

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



**“CONTROL DE INUNDACIONES Y PROTECCION DE
MARGENES”**

Por:

JUAN PABLO YAPUR FERRUFINO

Tesis de grado presentado a consideración de la “**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**”, como requisito para optar el Grado Académico de Licenciatura en Ingeniería Civil

Agosto del 2015

TARIJA-BOLIVIA

V° B°

.....
Ing. Walter Roque Hoyos Montecinos
TUTOR

.....
M.Sc. Ing. Ernesto Roberto Álvarez
Gonzalvez
FACULTAD DE CIENCIAS Y
TECNOLOGÍA

.....
M.Sc. Lic. Marlene Guida Hoyos
Montecinos
DIRECTORA DE DPTO. VIRTUAL Y
A DISTANCIA

APROBADO POR:
TRIBUNAL:

.....
Ing. Moisés Eduardo Días Ayarde
TRIBUNAL 1

.....
Ing. Jhon Ichazo
TRIBUNAL 2

DEDICATORIA

Dedicado las personas que me dieron la vida
y ahora me acompañan desde el cielo, mis
padres:

Luis Yapur y Mireya Ferrufino.

A las tres mujeres que más amo en este
mundo:

Mi esposa Yhasenka Mogro y mis dos hijas
Luciana y Larissa Yapur Mogro.

AGRADECIMIENTO

Doy gracias a Dios por haberme concedido la dicha de tener una familia tan hermosa, la cual me acompaña en todo momento y me da las fuerzas para superarme día a día; mis cuatro hermanos: Luis, Mabel, Cinthya y Favio, además de mi amada esposa Yhasenka y mis dos hijitas Luciana y Larissa.

El tribunal calificador de la presente tesis, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en la misma, siendo únicamente responsabilidad del autor.

INDICE

CAPÍTULO 1.....	17
INTRODUCCIÓN.....	17
1.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	18
1.2 JUSTIFICACIÓN.....	18
1.3 OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	19
1.3.1 Objetivo General.....	19
1.3.2 Objetivos Específicos.....	19
1.4 ALCANCE.....	19
CAPÍTULO 2.....	21
CONSIDERACIONES GENERALES.....	21
2.1 SEDIMENTOS.....	28
2.2 CONSECUENCIAS DE LAS INUNDACIONES.....	31
2.2.1 Daños.....	31
2.2.2 Ventajas.....	33
2.2.3 Acciones para reducir o evitar daños.....	33
2.3 AVENIDAS DE DISEÑO.....	34
CAPÍTULO 3.....	37
ACCIONES ESTRUCTURALES O DIRECTAS PARA EVITAR O REDUCIR INUNDACIONES.....	37
3.1 BORDOS PERIMETRALES.....	37
3.1.1 Altura del bordo.....	38
3.1.2 Ancho de la corona.....	39
3.1.3 Taludes.....	40
3.1.4 Drenaje de la zona protegida.....	40
3.2 BORDOS LONGITUDINALES.....	42

3.2.1	Dimensionamiento de la obra	46
3.3	DESVÍOS PERMANENTES O CAUCES DE ALIVIO	56
3.3.1	Entrada del Cauce de Alivio	59
3.4	DESVÍOS TEMPORALES.....	61
3.5	RECTIFICACIONES, CORTE DE MEANDROS Y CURVAS.....	66
3.5.1	Construcción de la Rectificación	68
3.5.2	Dimensiones del cauce piloto	68
3.5.3	Dragado aguas abajo	71
3.6	PRESAS DE ALMACENAMIENTO.....	72
3.7	PRESAS ROMPEPICOS	74
3.8	DRAGADO DEL CAUCE PRINCIPAL.....	76
3.9	LIMPIEZA DE LOS CAUCES	77
3.10	REFORESTACIÓN	77
3.11	DRENAJE DE LAS ZONAS PROTEGIDAS	78
CAPÍTULO 4.....		79
ACCIONES NO ESTRUCTURALES O INDIRECTAS.....		79
4.1	MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE DESASTRES	79
4.2	ACCIONES NO ESTRUCTURALES.....	82
4.2.1	Acciones de alarma.....	83
4.2.2	Acciones de vigilancia y reparación	85
CAPÍTULO 5.....		87
APLICACIÓN PRÁCTICA		87
5.1	CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA EN ESTUDIO.....	87
5.1.1	Características Generales	87
5.1.2	Suelos, Uso de la tierra y Vegetación	88
5.1.3	Características Geométricas y Morfológicas de la Cuenca	89
5.2	ESTUDIO HIDROLÓGICO.....	95
5.2.1	Precipitación	95
5.2.2	Tiempo de Concentración.....	106
5.2.3	Caudal Máximo.....	110

5.3	ANÁLISIS HIDRÁULICO.....	118
5.3.1	Generalidades.....	118
5.3.2	Emplazamiento de los Gaviones.....	123
5.3.3	Hipótesis y Parámetros de Cálculo Hidráulico	123
5.3.4	Determinación de los tirantes máximos.....	124
5.3.5	Estimación de la Socavación	127
5.4	ANÁLISIS ESTRUCTURAL.....	133
5.4.1	Generalidades.....	133
5.4.2	Revestimientos con Gaviones	135
5.4.3	Diseño Estructural del Gavión Caja.....	140
5.4.4	Análisis de Alternativas y elección de la mejor Alternativa.....	151
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	161
	BIBLIOGRAFÍA	162
	ANEXOS	164

INDICE DE TABLAS

Tabla 1	35
Tabla 2 Cota máxima, mínimo y longitud del rio principal.....	92
Tabla 3 Clasificación de terrenos	92
Tabla 4 Valores de las altitudes de la cuenca y sus áreas.....	94
Tabla 5 Estaciones pluviométricas para la precipitación media	97
Tabla 6 Valores para las curvas isoyetas	99
Tabla 7 Estaciones pluviométricas para la precipitación máxima	100
Tabla 8 Análisis de los valores estadísticos.....	101
Tabla 9 Parámetros estadísticos para el análisis de lluvias máximas	102
Tabla 10 Alturas de lluvias máximas diarias	103
Tabla 11 Alturas de lluvias máximas inferiores a las diarias	104
Tabla 12 Valores de las intensidades máximas para diferentes periodos de retorno.	105
Tabla 13 Tiempos de concentración.....	109
Tabla 14 Coeficientes de escorrentía.....	112
Tabla 15 Caudales máximos mediante la fórmula Racional.....	113
Tabla 16 Altura de lluvia neta	116
Tabla 17 Caudales máximos mediante el Hidrograma Unitario Triangular	116
Tabla 18 Caudales máximos mediante la fórmula de Passenti.....	117
Tabla 19 Resumen de valores de máximas crecidas sección Rancho Sud (Q en m ³ /seg)	117
Tabla 20 Valores de tirantes máximos.....	126
Tabla 21 Valores de tirantes máximos.....	129
Tabla 22 Valores del factor Ksa	130
Tabla 23 Alturas de socavación por el método Federal Highway Administration	131
Tabla 24 Alturas de socavación por el método de Shen	132
Tabla 25 Pesos unitarios y ángulos de fricción interna	142
Tabla 26 Capacidad admisible del suelo de fundación.....	143

Tabla 27 Momento estabilizante 1.....	151
Tabla 28 Momento estabilizante 2.....	152

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Agua que desborda el cauce principal	27
Figura 2 Bordos perimetrales	39
Figura 3: Drenaje de áreas protegidas con bordos	41
Figura 4: Efectos debidos a bordos longitudinales	43
Figura 5: Tipo de flujo de acuerdo con el tiempo de tránsito.....	47
Figura 6: Tipos de sección de acuerdo con la separación de los bordos	47
Figura 7: Ecuación de Bernoulli.....	52
Figura 8: Sección compuesta	52
Figura 9: Bordos longitudinales y cauce de alivio	58
Figura 10: Características hidráulicas a la entrada del cauce de alivio	60
Figura 11: Desvío temporal.....	62
Figura 12: Diversas formas de desviar parte del volumen de una avenida, hacia una laguna o zona baja	64
Figura 13: Rectificación de un cauce	67
Figura 14: Rectificación de un cauce. Perfil longitudinal	67
Figura 15: Efecto de regulación de almacenamientos grandes.....	70
Figura 16: Presas rompepicos.....	75
Figura 17 Gavion Caja	135
Figura 18 Gavion Saco	137
Figura 19 Colchón Reno.....	138

INDICE DE GRAFICOS

Grafico 1 Curva Hipsométrica	95
Grafico 2 Curvas Duracion - Intensidad - Periodo de retorno.....	106
Grafico 3 Hidrograma Unitario Triangular.....	113
Grafico 4 Flujo Uniforme.....	120
Grafico 5 Flujo Variado Permanente.....	120
Grafico 6 Fuerzas que actúan en un gavión y sus puntos de aplicación	144
Grafico 7 Dimensiones y fuerzas que actúan en la estructura.....	146