


Artículo original


MODELO HIDRAULICO PARA DELIMITACION DE FAJA MARGINAL RIO CAPLINA SECTOR RIO SECO, DISTRITO G. ALBARRACIN, TACNA

HYDRAULIC MODEL FOR DELIMITATION OF MARGINAL BELT RIO CAPLINA SECTOR RIO SECO, G. ALBARRACIN DISTRICT, TACNA


IRMA SANTOS MAMANI¹

 <https://orcid.org/0000-0003-1461-8779>

EUDALIA COAQUIRA TICONA²

 <https://orcid.org/0000-0002-2800-6813>

ALEXANDER NICOLÁS VILCANQUI ALARCÓN³

 <https://orcid.org/0000-0002-2103-9268>

Información del artículo:

Recibido: 21/01/2021

Aceptado: 01/06/2021

Publicado: 28/06/2021

^{1,2} Escuela de Ingeniería Civil, Universidad Privada de Tacna

³ Docente escuela de Ingeniería Civil, Universidad Privada de Tacna

E-mail: ¹ irmasa20145@gmail.com, ² eudalia.ct@gmail.com, ³ nicolas_2030@hotmail.com



Vol. 3, N° 1
Enero - junio del 2021
ISSN – Online: 2708-3039
DOI: <https://doi.org/10.47796/ing.v3i1.479>



Esta obra está bajo licencia internacional
Creative Commons Reconocimiento 4.0



Facultad de Ingeniería
Publicación Oficial

Resumen

El propósito de este trabajo es desarrollar el modelo hidráulico y determinar la delimitación de la faja marginal del río Caplina sector Río Seco, para salvaguardar la vida humana y la protección de zonas intangibles de propiedad marginal para nuestro análisis se consideró la cuenca Caplina y la cuenca Uchusuma que confluyen los ríos para continuar con su recorrido el río Caplina sector Río Seco distrito G. Albarracín L.; en el procesamiento de datos se usó los programas: Hidroesta 2, ArcGis, HEC HMS, y finalmente HEC RAS para la obtención caudales máximos, inundaciones para la delimitación de la faja marginal para este caso se trabajó con un periodo de retorno de 100 años según indica el reglamento para la delimitación y mantenimiento de fajas marginales del año 2016 para ríos en zona urbana, obteniendo un resultado satisfactorio para la población ya que el río seguirá su cauce con normalidad.

Palabras claves: Modelo hidráulico, cuenca, delimitación, faja marginal.

Abstract

The purpose of this work is to develop the hydraulic model and determine the delimitation of the marginal strip of the Caplina river, Río Seco sector, to safeguard human life and the protection of intangible areas of marginal property. For our analysis, the Caplina basin and the basin were considered. Uchusuma where the rivers converge to continue their journey along the Caplina river, Río Seco sector, distrito G. Albarracín L.; In data processing, the following programs were used: Hidroesta, ArcGis, HEC HMS, and finally HEC RAS to obtain maximum flows, floods for the delimitation of the marginal belt, for this case, a return period of 100 years was used as indicated the regulation for the delimitation and maintenance of marginal stripes of 2016 for rivers in urban areas, obtaining a satisfactory result for the population since the river will continue its course normally.

Keywords: Hydraulic model, basin, delimitation, marginal belt

1. Introducción

Los recursos naturales que existen en nuestro alrededor son magnífica y maravillosa, así como también existen los embates ante ella. Si bien es cierto la población en distintos puntos del planeta han sufrido estragos; las precipitaciones han ido en aumento en distintos puntos del país y han ocasionado daños en los pobladores.

El río Caplina, sector Río Seco también tuvo crecida en los temporales de lluvia de aumento causando destrozos en el mismo cauce del río discurriendo con fuerza socavando laderas y también afectó a los pobladores que construyeron sus viviendas sin autorización ya que son viviendas provisionales.

El principal problema que afecta en la zona de estudio se debe a la causa de los fenómenos naturales de máximas avenidas de las crecidas de los cursos de agua en la época de lluvias (ríos, quebradas) producen inundaciones en tramos vulnerables, los cuales afectan a las poblaciones y la infraestructura de servicio.

La actividad humana produce impactos negativos sobre estas zonas de alto riesgo expuestas a peligros naturales sin las debidas precauciones técnicas de edificación y localización ya que generalmente el objeto de los pobladores se centra en tener una mayor área habitable.

En la actualidad la ampliación de la zona urbana ha desarrollado un crecimiento poblacional y económico espontáneamente con dirección hacia las zonas ribereñas que están expuestos al peligro ante las crecidas del caudal del río. Ante tal situación debería existir un plan de contingencia.

Por otro lado, la extracción impropia de agregados dentro de la zona del cauce del río, así como el acopio de desmotes o desperdicios; ha originado la alteración del cauce normal del río Caplina.

Debido a los desastres causados por las precipitaciones pluviales en la zona de estudio, en el distrito G. Albarracín Lanchipa vienen causando daños sociales, económicos y ambientales todas ellas ocasionados por las inundaciones de avenidas impactando negativamente para el desarrollo de la población.

2. Objetivo

Modelar el comportamiento hidráulico en el tramo Río Seco del distrito G. Albarracín L. - Tacna para verificar los niveles de agua alcanzados bajo condiciones extremas de precipitación pluviales y la delimitación de faja marginal.

3. Metodología

Se realiza el reconocimiento en la zona de estudio tomando en cuenta las características geométricas del cauce: la longitud, el ancho, el fondo de cauce, la pendiente, las propiedades de los materiales de cauce del río Caplina y con todas las características se procede al modelamiento hidráulico y de las secciones transversales se obtiene el tirante para el periodo de retorno 100 años. Según reglamento para la delimitación y mantenimiento de las fajas marginales en cursos fluviales y cuerpos de agua naturales y artificiales.

La zona de estudio se encuentra ubicada en las coordenadas geográficas de latitud $18^{\circ}1'49.78''$ y longitud $70^{\circ}14'18.41''$ y se ubica en la cota promedio de 560 m.s.n.m., para el estudio es importante

determinar las características físicas de las cuencas como son: el área, forma de la cuenca, sistemas de drenaje, características del relieve, suelos, etc. Estas características dependen de la morfología (forma, relieve, red de drenaje, etc.), los tipos de suelos, la cobertura vegetal, la geología, las prácticas agrícolas, etc. (INGEMMET, 2009). La morfología de las cuencas del río Caplina y Uchusuma está relacionados con distintas formaciones geológicas de la edad mesozoica a cenozoica que afloran en las cuencas y con la presencia de accidentes tectónicos regionales siempre activos (fallas y pliegues) que han modelado el relieve de las cuencas.

Para el modelamiento hidrológico de cuenca Caplina – Uchusuma se requiere los siguientes requerimientos básicos para obtener un resultado óptimo: Imagen satelital de Alos Palsar de 12.5 metros de resolución espacial generadas durante los años 2010 y 2011, Empalmes de la carta nacional del Instituto Geográfico Nacional, Software ArcGis 10.3.1.

Para el análisis Estadísticos de datos Hidrológicos se utiliza las funciones de modelo de distribución; HidroEsta 2, Software para cálculos Hidrológicos, mientras que el modelamiento hidrológico en HEC HMS se usa el Software HEC HMS vs. 4.3. Por otro lado para el modelamiento hidráulico y delimitación de la faja marginal se usa el software HEC RAS vs. 5.06 y el caudal de diseño

4. Resultados

Modelamiento hidrológico

El modelamiento con el programa ArcGis permitió establecer los parámetros morfométricos de la cuenca Caplina, Uchusuma los cuales han sido necesarios para determinar el proceso y secuencia para los cálculos posteriores. De igual modo nos da a conocer características físicas de la cuenca, un modelo meteorológico y específicamente de control, que son muy importantes para el proceso de simulación de eventos. En las figuras 1 y 2 se pueden observar la delimitación para la cuenca Caplina y Uchusuma

Figura 1
Delimitación de Cuenca Caplina

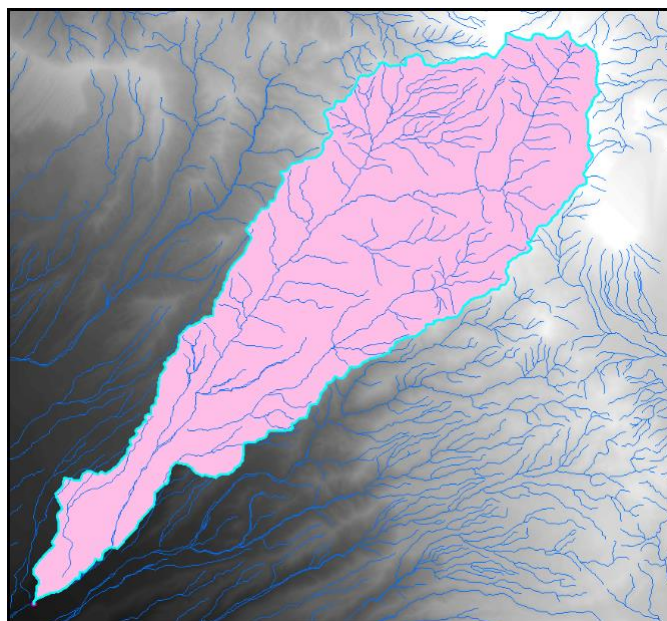
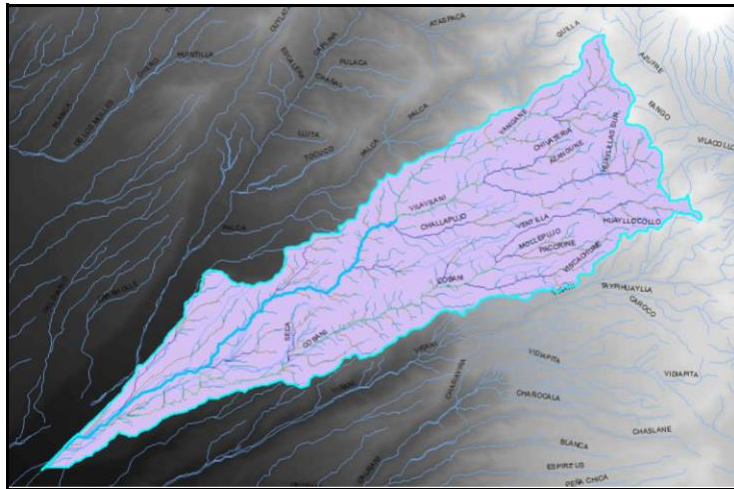


Figura 2
Delimitación de Cuenca Uchusuma



Parámetros geomorfológicos de la cuenca

A continuación, se dan a conocer los datos más importantes sobre los parámetros de la cuenca Caplina y Uchusuma.

Tabla 1
Parámetros Geomorfológicos de la Cuenca Caplina

Descripción	Unidad	Valor
Superficie		
Área	km ²	810,3012
Perímetro	km	176,0147
Cota máxima	m.s.n.m.	5600
Cota mínima	m.s.n.m.	550
Centroide x	m	393356,5434
Centroide Y	m	803568,507
Centroide z	m.s.n.m.	3222,753572
Altitud media	m.s.n.m.	3222753572
Altitud más frecuente	m.s.n.m.	4004,17
Altitud de frecuencia media	m.s.n.m.	3561,38
Pendiente promedio de la cuenca	%	26,69
Red Hídrica	km	47,45
Longitud del curso principal		
Orden de la red	und	6
Longitud de la red	km	1120,79
Pendiente promedio de la red	%	2,23
Tiempo de concentración	min	81,63
Pendiente del cauce principal	m/km	106,4278

Figura 3

Curva Hipsométrica Caplina

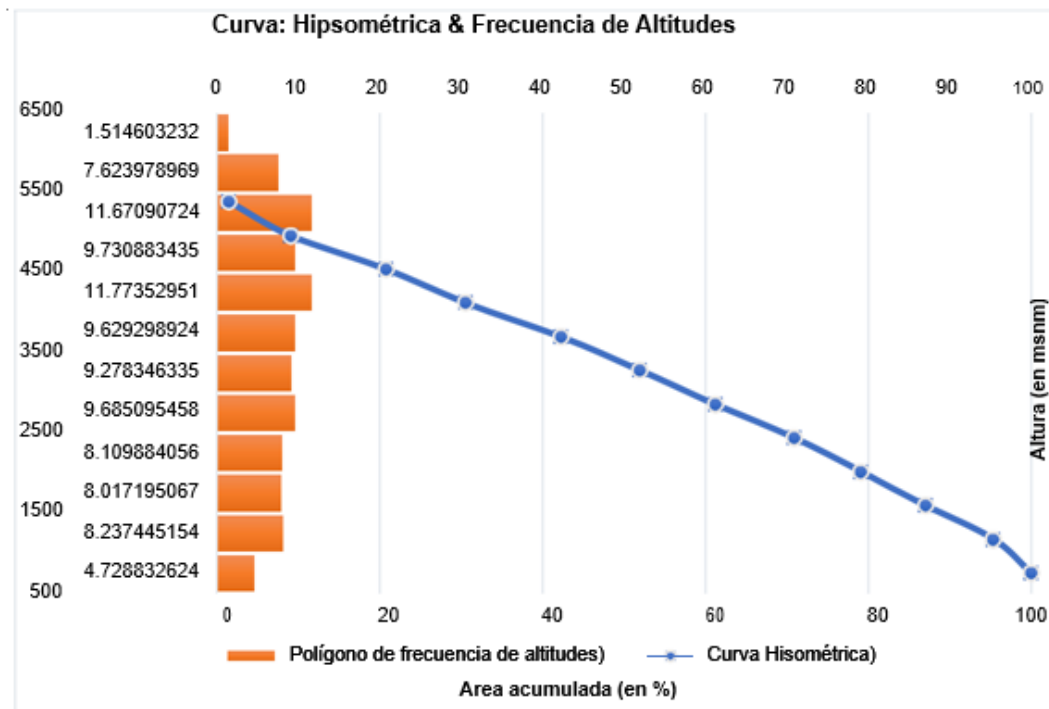


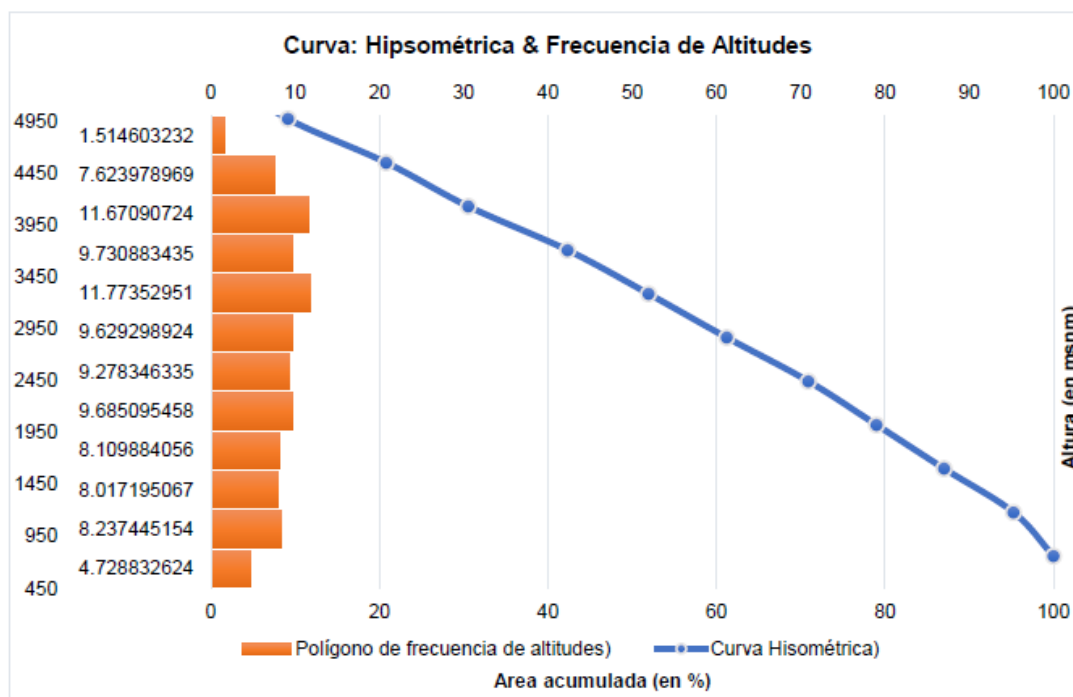
Tabla 2

Parámetros Geomorfológicos de la Cuenca Uchusuma

Descripción	Unidad	Valor
Superficie		
Área	km ²	492,1149
Perímetro de la cuenca	km	148,0490
Cota máxima	m.s.n.m.	4900
Cota mínima	m.s.n.m.	495,3615
Centroide x	m.s.n.m.	394092,0026
Centroide y	m.s.n.m.	8021951,038
Centroide z	m.s.n.m.	2777,7923
Altitud media	m.s.n.m.	2950
Altitud más frecuente	m.s.n.m.	4004,17
Altitud de frecuencia media	m.s.n.m.	2850,3
Pendiente promedio de la cuenca	%	31,34
Red Hídrica		
Longitud del curso	km	37,95
Orden del curso	und	5
Longitud de la red	km	712,52
Pendiente promedio	%	2,28
Tiempo de concentración	min	74,00
Pendiente del cauce principal	m/km	116,064

Figura 4

Curva Hipsométrica Uchusuma



Para el análisis de precipitación se seleccionaron un total de 6 estaciones, las cuales cuentan con un registro de información mayor a 20 años en promedio, ubicadas dentro y próximas a la región Tacna. La fuente de información corresponde al Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología – SENAMHI, y el servidor SNIRH (Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos) de la Autoridad Nacional del Agua.

Tabla 3

Relación de estaciones seleccionadas para el análisis de la precipitación en la cuenca Caplina

N°	Estación	Este	Norte	Altitud	Periodo de registro
1	Bocatoma	407301	8053390	4260	-
2	Toquela	402000	8048500	3445	1964-2010
3	Palca	398400	8034800	3142	1965-2006
4	Calientes	381850	8022950	1325	1964-2006
5	Calana	375800	8017500	848	1964-2006
6	Jorge Basadre	367400	8006400	560	1993-2006

Nota. Obtenida de SEANMHI – TACNA.

Para la precipitación máxima en 24 horas se evaluó 6 estaciones meteorológicas que se encuentra en la cuenca Caplina y la cuenca Uchusuma (tabla 4)

Tabla 4
Estaciones Meteorológicas

N°	Estación	Altitud	Periodo de registro	Número de años de registro	Ppt Máx 24 Horas (mm)
1	Bocatoma	4260	1997 - 2018	22	34,2
2	Toquela	3445	1963 - 2017	55	34,9
3	Palca	3142	1965 - 2016	48	24,8
4	Calientes	1325	1965 - 2018	45	10,0
5	Calana	848	1963 - 2018	56	13,5
6	Jorge Basadre	560	1993 - 2018	26	6,7

Nota. Obtenida de SEANMHI – TACNA.

Se desarrolló las funciones de modelos hidrológicos de las seis cuencas donde se obtiene los mismos resultados haciendo una comparación estación de Calana, obteniéndose los siguientes resultados (Tabla 5).

Tabla 5
Resumen de Cálculos Hidrológicos

Estaciones	Delta teórico	Delta tabular	Modelos de distribución
	<	>	
Bocatoma	0,1035	0,2900	Distribución normal
Toquela	0,0553	0,1834	Distribución normal
Palca	0,0718	0,1963	Distribución log normal 3 parámetros
Calientes	0,0931	0,2027	Distribución log normal 3 parámetros
Calana	0,0891	0,1817	Distribución log normal 2 parámetros
Jorge Basadre	0,1052	0,2667	Distribución normal

Se analizó la relación existente entre la precipitación máxima 24 horas con la altitud mediante un análisis de regresión para las diferentes funciones, para determinar la lámina de precipitación máxima 24 horas, para diferentes periodos de retorno (Tr).

Tabla 6
Periodo de Retorno de las Estaciones

Tiempo de retorno	Bocatoma 4260 msnm	Toquela 3445 msnm	Palca 3142 msnm	Calientes 1325 msnm	Calana 848 msnm	Jorge Basadre 560 msnm
1000	51,16	33,55	29,78	15,69	12,00	8,39
500	49,28	32,19	27,87	14,44	11,07	8,02
200	46,60	30,26	25,23	12,78	9,81	7,50
100	44,38	28,66	23,16	11,52	8,83	7,07
50	41,96	26,92	21,01	10,26	7,83	6,60
2	23,73	13,79	8,76	3,88	2,50	3,06

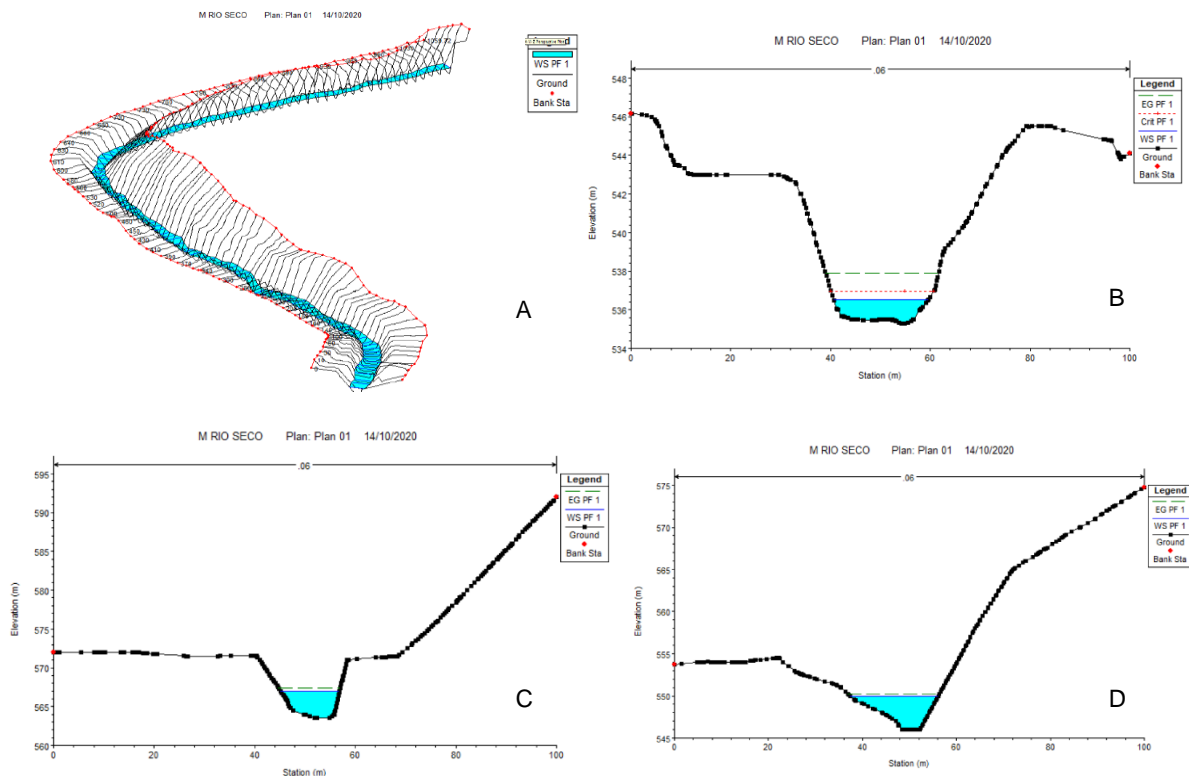
Modelamiento hidráulico en HEC RAS y Delimitación de faja marginal

Obteniendo los datos de caudal de diseño de la cuenca Caplina y Uchusuma con el programa HEC HMS. Luego se procedió hacer el modelamiento hidráulico con el programa HEC RAS donde se obtuvo los parámetros Hidráulicos

En la figura 5 se muestra la simulación hidráulica de diferentes secciones transversales

Figura 5

Simulación hidráulica de diferentes secciones transversales



Nota. A= Vista en 3D el Modelo Hidráulico, B = Sección Transversal km 0+020.00, C = Sección Transversal km 0+990.00, D = Sección Transversal km 0+430.00.

5. Discusión

El modelo hidráulico nos permite delimitar la faja marginal del río Caplina sector del Rio Seco, en primera instancia se realizó la delimitación de la cuenca con el programa ArcGis los resultados se trabajaron con el Modelo de Elevación Digital (MED) de 12,5 x 12,5 m ya que tiene mejor aproximación que las cartas nacionales y los resultados sean más precisos en cuanto a áreas, longitud de cauce, pendientes y entre otros. Se consideró dos cuencas que convergen y dan al Rio Seco: Caplina con $Q=79,60 \text{ m}^3/\text{s}$ y Uchusuma $Q = 11,70 \text{ m}^3/\text{s}$ para un periodo de retorno de 100 años considerando las estaciones cercanas a las cuencas como: Bocatoma, Toquela, Palca, Calientes, Calana y Jorge Basadre. En la Tesis de Frisncho (2015) consideró la sub cuenca Caplina área de drenaje $539,05 \text{ km}^2$, sub cuenca de la quebrada Palca área de drenaje $135,52 \text{ km}^2$, sub cuenca del río Vilavilani – Yungane con área de

drenaje 431,95 km², con estaciones Calientes, Piedra Blanca y Jorge Basadre obteniendo el caudal de diseño con el TR=100 años con Q_{max} = 117,00 m³/s.

A partir del modelo hidrológico obtenemos el caudal de diseño de 91,50 m³/s con periodo de retorno TR= 100 años de acuerdo al trabajo que se realizó en campo donde se aforo y se procesó para obtener un resultado de tirante de 3,71 m que es adecuado para el cauce.

Los resultados que obtuvieron los tesis anteriores como es el caso de Frisancho (2015) obtuvo un caudal con periodo de retorno TR=100 años Q_{max} = 117,00 m³/s y Tisnado (2013) se obtuvo un caudal con periodo de retorno TR=100 años Q_{max} = 42,10 m³/s. a diferencia de nuestro caso se debe a que hubo mayor precipitación en los últimos años.

Con el modelo hidráulico se determinó el ancho de la faja marginal del río Caplina sector del Río Seco dando como resultado 30,00 m a lado derecho aguas abajo y 10,00 m lado izquierdo aguas abajo.

El modelamiento hidráulico que se realizó nos permitió delimitar la faja marginal del río Caplina Sector del Río Seco y con los criterios del Reglamento para la delimitación y mantenimiento de fajas marginales donde nos da 4,00 m de ancho mínimo de acuerdo a su estructura.

Para salvaguardar el cauce y población se tomó como ancho según se indica en conclusiones que son tomadas desde la cota de máximo tirante en vertederos de demasías.

6. Conclusiones

Se determinó a través del modelo hidráulico y con los criterios del reglamento para la delimitación y mantenimiento de las fajas marginales; para la delimitación de la faja marginal del río Caplina sector del Río Seco, del cual se determinó el ancho de la faja marginal con 30,00 m del lado derecho del cauce aguas abajo, y lado izquierdo con 10,00 m aguas abajo tales criterios se asumen de tal forma que la población que se establece en torno a las riberas, respeten el espacio de la faja marginal.

Se Identificó un caudal máximo para delimitar la faja marginal del río Caplina sector del Río Seco, de 91,30 m³/s para un periodo de retorno de tiempo de retorno de 100 años, que se consideró de acuerdo ANA para asentamientos poblacionales.

A través del modelo hidráulico la delimitación de la faja marginal del río Caplina sector del Río Seco, mediante software (ArcGis) se obtuvo los datos más resaltantes de la Cuenca Caplina área de 810.3012 km², pendiente 2,58 % longitud 47,50 km, tiempo de concentración 81,63 min y en la Cuenca Uchusuma el área es de 492,1149 km², pendiente 2,28 % longitud 37,95 km, tiempo de concentración 74,00 min Para determinar los periodos de retorno se trabajó con datos estadísticos no menores a 20 años (Hidroesta). Se calculó el caudal de diseño con el software (HEC HMS), luego se realizó el procesamiento de datos del levantamiento topográfico para la obtención de secciones transversales y con ello finalmente se procesó los datos para la obtención del caudal máximo con el software Hec Ras.

7. Referencias Bibliográficas

ANA, (2016). Reglamento para la Delimitación y Mantenimiento de Fajas Marginales.

Ballena y Villanueva, (2017). Evaluación del río grande, con fines de delimitación de faja marginal en un tramo de la zona urbana de Huamachoco, en la Provincia Sánchez Carrion, región La Libertad. Tesis de pre grado de Universidad Nacional de Trujillo.

- Ccancapa, (2018). "Modelamiento hidrológico e hidráulico aplicado a la delimitación de la faja marginal Yumina – Socabaya (km 12 + 500.00) y protección contra inundaciones en máximas avenidas en el Distrito de Socabaya, Provincia de Arequipa, Departamento de Arequipa." Universidad Católica de Santa María.
- Frisancho, (2015). Análisis de Vulnerabilidad mediante modelamiento hidrodinámico del cauce del río seco del Cono Sur de la Ciudad de Tacna. Tesis de posgrado de Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna.
- Mayta y Mamani (2015). Modelación hidráulica de la defensa de Calana con el fin de determinar la vulnerabilidad ante máximas avenidas. Tesis de pre grado de la Universidad Privada de Tacna.
- Mendoza (2017). Evaluación del riesgo por inundación en la quebrada Romero, del Distrito de Cajamarca, periodo 2011-2016 Universidad privada Antonio Guillermo Urrelo.
- Salinas (2015). Evaluación del comportamiento hidráulico de obras de captación mediante modelamiento hidrodinámico del flujo en 1-d y 2-d. Tesis de pre grado de Universidad Cuenca, Ecuador.
- Tisnado, (2013). Modelamiento hidrodinámico para determinar zonas vulnerables en el Cauce del Río Seco Zona Urbana - Tacna. Tesis de pre grado de Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna.
- Peña, Cotrina y Acosta Harmuth (2009). Hidrología de la Cuenca del Rio Caplina. INGEMMET
- Vilcanqui, A. (201). "Modelación Hidrológica con Fines de Gestión de Riberas en la Cuenca del Rio Caplina - Tacna" Tesis de pre grado de Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna.
- Lux, Benjamin (2012). Conceptos Básicos de morfometría de cuencas Hidrográficas