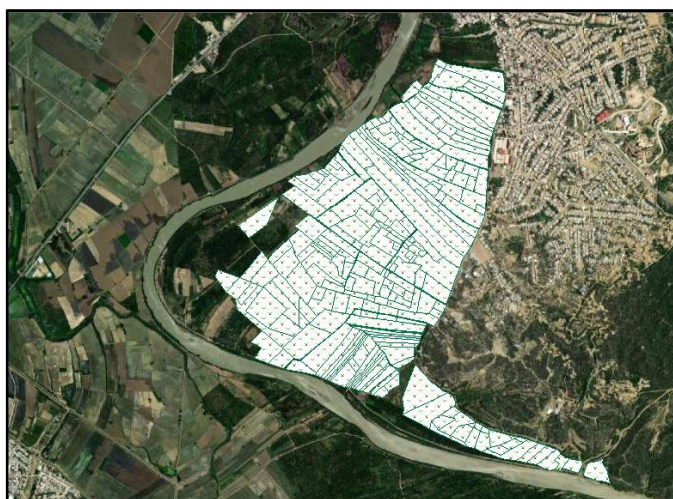


Figura 12: Áreas de los predios agrícolas

2.3.5. Análisis de máximas avenidas del Rio Tumbes – estación El Tigre

2.3.5.1. Análisis de consistencia de la Data Histórica 1965 – 2019

El análisis de consistencia a la data, permite identificar los errores sistemáticos, además a la detección, descripción y remoción de la no homogeneidad e inconsistencia de una serie de tiempo hidrológica. Antes de utilizar la serie de los datos históricos de caudales máximos, es necesario efectuar el análisis de consistencia respectivo, a fin de obtener datos confiables, de dentro del ámbito y tramo de estudio del Rio Tumbes, dicho análisis se realizó mediante los siguientes procesos:

A. Consistencia a la media:

Se observó gráficamente el comportamiento de la serie, se dividió en dos periodos (25 y 30 años), considerando como punto de inicio el año 1965, ya que a partir de este año se observó un ligero cambio en el comportamiento de la serie.

Se procedió a la aplicación de la prueba “T-student”, para determinar consistencia en la media. Para esto primero se calculó las desviaciones estándar de promedios y ponderadas según lo indicado en las ecuaciones (27) y (28)

$$Sd = Sp \left(\frac{1}{n1} + \frac{1}{n2} \right)^{1/2} \dots\dots\dots(27)$$

$$Sp = \left[\frac{(n1-1)S1^2 + (n2-1)S2^2}{n1+n2-2} \right]^{1/2} \dots\dots\dots(28)$$

Donde:

Sd= Desviación estándar de los promedios

Sp= Desviación estándar ponderada

N1= Número de años del primer periodo

N2= Número de años del segundo periodo

Sustituimos en las ecuaciones los valores obtenidos

T de Student Calculado (Tc)

$$Tc = \frac{x1-x2}{Sd} \dots\dots\dots(29)$$

Tc: 1,34749

T de Student Tabulado (Tt) (2 colas)

El valor critico de T se obtiene de la tabla de T de Student, con una probabilidad al 95%, o con un nivel de significación del 5% con grados de libertad.

Tt: 2,005746

B. Consistencia en la desviación estándar:

Para el análisis de la consistencia en la desviación estándar se aplicó la prueba estadística "F" de Fisher. Se calculó el estadístico "Fc" según (30) Y (31)

$$Fc = \frac{S1^2(x)}{S2^2(x)}, Si S1^2(x) > S2^2(X).....(30)$$

$$Fc = \frac{S2^2(x)}{S1^2(x)}, Si S2^2(x) > S1^2(X).....(31)$$

Luego de esto se calculó el valor de "Ft" (tabular) con: $\alpha=0.05$ y Grados de Libertad del numerador equivalente a 24 y grados de libertad del denominador de 29.

2.3.5.2. Análisis de tendencia de la Data Histórica 1965 – 2019

Se encuentran los siguientes parámetros:

$$Tc = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1+r^2}}.....(32)$$

Donde:

Tc= Valor estadístico T Calculado

n= Número total de datos

r= Coeficiente de Correlación

Coeficiente de correlación(r)

$$r = \frac{TQm-tm*Qm}{ST-SQ}.....(33)$$

Qm= Media del caudal

TQm= Tiempo medio del caudal

Tm= Media del periodo

ST= Desviación estándar del periodo

SQ= Desviación estándar de Q

2.3.5.3. Aplicación de prueba de datos dudosos (Método Water Reosurces Council)

Sirve para ver la calidad de los datos proporcionados por la DGA para posteriormente aplicar el análisis de frecuencia y obtener la mejor función densidad de probabilidad que se ajuste a cada estación en estudio.

En esta prueba se calculó el logaritmo en base decimal de cada valor ordenado de manera descendente, de los resultados se calculó la media y la desviación estándar. Los valores obtenidos sirvieron para determinar la data dudosa alta y la data dudosa baja con las ecuaciones (34) y (35)

$$XH = Xp + Kn * STDx.....(34)$$

$$XL = Xp - Kn * STDx.....(35)$$

XH: Umbral de datos dudosos altos (xH: unid. logarítmicas)

XL: Umbral de datos dudosos bajos (xL: unid. logarítmicas)

Kn: Son los valores para la prueba de datos dudosos según el tamaño de muestra disponible, ver los Anexos Tabla (26), para los datos obtenidos el tamaño de muestra que les corresponde es la cantidad de años que tiene la serie, la cual es "55 años" con un valor de 2,804. Lo resultados de ambas fórmulas se remplazaron en las ecuaciones (36) y (37)

$$PH = 10^{XH}.....(36)$$

$$PL = 10^{XL}.....(37)$$

Donde:

PH: Precipitación máxima aceptada

PL: Precipitación mínima aceptada

2.3.5.4. Prueba de Bondad de Ajuste

Las pruebas de bondad de ajuste consisten en comprobar gráfica y estadísticamente, si la frecuencia empírica de la serie analizada, se ajusta a una determinada función de probabilidades teórica seleccionada a priori, con los parámetros estimados con base en los valores muestrales.

Para el análisis de máximas avenidas a diferencia del chi cuadrado, la prueba de Smirnov – Kolmogorov tiene ventaja, debido a que compara los datos con el modelo estadístico sin necesidad de agruparlos.

Para realizar la prueba de bondad de ajuste, se ha utilizado la siguiente:

A. Prueba de Smirnov – Kolmogorov

Esta prueba consiste en comparar el máximo valor absoluto de la diferencia “ Δ ” entre la función de distribución teórica $F_0(x)$ y la distribución empírica $F(x)$, con un valor crítico “d” que depende del número de datos y el nivel de significancia seleccionada. (Aparicio Mijares, 1989).

$$\Delta = \max |F_0(x) - F(x)| \dots \dots \dots (38)$$

$$F(x) = \frac{m}{n+1} \dots \dots \dots (39)$$

Donde:

Δ : Estadístico de Smirnov – Kolmogorov

m : número de orden

n : número total de datos

La tabla (2) muestra los valores críticos “d” para la prueba de Smirnov-Kolmogorov en función del tamaño de la muestra y la probabilidad de excedencia.

Tabla 2:Valores críticos "d"

Tamaño de la muestra	Nivel de Significancia			
	$\alpha=0,20$	$\alpha=0,10$	$\alpha=0,05$	$\alpha=0,01$
10	0,32	0,37	0,41	0,49
15	0,27	0,30	0,34	0,40
20	0,23	0,26	0,29	0,36
25	0,21	0,24	0,27	0,32
30	0,19	0,22	0,24	0,29
35	0,18	0,20	0,23	0,27
40	0,17	0,19	0,21	0,25
45	0,16	0,18	0,20	0,24
50	0,15	0,17	0,19	0,23
55	0,14	0,16	0,18	0,22
n grande	1,07/ \sqrt{n}	1,22/ \sqrt{n}	1,36/ \sqrt{n}	1,63/ \sqrt{n}

Fuente: (Cáceres Callo, K. A., & Ataucuri Enriquez, R., 2018) "Análisis de vulnerabilidad hidrológica del tramo carretera interoceánica comprendida entre el km 12+000 al km 14+000 en la variante de Ucumayo Arequipa, Arequipa, Perú tabla 28"

B. Selección de las distribuciones que mejor se ajustan

Para determinar que distribución mejor se ajusta para la serie histórica en estudio se aplicó la prueba de Kolmogorov-Smirnoff con en software HIDROESTA 2.

El delta crítico se puede confirmar en la **Tabla (2)**

Las Figuras (13 -19) muestran las distribuciones con deltas menores al delta crítico.

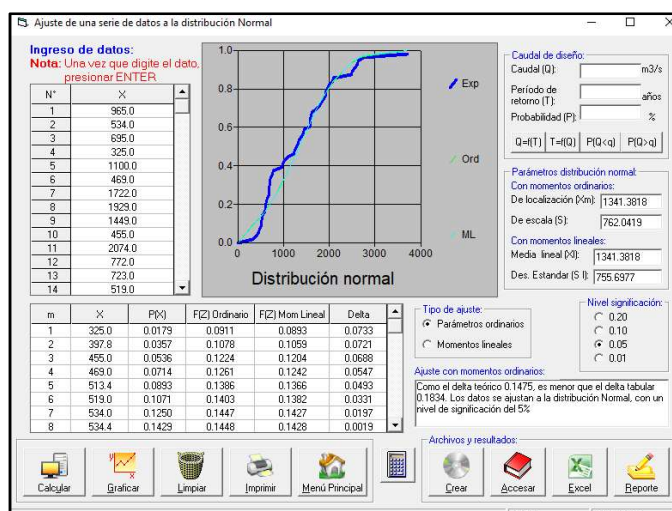


Figura 13: Distribuciones Normal

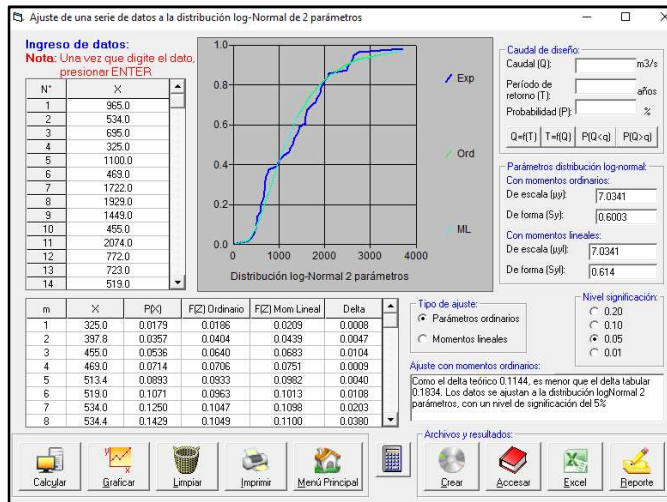


Figura 14: Distribución Log Normal 2 parámetros

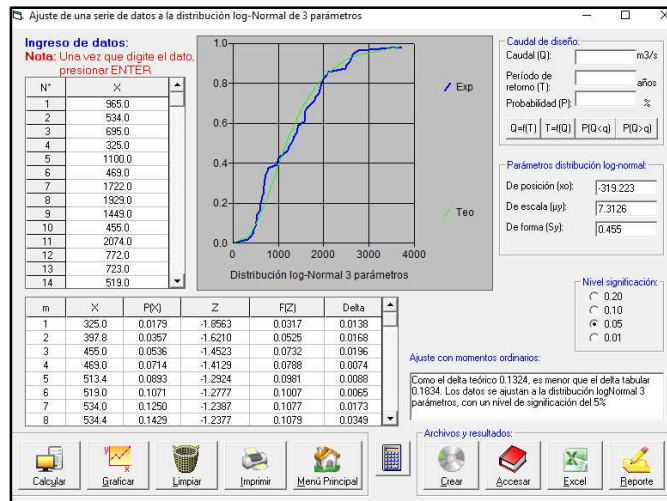


Figura 15: Distribución Log Normal 3 parámetros

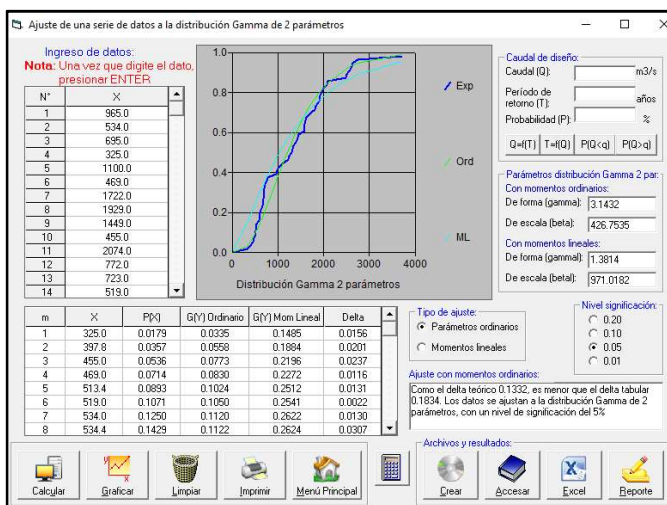


Figura 16: Distribución Gamma 2 parámetros

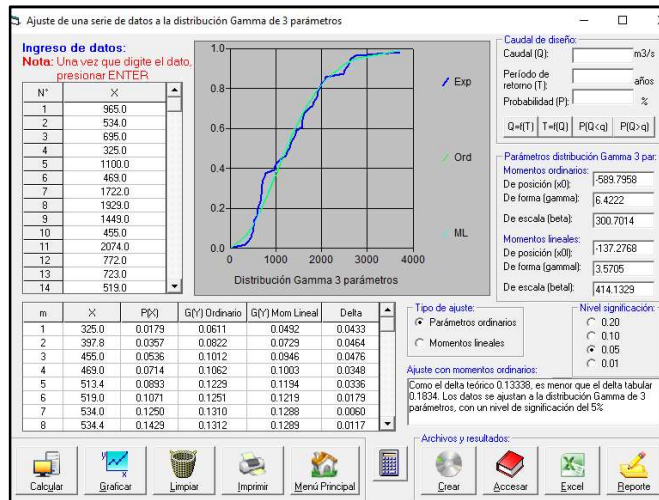


Figura 17: Distribución Gamma 3 parámetros

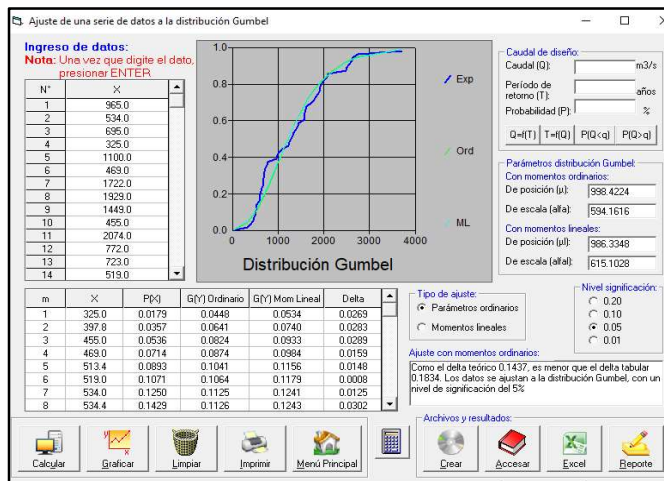


Figura 18: Distribución Gumbel

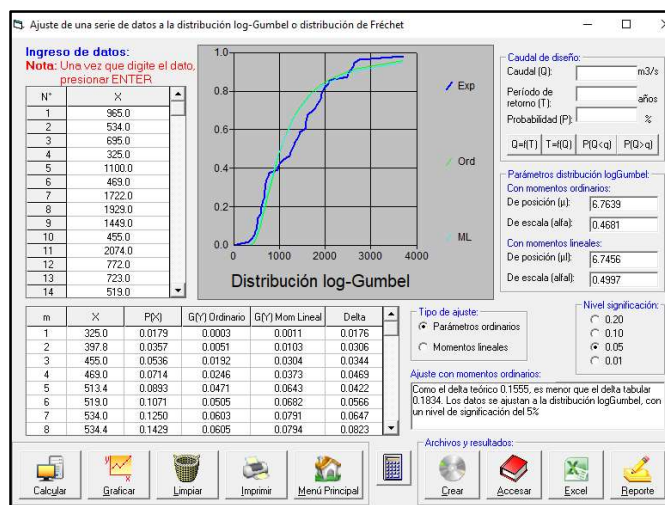


Figura 19: Distribución Log Gumbel

Tabla 3: Deltas para los diferentes Métodos de Distribución

DISTRIBUCION	D Max Teórico
DISTRIB. NORMAL	0,1475
DISTRIB. LOGNORMAL 2 PARAMETROS	0,1144
DISTRIB. LOGNORMAL 3 PARAMETROS	0,1324
DISTRIBUCION GAMMA 2 PARAMETROS	0,1332
DISTRIBUCION GAMMA 3 PARAMETROS	0,13338
DISTRIB. GUMBELL	0,1437
DISTRIB. LOG GUMBELL	0,1555

Se ha optado por elegir las distribuciones con delta teórico que están dentro de **0,11 hasta 0,13** como se muestra en la Tabla (3); el cual será empleado para el planteamiento la modelación hidráulica, además que sirve para el planteamiento hidráulico de alguna estructura.

Se calculará el caudal Máximo con los siguientes métodos

- Metodología Log Normal 2 parámetros
- Metodología Log Normal 3 parámetros
- Metodología Gamma 2 parámetros
- Metodología Gamma 3 parámetros

2.3.6. Determinación del caudal máximo con 4 métodos probalísticos

Con el uso del programa Hidroesta 2, se evaluó la serie histórica de caudales (1965-2019) con 4 modelos probabilísticos, considerando un nivel de significancia de 5%, método de estimación de parámetros y parámetros Ordinarios.

De los 4 métodos probalísticos que mejor se ajustan, se terminó eligiendo la Distribución Gamma 3 parámetros como se muestra en la Tabla (13) porque para un $T_r = 50$ años el valor del Caudal de 3200 m³/s se ajusta a la realidad y a estudios ya desarrollados en el mismo tramo realizados por A. Mansen (2017).

2.3.7. Determinación de los coeficientes de rugosidad del lecho del río Tumbes, sector Pampa Grande.

La elección del coeficiente de rugosidad (“n” de Manning), se realizó mediante observación en campo de las principales características del cauce del río y ambas márgenes (derecha e izquierda), los valores asignados se escogieron de la tabla de rugosidades propuestas de Manning. **Tabla (27)**

Para el cauce del río se consideró un coeficiente de rugosidad de $n=0,030$, por presentar tramo irregular, profundo, bancos con algo de hierba. Para la izquierda se consideró $n=0,033 - 0,035$ y para la derecha $n=0,033 - 0,035$. (HEC – RAS,2007)

Los valores de “n” varían según las características de los tramos del río. Sin embargo, para este trabajo se considera un coeficiente constante desde la sección 50 hasta la sección 4250 (Margen derecha e izquierda = $0,033$ y cauce = $0,030$), ya que el tramo no presenta variaciones en su terreno; pero a partir de la sección 4250 hasta el tramo 5678 el coeficiente a colocar sería $0,035$ a ambas márgenes debido a que presentan diques deteriorados es decir esa parte del tramo sería rugoso y para el cauce $0,033$. (HEC – RAS,2007)

2.3.8. Determinación de la pendiente del tramo en estudio

Exportamos el DEM a AutoCAD, del cual se sacarán las curvas de Nivel, una vez obtenidas las curvas de nivel se procedió hacer las secciones del río.

En AutoCAD se procedió a determinar la pendiente del tramo con la ayuda del Perfil del río, también se hizo el mismo procedimiento en ArcGIS para contrastar resultados, la cual servirá para escoger la pendiente más cercana a la realidad.

En el programa HEC-RAS también se pudo determinar el Perfil del tramo del río, al ver que era lo más parecido a la realidad se determinó escoger el perfil de dicho programa. Transportamos los valores de las alturas y distancias para calcular la pendiente promedio cada 50 m, la cual es $0,0006$.

2.3.9. Simulación Hidráulica del Tramo en estudio 1D

a). Ingreso del DEM a HEC - RAS

Se crea un nuevo proyecto en HEC – RAS, las cual colocamos las unidades en el Sistema Internacional (sistema métrico).

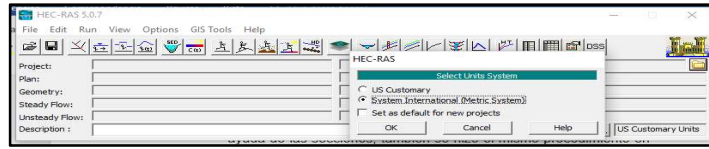


Figura 20: Software HEC-RAS

Nos dirigimos a Ras Mapper, estando en la ventana de RAS – MAPER se seleccionó “Créate a New Ras Terrain” de la opción “Terrain” el cual permitirá seleccionar el terreno y posteriormente “Create” y “Close”, con esta opción se cargó el terreno (DEM).

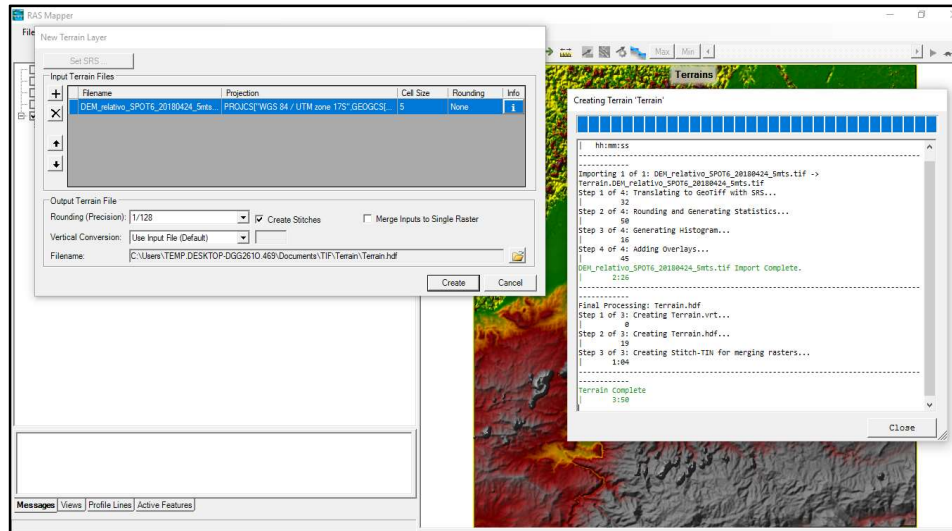


Figura 21: DEM exportado a Ras Mapper

b) Creación de la Geometría del Terreno en estudio 1D

Para realizar la Geometría seleccionamos “Add New Geometry Data” de la opción “Geometries”, posteriormente “Rivers” y “Edit Geometry” para comenzar a trazar el eje del rio, los Bank Lines y lo Flow Paths, luego en la opción “Cross Sections” para hacer las secciones cada 50 metros.

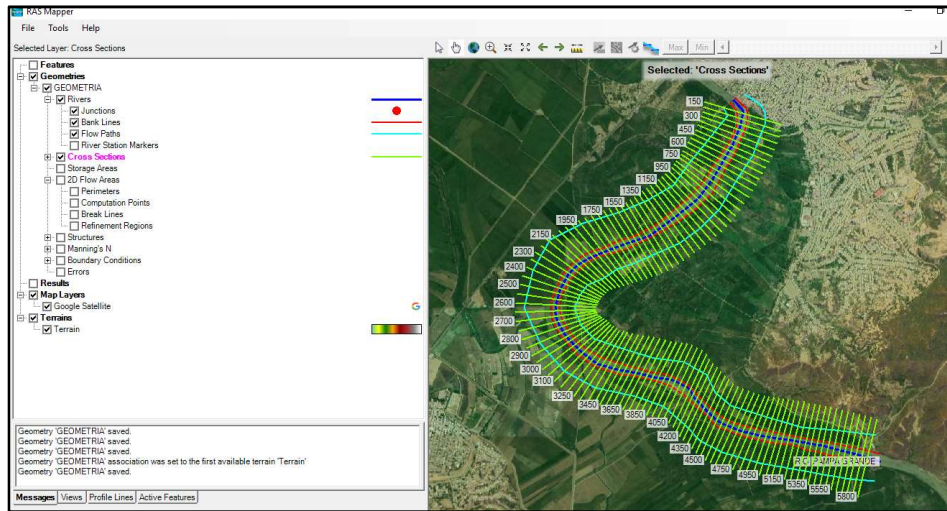


Figura 22: Secciones del tramo del río Tumbes

En “Geometry Data” insertamos la geometría y el terreno, le insertaremos los coeficientes de rugosidad de Manning a ambas márgenes y en el cauce del río.

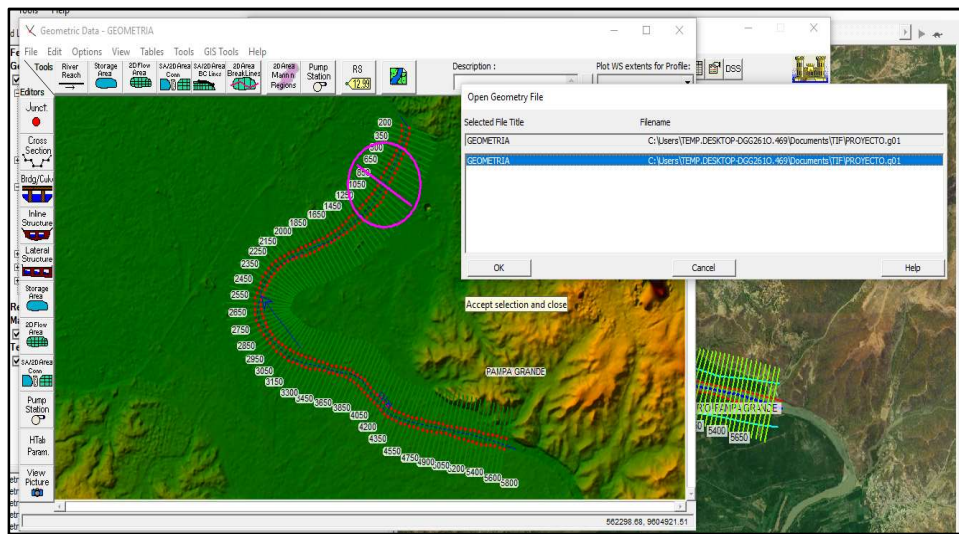


Figura 23: Secciones exportadas a Geometry Data

Edit Manning's n or k Values

River: RIO TUMBES Edit Interpolated XS's Channel n Values have a light green background

Reach: PAMPA GRANDE All Regions

Selected Area Edit Options

Add Constant ... Multiply Factor ... Set Values ... Replace ... Reduce to L Ch R ...

River Station	Frctn (n/k)	n #1	n #2	n #3
15 5000	n	0.035	0.03	0.035
16 4950	n	0.035	0.03	0.035
17 4900	n	0.035	0.03	0.035
18 4850	n	0.035	0.03	0.035
19 4800	n	0.035	0.03	0.035
20 4750	n	0.035	0.03	0.035
21 4700	n	0.035	0.03	0.035
22 4650	n	0.035	0.03	0.035
23 4600	n	0.035	0.03	0.035
24 4550	n	0.035	0.03	0.035
25 4500	n	0.035	0.03	0.035
26 4450	n	0.035	0.03	0.035
27 4400	n	0.035	0.03	0.035
28 4350	n	0.035	0.03	0.035
29 4300	n	0.035	0.03	0.035
30 4250	n	0.035	0.03	0.035
31 4200	n	0.033	0.03	0.033
32 4150	n	0.033	0.03	0.033
33 4100	n	0.033	0.03	0.033
34 4050	n	0.033	0.03	0.033
35 4000	n	0.033	0.03	0.033
36 3950	n	0.033	0.03	0.033
37 3900	n	0.033	0.03	0.033
38 3850	n	0.033	0.03	0.033

Figura 24: Coeficientes de Manning

C) Ingreso de Caudales y condiciones de contorno

Se dice que un flujo es permanente, si los parámetros hidráulicos (tirante, área hidráulica, perímetro mojado, velocidad, caudal, etc.) en cada sección, no cambian con respecto al tiempo. En un cauce natural, por lo general encontramos que el flujo es no permanente, entonces surge la pregunta ¿por qué se usa en HEC-RAS el cálculo con flujo permanente? La justificación a esta interrogante, es que en HEC-Ras interesa trabajar con caudales máximos, para un determinado periodo de retorno, y simular si el cauce y el conjunto de obras en él, soportan o no este caudal máximo, considerado permanente.

Por lo anteriormente mencionado, se eligió la opción “*Steady flow Data*”, que refiere a la modelación de un flujo permanente, en el cual colocaremos los caudales para los diferentes tiempos de retorno y la pendiente.

Steady Flow Data - FLOW

File Options Help

Description :

Enter/Edit Number of Profiles (32000 max): 4 Reach Boundary Conditions ...

Locations of Flow Data Changes

River: RIO TUMBES Add Multiple...

Reach: PAMPA GRANDE River Sta.: 5650 Add A Flow Change Location

Flow Change Location		Profile Names and Flow Rates					
River	Reach	RS	TR = 50	TR = 25	TR = 10	TR = 5	
1	RIO TUMBES	PAMPA GRANDE	5650	3205.83	2857.51	2359.26	1936.47

Figura 25: Caudales para diferentes periodos de retorno

Luego, se introdujo las condiciones de contorno con la opción “*Reach Boundary Conditions*”. HEC-RAS necesitó la información de las condiciones de contorno en cada tramo, para establecer el nivel del agua inicial en ambos extremos del tramo del río: aguas arriba (Upstream) y/o aguas abajo (Downstream). El flujo se considerará subcrítico y permanente, es decir depende en exclusiva de las condiciones de aguas abajo y su caudal no varía con el tiempo

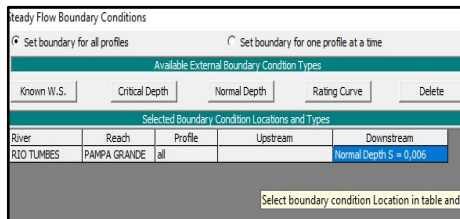


Figura 27: Pendiente

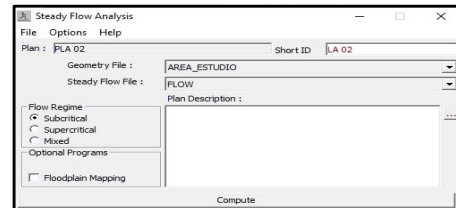


Figura 26: Flujo Suscrito

Finalmente computamos:

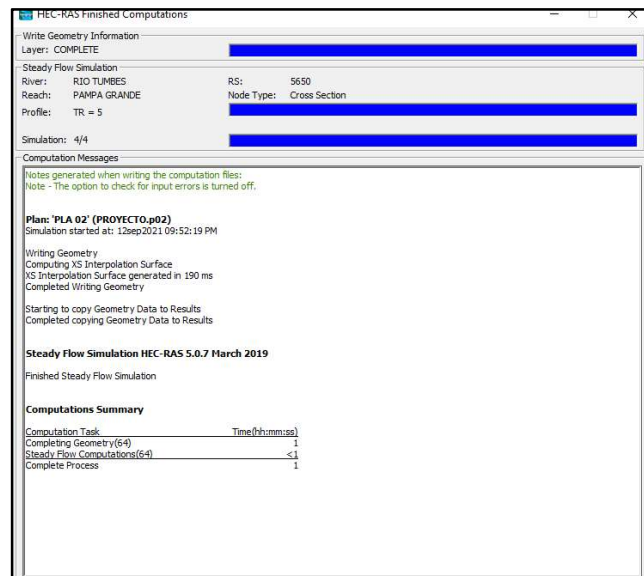


Figura 28: Computación del Modelamiento

2.3.10. Simulación Hidráulica del Tramo en estudio 2D

Se crea un nuevo proyecto en HEC – RAS, las cual colocamos las unidades en el Sistema Internacional (sistema métrico).

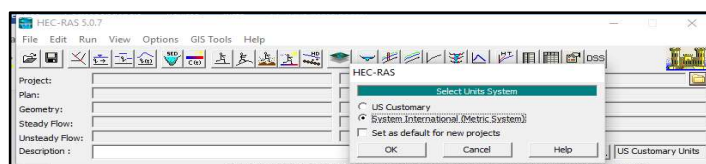


Figura 29:Hec - Ras

Ingresamos el DEM del terreno en Ras Mapper, creamos una nueva geometría para luego ir a la opción de “2D Flow Áreas” en donde se generará una malla la cual será el posible perímetro de las áreas agrícolas a afectarse.

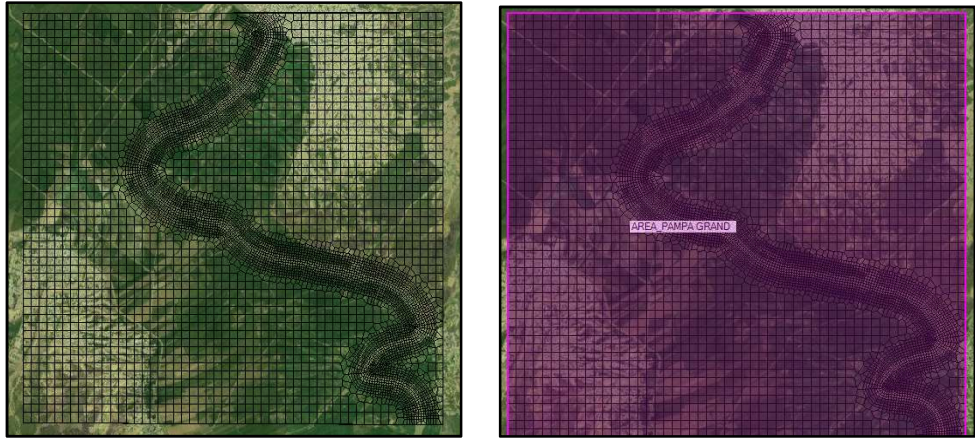


Figura 30: Creación del perímetro y de la malla

En la opción Break lines trazamos el eje del tramo del Río tumbes.

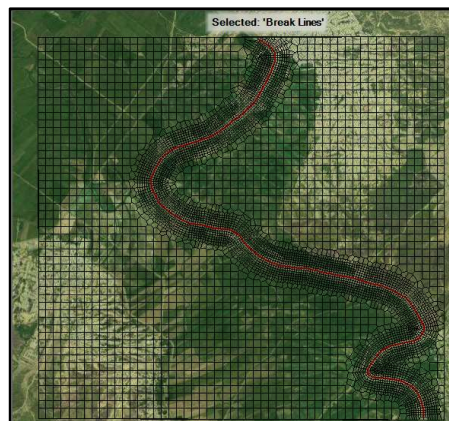


Figura 31: Eje del tramo del Río Tumbes

Luego en “Computation Points generamos puntos en la malla.



Figura 32: Computación de la malla

Ajustamos la malla en la opción “Break Lines” para corroborar errores en la malla, en este caso se tendrá que corregir en la opción “Computation Points” hasta quedar sin errores.

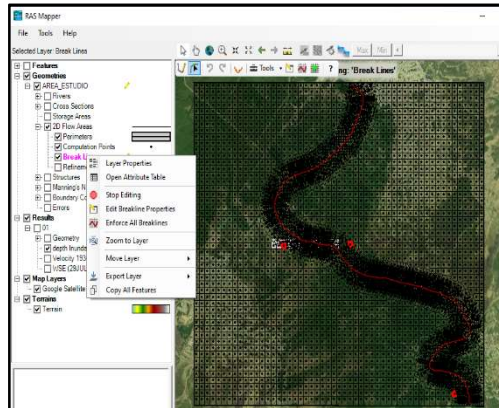


Figura 34. Ajuste de la malla

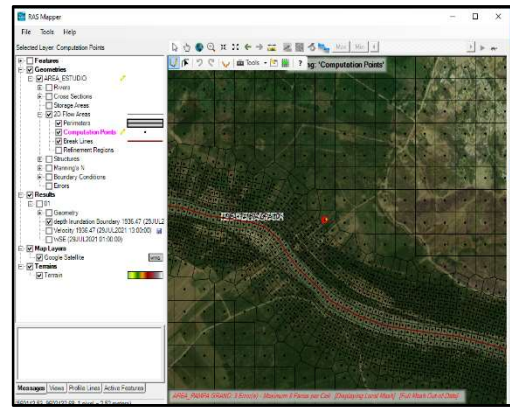


Figura 33: Corregimiento de los errores a causa del ajuste de la malla

Determinamos los “Boundary Condition Lines” tanto para aguas arriba y aguas abajo.

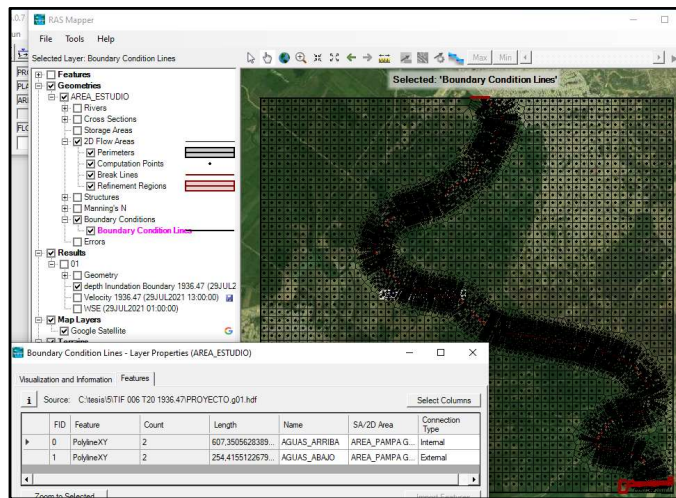


Figura 35: Condiciones Aguas arriba y Aguas abajo en la malla

Cerramos el Ras Mapper y nos dirigimos a la opción “Unsteady Flow Data” en el cual colocaremos las condiciones tanto para aguas arriba y aguas abajo.

Para aguas arriba colocaremos un hidrograma, en este caso colocaremos un solo caudal en el tramo y para aguas abajo la pendiente.

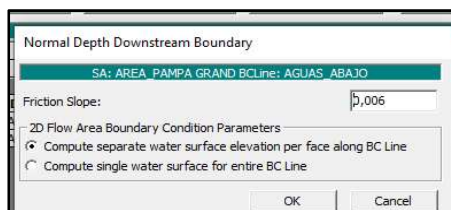
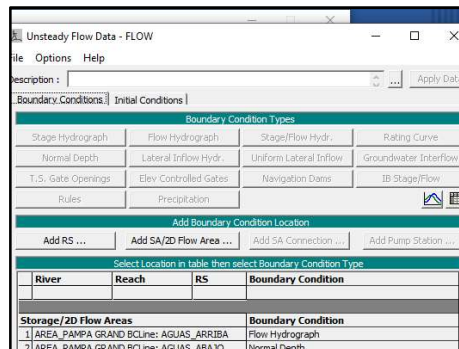


Figura 37: Pendiente para condiciones Aguas abajo.

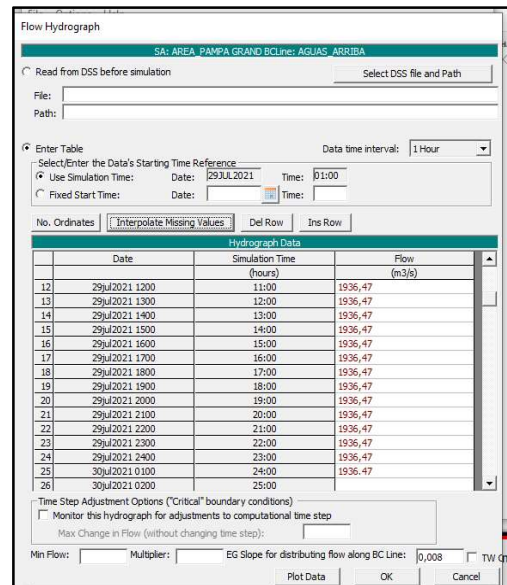


Figura 36: Hidrograma para las condiciones Aguas arriba

Finalmente, en la opción “Unsteady Flow Analysis” colocamos los intervalos de inicio y final, el valor del intervalo de salida y del hidrograma para luego computar. El mismo procedimiento lo realizamos para los diferentes periodos de retorno.

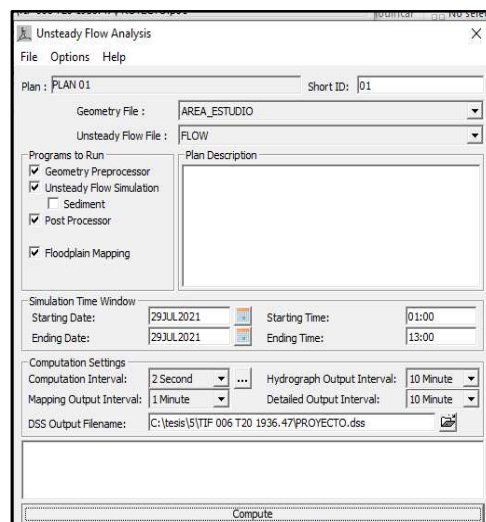


Figura 38: Computación del modelamiento

2.3.11. Exportación de archivo de zonas de inundación

Luego de la simulación realizada se guardaron los parámetros generados. Seguidamente se seleccionó la opción “Depth”, luego “Edit Map Parameters”, en el cual lo exportamos en formato raster y shaperfile.

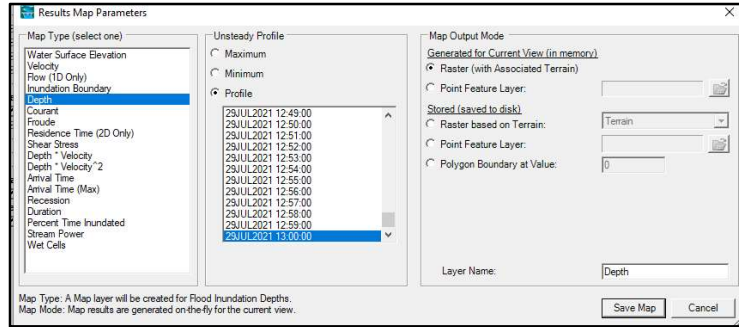


Figura 39: Exportación del modelamiento en formato Raster y Shaperfile

2.3.12. Generación de mapas de inundación

Creamos un archivo, en el cual se exportó el raster y el polígono de inundación de HEC - Ras, lo importamos a ArcGIS al igual que los predios agrícolas descargados de Geo Gps Perú y eje del Río. Al Raster de inundación le colocamos el intervalo del tirante hidráulico de inundación en propiedades en la opción “Classified”

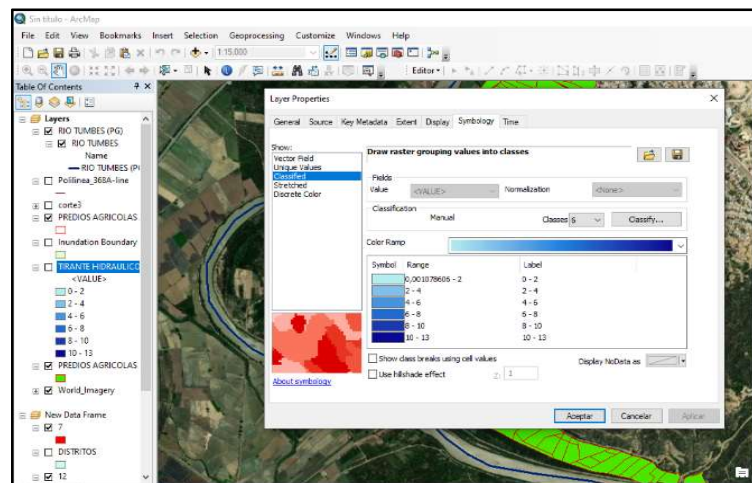


Figura 40: Intervalo del Tirante Hidráulico

Ingresamos el polígono de inundación y el polígono de los predios agrícolas, en el cual recortaremos los predios agrícolas con el polígono de inundación para ver la pérdida de los predios producto de las máximas avenidas en la opción “Dissolve”.

En la tabla de atributos calcularemos las hectáreas de los predios agrícolas y de los predios agrícolas afectados.

Generaremos las grillas con sus coordenadas para hacer el mapa donde se observe las áreas agrícolas totales, áreas agrícolas afectadas y áreas agrícolas remanentes. Lo mismo se realizará para los 4 periodos de retorno del proyecto.

CAPITULO III

3. RESULTADOS y DISCUSIÓN

3.1. RESULTADOS

3.1.1. Áreas agrícolas del sector Pampa Grande

En el software ArcGIS se determinó las áreas agrícolas de cada parcela con la ayuda del shapefile descargado de Geo GPS PERÚ y SICAR del MINAGRI, como se muestra en la Figura (41) y Tabla (4)

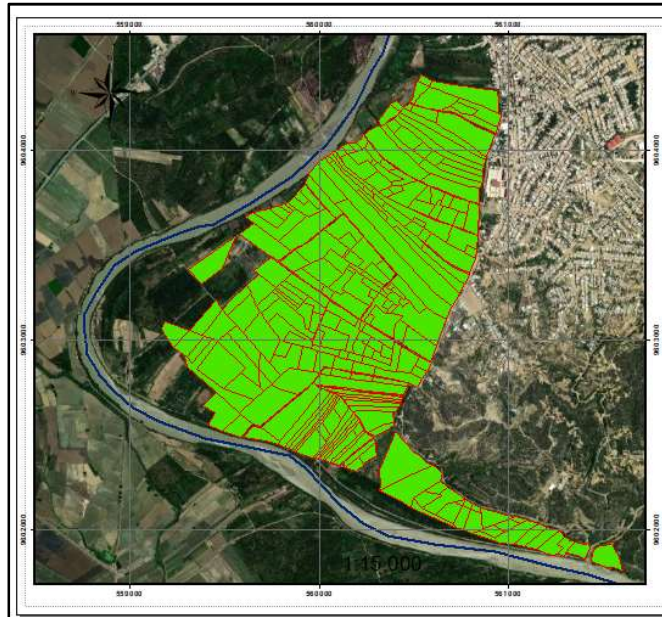


Figura 41: Polígonos de los predios agrícolas

Tabla 4: Áreas de los predios agrícolas

PREDIOS AGRICOLAS DEL SECTOR PAMPA GRANDE		
N°	UNIDAD CATASRTRAL	AREA (ha)
0	1064310	0,1133
1	1064706	0,0925
2	1066764	1,3611
3	1061031	0,5818
4	1065400	0,6832
5	1065944	0,4983
6	1060341	0,5969
7	1060124	0,3265
8	1063955	1,1668
9	1061328	1,03

10	1060569	1,6204
11	1060975	1,9022
12	1061487	1,4905
13	1061800	0,0857
14	1062034	0,6501
15	1063194	0,2994
16	1064676	0,4159
17	1065532	0,6825
18	1065600	1,5698
19	1067104	0,1839
20	1060864	0,472
21	1068731	0,8285
22	1069184	3,1392
23	1069498	0,658
24	1069621	0,0477
25	1070603	2,1926
26	1071171	0,8754
27	1059872	0,2078
28	1063786	0,3724
29	1064233	0,1724
30	1064454	0,8557
31	1067159	0,4432
32	1067527	0,6796
33	1071285	1,4013
34	1061288	0,3021
35	1066948	0,078
36	1069279	0,5515
37	1059742	3,3976
38	1060708	0,7025
39	1061188	0,1958
40	1061442	0,3153
41	1061575	0,1671
42	1064721	0,2529
43	1067214	0,8027
44	1063265	0,3459
45	1063872	0,2592
46	1064359	0,0677
47	1065258	0,4415
48	1068279	0,2399
49	1069909	0,4816
50	1069978	0,7014

51	1071292	71.198
52	1070149	0,1629
53	1061881	3,2225
54	1062049	0,8574
55	1062243	0,1257
56	1065365	1,7468
57	1066281	0,0624
58	1066936	0,2063
59	1060605	0,2474
60	1061557	0,3004

PREDIOS AGRICOLAS DEL SECTOR PAMPA GRANDE		
N°	UNIDAD CATASRTRAL	AREA (ha)
61	1065868	0,2347
62	1065966	0,9727
63	1059684	0,5004
64	1059838	0,5204
65	1060324	0,4421
66	1060620	0,1192
67	1060839	0,6629
68	1063875	0,7131
69	1064334	0,7229
70	1064667	0,8511
71	1066187	1,4897
72	1066725	2,1576
73	1066817	0,0956
74	1068249	1,9772
75	1063094	0,0933
76	1064126	0,8729
77	1064977	0,4478
78	1066049	0,3633
79	1068115	0,6918
80	1060199	0,4222
81	1061852	0,7949
82	1062148	0,7324
83	1064030	1,39
84	1064642	1,4687

85	1065050	0,2621
86	1065176	0,7407
87	1065990	0,165
88	1066767	2,0653
89	1068064	1,2522
90	1068275	1,4772
91	1059789	0,1271
92	1060564	0,6928
93	1063394	1,5338
94	1065538	1,6433
95	1065889	0,1642
96	1066442	0,0927
97	1062778	4,0268
98	1064070	0,121
99	1064415	0,2845
100	1066500	1,2303
101	1067166	0,437
102	1067280	0,7134
103	1067844	0,6604
104	1061108	0,9725
105	1062236	2,2376
106	1063309	0,1926
107	1064317	0,4038
108	1064730	0,2271
109	1066357	0,4533
110	1066564	1,0018
111	1067232	0,4415
112	1067340	1,1035
113	1067469	0,65
114	1067857	0,1392
115	1059823	0,405
116	1060207	0,1438
117	1064489	0,4546
118	1065961	0,762
119	1067868	2,0629
120	1068226	0,267

PREDIOS AGRICOLAS DEL SECTOR PAMPA GRANDE		
N°	UNIDAD CATASRTRAL	AREA (ha)
121	1060817	0,1967
122	1061421	0,1705
123	1061632	0,5201
124	1061967	0,7296
125	1063902	0,4902
126	1064194	0,3719
127	1068146	0,4393
128	1059762	1,0428
129	1060522	0,316
130	1061419	0,3626
131	1064612	0,6122
132	1065640	2,264
133	1066686	0,3847
134	1068255	0,3871
135	1060381	0,2411
136	1061150	1,427
137	1061576	1,1256
138	1061834	0,1629
139	1061882	0,3662
140	1062147	0,5374
141	1066426	1,229
142	1068202	0,442
143	1061063	0,4591
144	1062357	0,8514
145	1062474	0,6043
146	1062936	1,0532
147	1065203	1,4817
148	1065391	0,8293
149	1061189	3,0905
150	1061395	0,3243
151	1063051	3,2053
152	1063263	0,6144
153	1063408	0,6994
154	1063561	1,6783
155	1063943	1,3419
156	1064241	0,328
157	1065024	0,1634
158	1065490	0,5081

159	1066208	0,3947
160	1067403	1,3023
161	1067905	1,7008
162	1059728	0,3037
163	1060837	0,4788
164	1063795	2,1484
165	1064019	5,9891
166	1064037	0,2282
167	1064095	2,6695
168	1066610	1,7696
169	1067177	0,4828
170	1060482	0,8315
171	1060632	0,4313
172	1062152	0,1684
173	1067850	0,489
174	1068262	1,1919
175	1063629	3,2031
176	1064724	0,2167
177	1065804	0,634
178	1067636	1,2039
179	1068509	0,9013
180	1070623	0,0846
181	1068422	1,3327
182	1068473	2,7515
183	1069072	0,4532
184	1070051	2,4138
185	1071246	0,3072
186	1069507	0,6446
187	1069776	1,6908
188	1070473	0,2377
189	1060811	1,5951
190	1068500	0,7505
191	1068798	1,1122
192	1069193	1,6045
193	1069208	0,7127
194	1069908	1,498
195	1068855	1,7388
196	1070378	0,8568
197	1068508	0,0712
198	1070136	0,7315
199	1070392	0,27
200	1071234	0,8747
201	1062548	0,45
202	1068568	0,7049

203	1069024	0,4631
204	1071447	1,6418
205	1063720	1,4036
206	1068668	0,6236
207	1069790	0,9988
208	1070834	2,5207
209	1071222	0,5029
210	1062768	0,4444
211	1069210	0,8349
212	1069853	0,4033
213	1070267	0,4277
214	1071170	0,153
215	1071201	0,5266
216	1062174	0,4971
217	1068591	2,4979
218	1069355	0,4448
219	1069501	1,1754
220	1063761	2,4921
221	1069237	0,3399
222	1069889	2,0979
223	1070588	0,981
224	1068378	1,2802
225	1070068	3,1828
226	1070199	0,5496
227	1070257	1,0225
228	1070951	0,4031
229	1060869	1,5041
230	1068789	0,8658
231	1069006	1,037
232	1070315	0,1421
233	1071138	0,4215
234	1068562	1,3907
235	1069439	0,4745
236	1070880	2,2933
237	1071507	0,3416
238	1059796	0,9325
239	1070074	1,1559
Total		218,41

3.1.2. Estimación de caudales máximos

3.1.2.1. Análisis de Consistencia

A. Consistencia a la media:

Se observó gráficamente el comportamiento de la serie, se dividió en dos periodos, considerando como punto de inicio el año 1965, ya que a partir de este año se observó un ligero cambio en el comportamiento de la serie. Los periodos fueron:

Tabla 5:Consistencia a la media **Fuente:** PEBPT

PRIMER PERIODOD		SEGUNDO PERIODO	
N	CAUDAL	N	CAUDAL
1	965	1	513,4
2	534	2	584,5
3	695	3	2489,6
4	325	4	1918,2
5	1100	5	1222,9
6	469	6	534,4
7	1722	7	690,3
8	1929	8	1583,3
9	1449	9	2569,9
10	455	10	2506,2
11	2074	11	1238,1
12	772	12	2756,2
13	723	13	2646,6
14	519	14	681,4
15	689,7	15	602
16	628,3	16	1012,8
17	1578,6	17	1583,3
18	1429	18	696,6
19	3712,5	19	1800
20	1627,5	20	1957,2
21	397,8	21	1995
22	1397,4	22	1292,4
23	2098,5	23	2616,7
24	651,9	24	759,9
25	1828,8	25	989,6
Periodo	S1(1977-1996)	26	1887,7
Media	1190,84	27	1598,7
Desv. Estand.	779,5573183	28	1317,7
n1	25	29	613,3
v1	607709,6125	30	1347,1
		Periodo	S2(1978-2016)
		Media	1466,833333
		Desv. Estand.	736,592356
		n2	30
		v2	542568,299

Se procedió a la aplicación de la prueba “T-student”, para determinar consistencia en la media. Para esto primero se calculó las desviaciones estándar de promedios y ponderadas según lo indicado en las ecuaciones (27) y (28)

Sustituyendo en las ecuaciones los valores obtenidos, resulta:

Datos obtenidos	
Sp	756,350615
Sd	204,820715

T de Student Calculado (Tc)

Sustituimos en la ecuación (29) los valores obtenidos, resulta:

T calculado = 1,34749

T de Student Tabulado (Tt)

El valor crítico de T se obtiene de la tabla de T de Student, con una probabilidad al 95%, o con un nivel de significación del 5% con grados de libertad $GL = 27 + 28 - 2 = 53$; Para estos valores, se tiene:

Tt = 2,005746

Finalmente, se concluyó según:

Como $|Tc| = 1,34749 < |Tt| = 2,005746$, estadísticamente no se necesita corregir la información, **Si hay consistencia en la media**

Tabla 6: Prueba T. Student para Consistencia en la Media

Prueba T. Student. Consistencia en la Media		
Datos obtenidos		
Sp	756,350615	Tc < Tt. Si hay consistencia en la Media Decisión = OK
Sd	204,820715	
GL	53	
Tc	1,34748741	
Tt	2,005746	

B. Consistencia en la desviación estándar:

Para el análisis de la consistencia en la desviación estándar se aplicó la prueba estadística "F" de Fisher. Se calculó el estadístico " F_c " según la ecuación (30) Y (31)

Luego de esto se calculó el valor de " F_t " (tabular) con: $\alpha=0.05$ y Grados de Libertad del numerador equivalente a 24 y grados de libertad del denominador de 29.

F_c =	1,12006104
GLN =	24
GLD =	29
F_t =	1,90053131
Decisión =	OK

Como $|F_c| = 1,12 < |F_t| = 1,9$, estadísticamente no se necesita corregir la información y se acepta la data **Si hay consistencia en la desviación estándar**

Tabla 7: Prueba F. Fisher para Consistencia en la Desviación Estándar

Prueba F. Fisher. Consistencia en la Desviación Estándar		
Datos obtenidos		
F_c =	1,12006104	F _c < F _t . Si hay consistencia en la Desviación Estándar Decisión = OK
GLN =	24	
GLD =	29	
F_t =	1,90053131	

3.1.2.2. Análisis de Tendencia

En la Tabla (8) se muestran los valores de Tmpz y Tm*t por año desde (1965-2019)

Tabla 8: Índices de Análisis de Tendencia Fuente: PEBPT

Máximas	t	Tmpz	Tm*t
1965	1	965	965,00
1966	2	534	1068,00
1967	3	695	2085,00
1968	4	325	1300,00
1969	5	1100	5500,00
1970	6	469	2814,00
1971	7	1722	12054,00
1972	8	1929	15432,00
1973	9	1449	13041,00
1974	10	455	4550,00
1975	11	2074	22814,00
1976	12	772	9264,00
1977	13	723	9399,00
1978	14	519	7266,00
1979	15	689,7	10345,50
1980	16	628,3	10052,80
1981	17	1578,6	26836,20
1982	18	1429	25722,00
1983	19	3712,5	70537,50
1984	20	1627,5	32550,00
1985	21	397,8	8353,80
1986	22	1397,4	30742,80
1987	23	2098,5	48265,50
1988	24	651,9	15645,60
1989	25	1828,8	45720,00
1990	26	513,4	13348,40
1991	27	584,5	15781,50
1992	28	2489,6	69708,80
1993	29	1918,2	55627,80
1994	30	1222,9	36687,00
1995	31	534,4	16566,40
1996	32	690,3	22089,60
1997	33	1583,3	52248,90
1998	34	2569,9	87376,60
1999	35	2506,2	87717,00
2000	36	1238,1	44571,60
2001	37	2756,2	101979,40
2002	38	2646,6	100570,80

2003	39	681,4	26574,60
2004	40	602	24080,00
2005	41	1012,8	41524,80
2006	42	1583,3	66498,60
2007	43	696,6	29953,80
2008	44	1800	79200,00
2009	45	1957,2	88074,00
2010	46	1995	91770,00
2011	47	1292,4	60742,80
2012	48	2616,7	125601,60
2013	49	759,9	37235,10
2014	50	989,6	49480,00
2015	51	1887,7	96272,70
2016	52	1598,7	83132,40
2017	53	1317,7	69838,10
2018	54	613,3	33118,20
2019	55	1347,1	74090,50
Prom	28	1341,38182	40250,6309
DESEST	16,0208198	762,041906	32868,8687

a) Determinación de los parámetros: De la tabla (8), se obtiene los valores de los parámetros de la ecuación de regresión lineal Simple:

Tabla 9: Parámetros de la ecuación de regresión lineal Simple

Datos obtenidos	
tm	28
St	16,02
Qm	1341,3818
SQ	762,0419
TQm	40250,63091
STQ	32868,86866

b) Valor de R: Sustituimos los valores en la ecuación (33) para determinar el Coeficiente de Correlación(r), obteniendo un resultado de $r = 0,22$

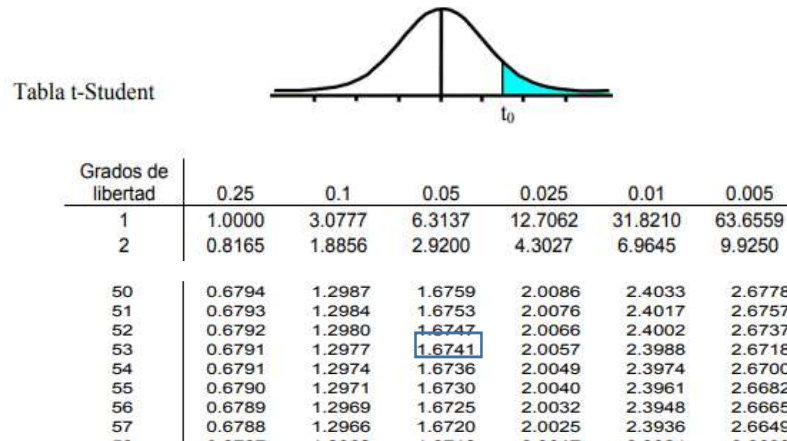
c) Realizamos la prueba de T de Student Calculado (TC)

Teniendo un total $n = 55$ y un coeficiente $r = 0,22$, sustituimos en la ecuación (32) para determinar el Tc obteniendo:

$$T \text{ Calculado} = 1,6457$$

d) T DE STUDENT TABULADO (Tt)

El valor crítico de T se obtiene de la tabla de T de Student, con una probabilidad al 95%, o con un nivel de significación del 5% con grados de libertad $GI = 27 + 28 - 2 = 53$; Para estos valores, se tiene:



$$T_t = 1,6741$$

e) Como $|T_c| = 1,6457 < |T_t| = 1,6741$, no se necesita corregir la información, se acepta la data y los datos de caudales máximos instantáneos del río Tumbes para la serie de 55 años (1965 – 2019) pueden ser tomados para la determinación del caudal de diseño.

Tabla 10: Resultados T. Student. Análisis de Tendencia en la Media

Datos obtenidos	
tm	28
St	16,02
Qm	1341,3818
SQ	762,0419
TQm	40250,63091
STQ	32868,86866
R=	0,220
Tc	1,64574453
Tt	1,6741
Como $T_t > T_c$; no corregir.	

3.1.2.3. Prueba de Datos Dudosos (Método Water Resources Council)

En la prueba de Datos Dudosos se obtuvo un límite de intervalo de precipitación máxima aceptada de 6108,3 mm y una precipitación mínima aceptada de 210,8 mm. Se observa en la tabla (11) que los valores de P24 están dentro de los límites con un PH de 3712,5 mm y un PL de 325 mm.

Tabla 11: Resultados logarítmicos de caudales máximos para prueba de datos dudosos

Nº	AÑO			ORDEN	P24	log(P24)
1	1965	34	1	34	965	2,9845
2	1966	49	1	49	534	2,7275
3	1967	39	1	39	695	2,8420
4	1968	55	1	55	325	2,5119
5	1969	31	1	31	1100	3,0414
6	1970	52	1	52	469	2,6712
7	1971	17	1	17	1722	3,2360
8	1972	12	1	12	1929	3,2853
9	1973	23	1	23	1449	3,1611
10	1974	53	1	53	455	2,6580
11	1975	9	1	9	2074	3,3168
12	1976	35	1	35	772	2,8876
13	1977	37	1	37	723	2,8591
14	1978	50	1	50	519	2,7152
15	1979	41	1	41	689,7	2,8387
16	1980	44	1	44	628,3	2,7982
17	1981	22	1	22	1578,6	3,1983
18	1982	24	1	24	1429	3,1550
19	1983	1	1	1	3712,5	3,5697
20	1984	18	1	18	1627,5	3,2115
21	1985	54	1	54	397,8	2,5997

22	1986	25	1	25	1397,4	3,1453
23	1987	8	1	8	2098,5	3,3219
24	1988	43	1	43	651,9	2,8142
25	1989	15	1	15	1828,8	3,2622
26	1990	51	1	51	513,4	2,7105
27	1991	47	1	47	584,5	2,7668
28	1992	7	1	7	2489,6	3,3961
29	1993	13	1	13	1918,2	3,2829
30	1994	30	1	30	1222,9	3,0874
31	1995	48	1	48	534,4	2,7279
32	1996	40	1	40	690,3	2,8390
33	1997	20	1	20	1583,3	3,1996
34	1998	5	1	5	2569,9	3,4099
35	1999	6	1	6	2506,2	3,3990
36	2000	29	1	29	1238,1	3,0928
37	2001	2	1	2	2756,2	3,4403
38	2002	3	1	3	2646,6	3,4227
39	2003	42	1	42	681,4	2,8334
40	2004	46	1	46	602	2,7796
41	2005	32	1	32	1012,8	3,0055
42	2006	20	2	21	1583,3	3,1996
43	2007	38	1	38	696,6	2,8430
44	2008	16	1	16	1800	3,2553
45	2009	11	1	11	1957,2	3,2916
46	2010	10	1	10	1995	3,2999
47	2011	28	1	28	1292,4	3,1114
48	2012	4	1	4	2616,7	3,4178
49	2013	36	1	36	759,9	2,8808
50	2014	33	1	33	989,6	2,9955

51	2015	14	1	14	1887,7	3,2759
52	2016	19	1	19	1598,7	3,2038
53	2017	27	1	27	1317,7	3,1198
54	2018	45	1	45	613,3	2,7877
55	2019	26	1	26	1347,1	3,1294

Numero de datos n	55	55
Suma Σ	73776,0	168,0169
Máximo	3712,5	3,5697
Mínimo	325,0	2,5119
Promedio \bar{x}	1341,4	3,0549
Desviación estándar s	762,0419	0,2607
Coefficiente asimetría Cs	0,7892	-0,1377
Cs/6 k	0,1315	-0,0229

Tabla 12: Precipitación máxima aceptada y mínima aceptada

	n =	55			
	$K_n =$	2,804			
	<i>K_n: valor recomendado, varía según el valor de n (significancia:10%)</i>				
→	Umbral de datos dudosos altos (xH: unid. logarítmicas)				
	$x_H = \bar{x} + K_n \cdot s$	xH =	3,79		
	Precipitación máxima aceptada				
	$PH = 10^{x_H}$	PH =	6108,3	mm	
→	Umbral de datos dudosos bajos (xL: unid. logarítmicas)				
	$x_L = \bar{x} - K_n \cdot s$	xL =	2,32		
	Precipitación mínima aceptada				
	$PL = 10^{x_L}$	PL =	210,8	mm	
Nota:	Se observa que los valores de 'P24' está dentro de los límites PH y PL, es decir se encuentran entre 6108.3 y 210.8mm.				

3.1.2.4. Caudales Máximos utilizando 7 métodos probalísticos

Se ha optado por elegir las distribuciones con delta teórico que están dentro de **0,11 hasta 0,13**; el cual se utilizó para el planteamiento la modelación hidráulica.

Seleccionamos los caudales de 4 métodos probalísticos como se muestra en la Tabla (13), para escoger la distribución adecuada tendremos en cuenta criterios, la Distribución Log Normal 2 parámetros de acuerdo a la teoría y los gráficos es la que mejor se ajusta, pero el valor del caudal para un $T_r = 50$ años es un valor fuera de lo común superando el caudal máximo registro en el río, entonces se buscó proyectos similares, Carrillo y Valencia (2019) se puede observar que escoge caudal de 3200 m³/s, la cual dicho valor está más cercano a la realidad de ocurrencia.

Teniendo en cuenta que se recomienda para un $T_r = 50$ años que estén entre 2800 m³/s a 3200 m³/s, estaría entre las distribuciones Gamma 2 y 3 parámetros, de la cual la de 3 parámetros es la que está más cerca a dicha recomendación.

Tabla 13: Caudales máximos para diferentes periodos de retorno con 7 métodos probalísticos

DISTRIBUCION	Dmax Teórico	T (años)			
		5	10	25	50
DISTRIB. NORMAL	0,1475	1982,61	2318,11	2675,78	2906,76
DISTRIB. LOGNORMAL 2 PARAMETROS	0,1144	1880,36	2449,23	3246,37	3894,27
DISTRIB. LOGNORMAL 3 PARAMETROS	0,1324	1879,18	2366,77	3006,2	3497,95
DISTRIBUCION GAMMA 2 PARAMETROS	0,1332	1902,54	2355,59	2908,38	3304,68
DISTRIBUCION GAMMA 3 PARAMETROS	0,13338	1936,47	2359,26	2857,51	3205,83
DISTRIB. GUMBELL	0,1437	188,63	2335,5	2898,87	3316,8
DISTRIB. LOG GUMBELL	0,1555	1747,55	2483,01	3870,14	5379,2
PROMEDIO		1899,6375	2382,7125	3004,615	3475,6825

3.1.3. Simulación Hidráulica para diferentes periodos de retorno de 5,10,25 y 50 años

3.1.3.1. Determinación del Coeficiente de Rugosidad del eje de tramo del Rio Tumbes

Para designar los coeficientes de rugosidad se tuvo en cuenta los valores de HEC-RAS y las condiciones que tiene el área. En esta situación de acuerdo a la visita al campo, se observó dos tramos ligeramente diferentes, debido a que la parte final del tramo existe 1 dique de 1 km en la margen derecha y en la margen izquierda se encontraban diques deteriorados es decir en el tramo final existe más rugosidad.

Tabla 14:Asignación de valores de coeficiente de Manning en 2 tramos irregulares

Sección	Margen Derecha	Cauce	Margen Izquierda	Descripción
50 - 4250	0,033	0,030	0,033	Sección irregular con arbustos
4250 - 5678	0,035	0,030	0,035	Sección irregular con arbustos y rugosa

Fuente: HEC - RAS

3.1.3.2. Determinación de la pendiente

Se puede observar en los resultados de la tabla (15) que la pendiente es muy baja en la zona, por lo que velocidad será menor y abra mayor acumulación de sedimentos.

Tabla 15: Pendiente cada 50 m

Rio Tumbes Sector Pampa Grande		
DISTANCIA	ELEVACION	PENDIENTE
0	2,621714115	
37,8000	3,4700	0,0224
76,3000	4,0429	0,0149
126,3000	3,5671	-0,0095
176,3000	3,5400	-0,0005
226,3000	3,3700	-0,0034
276,3000	2,4900	-0,0176
326,3000	2,4800	-0,0002
376,3000	1,4100	-0,0214
426,3000	2,3400	0,0186
476,3000	1,9300	-0,0082

526,3000	1,8842	-0,0009
576,3000	2,8100	0,0185
626,3000	2,3400	-0,0094
676,3000	2,6500	0,0062
726,3000	2,2383	-0,0082
776,3000	1,7800	-0,0092
826,3000	1,6600	-0,0024
876,3000	1,9610	0,0060
926,3000	2,6400	0,0136
976,3000	1,7285	-0,0182
1026,3000	1,4600	-0,0054
1076,3000	0,8784	-0,0116
1126,3000	0,8041	-0,0015
1176,3000	1,6100	0,0161
1226,3000	1,6700	0,0012
1276,3000	1,5335	-0,0027
1326,3000	0,9500	-0,0117
1376,3000	1,7400	0,0158
1426,3000	1,7067	-0,0007
1476,3000	1,4648	-0,0048
1526,3000	2,1200	0,0131
1576,3000	1,8400	-0,0056
1626,3000	1,8400	0,0000
1676,3000	1,8100	-0,0006
1726,3000	2,4300	0,0124

1776,3000	2,4100	-0,0004
1826,3000	2,6829	0,0055
1876,3000	1,5189	-0,0233
1926,3000	2,1889	0,0134
1976,3000	2,1993	0,0002
2026,3000	2,6767	0,0095
2076,3000	2,5285	-0,0030
2126,3000	2,3057	-0,0045
2176,3000	3,2913	0,0197
2226,3000	4,0900	0,0160
2276,3000	3,8760	-0,0043
2326,3000	2,3800	-0,0299
2376,3000	2,1700	-0,0042
2426,3000	2,7400	0,0114
2476,3000	3,3600	0,0124
2526,3000	3,7400	0,0076

2576,3000	4,3000	0,0112
2626,3000	4,1000	-0,0040
2676,3000	3,3800	-0,0144
2726,3000	3,9700	0,0118
2776,3000	4,3900	0,0084
2826,3000	3,2088	-0,0236
2876,3000	3,0200	-0,0038
2926,3000	3,2800	0,0052
2976,3000	2,4800	-0,0160
3026,3000	2,9700	0,0098
3076,3000	2,5300	-0,0088
3126,3000	3,4300	0,0180
3176,3000	3,1000	-0,0066
3226,3000	2,4500	-0,0130
3276,3000	3,0700	0,0124
3326,3000	2,5200	-0,0110
3376,3000	2,7000	0,0036
3426,3000	3,4300	0,0146
3476,3000	3,5200	0,0018
3526,3000	2,7000	-0,0164
3576,3000	3,0300	0,0066
3626,3000	3,8200	0,0158
3676,3000	3,8760	0,0011
3726,3000	1,7300	-0,0429
3776,3000	3,9500	0,0444
3826,3000	4,1900	0,0048
3876,3000	5,3200	0,0226

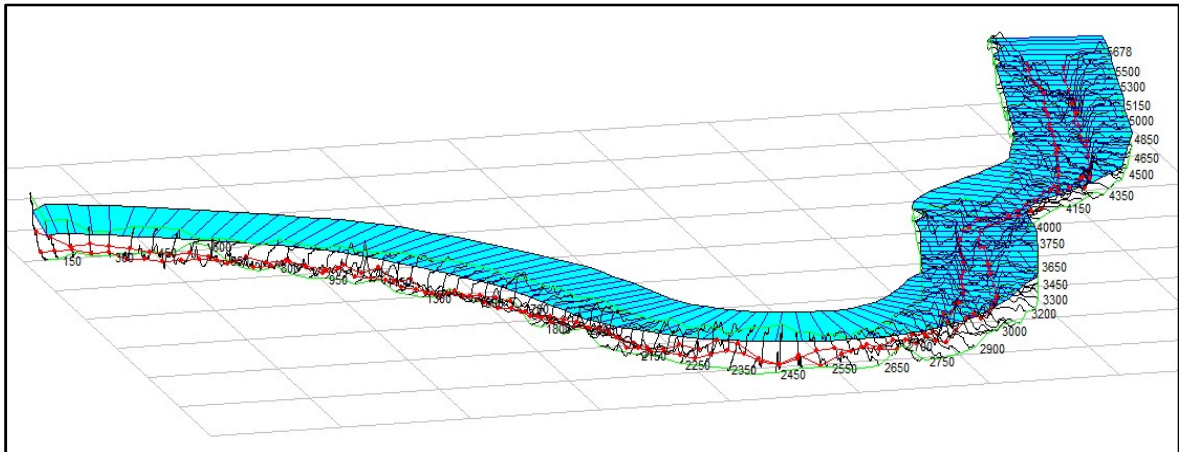
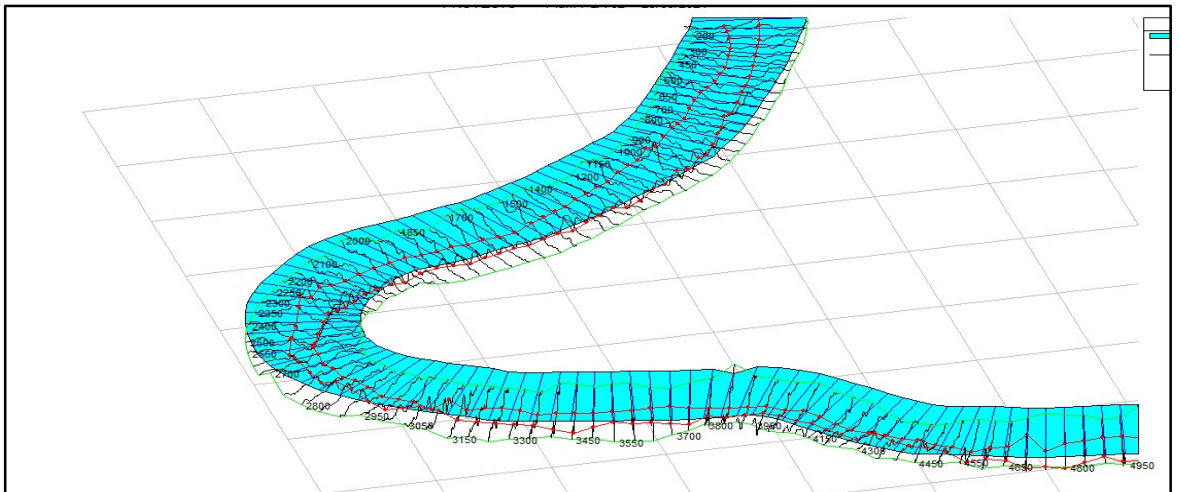
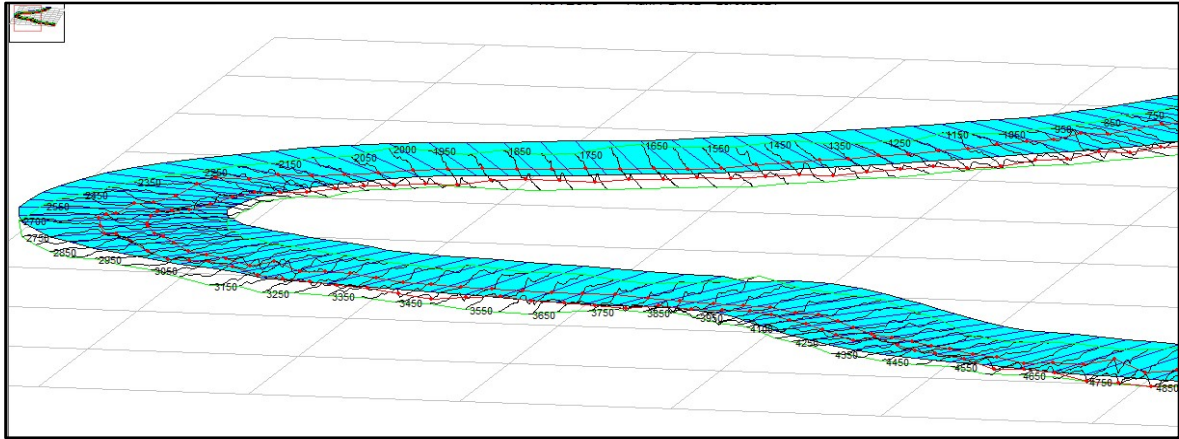
3926,3000	5,1500	-0,0034
3976,3000	5,5500	0,0080
4026,3000	5,5700	0,0004
4076,3000	4,7000	-0,0174
4126,3000	4,5741	-0,0025
4176,3000	4,4000	-0,0035
4226,3000	4,9821	0,0116
4276,3000	5,0538	0,0014
4326,3000	5,5100	0,0091
4376,3000	4,9900	-0,0104
4426,3000	5,3000	0,0062
4476,3000	4,1800	-0,0224
4526,3000	4,9800	0,0160
4576,3000	4,8800	-0,0020
4626,3000	3,0600	-0,0364
4676,3000	3,2400	0,0036

4726,3000	3,3000	0,0012
4776,3000	4,4100	0,0222
4826,3000	6,1200	0,0342
4876,3000	4,7682	-0,0270
4926,3000	4,7646	-0,0001
4976,3000	4,5637	-0,0040
5026,3000	5,4600	0,0179
5076,3000	6,4400	0,0196
5126,3000	4,0300	-0,0482
5176,3000	5,3900	0,0272
5226,3000	3,5900	-0,0360
5276,3000	3,9071	0,0063
5326,3000	3,5227	-0,0077
5376,3000	4,0900	0,0113
5426,3000	2,9100	-0,0236
5476,3000	2,2900	-0,0124
5526,3000	2,6600	0,0074
5576,3000	4,2400	0,0316
5604,4000	4,9500	0,0253
PENDIENTE PROMEDIO (cada 50 METROS)		0,0006
PENDIENTE TOTAL DEL TRAMO		0,0005

3.1.3.3. Simulación Hidráulica 1 D del tramo en estudio 1

Se realizó la simulación Hidráulica 1D, de la cual se unió todas las secciones para visualizarlo lo más parecido a 2D.

Figura 42: Modelamiento 1 D



En la simulación 1D obtuvimos los resultados de la tabla N16,17,18 y 19

Tabla 16: Resultados para un Tr = 5 años

Reach	Seccion	Profile	Q.Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude #/Chl	Tirante Hidraulico (m)
PAMPA GRANDE	5678	TR = 5	1936,47	4,95	11,12		11,42	0,000793	2,76	883,12	256,77	0,39	6,17
PAMPA GRANDE	5650	TR = 5	1936,47	4,24	11,12		11,39	0,000666	2,6	979,17	300	0,36	6,88
PAMPA GRANDE	5550	TR = 5	1936,47	2,66	11,17		11,34	0,00031	2,05	1198,4	273,5	0,26	8,51
PAMPA GRANDE	5500	TR = 5	1936,47	2,29	11,16		11,32	0,000314	2,05	1214,44	283,92	0,26	8,87
PAMPA GRANDE	5500	TR = 5	1936,47	2,91	11,11		11,3	0,000375	2,19	1162,85	300	0,28	8,2
PAMPA GRANDE	5450	TR = 5	1936,47	4,09	11,05		11,28	0,000547	2,43	1037,18	285,97	0,33	6,96
PAMPA GRANDE	5400	TR = 5	1936,47	3,52	11,05		11,24	0,000521	2,29	1102,88	300	0,32	7,53
PAMPA GRANDE	5350	TR = 5	1936,47	3,91	11		11,21	0,000621	2,4	1051,96	300	0,35	7,09
PAMPA GRANDE	5300	TR = 5	1936,47	3,59	10,95		11,18	0,000716	2,52	1009,83	300	0,37	7,36
PAMPA GRANDE	5250	TR = 5	1936,47	5,39	10,88		11,13	0,000874	2,68	959,72	300	0,4	5,49
PAMPA GRANDE	5200	TR = 5	1936,47	4,03	10,91		11,08	0,000487	2,23	1154,88	300	0,31	6,88
PAMPA GRANDE	5150	TR = 5	1936,47	6,44	10,81		11,04	0,000942	2,57	960,26	300	0,41	4,37
PAMPA GRANDE	5100	TR = 5	1936,47	5,46	10,75		10,99	0,000886	2,63	965,1	300	0,4	5,29
PAMPA GRANDE	5050	TR = 5	1936,47	4,56	10,71		10,95	0,000825	2,59	981,82	300	0,39	6,15
PAMPA GRANDE	5000	TR = 5	1936,47	4,76	10,48		10,88	0,001319	3,3	804,45	300	0,5	5,72
PAMPA GRANDE	4950	TR = 5	1936,47	4,77	10,54		10,78	0,000877	2,6	965,4	300	0,4	5,77
PAMPA GRANDE	4900	TR = 5	1936,47	6,12	10,4		10,71	0,001372	2,95	839,29	300	0,49	4,28
PAMPA GRANDE	4850	TR = 5	1936,47	4,41	10,38		10,65	0,000864	2,72	949,71	300	0,4	5,97
PAMPA GRANDE	4800	TR = 5	1936,47	3,3	10,4		10,59	0,000471	2,33	1123,03	300	0,31	7,1
PAMPA GRANDE	4750	TR = 5	1936,47	3,24	10,37		10,57	0,000512	2,34	1099,85	300	0,32	7,13
PAMPA GRANDE	4700	TR = 5	1936,47	3,06	10,36		10,54	0,000581	2,22	1098,71	300	0,33	7,3
PAMPA GRANDE	4650	TR = 5	1936,47	4,88	10,33		10,51	0,000523	2,22	1122,64	300	0,32	5,45
PAMPA GRANDE	4600	TR = 5	1936,47	4,98	10,34		10,47	0,000371	1,88	1260,98	300	0,27	6,13
PAMPA GRANDE	4550	TR = 5	1936,47	4,18	10,31		10,45	0,000335	2	1241,56	300	0,27	6,13
PAMPA GRANDE	4500	TR = 5	1936,47	5,3	10,23		10,43	0,000661	2,26	1047,88	300	0,35	4,93
PAMPA GRANDE	4450	TR = 5	1936,47	4,99	10,14		10,39	0,000764	2,46	948,58	284,71	0,38	5,15
PAMPA GRANDE	4400	TR = 5	1936,47	5,51	10,16		10,33	0,000592	2,1	1096,52	300	0,33	4,65
PAMPA GRANDE	4350	TR = 5	1936,47	5,06	10,15		10,3	0,000473	2	1185,47	300	0,3	5,1
PAMPA GRANDE	4300	TR = 5	1936,47	4,98	10,1		10,27	0,000558	2,02	1113,03	300	0,32	5,12
PAMPA GRANDE	4250	TR = 5	1936,47	4,4	10,1		10,24	0,000391	1,91	1241,93	300	0,27	5,7
PAMPA GRANDE	4200	TR = 5	1936,47	4,57	10,08		10,22	0,000403	1,86	1209,97	300	0,28	5,51
PAMPA GRANDE	4150	TR = 5	1936,47	4,7	10,07		10,2	0,000362	1,89	1247,19	300	0,27	5,37
PAMPA GRANDE	4100	TR = 5	1936,47	5,57	10		10,17	0,000625	2,24	1074,66	300	0,34	4,43
PAMPA GRANDE	4050	TR = 5	1936,47	5,55	9,97		10,14	0,000365	2,19	1059,9	300	0,34	4,43
PAMPA GRANDE	4000	TR = 5	1936,47	5,15	9,9		10,11	0,000758	2,46	1003,3	300	0,37	4,75
PAMPA GRANDE	3950	TR = 5	1936,47	5,32	9,88		10,07	0,00063	2,21	1059,42	300	0,34	4,56
PAMPA GRANDE	3900	TR = 5	1936,47	4,19	9,8		10,03	0,000708	2,59	992,83	300	0,37	5,61
PAMPA GRANDE	3850	TR = 5	1936,47	3,95	9,63		9,98	0,0011	3,21	823,85	266,1	0,46	5,68
PAMPA GRANDE	3800	TR = 5	1936,47	1,73	9,63		9,91	0,000824	2,91	936,55	300	0,4	7,9
PAMPA GRANDE	3750	TR = 5	1936,47	3,88	9,68		9,84	0,000466	2,2	1147,78	300	0,3	5,8
PAMPA GRANDE	3700	TR = 5	1936,47	3,82	9,66		9,82	0,000435	2,15	1172,07	300	0,29	5,84
PAMPA GRANDE	3650	TR = 5	1936,47	3,03	9,64		9,8	0,000384	2,16	1210,24	300	0,28	6,61
PAMPA GRANDE	3600	TR = 5	1936,47	2,7	9,63		9,78	0,000374	2,01	1229,04	300	0,27	6,99
PAMPA GRANDE	3550	TR = 5	1936,47	3,52	9,6		9,76	0,000371	2,1	1193,38	300	0,29	6,98
PAMPA GRANDE	3500	TR = 5	1936,47	3,43	9,6		9,73	0,000326	1,89	1275,61	300	0,26	6,17
PAMPA GRANDE	3450	TR = 5	1936,47	2,7	9,6		9,71	0,000264	1,75	1358,92	300	0,23	6,9
PAMPA GRANDE	3400	TR = 5	1936,47	2,52	9,58		9,7	0,000254	1,77	1368,3	300	0,23	7,06
PAMPA GRANDE	3350	TR = 5	1936,47	3,07	9,56		9,68	0,000288	1,81	1326,02	300	0,24	6,49
PAMPA GRANDE	3300	TR = 5	1936,47	2,45	9,56		9,67	0,00024	1,7	1398,92	300	0,22	7,11
PAMPA GRANDE	3250	TR = 5	1936,47	3,1	9,53		9,65	0,000272	1,78	1347,07	300	0,23	6,43
PAMPA GRANDE	3200	TR = 5	1936,47	3,43	9,51		9,64	0,000361	1,77	1262,1	300	0,26	6,08
PAMPA GRANDE	3150	TR = 5	1936,47	2,53	9,52		9,61	0,000263	1,37	1405,32	300	0,22	6,99
PAMPA GRANDE	3100	TR = 5	1936,47	2,97	9,5		9,6	0,000283	1,49	1374,97	300	0,23	6,53
PAMPA GRANDE	3050	TR = 5	1936,47	2,48	9,49		9,58	0,000247	1,48	1428,02	300	0,22	7,01
PAMPA GRANDE	3000	TR = 5	1936,47	3,28	9,47		9,57	0,000244	1,66	1421,14	300	0,22	6,19
PAMPA GRANDE	2950	TR = 5	1936,47	3,02	9,46		9,56	0,00023	1,68	1441,75	300	0,22	6,44
PAMPA GRANDE	2900	TR = 5	1936,47	3,21	9,43		9,54	0,00031	1,83	1319,96	300	0,25	6,22
PAMPA GRANDE	2850	TR = 5	1936,47	4,39	9,41		9,53	0,000342	1,71	1296,36	300	0,25	5,02
PAMPA GRANDE	2800	TR = 5	1936,47	3,97	9,4		9,51	0,000302	1,65	1343,5	300	0,24	5,43
PAMPA GRANDE	2750	TR = 5	1936,47	3,38	9,38		9,49	0,000292	1,74	1346,83	300	0,24	6
PAMPA GRANDE	2700	TR = 5	1936,47	4,1	9,29		9,47	0,000533	2,16	1095,24	300	0,32	5,19
PAMPA GRANDE	2650	TR = 5	1936,47	4,3	9,28		9,44	0,000527	2	1133,06	300	0,31	4,98
PAMPA GRANDE	2600	TR = 5	1936,47	3,74	9,27		9,41	0,000399	1,88	1237,58	300	0,27	5,53
PAMPA GRANDE	2550	TR = 5	1936,47	3,36	9,26		9,38	0,000365	1,83	1262,3	300	0,26	5,9
PAMPA GRANDE	2500	TR = 5	1936,47	2,74	9,24		9,37	0,000343	1,88	1280,38	300	0,26	6,5
PAMPA GRANDE	2450	TR = 5	1936,47	2,17	9,21		9,35	0,000305	2,04	1299,98	300	0,25	7,04
PAMPA GRANDE	2400	TR = 5	1936,47	2,38	9,2		9,33	0,000304	1,96	1302,18	300	0,25	6,82
PAMPA GRANDE	2350	TR = 5	1936,47	3,88	9,13		9,31	0,000624	2,16	1068,03	300	0,34	5,25
PAMPA GRANDE	2300	TR = 5	1936,47	4,09	9,03		9,26	0,000993	2,38	930,04	300	0,41	4,94
PAMPA GRANDE	2250	TR = 5	1936,47	3,29	9		9,21	0,000727	2,4	1011,53	300	0,37	5,71
PAMPA GRANDE	2200	TR = 5	1936,47	2,31	9		9,17	0,000492	2,16	1133,67	300	0,31	6,69
PAMPA GRANDE	2150	TR = 5	1936,47	2,53	9,02		9,13	0,0003	1,77	1330,33	300	0,24	6,49
PAMPA GRANDE	2100	TR = 5	1936,47	2,68	9,01		9,12	0,000291	1,73	1350,11	300	0,24	6,33
PAMPA GRANDE	2050	TR = 5	1936,47	2,2	8,99		9,1	0,000272	1,8	1368,17	300	0,24	6,79
PAMPA GRANDE	2000	TR = 5	1936,47	2,19	8,94		9,09	0,00026	2	1233,44	300	0,27	6,75
PAMPA GRANDE	1950	TR = 5	1936,47	1,52	8,94		9,06	0,000244	1,66	1451,47	300	0,21	6,29
PAMPA GRANDE	1900	TR = 5	1936,47	2,68	8,92		9,03	0,00028	1,77	1350,3	300	0,24	6,24
PAMPA GRANDE	1850	TR = 5	1936,47	2,41	8,86		9,01	0,000387	2,08	1202,27	300	0,28	6,45
PAMPA GRANDE	1800	TR = 5	1936,47	2,43	8,86		8,99	0,000307	1,86	1312,76	300	0,25	6,43
PAMPA GRANDE	1750	TR = 5	1936,47	1,81	8,87		8,96	0,000203	1,61	1486,42	300	0,21	7,06
PAMPA GRANDE	1700	TR = 5	1936,47	1,84	8,84		8,95	0,000248	1,78	1375,77	300	0,23	7
PAMPA GRANDE	1650	TR = 5	1936,47	1,84	8,83		8,94	0,000228	1,68	1427,65	300	0,22	6,99
PAMPA GRANDE	1600	TR = 5	1936,47	2,12	8,83		8,92	0,000211	1,62	1478,71	300	0,21	6,71
PAMPA GRANDE	1550	TR = 5	1936,47	1,46	8,83		8,91	0,000184	1,55	1551,37	300	0,2	7,37
PAMPA GRANDE	1500	TR = 5	1936,47	1,71	8,79		8,9	0,000252	1,76	1408,28	300	0,23	7,08
PAMPA GRANDE	950	TR = 5	1936,47	1,96	8,65		8,74	0,00024	1,52	1420,93	300	0,22	7,03
PAMPA GRANDE	900	TR = 5	1936,47	1,66	8,64		8,73	0,000211	1,52	1466,87	300	0,21	6,98
PAMPA GRANDE	850	TR = 5	1936,47	1,78	8,63		8,72	0,000176	1,45	1542,5	300	0,19	6,85
PAMPA GRANDE	800	TR = 5	1936,47	2,24	8,6		8,71	0,000244	1,61	1395,52	300	0,22	6,36
PAMPA GRANDE	750	TR = 5	1936,47	2,65	8,59		8,69	0,000233	1,57	1428,75	300	0,22	5,94
PAMPA GRANDE	700	TR = 5	193										

Tabla 17: Resultado para un Tr = 10 años

Reach	Seccion	Profile	Q Total (m³/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m²)	Top Width (m)	Froude # Chl	Trante Hidraulico (m)
PAMPA GRANDE	5678	TR = 10	2359,26	4,95	11,6		11,94	0,000807	2,95	1008,56	269,16	0,4	6,65
PAMPA GRANDE	5650	TR = 10	2359,26	4,24	11,61		11,9	0,000659	2,74	1126	300	0,37	7,7
PAMPA GRANDE	5600	TR = 10	2359,26	2,66	11,65		11,85	0,000341	2,26	1331,51	279,24	0,27	8,99
PAMPA GRANDE	5550	TR = 10	2359,26	2,29	11,64		11,84	0,00034	2,23	1351,88	285,08	0,27	9,35
PAMPA GRANDE	5500	TR = 10	2359,26	2,91	11,6		11,82	0,000396	2,36	1308,07	300	0,29	8,69
PAMPA GRANDE	5450	TR = 10	2359,26	4,09	11,52		11,79	0,000577	2,63	1175,33	300	0,34	7,43
PAMPA GRANDE	5400	TR = 10	2359,26	3,52	11,53		11,75	0,00053	2,45	1246,65	300	0,33	8,01
PAMPA GRANDE	5350	TR = 10	2359,26	3,91	11,48		11,72	0,000619	2,55	1195,85	300	0,35	7,57
PAMPA GRANDE	5300	TR = 10	2359,26	3,59	11,43		11,68	0,000703	2,66	1154,1	300	0,37	7,84
PAMPA GRANDE	5250	TR = 10	2359,26	5,39	11,37		11,64	0,000834	2,8	1104,97	300	0,4	5,98
PAMPA GRANDE	5200	TR = 10	2359,26	4,03	11,39		11,59	0,000497	2,39	1299,72	300	0,32	7,36
PAMPA GRANDE	5150	TR = 10	2359,26	6,44	11,29		11,55	0,000886	2,69	1105,57	300	0,41	4,85
PAMPA GRANDE	5100	TR = 10	2359,26	5,46	11,24		11,5	0,000839	2,75	1111,63	300	0,4	5,78
PAMPA GRANDE	5050	TR = 10	2359,26	4,56	11,2		11,46	0,000786	2,71	1128,99	300	0,39	6,64
PAMPA GRANDE	5000	TR = 10	2359,26	4,76	11		11,4	0,001168	3,34	960,59	300	0,48	6,24
PAMPA GRANDE	4950	TR = 10	2359,26	4,77	11,05		11,31	0,000815	2,7	1118,75	300	0,39	6,28
PAMPA GRANDE	4900	TR = 10	2359,26	6,12	10,93		11,25	0,001177	2,99	998,16	300	0,46	4,81
PAMPA GRANDE	4850	TR = 10	2359,26	4,41	10,91		11,19	0,000794	2,8	1109,06	300	0,39	6,5
PAMPA GRANDE	4800	TR = 10	2359,26	3,3	10,93		11,14	0,00047	2,47	1281,47	300	0,31	7,63
PAMPA GRANDE	4750	TR = 10	2359,26	3,24	10,9		11,12	0,000504	2,47	1258,41	300	0,32	7,66
PAMPA GRANDE	4700	TR = 10	2359,26	3,06	10,89		11,09	0,000561	2,35	1257,35	300	0,33	7,83
PAMPA GRANDE	4650	TR = 10	2359,26	4,88	10,85		11,06	0,000512	2,35	1281,51	300	0,32	5,98
PAMPA GRANDE	4600	TR = 10	2359,26	4,98	10,87		11,02	0,000378	2,03	1419,81	300	0,28	5,89
PAMPA GRANDE	4550	TR = 10	2359,26	4,18	10,84		11	0,000362	2,16	1399,89	300	0,27	6,66
PAMPA GRANDE	4500	TR = 10	2359,26	5,3	10,76		10,98	0,000632	2,39	1206,76	300	0,35	5,46
PAMPA GRANDE	4450	TR = 10	2359,26	4,99	10,67		10,94	0,000742	2,61	1099,83	292,65	0,38	5,68
PAMPA GRANDE	4400	TR = 10	2359,26	5,51	10,69		10,88	0,000573	2,24	1255,23	300	0,33	5,18
PAMPA GRANDE	4350	TR = 10	2359,26	5,05	10,68		10,85	0,00047	2,15	1344,24	300	0,3	5,63
PAMPA GRANDE	4300	TR = 10	2359,26	4,98	10,63		10,82	0,000546	2,16	1272,02	300	0,32	5,65
PAMPA GRANDE	4250	TR = 10	2359,26	4,4	10,63		10,79	0,000396	2,06	1400,86	300	0,28	6,23
PAMPA GRANDE	4200	TR = 10	2359,26	4,57	10,61		10,77	0,000403	2	1369,03	300	0,28	6,04
PAMPA GRANDE	4150	TR = 10	2359,26	4,7	10,6		10,75	0,000366	2,03	1406,26	300	0,27	5,9
PAMPA GRANDE	4100	TR = 10	2359,26	5,57	10,53		10,72	0,00059	2,25	1233,81	300	0,33	4,96
PAMPA GRANDE	4050	TR = 10	2359,26	5,55	10,5		10,7	0,000609	2,3	1219,78	300	0,34	4,95
PAMPA GRANDE	4000	TR = 10	2359,26	5,15	10,44		10,66	0,000697	2,55	1164,76	300	0,37	5,29
PAMPA GRANDE	3950	TR = 10	2359,26	5,32	10,42		10,62	0,000594	2,32	1221,27	300	0,34	5,1
PAMPA GRANDE	3900	TR = 10	2359,26	4,19	10,35		10,59	0,000658	2,67	1156,42	300	0,36	6,16
PAMPA GRANDE	3850	TR = 10	2359,26	3,95	10,18		10,54	0,000991	3,27	971,71	269,42	0,44	6,23
PAMPA GRANDE	3800	TR = 10	2359,26	1,73	10,19		10,48	0,000741	2,95	1105,45	300	0,39	8,46
PAMPA GRANDE	3750	TR = 10	2359,26	3,88	10,24		10,42	0,00045	2,3	1314,36	300	0,3	6,36
PAMPA GRANDE	3700	TR = 10	2359,26	3,82	10,22		10,39	0,000424	2,27	1338,81	300	0,3	6,4
PAMPA GRANDE	3650	TR = 10	2359,26	3,03	10,2		10,37	0,00038	2,28	1377,13	300	0,28	7,17
PAMPA GRANDE	3600	TR = 10	2359,26	2,7	10,19		10,35	0,000371	2,13	1395,85	300	0,28	7,49
PAMPA GRANDE	3550	TR = 10	2359,26	3,52	10,16		10,33	0,000402	2,21	1360,38	300	0,29	6,64
PAMPA GRANDE	3500	TR = 10	2359,26	3,43	10,15		10,31	0,000328	2,02	1442,55	300	0,26	6,72
PAMPA GRANDE	3450	TR = 10	2359,26	2,7	10,15		10,29	0,000272	1,89	1525,84	300	0,24	7,45
PAMPA GRANDE	3400	TR = 10	2359,26	2,52	10,14		10,27	0,000262	1,9	1535,12	300	0,24	7,62
PAMPA GRANDE	3350	TR = 10	2359,26	3,07	10,12		10,26	0,000294	1,94	1492,67	300	0,25	7,05
PAMPA GRANDE	3300	TR = 10	2359,26	2,45	10,11		10,24	0,000249	1,84	1565,54	300	0,23	7,66
PAMPA GRANDE	3250	TR = 10	2359,26	3,1	10,09		10,23	0,000279	1,91	1513,46	300	0,24	6,99
PAMPA GRANDE	3200	TR = 10	2359,26	3,43	10,07		10,21	0,000358	1,9	1428,31	300	0,26	6,64
PAMPA GRANDE	3150	TR = 10	2359,26	2,53	10,07		10,19	0,00027	1,51	1571,77	300	0,22	7,54
PAMPA GRANDE	3100	TR = 10	2359,26	2,97	10,05		10,17	0,000288	1,63	1541,18	300	0,23	7,08
PAMPA GRANDE	3050	TR = 10	2359,26	2,48	10,04		10,16	0,000255	1,62	1594,21	300	0,22	7,56
PAMPA GRANDE	3000	TR = 10	2359,26	3,28	10,02		10,14	0,000253	1,8	1587,13	300	0,23	6,74
PAMPA GRANDE	2950	TR = 10	2359,26	3,02	10,01		10,13	0,00024	1,82	1607,63	300	0,23	6,99
PAMPA GRANDE	2900	TR = 10	2359,26	3,21	9,98		10,11	0,000314	1,96	1485,42	300	0,25	6,77
PAMPA GRANDE	2850	TR = 10	2359,26	4,39	9,96		10,1	0,000342	1,84	1461,75	300	0,26	5,57
PAMPA GRANDE	2800	TR = 10	2359,26	3,97	9,95		10,08	0,000306	1,79	1508,89	300	0,25	5,98
PAMPA GRANDE	2750	TR = 10	2359,26	3,38	9,93		10,06	0,000297	1,87	1512,14	300	0,25	6,55
PAMPA GRANDE	2700	TR = 10	2359,26	4,1	9,84		10,04	0,000509	2,28	1260,82	300	0,32	5,74
PAMPA GRANDE	2650	TR = 10	2359,26	4,3	9,83		10,01	0,0005	2,11	1298,78	300	0,31	5,53
PAMPA GRANDE	2600	TR = 10	2359,26	3,74	9,83		9,98	0,000384	2	1403,53	300	0,28	6,09
PAMPA GRANDE	2550	TR = 10	2359,26	3,36	9,81		9,96	0,000362	1,96	1428,35	300	0,27	6,45
PAMPA GRANDE	2500	TR = 10	2359,26	2,74	9,8		9,94	0,000343	2,01	1446,51	300	0,26	7,06
PAMPA GRANDE	2450	TR = 10	2359,26	2,17	9,77		9,92	0,00031	2,17	1460,2	300	0,26	7,6
PAMPA GRANDE	2400	TR = 10	2359,26	2,38	9,76		9,9	0,000309	2,09	1468,22	300	0,26	7,38
PAMPA GRANDE	2350	TR = 10	2359,26	3,88	9,68		9,88	0,000579	2,26	1234,5	300	0,33	5,8
PAMPA GRANDE	2300	TR = 10	2359,26	4,09	9,59		9,84	0,000854	2,45	1099,53	300	0,39	5,5
PAMPA GRANDE	2250	TR = 10	2359,26	3,29	9,57		9,79	0,000655	2,47	1182,23	300	0,35	6,28
PAMPA GRANDE	2200	TR = 10	2359,26	2,31	9,57		9,76	0,000466	2,26	1304,49	300	0,31	7,26
PAMPA GRANDE	2150	TR = 10	2359,26	2,53	9,59		9,72	0,000301	1,89	1501,04	300	0,25	7,06
PAMPA GRANDE	2100	TR = 10	2359,26	2,68	9,58		9,71	0,000293	1,86	1520,81	300	0,24	6,34
PAMPA GRANDE	2050	TR = 10	2359,26	2,7	9,56		9,69	0,000276	1,93	1538,89	300	0,24	7,36
PAMPA GRANDE	2000	TR = 10	2359,26	2,19	9,51		9,67	0,000356	2,12	1404,13	300	0,27	7,32
PAMPA GRANDE	1950	TR = 10	2359,26	1,52	9,47		9,65	0,000415	2,24	1322,26	300	0,29	7,95
PAMPA GRANDE	1900	TR = 10	2359,26	2,68	9,49		9,62	0,000284	1,9	1521,07	300	0,24	6,81
PAMPA GRANDE	1850	TR = 10	2359,26	2,41	9,43		9,6	0,00038	2,19	1373,11	300	0,28	7,02
PAMPA GRANDE	1800	TR = 10	2359,26	2,43	9,43		9,57	0,000307	1,99	1483,57	300	0,25	7
PAMPA GRANDE	1750	TR = 10	2359,26	1,81	9,44		9,55	0,000212	1,74	1657,3	300	0,21	7,63
PAMPA GRANDE	1700	TR = 10	2359,26	1,84	9,4		9,54	0,000255	1,91	1546,26	300	0,23	7,56
PAMPA GRANDE	1650	TR = 10	2359,26	1,84	9,4		9,52	0,000236	1,81	1598,1	300	0,22	7,56
PAMPA GRANDE	1600	TR = 10	2359,26	2,12	9,4		9,51	0,00022	1,75	1649,12	300	0,22	7,28
PAMPA GRANDE	1550	TR = 10	2359,26	1,46	9,39		9,49	0,000195	1,69	1721,77	300	0,2	7,93
PAMPA GRANDE	1500	TR = 10	2359,26	1,71	9,36		9,48	0,000259	1,89	1578,17	300	0,23	7,65
PAMPA GRANDE	1450	TR = 10	2359,26	1,74	9,34		9,47	0,000271	1,93	1550,53	300	0,24	7,6
PAMPA GRANDE	1400	TR = 10	2359,26	0,95	9,32		9,45	0,000279	1,98	1525,53	300	0,24	8,37
PAMPA GRANDE	1350	TR = 10	2359,26	1,53	9,32		9,43	0,000206	1,72	1679,84	300	0,21	7,79
PAMPA GRANDE	1300	TR = 10	2359,26	1,67	9,32		9,42	0,000194	1,64	1711,96	300	0,2	7,65
PAMPA GRANDE	1250	TR = 10	2359,26	1,61	9,31		9,41	0,					

Tabla 18: Resultados para un Tr = 25 años

Reach	Section	Profile	Q.Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl	Tirante Hidraulico (m)
PAMPA GRANDE	5678	TR = 25	2857.51	4.95	12.12	12.52	0.00083	3.18	1157.11	290.2	0.41	7.17	
PAMPA GRANDE	5650	TR = 25	2857.51	4.24	12.16	12.48	0.000645	2.88	1290.11	300	0.37	7.92	
PAMPA GRANDE	5600	TR = 25	2857.51	2.66	12.19	12.43	0.000366	2.46	1483.44	283.63	0.28	9.53	
PAMPA GRANDE	5550	TR = 25	2857.51	2.29	12.18	12.41	0.000362	2.42	1506.33	286.64	0.28	9.89	
PAMPA GRANDE	5500	TR = 25	2857.51	2.91	12.14	12.39	0.000411	2.53	1470.87	300	0.3	9.23	
PAMPA GRANDE	5450	TR = 25	2857.51	4.09	12.07	12.36	0.000574	2.78	1338.64	300	0.35	7.98	
PAMPA GRANDE	5400	TR = 25	2857.51	3.52	12.07	12.32	0.00053	2.6	1409.88	300	0.33	8.55	
PAMPA GRANDE	5350	TR = 25	2857.51	3.91	12.03	12.29	0.000607	2.69	1359.38	300	0.35	8.12	
PAMPA GRANDE	5300	TR = 25	2857.51	3.59	11.98	12.25	0.00068	2.79	1318.25	300	0.37	8.29	
PAMPA GRANDE	5250	TR = 25	2857.51	5.39	11.92	12.22	0.000787	2.92	1270.19	300	0.4	6.53	
PAMPA GRANDE	5200	TR = 25	2857.51	4.03	11.94	12.16	0.000499	2.55	1464.53	300	0.32	7.91	
PAMPA GRANDE	5150	TR = 25	2857.51	6.44	11.85	12.12	0.000827	2.8	1271.14	300	0.4	5.41	
PAMPA GRANDE	5100	TR = 25	2857.51	5.46	11.8	12.08	0.000787	2.87	1278.47	300	0.4	6.34	
PAMPA GRANDE	5050	TR = 25	2857.51	4.56	11.76	12.04	0.000742	2.83	1296.57	300	0.38	7.2	
PAMPA GRANDE	5000	TR = 25	2857.51	4.76	11.58	11.99	0.001035	3.38	1135.76	300	0.46	6.82	
PAMPA GRANDE	4950	TR = 25	2857.51	4.77	11.63	11.91	0.000755	2.8	1291.7	300	0.39	6.86	
PAMPA GRANDE	4900	TR = 25	2857.51	6.12	11.52	11.86	0.001025	3.04	1175.38	300	0.44	5.4	
PAMPA GRANDE	4850	TR = 25	2857.51	4.41	11.51	11.8	0.000731	2.89	1286.83	300	0.38	7.1	
PAMPA GRANDE	4800	TR = 25	2857.51	3.3	11.52	11.76	0.000463	2.6	1458.63	300	0.32	8.22	
PAMPA GRANDE	4750	TR = 25	2857.51	3.24	11.49	11.73	0.000493	2.6	1435.76	300	0.32	8.25	
PAMPA GRANDE	4700	TR = 25	2857.51	3.06	11.48	11.7	0.000539	2.47	1434.78	300	0.33	8.42	
PAMPA GRANDE	4650	TR = 25	2857.51	4.88	11.45	11.67	0.000498	2.48	1459.19	300	0.32	6.57	
PAMPA GRANDE	4600	TR = 25	2857.51	4.98	11.46	11.64	0.00038	2.18	1597.47	300	0.28	6.48	
PAMPA GRANDE	4550	TR = 25	2857.51	4.18	11.43	11.62	0.000368	2.31	1577.26	300	0.28	7.25	
PAMPA GRANDE	4500	TR = 25	2857.51	5.3	11.35	11.59	0.0006	2.52	1384.77	300	0.35	6.05	
PAMPA GRANDE	4450	TR = 25	2857.51	4.99	11.26	11.56	0.000706	2.75	1276.78	300	0.38	6.27	
PAMPA GRANDE	4400	TR = 25	2857.51	5.51	11.28	11.5	0.000551	2.37	1433.81	300	0.33	5.77	
PAMPA GRANDE	4350	TR = 25	2857.51	5.05	11.28	11.47	0.000461	2.29	1522.91	300	0.31	6.23	
PAMPA GRANDE	4300	TR = 25	2857.51	4.98	11.23	11.44	0.000528	2.31	1451.08	300	0.32	6.25	
PAMPA GRANDE	4250	TR = 25	2857.51	4.4	11.23	11.41	0.000396	2.21	1579.89	300	0.29	6.83	
PAMPA GRANDE	4200	TR = 25	2857.51	4.57	11.21	11.39	0.000398	2.14	1548.23	300	0.28	6.64	
PAMPA GRANDE	4150	TR = 25	2857.51	4.7	11.2	11.37	0.000366	2.17	1585.53	300	0.28	6.5	
PAMPA GRANDE	4100	TR = 25	2857.51	5.57	11.13	11.34	0.000554	2.37	1413.3	300	0.33	5.56	
PAMPA GRANDE	4050	TR = 25	2857.51	5.55	11.1	11.32	0.00057	2.41	1399.99	300	0.33	5.55	
PAMPA GRANDE	4000	TR = 25	2857.51	5.15	11.04	11.29	0.00064	2.64	1346.43	300	0.36	5.89	
PAMPA GRANDE	3950	TR = 25	2857.51	5.32	11.03	11.25	0.000557	2.44	1403.36	300	0.33	5.71	
PAMPA GRANDE	3900	TR = 25	2857.51	4.19	10.96	11.22	0.00061	2.76	1340.19	300	0.36	6.77	
PAMPA GRANDE	3850	TR = 25	2857.51	3.95	10.78	11.17	0.000948	3.42	1141.36	300	0.44	6.83	
PAMPA GRANDE	3800	TR = 25	2857.51	1.73	10.81	11.1	0.000674	3.01	1290.36	300	0.37	9.08	
PAMPA GRANDE	3750	TR = 25	2857.51	3.88	10.85	11.05	0.000435	2.42	1497.64	300	0.3	6.97	
PAMPA GRANDE	3700	TR = 25	2857.51	3.82	10.83	11.03	0.000413	2.39	1522.27	300	0.3	7.01	
PAMPA GRANDE	3650	TR = 25	2857.51	3.03	10.81	11.01	0.000376	2.4	1560.69	300	0.29	7.78	
PAMPA GRANDE	3600	TR = 25	2857.51	2.7	10.8	10.98	0.000367	2.26	1579.36	300	0.28	8.1	
PAMPA GRANDE	3550	TR = 25	2857.51	3.52	10.77	10.96	0.000393	2.34	1544.07	300	0.29	7.25	
PAMPA GRANDE	3500	TR = 25	2857.51	3.43	10.77	10.94	0.000329	2.16	1626.21	300	0.27	7.34	
PAMPA GRANDE	3450	TR = 25	2857.51	2.7	10.76	10.92	0.000277	2.03	1709.51	300	0.24	8.06	
PAMPA GRANDE	3400	TR = 25	2857.51	2.52	10.75	10.9	0.000269	2.04	1718.71	300	0.24	8.23	
PAMPA GRANDE	3350	TR = 25	2857.51	3.07	10.73	10.89	0.000297	2.08	1676.11	300	0.25	7.66	
PAMPA GRANDE	3300	TR = 25	2857.51	2.45	10.72	10.87	0.000256	1.98	1748.97	300	0.24	8.27	
PAMPA GRANDE	3250	TR = 25	2857.51	3.1	10.7	10.86	0.000284	2.05	1696.7	300	0.25	7.6	
PAMPA GRANDE	3200	TR = 25	2857.51	3.43	10.68	10.84	0.000354	2.03	1611.39	300	0.27	7.25	
PAMPA GRANDE	3150	TR = 25	2857.51	2.53	10.68	10.82	0.000276	1.66	1755.11	300	0.23	8.15	
PAMPA GRANDE	3100	TR = 25	2857.51	2.97	10.66	10.8	0.000292	1.77	1724.3	300	0.24	7.69	
PAMPA GRANDE	3050	TR = 25	2857.51	2.48	10.65	10.79	0.000262	1.76	1777.33	300	0.23	8.17	
PAMPA GRANDE	3000	TR = 25	2857.51	3.28	10.63	10.77	0.00026	1.94	1770.07	300	0.24	7.35	
PAMPA GRANDE	2950	TR = 25	2857.51	3.02	10.62	10.76	0.000249	1.96	1790.48	300	0.23	7.6	
PAMPA GRANDE	2900	TR = 25	2857.51	3.21	10.59	10.74	0.000316	2.1	1667.9	300	0.26	7.38	
PAMPA GRANDE	2850	TR = 25	2857.51	4.39	10.57	10.73	0.000341	1.98	1644.18	300	0.26	6.18	
PAMPA GRANDE	2800	TR = 25	2857.51	3.97	10.56	10.71	0.000309	1.93	1691.35	300	0.25	6.59	
PAMPA GRANDE	2750	TR = 25	2857.51	3.38	10.54	10.69	0.000301	2.01	1694.54	300	0.25	7.16	
PAMPA GRANDE	2700	TR = 25	2857.51	4.1	10.45	10.67	0.000487	2.39	1443.51	300	0.31	6.35	
PAMPA GRANDE	2650	TR = 25	2857.51	4.3	10.44	10.64	0.000476	2.23	1481.58	300	0.31	6.14	
PAMPA GRANDE	2600	TR = 25	2857.51	3.74	10.44	10.61	0.000378	2.13	1586.56	300	0.28	6.7	
PAMPA GRANDE	2550	TR = 25	2857.51	3.36	10.42	10.59	0.000359	2.09	1611.49	300	0.27	7.06	
PAMPA GRANDE	2500	TR = 25	2857.51	2.74	10.41	10.57	0.000341	2.14	1629.72	300	0.27	7.67	
PAMPA GRANDE	2450	TR = 25	2857.51	2.17	10.38	10.55	0.000314	2.31	1643.55	300	0.26	8.21	
PAMPA GRANDE	2400	TR = 25	2857.51	2.38	10.37	10.54	0.000313	2.23	1651.48	300	0.26	7.99	
PAMPA GRANDE	2350	TR = 25	2857.51	3.88	10.29	10.51	0.000541	2.37	1418.09	300	0.33	6.41	
PAMPA GRANDE	2300	TR = 25	2857.51	4.09	10.21	10.47	0.000753	2.53	1285.34	300	0.38	6.12	
PAMPA GRANDE	2250	TR = 25	2857.51	3.29	10.2	10.43	0.000599	2.56	1368.9	300	0.35	6.91	
PAMPA GRANDE	2200	TR = 25	2857.51	2.31	10.19	10.4	0.000445	2.37	1491.29	300	0.3	7.88	
PAMPA GRANDE	2150	TR = 25	2857.51	2.53	10.21	10.36	0.000302	2.03	1687.82	300	0.25	7.68	
PAMPA GRANDE	2100	TR = 25	2857.51	2.68	10.2	10.35	0.000294	2	1707.59	300	0.25	7.52	
PAMPA GRANDE	2050	TR = 25	2857.51	2.2	10.18	10.33	0.000279	2.06	1725.69	300	0.25	7.98	
PAMPA GRANDE	2000	TR = 25	2857.51	2.19	10.14	10.32	0.000351	2.25	1590.91	300	0.27	7.95	
PAMPA GRANDE	1950	TR = 25	2857.51	1.52	10.09	10.29	0.000405	2.36	1509.2	300	0.29	8.57	
PAMPA GRANDE	1900	TR = 25	2857.51	2.68	10.11	10.26	0.000288	2.04	1707.98	300	0.25	7.43	
PAMPA GRANDE	1850	TR = 25	2857.51	2.41	10.05	10.24	0.000373	2.32	1560.07	300	0.28	7.64	
PAMPA GRANDE	1800	TR = 25	2857.51	2.43	10.06	10.22	0.000308	2.12	1670.51	300	0.26	7.63	
PAMPA GRANDE	1750	TR = 25	2857.51	1.81	10.06	10.19	0.000221	1.89	1844.32	300	0.22	8.25	
PAMPA GRANDE	1700	TR = 25	2857.51	1.84	10.03	10.18	0.000261	2.05	1732.94	300	0.24	8.19	
PAMPA GRANDE	1650	TR = 25	2857.51	1.84	10.02	10.16	0.000243	1.95	1784.76	300	0.23	8.18	
PAMPA GRANDE	1600	TR = 25	2857.51	2.12	10.02	10.15	0.000228	1.9	1835.74	300	0.22	7.9	
PAMPA GRANDE	1550	TR = 25	2857.51	1.46	10.02	10.13	0.000204	1.84	1908.39	300	0.21	8.56	
PAMPA GRANDE	1500	TR = 25	2857.51	1.71	9.98	10.12	0.000264	2.03	1764.31	300	0.24	8.27	
PAMPA GRANDE	1450	TR = 25	2857.51	1.74	9.96	10.11	0.000276	2.07	1736.53	300	0.25	8.22	
PAMPA GRANDE	1400	TR = 25	2857.51	0.95	9.94	10.09	0.000283	2.11	1711.43	300	0.25	8.99	
PAMPA GRANDE	1350	TR = 25	2857.51	1.53	9.94	10.07	0.000216	1.86	1865.8	300	0.22	8.41	
PAMPA GRANDE	1300	TR = 25	2857.51	1.67	9.94	10.06	0.000203	1.79	1897.83	300	0.21	8.27	
PAMPA GRANDE	1250	TR = 25	2857.51	1.61	9.93	10.05	0.0002	1.76	1904.57	300	0.21	8.32	
PAMPA GRANDE	1200	TR = 25	2857.51	0.8	9.92	10.04	0.00019	1.72	1935.04	300	0.2	9.12	
PAMPA GRANDE	1150	TR = 25	2857.51	0.88	9.87	10.02							

Tabla 19: Resultado para un Tr = 50 años

Reach	Seccion	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Ch	Tirante Hidraulico (m)
PAMPA GRANDE	5678	TR = 50	3205,83	4,95	12,49		12,9	0,000811	3,27	1261,87	290,2	0,41	7,54
PAMPA GRANDE	5650	TR = 50	3205,83	4,24	12,52		12,85	0,000636	2,97	1398,59	300	0,37	8,28
PAMPA GRANDE	5600	TR = 50	3205,83	2,66	12,55		12,81	0,000381	2,58	1585,65	290,4	0,29	9,89
PAMPA GRANDE	5550	TR = 50	3205,83	2,29	12,54		12,79	0,000379	2,56	1609,58	293,4	0,29	10,25
PAMPA GRANDE	5500	TR = 50	3205,83	2,91	12,5		12,77	0,000419	2,64	1579,08	300	0,3	9,59
PAMPA GRANDE	5450	TR = 50	3205,83	4,09	12,43		12,74	0,000571	2,88	1447,18	300	0,35	8,34
PAMPA GRANDE	5400	TR = 50	3205,83	3,52	12,43		12,7	0,000528	2,7	1518,28	300	0,33	8,91
PAMPA GRANDE	5350	TR = 50	3205,83	3,91	12,39		12,67	0,000599	2,78	1467,97	300	0,33	8,48
PAMPA GRANDE	5300	TR = 50	3205,83	3,59	12,34		12,63	0,000666	2,88	1427,17	300	0,37	8,75
PAMPA GRANDE	5250	TR = 50	3205,83	5,39	12,28		12,6	0,000761	2,99	1379,68	300	0,39	6,89
PAMPA GRANDE	5200	TR = 50	3205,83	4,03	12,31		12,54	0,0005	2,64	1573,91	300	0,33	8,28
PAMPA GRANDE	5150	TR = 50	3205,83	6,44	12,21		12,51	0,000795	2,88	1380,91	300	0,4	5,77
PAMPA GRANDE	5100	TR = 50	3205,83	5,46	12,16		12,47	0,00076	2,94	1388,91	300	0,39	6,7
PAMPA GRANDE	5050	TR = 50	3205,83	4,56	12,13		12,43	0,000718	2,9	1407,4	300	0,38	7,57
PAMPA GRANDE	5000	TR = 50	3205,83	4,76	11,97		12,38	0,000972	3,42	1250,13	300	0,45	7,21
PAMPA GRANDE	4950	TR = 50	3205,83	4,77	12		12,3	0,000725	2,87	1405,07	300	0,38	7,23
PAMPA GRANDE	4900	TR = 50	3205,83	6,12	11,9		12,25	0,000956	3,09	1290,63	300	0,43	5,78
PAMPA GRANDE	4850	TR = 50	3205,83	4,41	11,89		12,2	0,000702	2,96	1402,38	300	0,38	7,48
PAMPA GRANDE	4800	TR = 50	3205,83	3,3	11,9		12,16	0,000461	2,69	1573,84	300	0,32	8,6
PAMPA GRANDE	4750	TR = 50	3205,83	3,24	11,87		12,13	0,000488	2,68	1551,04	300	0,32	8,63
PAMPA GRANDE	4700	TR = 50	3205,83	3,06	11,86		12,1	0,000529	2,56	1550,09	300	0,33	8,8
PAMPA GRANDE	4650	TR = 50	3205,83	4,88	11,84		12,07	0,000492	2,57	1574,62	300	0,32	6,96
PAMPA GRANDE	4600	TR = 50	3205,83	4,98	11,85		12,04	0,000383	2,27	1712,93	300	0,28	6,87
PAMPA GRANDE	4550	TR = 50	3205,83	4,18	11,81		12,02	0,000372	2,41	1692,53	300	0,29	7,63
PAMPA GRANDE	4500	TR = 50	3205,83	5,3	11,74		11,99	0,000586	2,6	1500,26	300	0,35	6,44
PAMPA GRANDE	4450	TR = 50	3205,83	4,99	11,65		11,96	0,000684	2,83	1392,8	300	0,37	6,66
PAMPA GRANDE	4400	TR = 50	3205,83	5,51	11,67		11,94	0,000624	2,46	1640,88	300	0,33	6,16
PAMPA GRANDE	4350	TR = 50	3205,83	3,05	11,67		11,87	0,000458	2,38	1639,03	300	0,31	6,62
PAMPA GRANDE	4300	TR = 50	3205,83	4,98	11,62		11,85	0,00052	2,4	1567,36	300	0,32	6,64
PAMPA GRANDE	4250	TR = 50	3205,83	4,4	11,62		11,81	0,000398	2,3	1696,17	300	0,29	7,22
PAMPA GRANDE	4200	TR = 50	3205,83	4,57	11,6		11,8	0,000396	2,23	1664,59	300	0,29	7,03
PAMPA GRANDE	4150	TR = 50	3205,83	4,7	11,58		11,77	0,000367	2,26	1701,92	300	0,28	6,88
PAMPA GRANDE	4100	TR = 50	3205,83	5,57	11,52		11,75	0,000538	2,45	1529,7	300	0,33	5,95
PAMPA GRANDE	4050	TR = 50	3205,83	5,55	11,49		11,72	0,000552	2,49	1516,7	300	0,33	5,94
PAMPA GRANDE	4000	TR = 50	3205,83	5,15	11,43		11,69	0,000615	2,71	1463,78	300	0,35	6,28
PAMPA GRANDE	3950	TR = 50	3205,83	5,32	11,42		11,66	0,000541	2,51	1520,91	300	0,33	6,1
PAMPA GRANDE	3900	TR = 50	3205,83	4,19	11,36		11,63	0,000588	2,83	1458,46	300	0,35	7,17
PAMPA GRANDE	3850	TR = 50	3205,83	3,95	11,19		11,58	0,000875	3,44	1264,1	300	0,43	7,24
PAMPA GRANDE	3800	TR = 50	3205,83	1,73	11,21		11,52	0,00064	3,05	1412,27	300	0,37	9,48
PAMPA GRANDE	3750	TR = 50	3205,83	3,88	11,25		11,47	0,000426	2,49	1618,8	300	0,3	7,37
PAMPA GRANDE	3700	TR = 50	3205,83	3,82	11,23		11,44	0,000406	2,46	1643,53	300	0,3	7,41
PAMPA GRANDE	3650	TR = 50	3205,83	3,03	11,22		11,42	0,000373	2,48	1682,05	300	0,29	8,19
PAMPA GRANDE	3600	TR = 50	3205,83	2,7	11,21		11,4	0,000364	2,34	1700,7	300	0,28	8,51
PAMPA GRANDE	3550	TR = 50	3205,83	3,52	11,18		11,38	0,000388	2,42	1665,5	300	0,29	7,66
PAMPA GRANDE	3500	TR = 50	3205,83	3,43	11,17		11,36	0,000329	2,24	1747,64	300	0,27	7,74
PAMPA GRANDE	3450	TR = 50	3205,83	2,7	11,17		11,34	0,00028	2,11	1830,95	300	0,25	8,47
PAMPA GRANDE	3400	TR = 50	3205,83	2,52	11,15		11,32	0,000272	2,13	1840,11	300	0,25	8,63
PAMPA GRANDE	3350	TR = 50	3205,83	3,07	11,13		11,31	0,000299	2,17	1797,42	300	0,26	8,06
PAMPA GRANDE	3300	TR = 50	3205,83	2,45	11,13		11,29	0,00026	2,07	1870,29	300	0,24	8,68
PAMPA GRANDE	3250	TR = 50	3205,83	3,1	11,1		11,28	0,000286	2,14	1817,91	300	0,25	8
PAMPA GRANDE	3200	TR = 50	3205,83	3,43	11,08		11,26	0,000351	2,12	1732,52	300	0,27	7,65
PAMPA GRANDE	3150	TR = 50	3205,83	2,53	11,09		11,24	0,000279	1,75	1876,4	300	0,23	8,56
PAMPA GRANDE	3100	TR = 50	3205,83	2,97	11,07		11,22	0,000294	1,86	1845,46	300	0,24	8,1
PAMPA GRANDE	3050	TR = 50	3205,83	2,48	11,06		11,2	0,000266	1,85	1898,49	300	0,23	8,58
PAMPA GRANDE	3000	TR = 50	3205,83	3,28	11,04		11,19	0,000264	2,03	1891,14	300	0,24	7,76
PAMPA GRANDE	2950	TR = 50	3205,83	3,02	11,03		11,18	0,000253	2,05	1911,51	300	0,24	8,01
PAMPA GRANDE	2900	TR = 50	3205,83	3,21	10,99		11,16	0,000317	2,18	1788,7	300	0,26	7,78
PAMPA GRANDE	2850	TR = 50	3205,83	4,39	10,97		11,14	0,000341	2,07	1764,96	300	0,27	6,58
PAMPA GRANDE	2800	TR = 50	3205,83	3,97	10,96		11,13	0,00031	2,02	1812,16	300	0,25	6,99
PAMPA GRANDE	2750	TR = 50	3205,83	3,38	10,94		11,11	0,000303	2,1	1815,32	300	0,26	7,56
PAMPA GRANDE	2700	TR = 50	3205,83	4,1	10,85		11,08	0,000474	2,47	1564,44	300	0,31	6,75
PAMPA GRANDE	2650	TR = 50	3205,83	4,3	10,85		11,06	0,000464	2,31	1602,57	300	0,31	6,55
PAMPA GRANDE	2600	TR = 50	3205,83	3,74	10,84		11,03	0,000374	2,22	1707,68	300	0,28	7,1
PAMPA GRANDE	2550	TR = 50	3205,83	3,36	10,83		11,01	0,000356	2,18	1732,67	300	0,27	7,47
PAMPA GRANDE	2500	TR = 50	3205,83	2,74	10,81		10,99	0,000341	2,23	1750,96	300	0,27	8,07
PAMPA GRANDE	2450	TR = 50	3205,83	2,17	10,78		10,97	0,000335	2,39	1764,87	300	0,27	8,61
PAMPA GRANDE	2400	TR = 50	3205,83	2,38	10,77		10,95	0,000326	2,32	1772,76	300	0,27	8,89
PAMPA GRANDE	2350	TR = 50	3205,83	3,89	10,7		10,93	0,000321	2,44	1539,51	300	0,32	6,82
PAMPA GRANDE	2300	TR = 50	3205,83	4,09	10,62		10,89	0,000703	2,59	1407,83	300	0,37	6,53
PAMPA GRANDE	2250	TR = 50	3205,83	3,29	10,61		10,86	0,000571	2,62	1491,88	300	0,34	7,32
PAMPA GRANDE	2200	TR = 50	3205,83	2,31	10,6		10,82	0,000433	2,44	1614,37	300	0,3	8,29
PAMPA GRANDE	2150	TR = 50	3205,83	2,53	10,62		10,79	0,000302	2,11	1810,91	300	0,26	8,09
PAMPA GRANDE	2100	TR = 50	3205,83	2,68	10,61		10,77	0,000295	2,08	1830,68	300	0,25	7,93
PAMPA GRANDE	2050	TR = 50	3205,83	2,2	10,6		10,76	0,000281	2,15	1848,79	300	0,25	8,4
PAMPA GRANDE	2000	TR = 50	3205,83	2,19	10,55		10,74	0,000349	2,33	1713,99	300	0,28	8,36
PAMPA GRANDE	1950	TR = 50	3205,83	1,52	10,5		10,72	0,0004	2,44	1632,31	300	0,29	8,98
PAMPA GRANDE	1900	TR = 50	3205,83	2,68	10,52		10,69	0,00029	2,13	1831,08	300	0,25	7,84
PAMPA GRANDE	1850	TR = 50	3205,83	2,41	10,46		10,67	0,000369	2,4	1683,18	300	0,28	8,05
PAMPA GRANDE	1800	TR = 50	3205,83	2,43	10,47		10,64	0,000308	2,2	1793,61	300	0,26	8,04
PAMPA GRANDE	1750	TR = 50	3205,83	1,81	10,47		10,62	0,000226	1,97	1967,49	300	0,23	8,66
PAMPA GRANDE	1700	TR = 50	3205,83	1,84	10,44		10,6	0,000265	2,14	1855,9	300	0,24	8,6
PAMPA GRANDE	1650	TR = 50	3205,83	1,84	10,43		10,59	0,000247	2,04	1907,72	300	0,24	8,59
PAMPA GRANDE	1600	TR = 50	3205,83	2,12	10,43		10,57	0,000233	1,99	1958,68	300	0,23	8,31
PAMPA GRANDE	1550	TR = 50	3205,83	1,46	10,43		10,56	0,00021	1,93	2031,33	300	0,22	8,97
PAMPA GRANDE	1500	TR = 50	3205,83	1,71	10,39		10,54	0,000268	2,12	1886,97	300	0,24	8,68
PAMPA GRANDE	1450	TR = 50	3205,83	1,74	10,37		10,53	0,000278	2,16	1859,4	300	0,25	8,63
PAMPA GRANDE	1400	TR = 50	3205,83	3,95	10,35		10,51	0,000285	2,2	1833,94	300	0,25	9,4
PAMPA GRANDE	1350	TR = 50	3205,83	1,53	10,35		10,49	0,000221	1,95	1988,36	300	0,22	8,82
PAMPA GRANDE	1300	TR = 50	3205,83	1,67	10,35		10,48	0,000209	1,88	2020,33	300	0,22	8,6

En la Tabla (20) presentamos de forma resumida los resultados obtenidos del Modelamiento realizado en HEC – RAS.

Tabla 20:Resumen del Modelamiento 1D

Tr = 5 años	Pendiente	Velocidad	Área	N de Froude	Tirante Hidráulico
	(m/m)	(m/s)	(m2)		(m)
Máximo	0,001372	3,3	1580,09	0,5	8,87
Promedio	0,0004	1,9958	1229,2059	0,2829	6,2516
Tr = 10 años	Pendiente	Velocidad	Área	N de Froude	Tirante Hidráulico
	(m/m)	(m/s)	(m2)		(m)
Máximo	0,001177	3,34	1749,41	0,48	9,35
Promedio	0,0004	2,1241	1391,2338	0,2856	6,7952
Tr = 25 años	Pendiente	Velocidad	Área	N de Froude	Tirante Hidráulico
	(m/m)	(m/s)	(m2)		(m)
Máximo	0,001035	3,42	1935,04	0,46	9,89
Promedio	0,0004	2,2682	1574,1053	0,2898	7,419
Tr = 50 años	Pendiente	Velocidad	Área	N° de Froude	Tirante Hidráulico
	(m/m)	(m/s)	(m2)		(m)
Máximo	0,000972	3,44	2057,41	0,45	10,25
Promedio	0,0004	2,343	1689,4717	0,2898	7,7939

En la sección 1170 se puede observar que es el lugar donde existe el mayor tirante Hidráulico, y en la sección 4050 el menor tirante hidráulico.

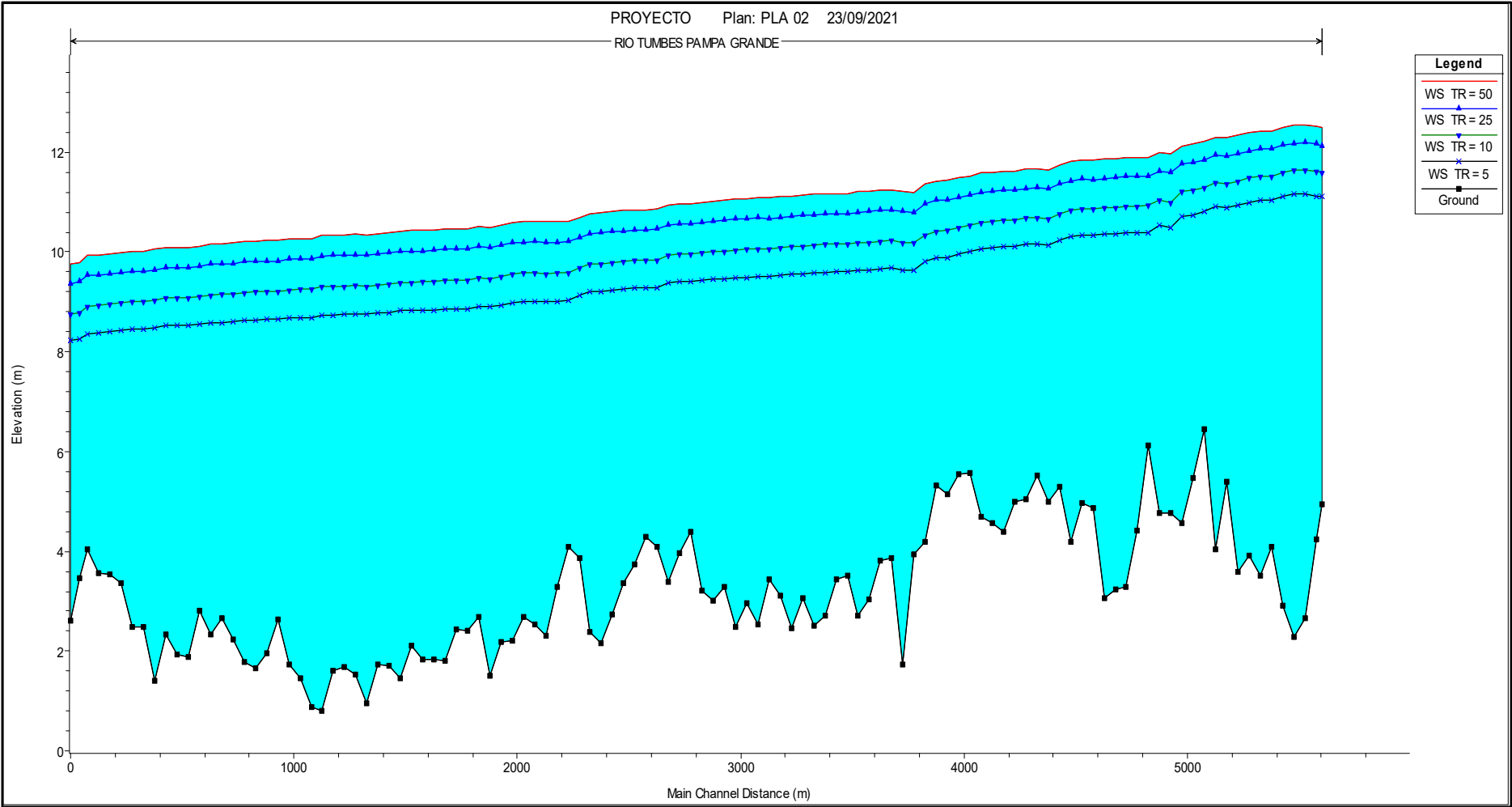


Figura 43: Perfiles de inundación para diferentes periodos de retorno

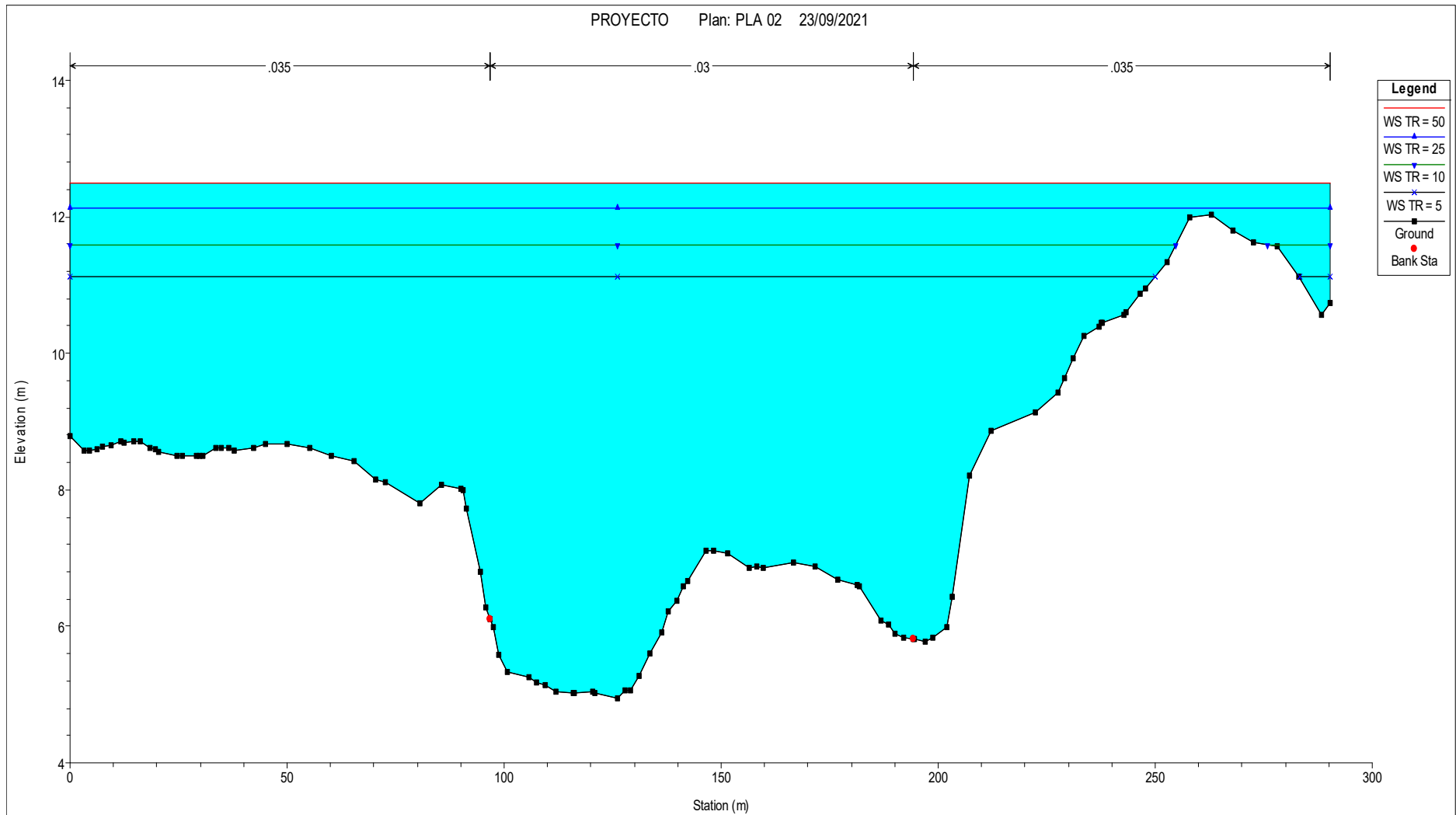


Figura 44: Tirantes de inundación en la Sección 5678 para diferentes periodos de retorno

En la sección 3900, se puede apreciar que existe la mayor velocidad y en la sección 3100 la menor velocidad.

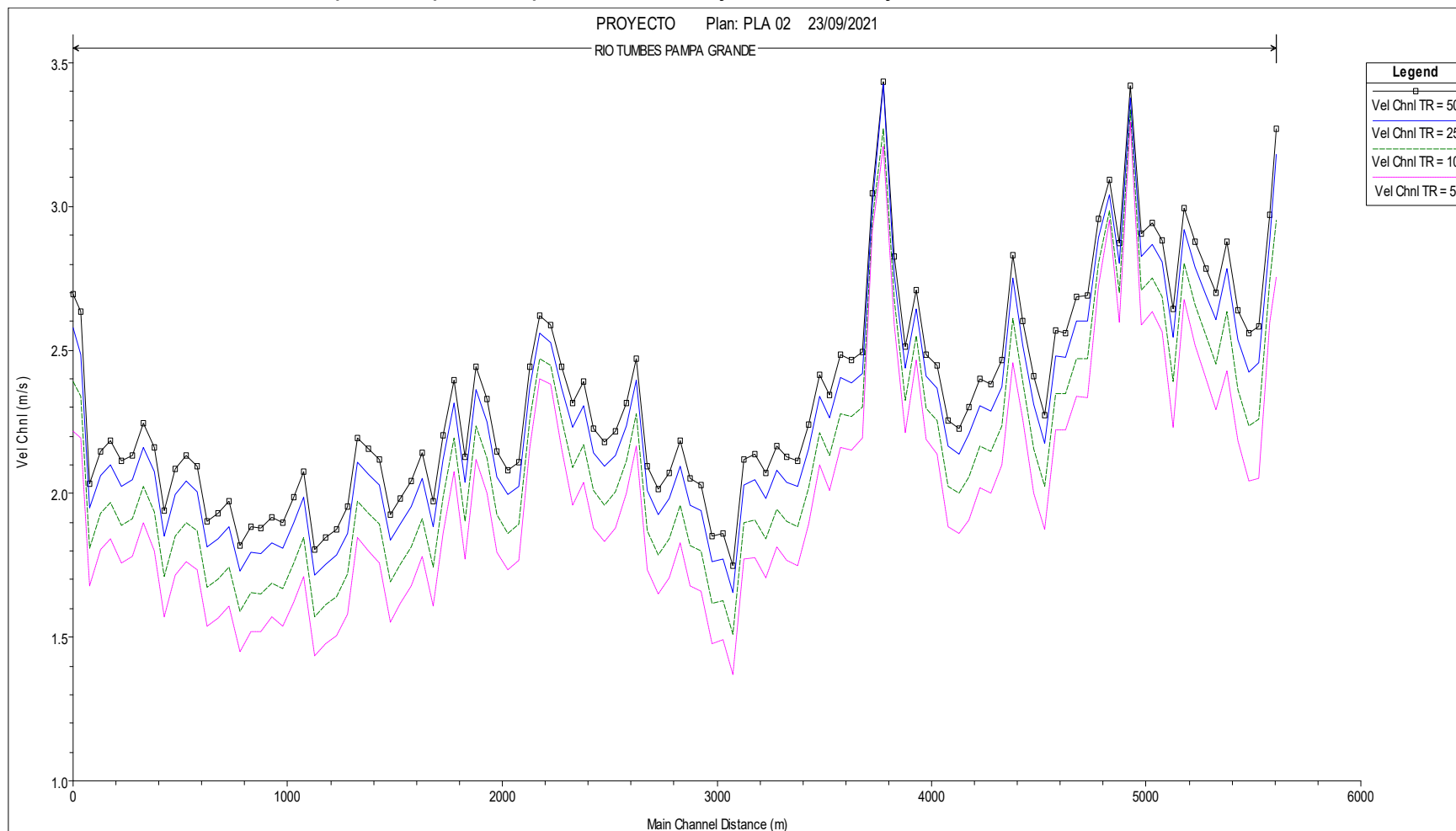


Figura 45: Velocidades para diferentes periodos de retorno en función al tramo

3.1.3.4. Simulación Hidráulica 2 D del Tramo en estudio

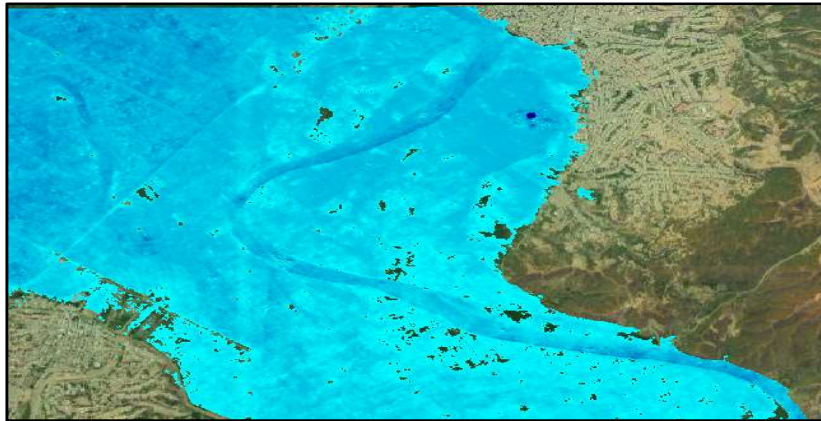


Figura 46: Modelamiento Hidráulico 2 D Tr = 5 años

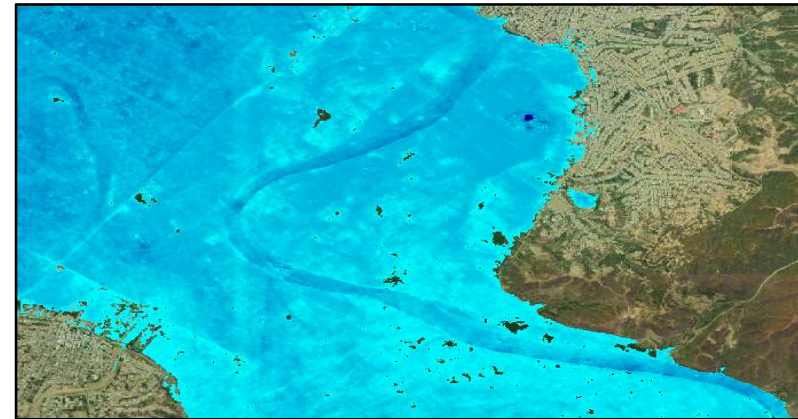


Figura 47: Modelamiento Hidráulico 2 D Tr = 10 años

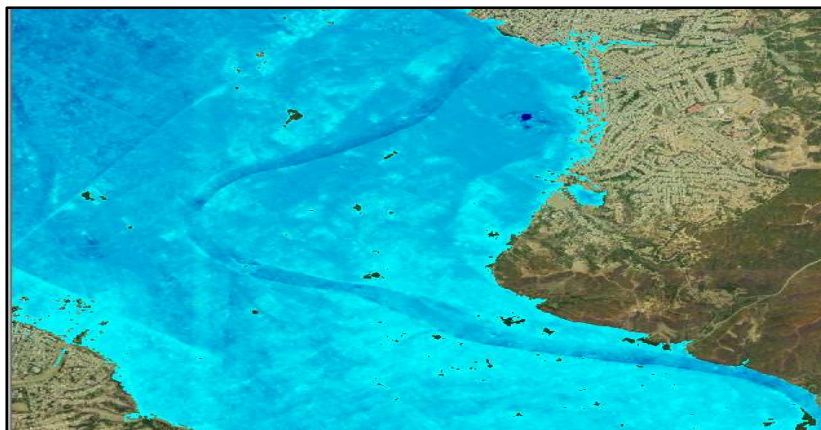


Figura 49: Modelamiento Hidráulico 2D Tr = 25 años



Figura 48: Modelamiento Hidráulico 2 D Tr = 50 años

3.1.4. Determinación de Áreas agrícolas afectadas por las máximas avenidas para diferentes periodos de retorno

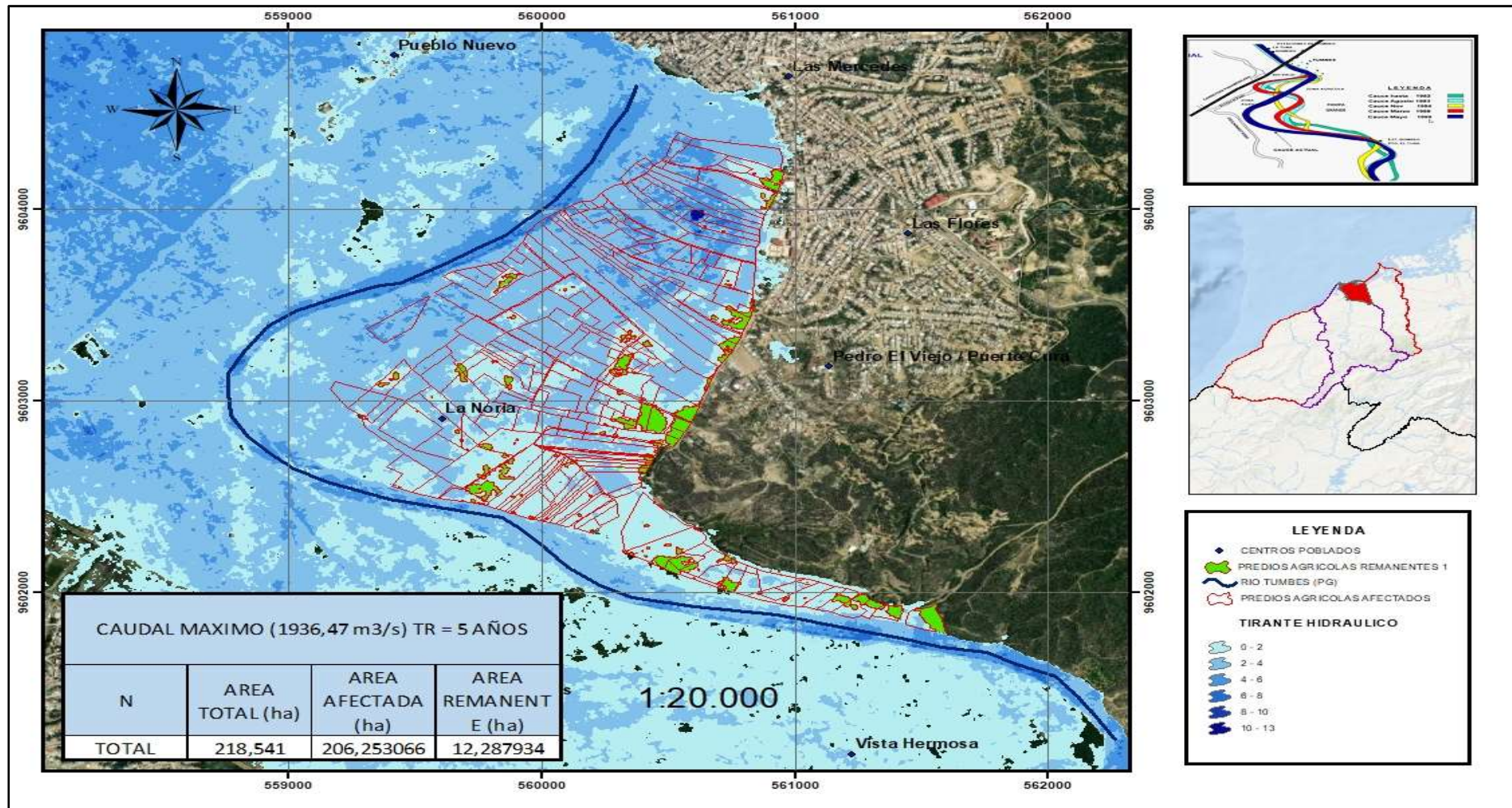


Figura 50: Modelamiento Hidráulico 2D TR = 5 AÑOS

De acuerdo al Figura (50) y la Tabla (21) se calculó un 94,377% de área agrícola perjudicada por la inundaciones.

Tabla 21: Áreas agrícolas afectadas Tr = 5 años

N	AREA TOTAL (ha)	AREA AFECTADA (ha)	AREA REMANENTE (ha)
0	0,1133	0,111308	0,0020
1	0,0925	0,092529	0,0000
2	1,3611	1,361056	0,0000
3	0,5818	0,581822	0,0000
4	0,6832	0,680121	0,0031
5	0,4983	0,498247	0,0001
6	0,5969	0,559299	0,0376
7	0,3265	0,32652	0,0000
8	1,1668	0,879797	0,2870
9	1,03	1,03	0,0000
10	1,6204	1,620406	0,0000
11	1,9022	1,876068	0,0261
12	1,4905	0,639321	0,8512
13	0,0857	0,065083	0,0206
14	0,6501	0,650093	0,0000
15	0,2994	0,299388	0,0000
16	0,4159	0,415876	0,0000
17	0,6825	0,290747	0,3918
18	1,5698	1,557942	0,0119
19	0,1839	0,183905	0,0000
20	0,472	0,462759	0,0092
21	0,8285	0,828487	0,0000
22	3,1392	3,050544	0,0887
23	0,658	0,653829	0,0042
24	0,0477	0,047666	0,0000
25	2,1926	2,192537	0,0001
26	0,8754	0,844941	0,0305
27	0,2078	0,207754	0,0000
28	0,3724	0,372367	0,0000
29	0,1724	0,172431	0,0000
30	0,8557	0,850605	0,0051
31	0,4432	0,443143	0,0001
32	0,6796	0,380562	0,2990
33	1,4013	1,399517	0,0018
34	0,3021	0,062247	0,2399
35	0,078	0,077998	0,0000

36	0,5515	0,551539	0,0000
37	3,3976	3,397522	0,0001
38	0,7025	0,702514	0,0000
39	0,1958	0,181487	0,0143
40	0,3153	0,314792	0,0005
41	0,1671	0,167055	0,0000
42	0,2529	0,160716	0,0922
43	0,8027	0,802714	0,0000
44	0,3459	0,345876	0,0000
45	0,2592	0,259159	0,0000
46	0,0677	0,067676	0,0000
47	0,4415	0,393494	0,0480
48	0,2399	0,239852	0,0000
49	0,4816	0,481574	0,0000
50	0,7014	0,621142	0,0803
51	7,1198	6,991762	0,1280
52	0,1629	0,161385	0,0015
53	3,2225	3,087785	0,1347
54	0,8574	0,857406	0,0000
55	0,1257	0,125089	0,0006
56	1,7468	1,746808	0,0000
57	0,0624	0,062382	0,0000
58	0,2063	0,206265	0,0000
59	0,2474	0,247387	0,0000
60	0,3004	0,298887	0,0015
61	0,2347	0,228025	0,0067
62	0,9727	0,972673	0,0000
63	0,5004	0,497865	0,0025
64	0,5204	0,440567	0,0798
65	0,4421	0,439804	0,0023
66	0,1192	0,119246	0,0000
67	0,6629	0,613984	0,0489
68	0,7131	0,709444	0,0037
69	0,7229	0,719199	0,0037
70	0,8511	0,846751	0,0043
71	1,4897	1,456634	0,0331
72	2,1576	2,15759	0,0000
73	0,0956	0,095629	0,0000
74	1,9772	1,712828	0,2644
75	0,0933	0,093298	0,0000
76	0,8729	0,85909	0,0138
77	0,4478	0,447832	0,0000
78	0,3633	0,017561	0,3457
79	0,6918	0,688264	0,0035
80	0,4222	0,420018	0,0022

81	0,7949	0,789402	0,0055
82	0,7324	0,680687	0,0517
83	1,39	1,311531	0,0785
84	1,4687	1,468651	0,0000
85	0,2621	0,264934	-0,0028
86	0,7407	0,733843	0,0069
87	0,165	0,164022	0,0010
88	2,0653	2,065225	0,0001
89	1,2522	0,97419	0,2780
90	1,4772	1,47714	0,0001
91	0,1271	0,126072	0,0010
92	0,6928	0,692815	0,0000
93	1,5338	1,374969	0,1588
94	1,6433	1,624289	0,0190
95	0,1642	0,16418	0,0000
96	0,0927	0,092701	0,0000
97	4,0268	4,005796	0,0210
98	0,121	0,120997	0,0000
99	0,2845	0,276927	0,0076
100	1,2303	1,200106	0,0302
101	0,437	0,436982	0,0000
102	0,7134	0,713379	0,0000
103	0,6604	0,660343	0,0001
104	0,9725	0,972528	0,0000
105	2,2376	2,237559	0,0000
106	0,1926	0,192618	0,0000
107	0,4038	0,402406	0,0014
108	0,2271	0,207944	0,0192
109	0,4533	0,435962	0,0173
110	1,0018	0,996641	0,0052
111	0,4415	0,441449	0,0001
112	1,1035	1,103498	0,0000
113	0,65	0,366791	0,2832
114	0,1392	0,139216	0,0000
115	0,405	0,402847	0,0022
116	0,1438	0,143014	0,0008
117	0,4546	0,254391	0,2002
118	0,762	0,751675	0,0103
119	2,0629	2,059002	0,0039
120	0,267	0,265644	0,0014
121	0,1967	0,195681	0,0010
122	0,1705	0,169587	0,0009
123	0,5201	0,290598	0,2295
124	0,7296	0,729634	0,0000
125	0,4902	0,49019	0,0000

126	0,3719	0,369966	0,0019
127	0,4393	0,4393	0,0000
128	1,0428	1,042733	0,0001
129	0,316	0,315998	0,0000
130	0,3626	0,360724	0,0019
131	0,6122	0,612166	0,0000
132	2,264	2,26395	0,0000
133	0,3847	0,382686	0,0020
134	0,3871	0,20674	0,1804
135	0,2411	0,24114	0,0000
136	1,427	1,426965	0,0000
137	1,1256	0,500682	0,6249
138	0,1629	0,162025	0,0009
139	0,3662	0,355248	0,0110
140	0,5374	0,537397	0,0000
141	1,229	1,228984	0,0000
142	0,442	0,439767	0,0022
143	0,4591	0,459096	0,0000
144	0,8514	0,622971	0,2284
145	0,6043	0,589767	0,0145
146	1,0532	0,306965	0,7462
147	1,4817	1,481711	0,0000
148	0,8293	0,615444	0,2139
149	3,0905	2,625077	0,4654
150	0,3243	0,322899	0,0014
151	3,2053	3,205144	0,0002
152	0,6144	0,614343	0,0001
153	0,6994	0,36491	0,3345
154	1,6783	1,456391	0,2219
155	1,3419	1,335032	0,0069
156	0,328	0,328006	0,0000
157	0,1634	0,163384	0,0000
158	0,5081	0,458485	0,0496
159	0,3947	0,387718	0,0070
160	1,3023	1,28944	0,0129
161	1,7008	1,647473	0,0533
162	0,3037	0,293362	0,0103
163	0,4788	0,478772	0,0000
164	2,1484	1,978094	0,1703
165	5,9891	5,960135	0,0290
166	0,2282	0,228194	0,0000
167	2,6695	2,653345	0,0162
168	1,7696	1,769553	0,0000
169	0,4828	0,482779	0,0000
170	0,8315	0,827191	0,0043

171	0,4313	0,42908	0,0022
172	0,1684	0,167555	0,0008
173	0,489	0,488991	0,0000
174	1,1919	1,125888	0,0660
175	3,2031	3,024712	0,1784
176	0,2167	0,216715	0,0000
177	0,634	0,633985	0,0000
178	1,2039	0,872932	0,3310
179	0,9013	0,887207	0,0141
180	0,0846	0,076168	0,0084
181	1,3327	1,332657	0,0000
182	2,7515	2,751489	0,0000
183	0,4532	0,424898	0,0283
184	2,4138	2,413806	0,0000
185	0,3072	0,305591	0,0016
186	0,6446	0,568896	0,0757
187	1,6908	1,224878	0,4659
188	0,2377	0,22128	0,0164
189	1,5951	1,595101	0,0000
190	0,7505	0,746453	0,0040
191	1,1122	0,994054	0,1181
192	1,6045	1,604418	0,0001
193	0,7127	0,692097	0,0206
194	1,498	1,497972	0,0000
195	1,7388	1,738723	0,0001
196	0,8568	0,856777	0,0000
197	0,0712	0,070785	0,0004
198	0,7315	0,727769	0,0037
199	0,27	0,266146	0,0039
200	0,8747	0,868878	0,0058
201	0,45	0,449986	0,0000
202	0,7049	0,701229	0,0037
203	0,4631	0,460675	0,0024
204	1,6418	1,641767	0,0000
205	1,4036	1,38393	0,0197
206	0,6236	0,620355	0,0032
207	0,9988	0,972383	0,0264
208	2,5207	2,428185	0,0925
209	0,5029	0,464154	0,0387
210	0,4444	0,444422	0,0000
211	0,8349	0,795368	0,0395
212	0,4033	0,401205	0,0021
213	0,4277	0,425276	0,0024
214	0,153	0,152178	0,0008
215	0,5266	0,526569	0,0000

216	0,4971	0,49713	0,0000
217	2,4979	2,474331	0,0236
218	0,4448	0,419574	0,0252
219	1,1754	1,028989	0,1464
220	2,4921	2,478181	0,0139
221	0,3399	0,338162	0,0017
222	2,0979	1,991873	0,1060
223	0,981	0,663221	0,3178
224	1,2802	1,278333	0,0019
225	3,1828	2,243692	0,9391
226	0,5496	0,549622	0,0000
227	1,0225	1,022524	0,0000
228	0,4031	0,403064	0,0000
229	1,5041	1,504064	0,0000
230	0,8658	0,802042	0,0638
231	1,037	1,030538	0,0065
232	0,1421	0,142113	0,0000
233	0,4215	0,420656	0,0008
234	1,3907	1,390682	0,0000
235	0,4745	0,474507	0,0000
236	2,2933	1,700571	0,5927
237	0,3416	0,34158	0,0000
238	0,9325	0,932509	0,0000
239	1,1559	1,155832	0,0001
TOTAL	218,541	206,253066	12,287934

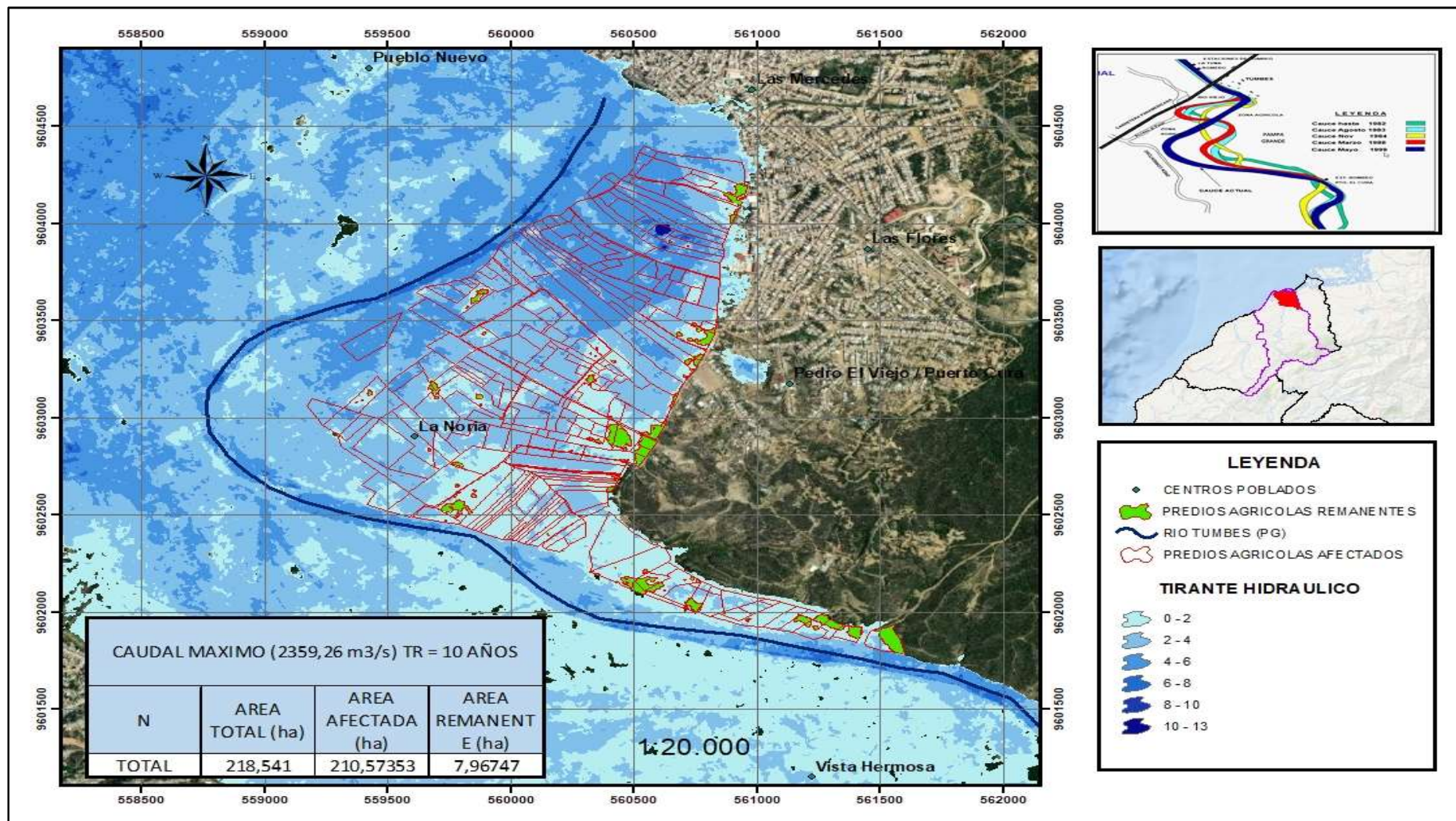


Figura 51: Modelamiento Hidráulico 2D TR = 10 AÑOS

De acuerdo a la Figura (51) y la Tabla (22) se calculó un 96,35% de área agrícola perjudicada por las inundaciones.

Tabla 22: áreas agrícolas afectadas Tr = 10 años

N	AREA TOTAL (ha)	AREA AFECTADA (ha)	AREA REMANENTE (ha)
0	0,1133	0,113265	0,0000
1	0,0925	0,092529	0,0000
2	1,3611	1,361056	0,0000
3	0,5818	0,581822	0,0000
4	0,6832	0,683144	0,0001
5	0,4983	0,498247	0,0001
6	0,5969	0,588357	0,0085
7	0,3265	0,32652	0,0000
8	1,1668	0,996321	0,1705
9	1,03	1,03	0,0000
10	1,6204	1,620406	0,0000
11	1,9022	1,891905	0,0103
12	1,4905	0,665671	0,8248
13	0,0857	0,085727	0,0000
14	0,6501	0,650093	0,0000
15	0,2994	0,299388	0,0000
16	0,4159	0,415876	0,0000
17	0,6825	0,370465	0,3120
18	1,5698	1,568833	0,0010
19	0,1839	0,183905	0,0000
20	0,472	0,471755	0,0002
21	0,8285	0,828487	0,0000
22	3,1392	3,072088	0,0671
23	0,658	0,658036	0,0000
24	0,0477	0,047666	0,0000
25	2,1926	2,192537	0,0001
26	0,8754	0,85842	0,0170
27	0,2078	0,207754	0,0000
28	0,3724	0,372367	0,0000
29	0,1724	0,172431	0,0000
30	0,8557	0,855693	0,0000
31	0,4432	0,443143	0,0001
32	0,6796	0,437894	0,2417
33	1,4013	1,40123	0,0001
34	0,3021	0,087988	0,2141
35	0,078	0,077998	0,0000

36	0,5515	0,551539	0,0000
37	3,3976	3,397543	0,0001
38	0,7025	0,702514	0,0000
39	0,1958	0,194657	0,0011
40	0,3153	0,315299	0,0000
41	0,1671	0,167055	0,0000
42	0,2529	0,19367	0,0592
43	0,8027	0,802714	0,0000
44	0,3459	0,345876	0,0000
45	0,2592	0,259159	0,0000
46	0,0677	0,067676	0,0000
47	0,4415	0,430089	0,0114
48	0,2399	0,239852	0,0000
49	0,4816	0,481574	0,0000
50	0,7014	0,69608	0,0053
51	7,1198	7,077648	0,0422
52	0,1629	0,162036	0,0009
53	3,2225	3,199901	0,0226
54	0,8574	0,857406	0,0000
55	0,1257	0,125089	0,0006
56	1,7468	1,746808	0,0000
57	0,0624	0,062382	0,0000
58	0,2063	0,206265	0,0000
59	0,2474	0,247387	0,0000
60	0,3004	0,298887	0,0015
61	0,2347	0,233501	0,0012
62	0,9727	0,972673	0,0000
63	0,5004	0,497865	0,0025
64	0,5204	0,449109	0,0713
65	0,4421	0,439804	0,0023
66	0,1192	0,119246	0,0000
67	0,6629	0,653032	0,0099
68	0,7131	0,709444	0,0037
69	0,7229	0,719199	0,0037
70	0,8511	0,846751	0,0043
71	1,4897	1,474093	0,0156
72	2,1576	2,15759	0,0000
73	0,0956	0,095629	0,0000
74	1,9772	1,793992	0,1832
75	0,0933	0,093298	0,0000
76	0,8729	0,865049	0,0079
77	0,4478	0,447832	0,0000
78	0,3633	0,043904	0,3194
79	0,6918	0,688264	0,0035
80	0,4222	0,420018	0,0022

81	0,7949	0,792855	0,0020
82	0,7324	0,699439	0,0330
83	1,39	1,356799	0,0332
84	1,4687	1,468651	0,0000
85	0,2621	0,264979	-0,0029
86	0,7407	0,736919	0,0038
87	0,165	0,164163	0,0008
88	2,0653	2,065225	0,0001
89	1,2522	1,060806	0,1914
90	1,4772	1,47714	0,0001
91	0,1271	0,128993	-0,0019
92	0,6928	0,692815	0,0000
93	1,5338	1,53286	0,0009
94	1,6433	1,634797	0,0085
95	0,1642	0,16418	0,0000
96	0,0927	0,092701	0,0000
97	4,0268	4,026304	0,0005
98	0,121	0,120997	0,0000
99	0,2845	0,283013	0,0015
100	1,2303	1,230273	0,0000
101	0,437	0,436982	0,0000
102	0,7134	0,713379	0,0000
103	0,6604	0,660343	0,0001
104	0,9725	0,972528	0,0000
105	2,2376	2,237559	0,0000
106	0,1926	0,192618	0,0000
107	0,4038	0,40377	0,0000
108	0,2271	0,210534	0,0166
109	0,4533	0,450456	0,0028
110	1,0018	0,996641	0,0052
111	0,4415	0,441449	0,0001
112	1,1035	1,103498	0,0000
113	0,65	0,548268	0,1017
114	0,1392	0,139216	0,0000
115	0,405	0,402916	0,0021
116	0,1438	0,143014	0,0008
117	0,4546	0,258664	0,1959
118	0,762	0,75806	0,0039
119	2,0629	2,0629	0,0000
120	0,267	0,265644	0,0014
121	0,1967	0,195681	0,0010
122	0,1705	0,169587	0,0009
123	0,5201	0,30258	0,2175
124	0,7296	0,729634	0,0000
125	0,4902	0,49019	0,0000

126	0,3719	0,369966	0,0019
127	0,4393	0,4393	0,0000
128	1,0428	1,042733	0,0001
129	0,316	0,315998	0,0000
130	0,3626	0,360724	0,0019
131	0,6122	0,612166	0,0000
132	2,264	2,26395	0,0000
133	0,3847	0,382686	0,0020
134	0,3871	0,340433	0,0467
135	0,2411	0,24114	0,0000
136	1,427	1,426965	0,0000
137	1,1256	0,800224	0,3254
138	0,1629	0,162025	0,0009
139	0,3662	0,36617	0,0000
140	0,5374	0,537397	0,0000
141	1,229	1,228984	0,0000
142	0,442	0,439767	0,0022
143	0,4591	0,459096	0,0000
144	0,8514	0,667623	0,1838
145	0,6043	0,598542	0,0058
146	1,0532	0,502873	0,5503
147	1,4817	1,481711	0,0000
148	0,8293	0,63956	0,1897
149	3,0905	2,856604	0,2339
150	0,3243	0,324641	-0,0003
151	3,2053	3,205228	0,0001
152	0,6144	0,614343	0,0001
153	0,6994	0,395541	0,3039
154	1,6783	1,54209	0,1362
155	1,3419	1,335032	0,0069
156	0,328	0,328006	0,0000
157	0,1634	0,163384	0,0000
158	0,5081	0,508093	0,0000
159	0,3947	0,394739	0,0000
160	1,3023	1,294393	0,0079
161	1,7008	1,653679	0,0471
162	0,3037	0,30371	0,0000
163	0,4788	0,478772	0,0000
164	2,1484	2,068369	0,0800
165	5,9891	5,971863	0,0172
166	0,2282	0,228194	0,0000
167	2,6695	2,655562	0,0139
168	1,7696	1,769553	0,0000
169	0,4828	0,482779	0,0000
170	0,8315	0,827191	0,0043

171	0,4313	0,42908	0,0022
172	0,1684	0,167555	0,0008
173	0,489	0,488991	0,0000
174	1,1919	1,180119	0,0118
175	3,2031	3,109994	0,0931
176	0,2167	0,216715	0,0000
177	0,634	0,633985	0,0000
178	1,2039	0,921565	0,2823
179	0,9013	0,899149	0,0022
180	0,0846	0,083487	0,0011
181	1,3327	1,332657	0,0000
182	2,7515	2,751489	0,0000
183	0,4532	0,452588	0,0006
184	2,4138	2,413806	0,0000
185	0,3072	0,305591	0,0016
186	0,6446	0,5859	0,0587
187	1,6908	1,3626	0,3282
188	0,2377	0,224592	0,0131
189	1,5951	1,595101	0,0000
190	0,7505	0,746633	0,0039
191	1,1122	1,028576	0,0836
192	1,6045	1,604418	0,0001
193	0,7127	0,708548	0,0042
194	1,498	1,497972	0,0000
195	1,7388	1,738723	0,0001
196	0,8568	0,856777	0,0000
197	0,0712	0,070785	0,0004
198	0,7315	0,727769	0,0037
199	0,27	0,269973	0,0000
200	0,8747	0,870232	0,0045
201	0,45	0,449986	0,0000
202	0,7049	0,701229	0,0037
203	0,4631	0,460675	0,0024
204	1,6418	1,641767	0,0000
205	1,4036	1,403563	0,0000
206	0,6236	0,620355	0,0032
207	0,9988	0,985358	0,0134
208	2,5207	2,460338	0,0604
209	0,5029	0,49661	0,0063
210	0,4444	0,444422	0,0000
211	0,8349	0,831563	0,0033
212	0,4033	0,401205	0,0021
213	0,4277	0,425551	0,0021
214	0,153	0,152178	0,0008
215	0,5266	0,526569	0,0000

216	0,4971	0,49713	0,0000
217	2,4979	2,494251	0,0036
218	0,4448	0,43073	0,0141
219	1,1754	1,131646	0,0438
220	2,4921	2,484717	0,0074
221	0,3399	0,338162	0,0017
222	2,0979	2,031812	0,0661
223	0,981	0,704457	0,2765
224	1,2802	1,280217	0,0000
225	3,1828	2,654496	0,5283
226	0,5496	0,549622	0,0000
227	1,0225	1,022524	0,0000
228	0,4031	0,403064	0,0000
229	1,5041	1,504064	0,0000
230	0,8658	0,860204	0,0056
231	1,037	1,034766	0,0022
232	0,1421	0,142113	0,0000
233	0,4215	0,421499	0,0000
234	1,3907	1,390682	0,0000
235	0,4745	0,474507	0,0000
236	2,2933	1,895972	0,3973
237	0,3416	0,34158	0,0000
238	0,9325	0,932509	0,0000
239	1,1559	1,155832	0,0001
TOTAL	218,541	210,57353	7,96747

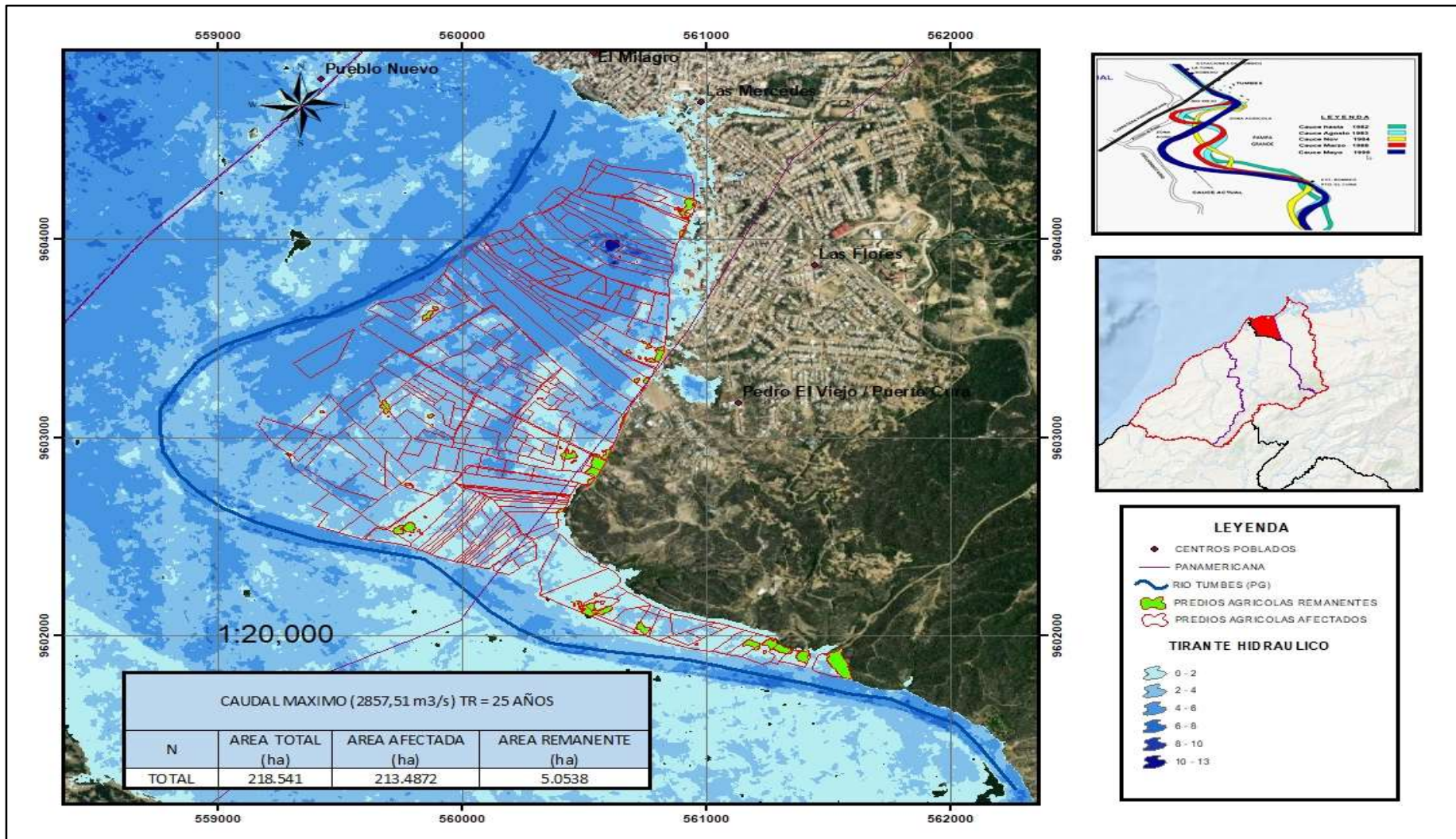


Figura 52 : Modelamiento Hidráulico 2D TR = 25 AÑOS

De acuerdo a la Figura (52) y la Tabla (23), se calculó un 97,68% de área agrícola perjudicada por la inundaciones.

Tabla 23: Áreas agrícolas afectadas Tr = 25 años

N	AREA TOTAL (ha)	AREA AFECTADA (ha)	AREA REMANENTE (ha)
0	0,1133	0,1133	0,0000
1	0,0925	0,0925	0,0000
2	1,3611	1,3611	0,0000
3	0,5818	0,5818	0,0000
4	0,6832	0,6831	0,0001
5	0,4983	0,4982	0,0001
6	0,5969	0,5969	0,0000
7	0,3265	0,3265	0,0000
8	1,1668	1,1021	0,0647
9	1,03	1,0300	0,0000
10	1,6204	1,6204	0,0000
11	1,9022	1,9019	0,0003
12	1,4905	0,6883	0,8022
13	0,0857	0,0857	0,0000
14	0,6501	0,6501	0,0000
15	0,2994	0,2994	0,0000
16	0,4159	0,4159	0,0000
17	0,6825	0,5006	0,1819
18	1,5698	1,5698	0,0000
19	0,1839	0,1839	0,0000
20	0,472	0,4720	0,0000
21	0,8285	0,8285	0,0000
22	3,1392	3,0959	0,0433
23	0,658	0,6580	0,0000
24	0,0477	0,0477	0,0000
25	2,1926	2,1925	0,0001
26	0,8754	0,8697	0,0057
27	0,2078	0,2078	0,0000
28	0,3724	0,3724	0,0000
29	0,1724	0,1724	0,0000
30	0,8557	0,8557	0,0000
31	0,4432	0,4431	0,0001
32	0,6796	0,5000	0,1796
33	1,4013	1,4012	0,0001
34	0,3021	0,1455	0,1566
35	0,078	0,0780	0,0000

36	0,5515	0,5515	0,0000
37	3,3976	3,3975	0,0001
38	0,7025	0,7025	0,0000
39	0,1958	0,1958	0,0000
40	0,3153	0,3153	0,0000
41	0,1671	0,1671	0,0000
42	0,2529	0,2127	0,0402
43	0,8027	0,8027	0,0000
44	0,3459	0,3459	0,0000
45	0,2592	0,2592	0,0000
46	0,0677	0,0677	0,0000
47	0,4415	0,4415	0,0000
48	0,2399	0,2399	0,0000
49	0,4816	0,4816	0,0000
50	0,7014	0,7014	0,0000
51	7,1198	7,1162	0,0036
52	0,1629	0,1620	0,0009
53	3,2225	3,2225	0,0000
54	0,8574	0,8574	0,0000
55	0,1257	0,1251	0,0006
56	1,7468	1,7468	0,0000
57	0,0624	0,0624	0,0000
58	0,2063	0,2063	0,0000
59	0,2474	0,2474	0,0000
60	0,3004	0,2989	0,0015
61	0,2347	0,2335	0,0012
62	0,9727	0,9727	0,0000
63	0,5004	0,4979	0,0025
64	0,5204	0,4571	0,0633
65	0,4421	0,4398	0,0023
66	0,1192	0,1192	0,0000
67	0,6629	0,6626	0,0003
68	0,7131	0,7094	0,0037
69	0,7229	0,7192	0,0037
70	0,8511	0,8468	0,0043
71	1,4897	1,4857	0,0040
72	2,1576	2,1576	0,0000
73	0,0956	0,0956	0,0000
74	1,9772	1,8357	0,1415
75	0,0933	0,0933	0,0000
76	0,8729	0,8695	0,0034
77	0,4478	0,4478	0,0000
78	0,3633	0,0805	0,2828
79	0,6918	0,6883	0,0035
80	0,4222	0,4200	0,0022

81	0,7949	0,7949	0,0000
82	0,7324	0,7217	0,0107
83	1,39	1,3718	0,0182
84	1,4687	1,4687	0,0000
85	0,2621	0,2650	-0,0029
86	0,7407	0,7369	0,0038
87	0,165	0,1642	0,0008
88	2,0653	2,0652	0,0001
89	1,2522	1,1186	0,1336
90	1,4772	1,4771	0,0001
91	0,1271	0,1290	-0,0019
92	0,6928	0,6928	0,0000
93	1,5338	1,5338	0,0000
94	1,6433	1,6395	0,0038
95	0,1642	0,1642	0,0000
96	0,0927	0,0927	0,0000
97	4,0268	4,0267	0,0001
98	0,121	0,1210	0,0000
99	0,2845	0,2830	0,0015
100	1,2303	1,2303	0,0000
101	0,437	0,4370	0,0000
102	0,7134	0,7134	0,0000
103	0,6604	0,6603	0,0001
104	0,9725	0,9725	0,0000
105	2,2376	2,2376	0,0000
106	0,1926	0,1926	0,0000
107	0,4038	0,4038	0,0000
108	0,2271	0,2131	0,0140
109	0,4533	0,4509	0,0024
110	1,0018	0,9966	0,0052
111	0,4415	0,4414	0,0001
112	1,1035	1,1035	0,0000
113	0,65	0,6445	0,0055
114	0,1392	0,1392	0,0000
115	0,405	0,4029	0,0021
116	0,1438	0,1430	0,0008
117	0,4546	0,2634	0,1912
118	0,762	0,7581	0,0039
119	2,0629	2,0629	0,0000
120	0,267	0,2656	0,0014
121	0,1967	0,1957	0,0010
122	0,1705	0,1696	0,0009
123	0,5201	0,3559	0,1642
124	0,7296	0,7296	0,0000
125	0,4902	0,4902	0,0000

126	0,3719	0,3700	0,0019
127	0,4393	0,4393	0,0000
128	1,0428	1,0427	0,0001
129	0,316	0,3160	0,0000
130	0,3626	0,3607	0,0019
131	0,6122	0,6122	0,0000
132	2,264	2,2640	0,0000
133	0,3847	0,3827	0,0020
134	0,3871	0,3921	-0,0050
135	0,2411	0,2411	0,0000
136	1,427	1,4270	0,0000
137	1,1256	1,0519	0,0737
138	0,1629	0,1620	0,0009
139	0,3662	0,3662	0,0000
140	0,5374	0,5374	0,0000
141	1,229	1,2290	0,0000
142	0,442	0,4398	0,0022
143	0,4591	0,4591	0,0000
144	0,8514	0,7371	0,1143
145	0,6043	0,6043	0,0000
146	1,0532	0,9017	0,1515
147	1,4817	1,4817	0,0000
148	0,8293	0,6631	0,1662
149	3,0905	3,0221	0,0684
150	0,3243	0,3246	-0,0003
151	3,2053	3,2052	0,0001
152	0,6144	0,6143	0,0001
153	0,6994	0,4375	0,2619
154	1,6783	1,5992	0,0791
155	1,3419	1,3350	0,0069
156	0,328	0,3280	0,0000
157	0,1634	0,1634	0,0000
158	0,5081	0,5081	0,0000
159	0,3947	0,3947	0,0000
160	1,3023	1,2996	0,0027
161	1,7008	1,6597	0,0411
162	0,3037	0,3037	0,0000
163	0,4788	0,4788	0,0000
164	2,1484	2,1017	0,0467
165	5,9891	5,9834	0,0057
166	0,2282	0,2282	0,0000
167	2,6695	2,6578	0,0117
168	1,7696	1,7696	0,0000
169	0,4828	0,4828	0,0000
170	0,8315	0,8272	0,0043

171	0,4313	0,4291	0,0022
172	0,1684	0,1676	0,0008
173	0,489	0,4890	0,0000
174	1,1919	1,1919	0,0000
175	3,2031	3,1373	0,0658
176	0,2167	0,2167	0,0000
177	0,634	0,6340	0,0000
178	1,2039	0,9756	0,2283
179	0,9013	0,9013	0,0000
180	0,0846	0,0841	0,0005
181	1,3327	1,3327	0,0000
182	2,7515	2,7515	0,0000
183	0,4532	0,4532	0,0000
184	2,4138	2,4138	0,0000
185	0,3072	0,3056	0,0016
186	0,6446	0,6019	0,0427
187	1,6908	1,5539	0,1369
188	0,2377	0,2284	0,0093
189	1,5951	1,5951	0,0000
190	0,7505	0,7466	0,0039
191	1,1122	1,0945	0,0177
192	1,6045	1,6044	0,0001
193	0,7127	0,7091	0,0036
194	1,498	1,4980	0,0000
195	1,7388	1,7387	0,0001
196	0,8568	0,8568	0,0000
197	0,0712	0,0708	0,0004
198	0,7315	0,7278	0,0037
199	0,27	0,2700	0,0000
200	0,8747	0,8702	0,0045
201	0,45	0,4500	0,0000
202	0,7049	0,7012	0,0037
203	0,4631	0,4607	0,0024
204	1,6418	1,6418	0,0000
205	1,4036	1,4036	0,0000
206	0,6236	0,6204	0,0032
207	0,9988	0,9988	0,0000
208	2,5207	2,4834	0,0373
209	0,5029	0,5003	0,0026
210	0,4444	0,4444	0,0000
211	0,8349	0,8330	0,0019
212	0,4033	0,4012	0,0021
213	0,4277	0,4256	0,0021
214	0,153	0,1522	0,0008
215	0,5266	0,5266	0,0000

216	0,4971	0,4971	0,0000
217	2,4979	2,4971	0,0008
218	0,4448	0,4448	0,0000
219	1,1754	1,1597	0,0157
220	2,4921	2,4897	0,0024
221	0,3399	0,3382	0,0017
222	2,0979	2,0706	0,0273
223	0,981	0,7481	0,2329
224	1,2802	1,2802	0,0000
225	3,1828	2,8406	0,3422
226	0,5496	0,5496	0,0000
227	1,0225	1,0225	0,0000
228	0,4031	0,4031	0,0000
229	1,5041	1,5041	0,0000
230	0,8658	0,8654	0,0004
231	1,037	1,0370	0,0000
232	0,1421	0,1421	0,0000
233	0,4215	0,4215	0,0000
234	1,3907	1,3907	0,0000
235	0,4745	0,4745	0,0000
236	2,2933	2,0411	0,2522
237	0,3416	0,3416	0,0000
238	0,9325	0,9325	0,0000
239	1,1559	1,1558	0,0001
TOTAL	218,541	213,4872	5,0538

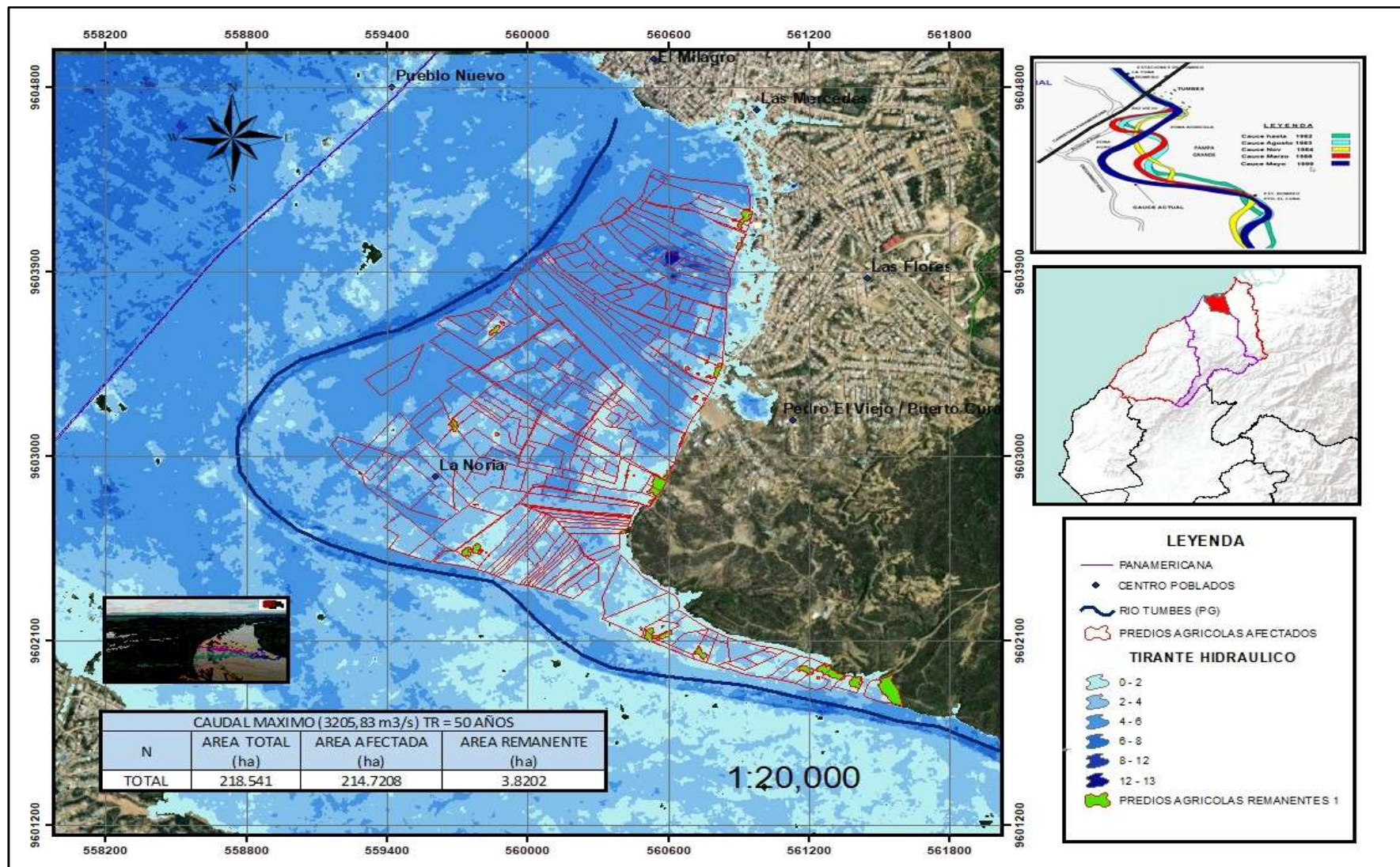


Figura 53 : Modelamiento Hidráulico 2D TR = 50 AÑOS

De acuerdo a la Figura (53) y la Tabla (24), se calculó un 98,25% de área agrícola perjudicada por las inundaciones.

Tabla 24: Áreas agrícolas afectadas Tr = 50 años

N	AREA TOTAL (ha)	AREA AFECTADA (ha)	AREA REMANENTE (ha)
0	0,1133	0,1133	0,0000
1	0,0925	0,0925	0,0000
2	1,3611	1,3611	0,0000
3	0,5818	0,5818	0,0000
4	0,6832	0,6831	0,0001
5	0,4983	0,4982	0,0001
6	0,5969	0,5969	0,0000
7	0,3265	0,3265	0,0000
8	1,1668	1,1341	0,0327
9	1,03	1,0300	0,0000
10	1,6204	1,6204	0,0000
11	1,9022	1,9022	0,0000
12	1,4905	0,7110	0,7795
13	0,0857	0,0857	0,0000
14	0,6501	0,6501	0,0000
15	0,2994	0,2994	0,0000
16	0,4159	0,4159	0,0000
17	0,6825	0,5758	0,1067
18	1,5698	1,5698	0,0000
19	0,1839	0,1839	0,0000
20	0,472	0,4720	0,0000
21	0,8285	0,8285	0,0000
22	3,1392	3,1111	0,0281
23	0,658	0,6580	0,0000
24	0,0477	0,0477	0,0000
25	2,1926	2,1925	0,0001
26	0,8754	0,8741	0,0013
27	0,2078	0,2078	0,0000
28	0,3724	0,3724	0,0000
29	0,1724	0,1724	0,0000
30	0,8557	0,8557	0,0000
31	0,4432	0,4431	0,0001
32	0,6796	0,5461	0,1335
33	1,4013	1,4012	0,0001
34	0,3021	0,1760	0,1261
35	0,078	0,0780	0,0000
36	0,5515	0,5515	0,0000
37	3,3976	3,3975	0,0001

38	0,7025	0,7025	0,0000
39	0,1958	0,1958	0,0000
40	0,3153	0,3153	0,0000
41	0,1671	0,1671	0,0000
42	0,2529	0,2233	0,0297
43	0,8027	0,8027	0,0000
44	0,3459	0,3459	0,0000
45	0,2592	0,2592	0,0000
46	0,0677	0,0677	0,0000
47	0,4415	0,4415	0,0000
48	0,2399	0,2399	0,0000
49	0,4816	0,4816	0,0000
50	0,7014	0,7014	0,0000
51	7,1198	7,1195	0,0003
52	0,1629	0,1620	0,0009
53	3,2225	3,2225	0,0000
54	0,8574	0,8574	0,0000
55	0,1257	0,1251	0,0006
56	1,7468	1,7468	0,0000
57	0,0624	0,0624	0,0000
58	0,2063	0,2063	0,0000
59	0,2474	0,2474	0,0000
60	0,3004	0,2989	0,0015
61	0,2347	0,2335	0,0012
62	0,9727	0,9727	0,0000
63	0,5004	0,4979	0,0025
64	0,5204	0,4633	0,0571
65	0,4421	0,4398	0,0023
66	0,1192	0,1192	0,0000
67	0,6629	0,6629	0,0000
68	0,7131	0,7094	0,0037
69	0,7229	0,7192	0,0037
70	0,8511	0,8468	0,0043
71	1,4897	1,4896	0,0001
72	2,1576	2,1576	0,0000
73	0,0956	0,0956	0,0000
74	1,9772	1,8544	0,1228
75	0,0933	0,0933	0,0000
76	0,8729	0,8724	0,0005
77	0,4478	0,4478	0,0000
78	0,3633	0,1008	0,2625
79	0,6918	0,6883	0,0035
80	0,4222	0,4200	0,0022
81	0,7949	0,7949	0,0000
82	0,7324	0,7275	0,0049

83	1,39	1,3884	0,0016
84	1,4687	1,4687	0,0000
85	0,2621	0,2650	-0,0029
86	0,7407	0,7369	0,0038
87	0,165	0,1642	0,0008
88	2,0653	2,0652	0,0001
89	1,2522	1,1336	0,1186
90	1,4772	1,4771	0,0001
91	0,1271	0,1290	-0,0019
92	0,6928	0,6928	0,0000
93	1,5338	1,5338	0,0000
94	1,6433	1,6419	0,0014
95	0,1642	0,1642	0,0000
96	0,0927	0,0927	0,0000
97	4,0268	4,0267	0,0001
98	0,121	0,1210	0,0000
99	0,2845	0,2830	0,0015
100	1,2303	1,2303	0,0000
101	0,437	0,4370	0,0000
102	0,7134	0,7134	0,0000
103	0,6604	0,6603	0,0001
104	0,9725	0,9725	0,0000
105	2,2376	2,2376	0,0000
106	0,1926	0,1926	0,0000
107	0,4038	0,4038	0,0000
108	0,2271	0,2151	0,0120
109	0,4533	0,4509	0,0024
110	1,0018	0,9966	0,0052
111	0,4415	0,4414	0,0001
112	1,1035	1,1035	0,0000
113	0,65	0,6500	0,0000
114	0,1392	0,1392	0,0000
115	0,405	0,4029	0,0021
116	0,1438	0,1430	0,0008
117	0,4546	0,2669	0,1877
118	0,762	0,7581	0,0039
119	2,0629	2,0629	0,0000
120	0,267	0,2656	0,0014
121	0,1967	0,1957	0,0010
122	0,1705	0,1696	0,0009
123	0,5201	0,4030	0,1171
124	0,7296	0,7296	0,0000
125	0,4902	0,4902	0,0000
126	0,3719	0,3700	0,0019
127	0,4393	0,4393	0,0000

128	1,0428	1,0427	0,0001
129	0,316	0,3160	0,0000
130	0,3626	0,3607	0,0019
131	0,6122	0,6122	0,0000
132	2,264	2,2640	0,0000
133	0,3847	0,3827	0,0020
134	0,3871	0,3921	-0,0050
135	0,2411	0,2411	0,0000
136	1,427	1,4270	0,0000
137	1,1256	1,1166	0,0090
138	0,1629	0,1620	0,0009
139	0,3662	0,3662	0,0000
140	0,5374	0,5374	0,0000
141	1,229	1,2290	0,0000
142	0,442	0,4398	0,0022
143	0,4591	0,4591	0,0000
144	0,8514	0,8090	0,0424
145	0,6043	0,6043	0,0000
146	1,0532	1,0498	0,0034
147	1,4817	1,4817	0,0000
148	0,8293	0,6808	0,1485
149	3,0905	3,0797	0,0108
150	0,3243	0,3246	-0,0003
151	3,2053	3,2052	0,0001
152	0,6144	0,6143	0,0001
153	0,6994	0,4741	0,2253
154	1,6783	1,6472	0,0311
155	1,3419	1,3350	0,0069
156	0,328	0,3280	0,0000
157	0,1634	0,1634	0,0000
158	0,5081	0,5081	0,0000
159	0,3947	0,3947	0,0000
160	1,3023	1,3016	0,0007
161	1,7008	1,6642	0,0366
162	0,3037	0,3037	0,0000
163	0,4788	0,4788	0,0000
164	2,1484	2,1163	0,0321
165	5,9891	5,9884	0,0007
166	0,2282	0,2282	0,0000
167	2,6695	2,6593	0,0102
168	1,7696	1,7696	0,0000
169	0,4828	0,4828	0,0000
170	0,8315	0,8272	0,0043
171	0,4313	0,4291	0,0022
172	0,1684	0,1676	0,0008

173	0,489	0,4890	0,0000
174	1,1919	1,1919	0,0000
175	3,2031	3,1499	0,0532
176	0,2167	0,2167	0,0000
177	0,634	0,6340	0,0000
178	1,2039	1,0090	0,1949
179	0,9013	0,9013	0,0000
180	0,0846	0,0841	0,0005
181	1,3327	1,3327	0,0000
182	2,7515	2,7515	0,0000
183	0,4532	0,4532	0,0000
184	2,4138	2,4138	0,0000
185	0,3072	0,3056	0,0016
186	0,6446	0,6120	0,0326
187	1,6908	1,6242	0,0666
188	0,2377	0,2317	0,0061
189	1,5951	1,5951	0,0000
190	0,7505	0,7466	0,0039
191	1,1122	1,1065	0,0057
192	1,6045	1,6044	0,0001
193	0,7127	0,7091	0,0036
194	1,498	1,4980	0,0000
195	1,7388	1,7387	0,0001
196	0,8568	0,8568	0,0000
197	0,0712	0,0708	0,0004
198	0,7315	0,7278	0,0037
199	0,27	0,2700	0,0000
200	0,8747	0,8702	0,0045
201	0,45	0,4500	0,0000
202	0,7049	0,7012	0,0037
203	0,4631	0,4607	0,0024
204	1,6418	1,6418	0,0000
205	1,4036	1,4036	0,0000
206	0,6236	0,6204	0,0032
207	0,9988	0,9988	0,0000
208	2,5207	2,4882	0,0325
209	0,5029	0,5003	0,0026
210	0,4444	0,4444	0,0000
211	0,8349	0,8330	0,0019
212	0,4033	0,4012	0,0021
213	0,4277	0,4256	0,0021
214	0,153	0,1522	0,0008
215	0,5266	0,5266	0,0000
216	0,4971	0,4971	0,0000
217	2,4979	2,4978	0,0001

218	0,4448	0,4448	0,0000
219	1,1754	1,1745	0,0009
220	2,4921	2,4920	0,0001
221	0,3399	0,3382	0,0017
222	2,0979	2,0889	0,0090
223	0,981	0,7715	0,2095
224	1,2802	1,2802	0,0000
225	3,1828	2,9146	0,2682
226	0,5496	0,5496	0,0000
227	1,0225	1,0225	0,0000
228	0,4031	0,4031	0,0000
229	1,5041	1,5041	0,0000
230	0,8658	0,8658	0,0000
231	1,037	1,0370	0,0000
232	0,1421	0,1421	0,0000
233	0,4215	0,4215	0,0000
234	1,3907	1,3907	0,0000
235	0,4745	0,4745	0,0000
236	2,2933	2,1318	0,1615
237	0,3416	0,3416	0,0000
238	0,9325	0,9325	0,0000
239	1,1559	1,1558	0,0001
TOTAL	218,541	214,7208	3,8202

En la Tabla (25) presentamos de forma resumida los resultados del Modelamiento 2 D realizado en HEC – RAS.

Tabla 25:Resumen del Modelamiento 2D

Tr = 5 años	AREA TOTAL (ha)	AREA AFECTADA (ha)	AREA REMANENTE (ha)
		218,541	206,253066
Tr = 10 años	AREA TOTAL (ha)	AREA AFECTADA (ha)	AREA REMANENTE (ha)
		218,541	210,57353
Tr = 25 años	AREA TOTAL (ha)	AREA AFECTADA (ha)	AREA REMANENTE (ha)
		218,541	213,4872
Tr = 50 años	AREA TOTAL (ha)	AREA AFECTADA (ha)	AREA REMANENTE (ha)
		218,541	214,7208

3.2. DISCUSIÓN

Según el estudio, Ana (2017) Se evaluó el ancho estable del río, llanura de inundación y puntos críticos de desbordamiento bajo distintos periodos de retorno, en varios tramos del río Chicama. Para tal efecto, HEC Ras fue utilizado como herramienta de modelamiento, la cual es muy usado para poder estimar las áreas inundadas de cauces naturales, también es muy importante para poder saber el tirante crítico y con ello tomar las medidas necesarias para el diseño de defensas ribereñas.

Los datos recolectados se le realizó los diferentes análisis de consistencia y de tendencia, además se le hizo prueba de datos dudosos por lo que los caudales obtenidos son más confiables ya que los deltas máximos de dichas distribuciones son menores al del delta crítico.

Valencia y Carrillo (2019) Presenta en su proyecto Tabla (13). Se puede observar que para un $Tr = 50$ años existe un caudal de 3205,59 m³/s, cercano a 3205,86 m³/s que es de nuestro proyecto, además utiliza las mismas distribuciones.

Distribución	Delta Teórico	Periodo de Retorno (años)					
		2	5	10	25	50	100
D Normal	0.1477	1341.81	1983.05	2318.56	2676.22	2907.21	3114.94
D. LogNormal 2P	0.1145	1134.99	1881.10	2450.3	3247.95	3896.28	4589.17
D. LogNormal 3P	0.1326	1180.28	1879.86	2367.68	3007.43	3499.43	4003.75
D. Gamma 2P	0.1333	1202.54	1903.16	2356.36	2909.33	3305.77	3688.84
D. Gamma 3P	0.1336	1242.79	1937.05	2359.67	2857.57	3205.59	3536.51
LogPearson III	No Ajuste	-	-	-	-	-	-
Gumbel	0.1439	1216.62	1890.07	2335.95	2899.32	3317.26	3732.12
LogGumbel	0.1553	1028.37	1748.22	2484.11	3872.13	5382.26	7463.16

Figura 54: Caudales máximos para diferentes periodos de retorno de Carrillo y valencia (2019)

Elizalde, Escobar y Napoleón (2016) En el estudio, el modelo Hidrodinámico Bidimensional MIKE 21 fue usado para determinar los caudales mínimos de desborde, desde la estación El Tigre (Caserío Higuero) hasta la desembocadura del río en el Océano Pacífico.

En la investigación realizada por la Universidad Nacional de Tumbes se puede observar que el sector de Pampa Grande forma parte de dicho estudio, de la cual las inundaciones son muy parecidos al estudio realizado en este proyecto, a pesar de los diferentes programas usados concuerdan en la mayor parte de la simulación de las inundaciones como se observan en las Figuras (54) y (55)

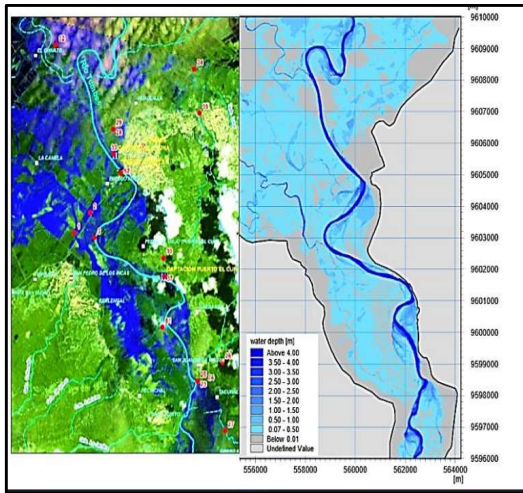


Figura 55: Simulación del estudio “Control de las inundaciones en el valle del Río Tumbes mediante la habilitación de un cauce de alivio – Simulación hidráulica”.

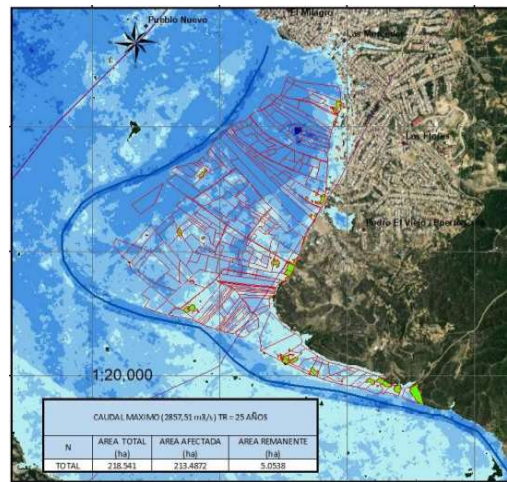


Figura 56: Simulación del proyecto.

Formulación del plan integral de control de inundaciones y movimiento de masa de la cuenca del río Tumbes (2019) menciona que aguas abajo donde se encuentra el proyecto en estudio el flujo es lento debido a la baja pendiente, con un régimen de flujo subcrítico, además como resultado tiene un 98 % de área inundada en un Tr=50 años igual a nuestro proyecto que tiene un 98.25% de área inundada



Figura 58 : Simulación del “Plan Integral de Control de Inundaciones y Movimiento de Masas de la Cuenca del Río Tumbes”

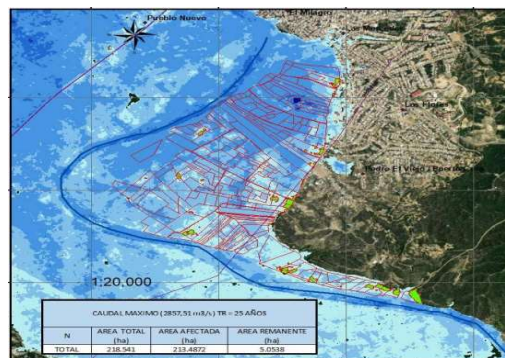


Figura 57: Simulación del proyecto

CAPITULO IV

4. CONCLUSIONES

- Con la ayuda del Software ArcGIS se determinó las áreas agrícolas, teniendo como resultado 218,541 ha, tanto formales e informales por lo que existe regular área agrícola en riesgo.
- La distribución de Gamma 3 parámetros representa la mejor opción para su aplicación en la estimación de caudales, obteniendo como resultado para los periodos de retorno de 5, 10, 25 y 50 años caudales perjudiciales de 1936,47 m³/s; 2359,26 m³/s, 2857,51 m³/s y 3205,83 m³/s. El análisis de tendencia, consistencia, y la prueba de datos dudosos realizada a la serie de datos da seguridad en los resultados.

- En la simulación hidráulica 1 D se pudo observar tirantes hidráulicos considerables, las cuales superaron la altura del dique que está construido desde la estación de Puerto El Cura hasta un kilómetro aguas abajo.

En las Tablas (16 - 19) se puede observar pendientes bajas por lo que la velocidad será menor, debido a la erosión de sedimentos en la parte alta de la cuenca y la baja velocidad en la parte baja existirá acumulación de sedimentos, lo que ocasionara que el río desborde con intensidad ambas márgenes perjudicando a las áreas agrícolas.

- En el modelamiento Hidráulico los caudales máximos causaron estragos inundando la mayor parte de las áreas agrícolas obteniendo que para los tiempos de retorno de 5, 10, 25 y 50 años las áreas perjudicadas son 206,25 ha, 210,57 ha, 213,49 ha y 214,72, los otros factores que fueron cruciales para ocasionar las inundaciones son el terreno, la cual se observó zonas muy bajas, la pendiente ya que influye en el comportamiento del río afectando directamente el escurrimiento de los caudales y las lluvias, y el tipo de suelo.

Se puede observar en los resultados, que el agua llega hasta la zona Urbana, por el colegio de la zona "Tupac Amaruc".

CAPITULO V

5. Recomendaciones

- Debido al aumento de la población, la situación económica actual, los pobladores han optado por la agricultura ya que Tumbes tiene un río constante durante todo el año, todos estos factores han permitido el aumento de las zonas vulnerables porque los agricultores han tomado los márgenes del río como siembra. Se recomienda no sembrar en la faja marginal o cercanas a ellas ya que este sector presenta zonas muy bajas y de fácil escurrimiento del agua.
- Para la selección de caudales se recomienda tener criterio y no guiarse mucho a la teoría, adecuarse a la realidad y tener en cuenta estudios ya realizados en la zona.
- Al realizar el moldeamiento Hidráulico se recomienda calibrar la malla lo más ajustada posible
- Se recomienda un plan de desarrollo de obras hidráulicas (Diques) en toda la longitud del río de dicho sector, también habilitar el uso de aliviadero naturales.
Crear un plan frente a inundaciones para evitar muertes en caso suceda una avenida extraordinaria.
Continuar con los programas de descolmatación de dicho río.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ALLAS, R. B. (Junio de 2006). La Erosion Hidrica:Importancia y clases.
- ANA. (2017). *"Tratamiento de cauce del rio para el control de inundaciones en la cuenca Chicama (Autoridad Nacional del Agua, 2010)"*.
- ANA. (2011). *Tratamiento de cauce del rio para el control de inundaciones en la cuenca del río Santa*.
- Murga, G. P. (2017). *Determinación de las áreas inundables en los sectores San Pedro y Niño Pobre, según caudales máximos estimados del río Utcubamba, aplicando modelo HEC-RAS y software ArcGIS. Universidad Nacional de Trujillo*.
- Pablo. (2018). *Análisis de vulnerabilidad por inundaciones y plan de mejora en Huarmey Ancash. Universidad Cesar Vallejo*.
- Bejar, M. V. (2005). *Hidroesta 2*.
- Carranza, J. A., & Comunn, M. B. (2019). ESTIMACIÓN DE LAS ÁREAS DE INUNDACIÓN A PARTIR DE DE LA ROTURA DE PRESA LACHOCC EN LA CIUDAD DE HUANCVELICA. Huancavelica.
- Cersa. (2020). *Modelamiento de rios*.
- Felices, A. R. (1998). *Intrudccion a la Hidraulica Fluvial*. Lima: Universidad Nacional de Ingenieria.
- INDECI. (Marzo de 2011). *Manual de estimacion del riesgo ante inundaciones fluviales*, 85. Lima.
- Elizalde,Escobar y Napoleon (2016). *Control de las inundaciones en el valle del Río Tumbes mediante la habilitación de un cauce de alivio – Simulación hidráulica*. Tumbes.
- Valencia y Carrillo (2019). *Análisis de máximas avenidas del río Tumbes con fines de diseño de defensas ribereñas para los sectores agrícolas: Santa María - Cabeza Lagarto - Cruz Blanca – Provincia de Tumbes*.
- Rocha, A. (1998). *Introduccion de a la Hidraulica Fluvial*. Lima: Universidad Nacional de Ingenieria.
- Rodriges, L. L. (2017). *Procedimiento para la simulación hidráulica a partir de los software ArcGIS y HEC-RAS para eventos extremos máximos. Santa Clara*.

Senamhi, m. (2019). Fenomeno del niño.

UNESCO & WMO . (2012). *INTERNATIONAL GLOSSARY OF HYDROLOGY*.

UNESCO & WMO. (2020). *International Glossary of Hidrology*.

Vide, J. M. (1994). Barcelona: Universidad Politecnica de Catalunya.

Vide, J. M. (2002). *INGENIERIA DE RIOS*. (U. P. Cataluña, Ed.)

Villon, M. (10 de Enero de 2005). Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Definiciones_usuales_en_hidrolog%C3%A1

Chow V.; Maidment D.; Mays, L. 1994. Hidrología aplicada. Editorial McGraw Hill Interamericana S.A. Bogotá, Colombia.

Blade, M.; Sánchez, HP.; Sánchez, M. 2009. *Modelación numérica en ríos, en régimen permanente y variable. Una visión a partir del modelo HEC- RAS*. Ediciones UPC. 74-92 p. Barcelona, España.

CAPG. (2018). Registro de usuarios

Gobierno R.T. (2019). *Formulación del plan integral de control de inundaciones y movimiento de masa de la cuenca del rio Tumbes*.

PEBPT. (2019). Caudales máximos (1965 -2019)

ANEXOS

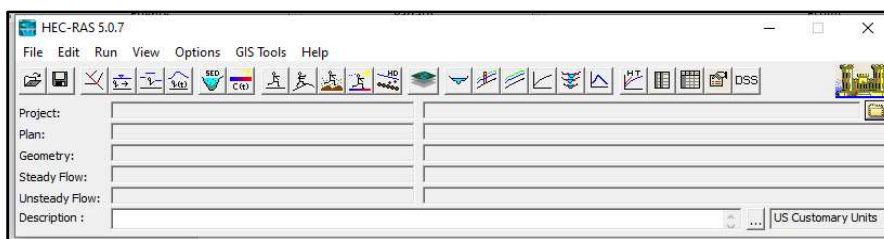


Figura 59: Programa Hec - Ras

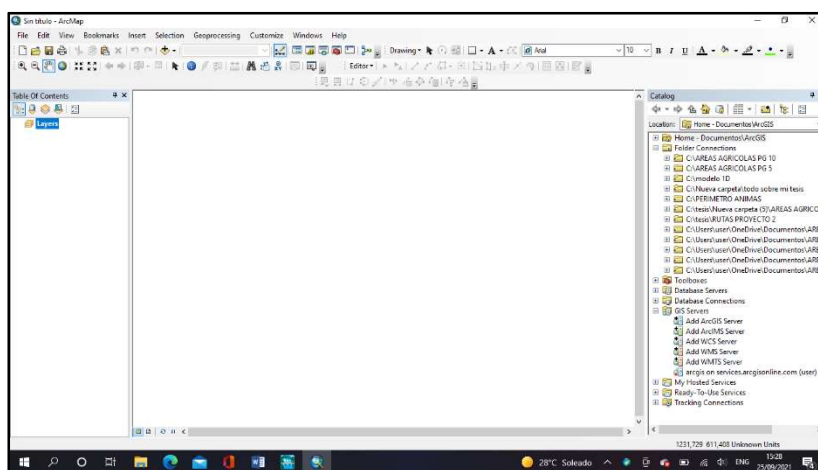


Figura 60: Programa ArcGIS

N° Orden	NOMBRES Y APELLIDOS	SECTOR	AREA (HAS) TOTAL	CULTIVO							
				B.Conv	B.org	Platano Dominic	Limon Sutil	Cacao Organico	Maiz	Cacao Conv.	Mango
1	Pedro Barrientos Canales	Pampa Grande	2.5			2.5					
2	Mirna Ramirez Coronado	Pampa Grande	1.78	1.78							
3	Medardo Gonzales Peña	Pampa Grande	2.8			2.8					
4	Erasmo Barrientos Canales	Pampa Grande	2.5			2.5					
5	Natividad Antonio Dioses Cruz	Pampa Grande	1.8	1					0.8		
6	Manuel Moran Cornejo	Pampa Grande	1.6	1.6							
7	Irma Cleve Madrid de Aleman	Pampa Grande	2.69	2.69							
8	Prudencio Jaramillo Curay	Pampa Grande	1.8	1.8							
9	Emiliana Benites de Villanueva	Pampa Grande	0.78			0.78					
10	Pelagio Flores Torres	Pampa Grande	1.69	1.69							
11	Emeterio Cornejo Moran	Pampa Grande	0.83	0.4		0.43					
12	Pablo Absalon Sanjines Murillo	Pampa Grande	2	1		1					
13	Elias Arcaya Lopez	Pampa Grande	1	1							
14	Encarnacion Romero Rimaicuna	Pampa Grande	3.52	3.52							
15	Nicolas Arcaya Gomes	Pampa Grande	1.7	1		0.7					
16	David Porras Moran	Pampa Grande	1.48	1.48							
17	Manuel Gregorio Sanjines Jaram	Pampa Grande	1.8	1.8							
18	Gumerindo Chorres Torres	Pampa Grande	1.9	1.9							
19	Santos Fco Chorres Cornejo	Pampa Grande	0.41			0.41					
20	Juan Patrocinio Arcaya Lopez	Pampa Grande	0.4			0.4					
21	Hiberto Cornejo Zapata	Pampa Grande	1.65			1.65					
22	Segundo Pedro Noriega Dioses	Pampa Grande	1	1							
23	Ronal Humberto Noriega Dioses	Pampa Grande	0.78			0.78					
24	Sixto Hermejildo Noriega Dioses	Pampa Grande	0.94			0.94					
25	Ignacia Velasques de Boyer	Pampa Grande	1.55	1.55							
	SUB TOTAL		40.9	25.21	0	14.89	0	0	0.8	0	0

N° Orden	NOMBRES Y APELLIDOS	SECTOR	AREA (HAS) TOTAL	CULTIVO							
				B.Conv	B.org	Platano Dominic	Limon Sutil	Cacao Organico	Maiz	Cacao Conv.	Mango
26	Ricardo Angel Boyer Velasquez	Pampa Grande	1.53	1.53							
27	Juan Nazario Ramirez Carrillo	Pampa Grande	2.4			2.4					
28	Wilberto Campaña Valliente	Pampa Grande	1.12	1.12							
29	Willian Izquierdo Castillo	Pampa Grande	0.93			0.93					
30	Segundo Modesto Yanayaco Mer	Pampa Grande	0.5			0.5					
31	Oscar Cutberto Aleman Madrit	Pampa Grande	2.77	2.77							
32	Alfredo Olaya Campaña	Pampa Grande	0.5			0.5					
33	Gerardo Timana Chavez	Pampa Grande	0.5			0.5					
34	Olga Barrientos Calero	Pampa Grande	4	3					1		
35	Eliceo Pardo Merino	Pampa Grande	7			7					
36	Rosa Preciado Vda de Boyer	Pampa Grande	0.9	0.5		0.4					
37	Vidal Pardo Calva	Pampa Grande	4			4					
38	Santos Rafael Bustamante Torre	Pampa Grande	3	1					2		
39	Alejandro Guaranda Campaña	Pampa Grande	2.01			2.01					
40	Lluri Nerji Dioses Chavez	Pampa Grande	2.3	2.3							
41	Carmen M. Gomez Vda de Dioses	Pampa Grande	0.5						0.5		
42	Pedrop Pablo Saldarriaga Marcha	Pampa Grande	4			1.5				2.5	
43	Felix Alberto Torre Campaña	Pampa Grande	0.35	0.35							
44	Celia Pardo Abad	Pampa Grande	0.53			0.53					
45	Jorge Calva Pardo	Pampa Grande	1.57			1.57					
46	Emerenciano Correa Chanta	Pampa Grande	0.4			0.4					
47	Victor Gomez Chavez	Pampa Grande	0.9			0.9					
48	Carmen Peña Garcia	Pampa Grande	0.4			0.4					
49	Clara Elena Olaya Gomez	Pampa Grande	0.6	0.6							
50	Jose Gomez Torres	Pampa Grande	2			2					
SUB TOTAL			44.71	13.17	0	25.54	0	0	3.5	2.5	0

N° Orden	NOMBRES Y APELLIDOS	SECTOR	AREA (HAS) TOTAL	CULTIVO							
				B.Conv	B.org	Platano Dominic	Limon Sutil	Cacao Organico	Maiz	Cacao Conv.	Mango
51	Leonardo Olaya Tandazo	Pampa Grande	2.5			2.5					
52	Carlos Pardo Calva	Pampa Grande	7			7					
53	Pedro Baudillo Sandoval Peña	Pampa Grande	1.6	1.6							
54	Victor Moran Cornejo	Pampa Grande	0.65	0.65							
55	Nestor Cornejo Cisneros	Pampa Grande	1.6	1.6							
56	Pedro Eulogio Gonzales Peña	Pampa Grande	1.5			1.5					
57	Flavio Pardo Cortez	Pampa Grande	2.5			2			0.5		
58	Segundo Coronado Benavides	Pampa Grande	1.35	0.5					0.85		
59	Severia Placio Vilchez	Pampa Grande	0.41			0.41					
60	Juana Valladolid Cobos	Pampa Grande	1	1							
61	Maria Magdalena Goomez de Co	Pampa Grande	0.5	0.5							
62	Juan Francisco Pardo Abad	Pampa Grande	6.7	6.7							
63	Constancia Amparo Cornejo de A	Pampa Grande	0.25	0.25							
64	Jose Luis Silva Espinoza	Pampa Grande	1.65	1.65							
65	Josefa Cornejo Zapata	Pampa Grande	0.61	0.61							
66	Jorge Señen Noriega Dioses	Pampa Grande	1.45			1.45					
67	Mario Olaya Guevara	Pampa Grande	4.5						3.5	1	
68	Santiago Zarate Zevallos	Pampa Grande	0.89			0.89					
69	Cruz Chorres Torres	Pampa Grande	0.66			0.66					
70	Aquiles Guerrero Lavalle	Pampa Grande	1.8			1.5			0.3		
71	Maria Elena Noriega Dioses	Pampa Grande	1			1					
72	Jose Carlos Palas Oviedo	Pampa Grande	1.54			1.54					
73	Victor Yofredi Cruz Espinoza	Pampa Grande	0.6			0.6					
74	Pluquer Nau Romero Vazquez	Pampa Grande	1	1							
75	Cleofe Lopez Cordova	Pampa Grande	1			1					
SUB TOTAL			44.26	16.06	0	22.05	0	0	5.15	1	0

N° Orden	NOMBRES Y APELLIDOS	SECTOR	AREA (HAS) TOTAL	CULTIVO							
				B.Conv	B.org	Platano Dominic	Limon Sutil	Cacao Organico	Maiz	Cacao Conv.	Mango
76	Gelacio Florentino Solis Lavalle	Pampa Grande	4	1					3		
77	Demecia Coello Moreto	Pampa Grande	1	0.8						0.2	
78	Darwin Saul Dioses Gomez	Pampa Grande	0.5	0.5							
79	Rigoberto Cornejo Valladolid	Pampa Grande	0.12			0.12					
80	Jonny Alberto Gomez	Pampa Grande	1.8	1.2					0.6		
81	Adolfo Nicolas Torres Dioses	Pampa Grande	0.7	0.7							
82	Juan Fco Noriega Dioses	Pampa Grande	1.9	1.9							
83	Wilfredo Humberto Noriega Dioses	Pampa Grande	2.44			2.44					
84	Hernan Leon Dioses	Pampa Grande	4.44			3.44				1	
85	Armando Olaya Campaña	Pampa Grande	1			1					
86	Antonio Zapata Renteria	Pampa Grande	0.7	0.7							
87	Jesus Eulogio Cuenca Salazar	Pampa Grande	1	1							
88	Hipolito Rujel Zapata	Pampa Grande	1						0.5		0.5
89	Malecio Zapata Carrillo	Pampa Grande	0.66	0.66							
90	Andres Isidro Rujel Zapata	Pampa Grande	0.38	0.38							
91	Juan Zapata Renteria	Pampa Grande	1.28	1.28							
92	Teodoro Cruz Ponce	Pampa Grande	0.35			0.35					
93	Jose Cruz Aponte	Pampa Grande	2.2			2.2					
94	Manuel Lorenzo Alavedra Ponte	Pampa Grande	1	1							
95	Abraham Peña Luna	Pampa Grande	0.74			0.74					
96	Felipe Tandazo Aponte	Pampa Grande	0.75	0.75							
97	Juan Alberto Tandazo Ponte	Pampa Grande	0.87	0.87							
98	Armando Olivos Silva	Pampa Grande	1.5			1.5					
99	Alberto Boyer Ruiz	Pampa Grande	2.5	2.5							
100	Maria Vaca Vda de Arcaya	Pampa Grande	0.4			0.4					
	SUB TOTAL		33.23	15.24	0	12.19	0	0	4.1	1.2	0.5

N° Orden	NOMBRES Y APELLIDOS	SECTOR	AREA (HAS) TOTAL	CULTIVO							
				B.Conv	B.org	Platano Dominic	Limon Sutil	Cacao Organico	Maiz	Cacao Conv.	Mango
101	Gumercurido Chorres Torres	Pampa Grande	5			5					
102	Francisco Muñoz Pinzon	Pampa Grande	0.62	0.62							
103	Manuel Enrique Querevalu Apo	Pampa Grande	6	6							
104	Jose Sacarias Reyes Chavez	Pampa Grande	1.6			1.6					
105	Alejandro Olaya Delgado	Pampa Grande	0.85	0.85							
106	Jorge Rosel Guevara Tandazo	Pampa Grande	1.07					1.07			
107	Isidro Pardo Colva	Pampa Grande	2			2					
108	Franklin Jesus Pardo Melendrez	Pampa Grande	2			2					
109	Alfredo Dioses Olaya	Pampa Grande	4			4					
110	Frenando Chimin Chinchay	Pampa Grande	0.64			0.64					
111	Maria Petra Juarez Sullon	Pampa Grande	1	1							
112	Eduardo Silva Oblea	Pampa Grande	2			2					
113	Denis Yorly Carrasco Marchan	Pampa Grande	1			1					
114	Gustavo Milton Cruz Torres	Pampa Grande	1.4						1	0.4	
115	Antonio Pardo Colva	Pampa Grande	5.5			5.5					
116	Octavio Reyes Chavez	Pampa Grande	1.6			1.6					
117	Ana Rosa Lopez de Chavez	Pampa Grande	0.6			0.6					
118	Clorafilomena Tandazo de Aponte	Pampa Grande	1	0.5					0.5		
119	Segunda Margarita Silva Olivos	Pampa Grande	0.13			0.13					
120	Segundo Eloy Torres Campaña	Pampa Grande	0.93	0.93							
121	Simon Reyes Chavez	Pampa Grande	1						1		
122	Luis Alberto Dioses Zapata	Pampa Grande	2.1			2.1					
123	Fabio Risco Aguilar	Pampa Grande	3			3					
124	Dolores Purizaga Chavez	Pampa Grande	1.48						1.48		
125	Lino Moran Avila	Pampa Grande	1.5			1.5					
	SUB TOTAL		48.02	9.9	0	32.67	0	1.07	3.98	0.4	0

N° Orden	NOMBRES Y APELLIDOS	SECTOR	AREA (HAS)	CULTIVO							
				B.Conv	B.org	Platano Dominic	Limon Sutil	Cacao Organico	Maiz	Cacao Conv.	Mango
126	Guillermo Solis Olaya	Pampa Grande	0.97	0.97							
127	Juan Bernardo Yacila Balladares	Pampa Grande	0.74			0.74					
128	Manuel Silva Moran	Pampa Grande	0.88			0.88					
129	Luis Silva Fernandez	Pampa Grande	1						1		
130	Maria Raquel Dioses Zapata	Pampa Grande	1			1					
131	Belarmino Palacio Elizalde	Pampa Grande	2.74								
132	Redy Olaya Olaya	Pampa Grande	0.5			0.5					2.74
133	Nermecio Campaña Zapata	Pampa Grande	0.5	0.5							
134	Ronald Dioses Zapata	Pampa Grande				4.24					
135	Mario Israel Dioses Zapata	Pampa Grande	1			1					
136	Amparo Peña de Gomez	Pampa Grande	0.5			0.5					
137	Samuel Adrian Risco Vincos	Pampa Grande	0.5			0.5					
138	Esperanza Peña de Campaña	Pampa Grande	0.5			0.5					
SUB TOTAL			10.83	1.47	0	9.86	0		1	2.74	
TOTAL			222	64.99	0	117.2	0	1.07	18.53	7.84	0.5

Figura 61: Registro de usuarios.

Fuente: Comité de agricultores de Pampa Grande

Distribución Log Normal 2 parámetros

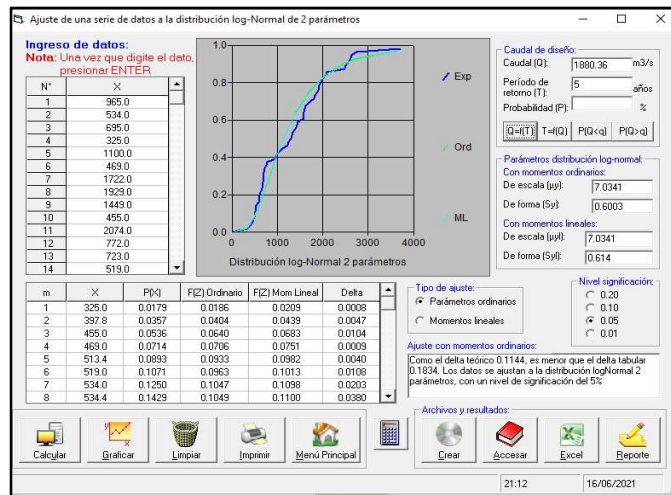


Figura 62: Cálculo de caudal de diseño – 5 años de retorno

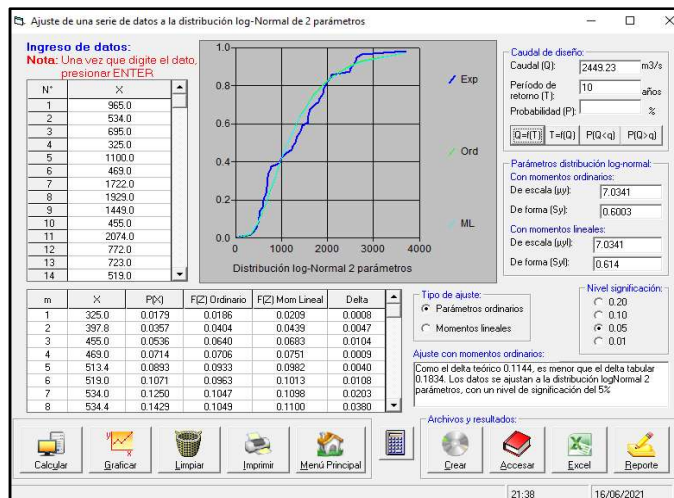


Figura 63: Cálculo de caudal de diseño – 10 años de retorno

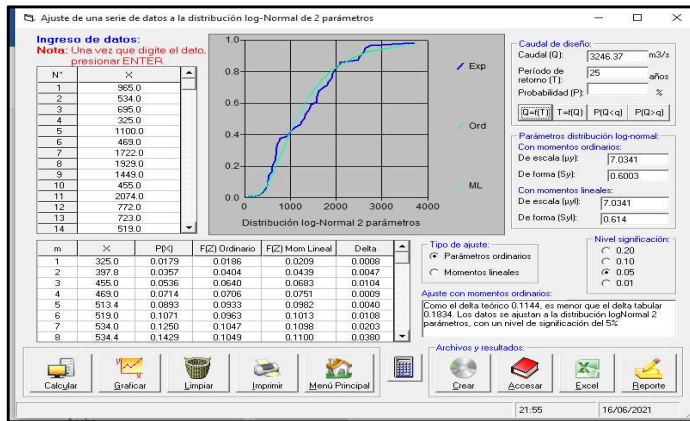


Figura 64: Cálculo de caudal de diseño – 25 años de retorno

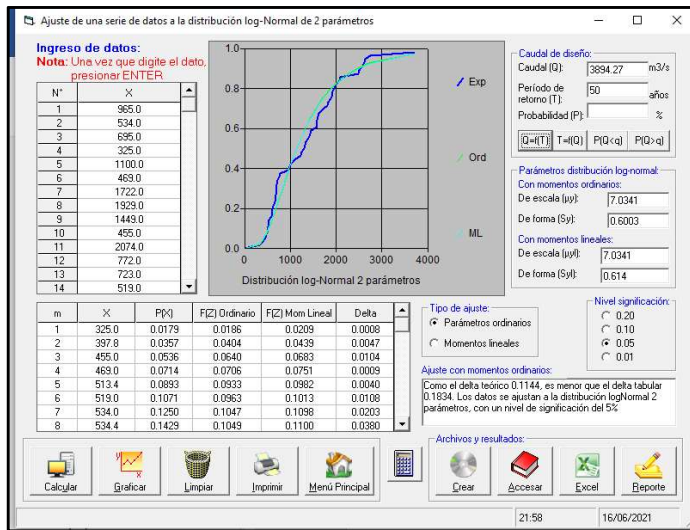


Figura 65: Cálculo de caudal de diseño – 50 años de retorno

Distribución Log Normal 3 parámetros

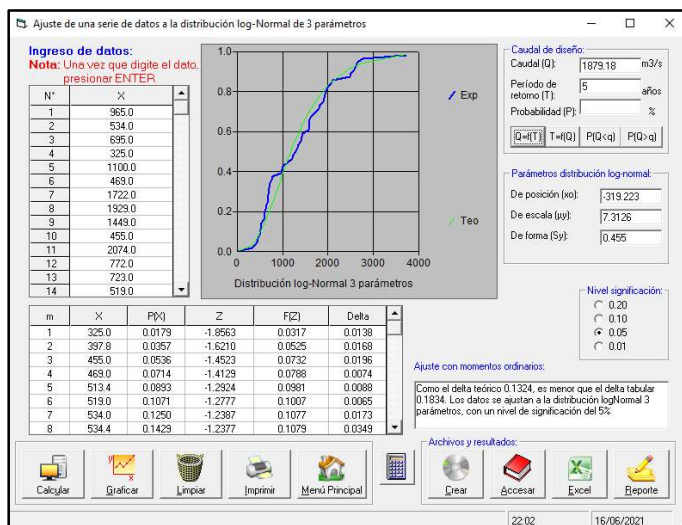


Figura 66: Cálculo de caudal de diseño – 5 años de retorno

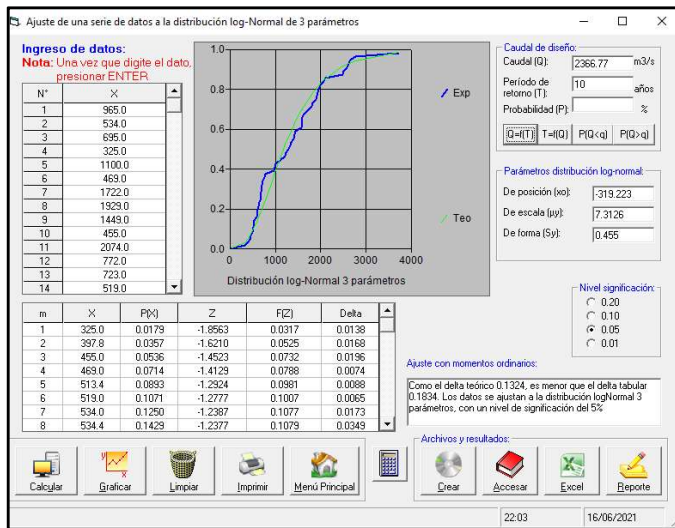


Figura 67: Cálculo de caudal de diseño – 10 años de retorno

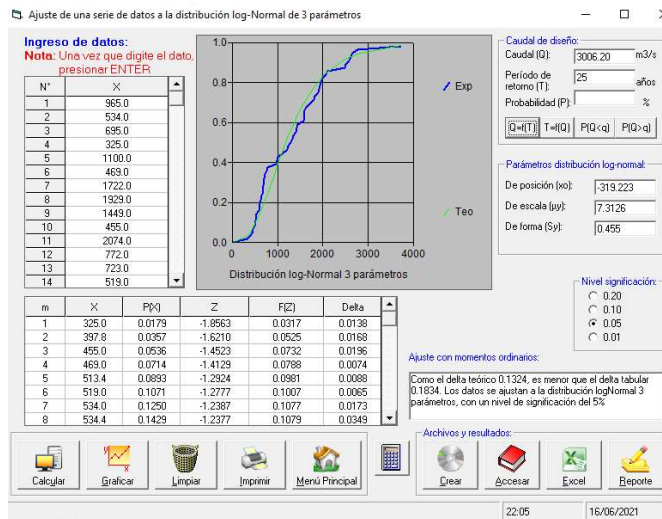


Figura 68: Cálculo de caudal de diseño – 25 años de retorno

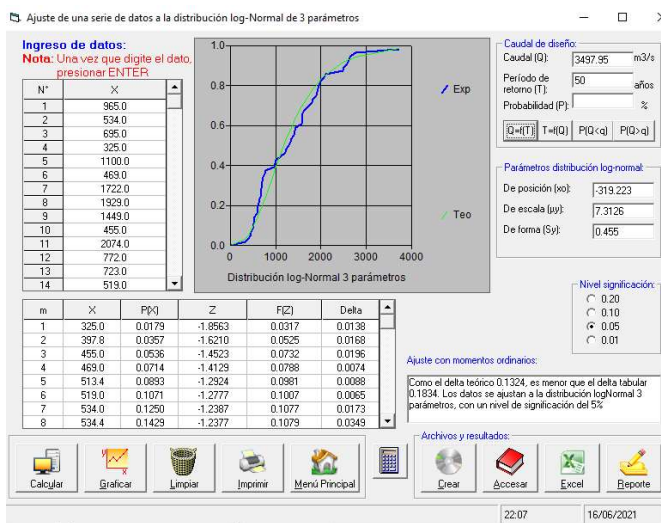


Figura 69: Cálculo de caudal de diseño – 50 años de retorno

DISTRIBUCION GANMA 2 PARÁMETROS

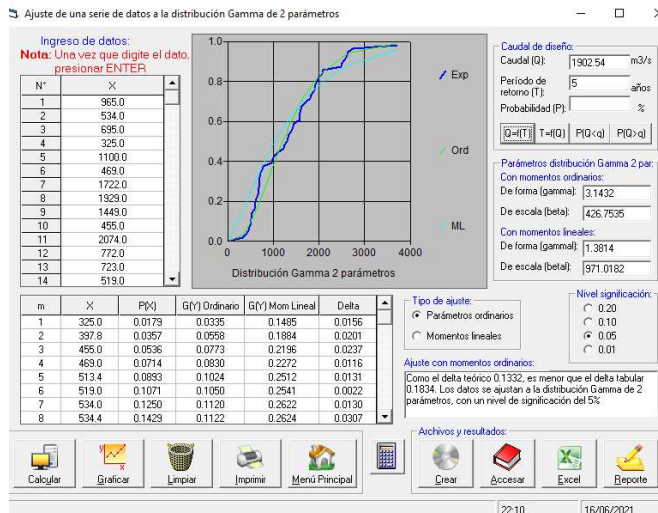


Figura 70: Cálculo de caudal de diseño – 5 años de retorno

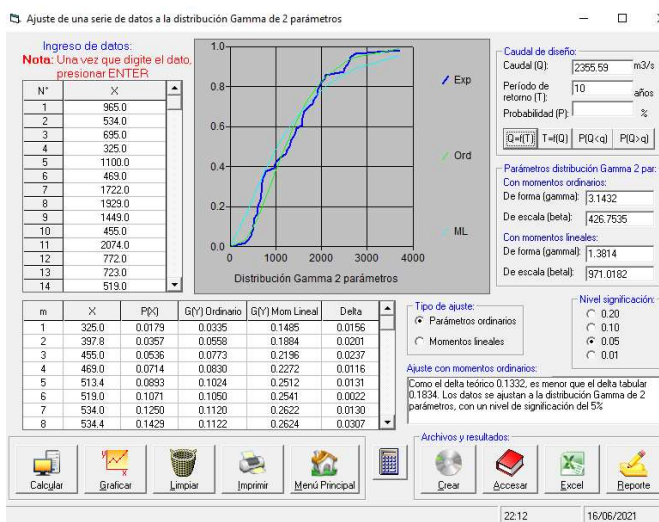


Figura 71: Cálculo de caudal de diseño – 10 años de retorno

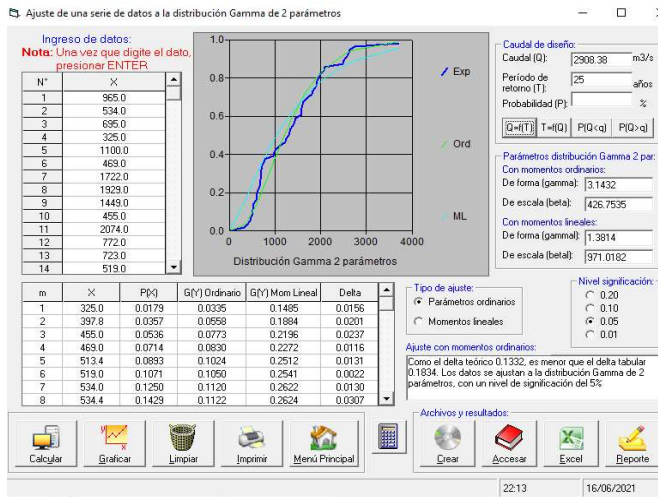


Figura 72: Cálculo de caudal de diseño – 25 años de retorno

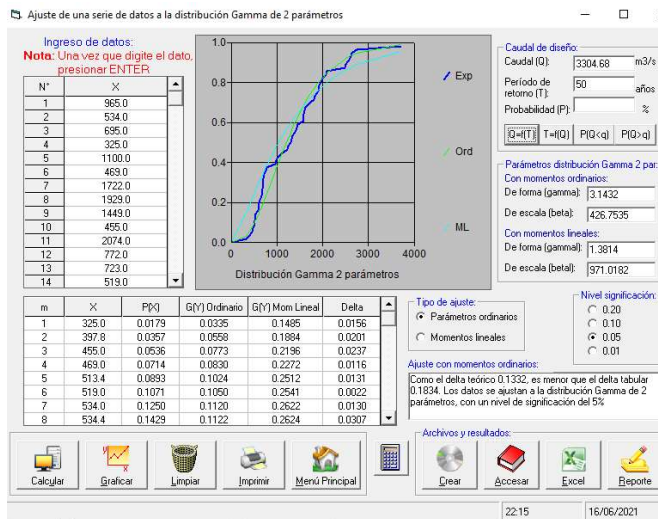


Figura 73: Cálculo de caudal de diseño – 50 años de retorno

DISTRIBUCION GAMMA 3 PARÁMETROS

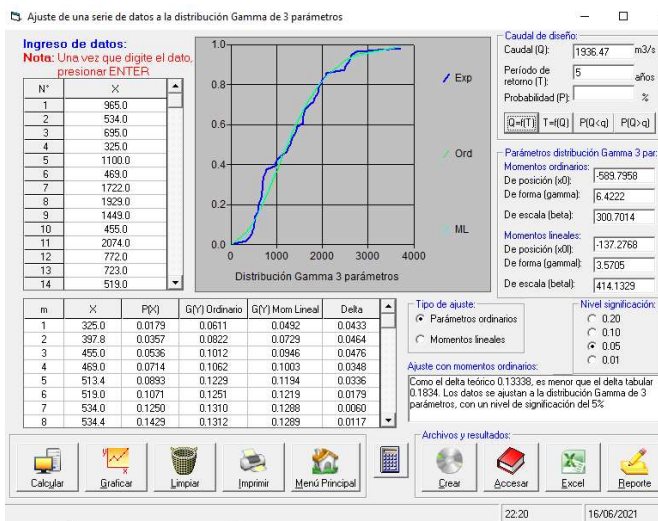


Figura 74: Cálculo de caudal de diseño – 5 años de retorno

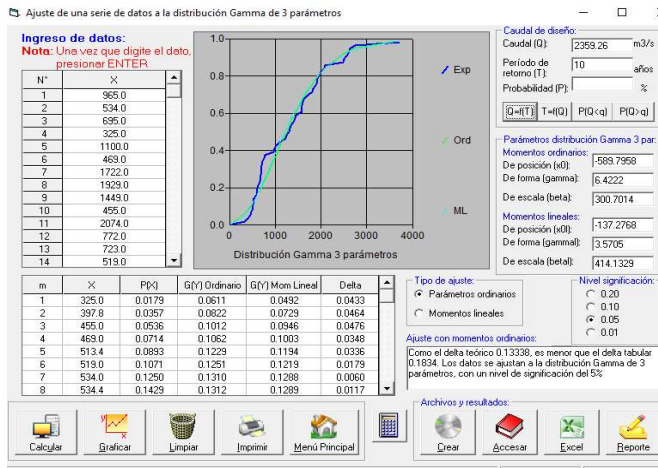


Figura 75: Cálculo de caudal de diseño – 10 años de retorno

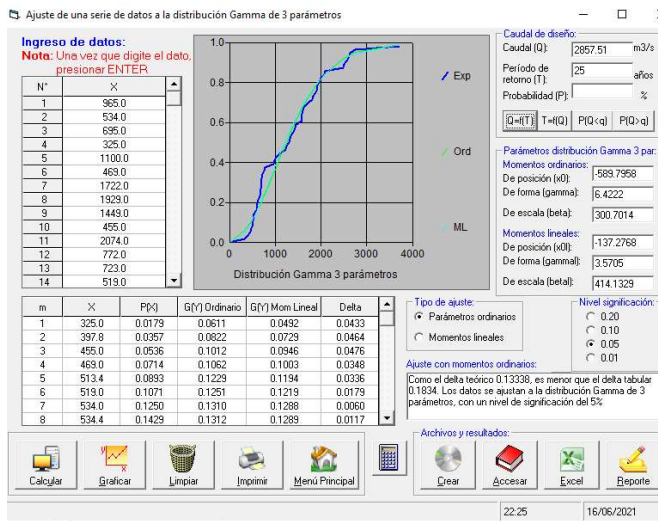


Figura 76: Cálculo de caudal de diseño – 25 años de retorno

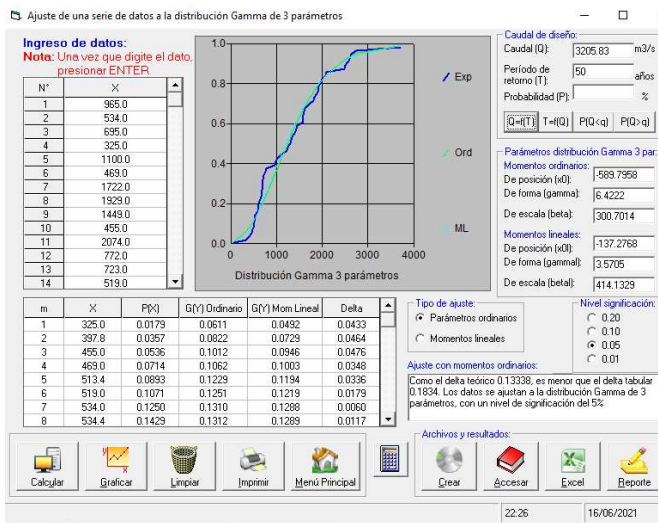


Figura 77: Cálculo de caudal de diseño – 25 años de retorno

Tabla 26: Valores Kn para la prueba de datos dudosos

Valores Kn para la prueba de datos dudosos							
Tamaño de Muestra n	Kn	Tamaño de Muestra n	Kn	Tamaño de Muestra n	Kn	Tamaño de Muestra n	Kn
10	2,036	24	2,467	38	2,661	60	2,837
11	2,088	25	2,486	39	2,671	65	2,866
12	2,134	26	2,502	40	2,682	70	2,893
13	2,175	27	2,519	41	2,692	75	2,917
14	2,213	28	2,534	42	2,700	80	2,940
15	2,247	29	2,549	43	2,710	85	2,961
16	2,279	30	2,563	44	2,719	90	2,981
17	2,309	31	2,577	45	2,727	95	3,000
18	2,335	32	2,591	46	2,736	100	3,017
19	2,361	33	2,604	47	2,744	110	3,049
20	2,385	34	2,616	48	2,753	120	3,078
21	2,408	35	2,628	49	2,760	130	3,104
22	2,429	36	2,639	50	2,768	140	3,129
23	2,448	37	2,650	55	2,804		

Tabla 27: Coeficientes de Manning para cauces naturales

Descripción de la corriente	Mínimo	Máximo	Normal
A) Cauces Naturales			
A.1 Cursos secundarios (Ancho de la superficie libre en crecida < 30 m)			
A.1.1. Cursos en planicies			
Limpio, rectos sin fallas ni pozos	0,025	0,03	0,033
Rectos con lagunas piedras y pastos	0,03	0,035	0,04
Limpios con meandros, con algunos pozos y bancos	0,033	0,04	0,045
Meandros con algunas piedras y pasto	0,035	0,045	0,05
Meandros con muchas piedras	0,045	0,05	0,06
Tramos sucios, con pastos y pozos profundos	0,05	0,07	0,08
Tramos con mucho pasto, pozos profundos y cauce en crecida con muchos arbustos y matorral	0,075	0,1	0,15
A.1.2. Cursos montañosos, carentes de vegetación en el fondo, laderas con pendientes pronunciadas y árboles y arbustos en las laderas que se sumergen en niveles de crecida			
Cauce de grava, cantos rodados y algunas rocas	0,03	0,04	0,05
Cauce de cantos rodados, con grandes rocas.	0,04	0,05	0,07
A.2 Cursos con planicies inundadas			
A.2.1. Zonas de pastos sin arbustos			
Pasto corto	0,025	0,03	0,035
Pasto alto	0,03	0,035	0,05
A.2.2. Zonas cultivadas			
Sin cultivo	0,02	0,03	0,03
Cultivos sembrados en línea en fase de madurez fisiológica	0,025	0,035	0,045
Cultivos sembrados a voleo en fase de madurez fisiológica	0,03	0,04	0,05
A.2.3. Zonas arbustivas			
Escasos arbustos y pastos abundantes	0,035	0,05	0,07
Pequeños árboles y arbustos sin follaje (parada invernal)	0,035	0,05	0,06
Pequeños árboles y arbustos con follaje (fase vegetativa)	0,04	0,06	0,08
Arbustos medianos a densos durante la parada invernal	0,045	0,07	0,11
Arbustos medianos a densos durante la fase vegetativa	0,07	1	0,16
A.2.4 Zona arbóreas			
Sauces densos, temporada invernal	0,11	0,15	0,2
Terreno claro con ramas sin brotes	0,03	0,04	0,05
Terreno claro con ramas con gran crecimiento de brotes	0,05	0,06	0,08
Zonas de explotación maderera con árboles caídos, poco crecimiento en las zonas bajas y nivel de inundación por debajo de las ramas	0,08	0,1	0,12
Zonas de explotación maderera con árboles caídos, poco crecimiento en las zonas bajas y nivel de inundación que alcanza a las armas	0,1	0,12	0,16
A.3. Cursos importantes (ancho de la superficie libre en crecida > 30m)			
En este caso, los valores del coeficiente n son inferiores a los correspondientes de cauces secundarios análogos, ya que los bancos ofrecen una resistencia afectiva menor.			
Sección regular sin rocas ni arbustos	0,025		0,06
Sección irregular y rugosa	0,035		0,1



Figura 78: Actualización de los predios Agrícolas



Figura 79: Punto inicial - Inicio de dique deteriorado



Figura 80:Punto Final del tramo



Figura 81:Cultivo de plátano



Figura 82:Investigador



Figura 83: Rio Tumbes – Tramo del proyecto



Figura 84: Curva del rio - Margen derecha, acumulación de sedimentos

Tabla 28: Matriz de Consistencia

Titulo	problema	objetivos	hipótesis	variables	unidades
<p>“Estimación del área agrícola vulnerable a las inundaciones, por las crecidas del río Tumbes, en el sector de Pampa Grande Tumbes - 2020”</p>	<p>¿Qué áreas del Sector Pampa Grande serán perjudicadas e inundadas por los fenómenos de las máximas avenidas durante el tránsito de las avenidas del Río?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL</p> <p>Estimar el área agrícola vulnerable a las inundaciones, por las crecidas del río Tumbes, en el sector de Pampa Grande Tumbes -2020</p> <p>OBJETIVO ESPECIFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determinar el área Agrícola del sector Pampa Grande. • Calcular el caudal máximo de 5,10,25 y 50 años de retorno. • Realizar la simulación hidráulica para periodos de retorno de 5,10,25 y 50 años. • Delimitar las áreas agrícolas inundables mediante los softwares HEC – RAS y 	<p>HIPOTESIS GENERAL</p> <p>Es posible estimar el área agrícola vulnerable a las inundaciones, por las crecidas del Rio Tumbes, Sector Pampa Grande.</p> <p>HIPOTESIS ESPECIFICAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • El modelo de simulación 2 D de HEC-RAS permitirá obtener las posibles áreas agrícolas a inundarse. • El software ArcGIS permitirá delimitar las áreas inundadas. 	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE</p> <p>Crecida del <i>Río</i> Tumbes.</p> <p>VARIABLE DEPENDIENTE.</p> <p>Áreas Agrícolas Vulnerables.</p> <p>POBLACIÓN</p> <p>La presente población está constituida por todas las áreas agrícolas cercanas al Río Tumbes.</p>	<p>Variables Cuantitativas</p> <p>Crecidas del Río</p> <p>Unidades: m3/s</p> <p>Áreas Agrícolas Vulnerables.</p> <p>Unidades: m2</p>

		<p>ArcGIS que permita obtener los límites y la cota que alcanzaría el agua para diferentes terrenos.</p>		<p>MUESTRA</p> <p>La muestra está constituida una longitud de estudio de aproximadamente de 5.5 km del río Tumbes pertenecientes al sector Pampa Grande con un total de 221.95 hectáreas de cultivo.</p>	
--	--	--	--	---	--