

I RESUMEN DEL PROYECTO

1.1.- NOMBRE DEL PROYECTO

El proyecto se denomina “DISEÑO FINAL DE GAVIONES QUEBRADA SAN PEDRO”

1.2.- LOCALIZACIÓN Y ACCESIBILIDAD

El proyecto se halla localizado en:

Departamento:	Tarija
Provincia:	Cercado
Sección Municipal:	Tarija
Distrito:	Nueve (Tarija)
Barrios:	Bartolomé Attard, Siete de Septiembre, Moto Méndez II.

El acceso al lugar donde se ubicará el proyecto de gaviones se lo realiza en micro buses por medio de la línea (uno) que pasa por el centro de la ciudad y por avenida Víctor Paz y la avenida Font, el otro acceso es mediante la línea (B verde) que pasa por el centro de la ciudad y por la avenida Belgrano, esta a una distancia aproximada de 1.5 Km. del centro de la ciudad de Tarija.

La vía de acceso donde se realizará el emplazamiento de los gaviones necesita una rehabilitación de aproximadamente 100 m, con una limpieza rutinaria.

Existe otra vía de acceso que ingresa cerca del barrio Aeropuerto, este acceso es por la quebrada San Pedro, es un tramo más largo.

La ubicación de muros de gaviones se encuentra dividida en tres sectores:

El gavión Módulo I, se encuentra en la margen derecha de la quebrada San Pedro (en dirección al sentido de flujo), en las coordenadas $21^{\circ} 31'56''$ de latitud y $64^{\circ} 42'16''$ de longitud.

El segundo gavión Módulo II, se encuentra aproximadamente a 70 m. del gavión Módulo I hacia aguas arriba en la quebrada San Pedrito, que es un afluente de la quebrada San Pedro, en las coordenadas $21^{\circ} 31'52''$ de latitud y $64^{\circ} 42'18''$ de longitud.

El gavión Módulo III, se ubica a 50 m. aproximadamente aguas arriba del gavión Módulo II en la quebrada San Pedrito, en las coordenadas $21^{\circ} 31'49''$ de latitud y $64^{\circ} 42'19''$ de longitud.

MAPA 1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

UBICACIÓN DEL DEPARTAMENTO EN BOLIVIA



MAPA 2 DEPARTAMENTO DE TARIJA



1.3.- CLASIFICACIÓN SECTORIAL

Sector: Recursos Hídricos
Sub sector: Control de Agua y Erosión
Tipo de proyecto: Defensivos fluviales

1.4.- COMPONENTES DEL PROYECTO

Infraestructura (construcción defensivos)

1.5.- FASE A LA QUE POSTULA

Inversión

1.6.- ENTIDAD PROMOTORA

Directiva del distrito nueve.

Presidentes de los barrios afectados.

1.7.- DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Los ríos y quebradas forman parte del ciclo hidrológico, el que constituye un proceso que no tiene principio ni fin. A consecuencia de este proceso se generan precipitaciones en las cuencas que pertenecen a estos ríos y quebradas, dando lugar a escorrentías y que estas ocasionan aguas abajo inundaciones, erosiones y ampliaciones de los márgenes de lechos del río y ocasionando daños a familias pobladas cerca de estos ríos y quebradas.

A consecuencia de estos daños ocasionados por las crecidas de estos ríos y quebradas, la ingeniería busca alternativas de solución con muros de protección, como en este caso el diseño de muros de gavión que dará protección y seguridad a los barrios beneficiarios hasta la culminación de su vida útil.

La quebrada San Pedro tiene su cauce que pasa por gran parte de los barrios de la ciudad de Tarija, la cual tiene un caudal de crecida muy importante en la época de lluvias, ocasionando desgastes en los márgenes de su cauce y aumentando la sección del mismo y poniendo en riesgo las viviendas de los barrios cercanos a esta quebrada.

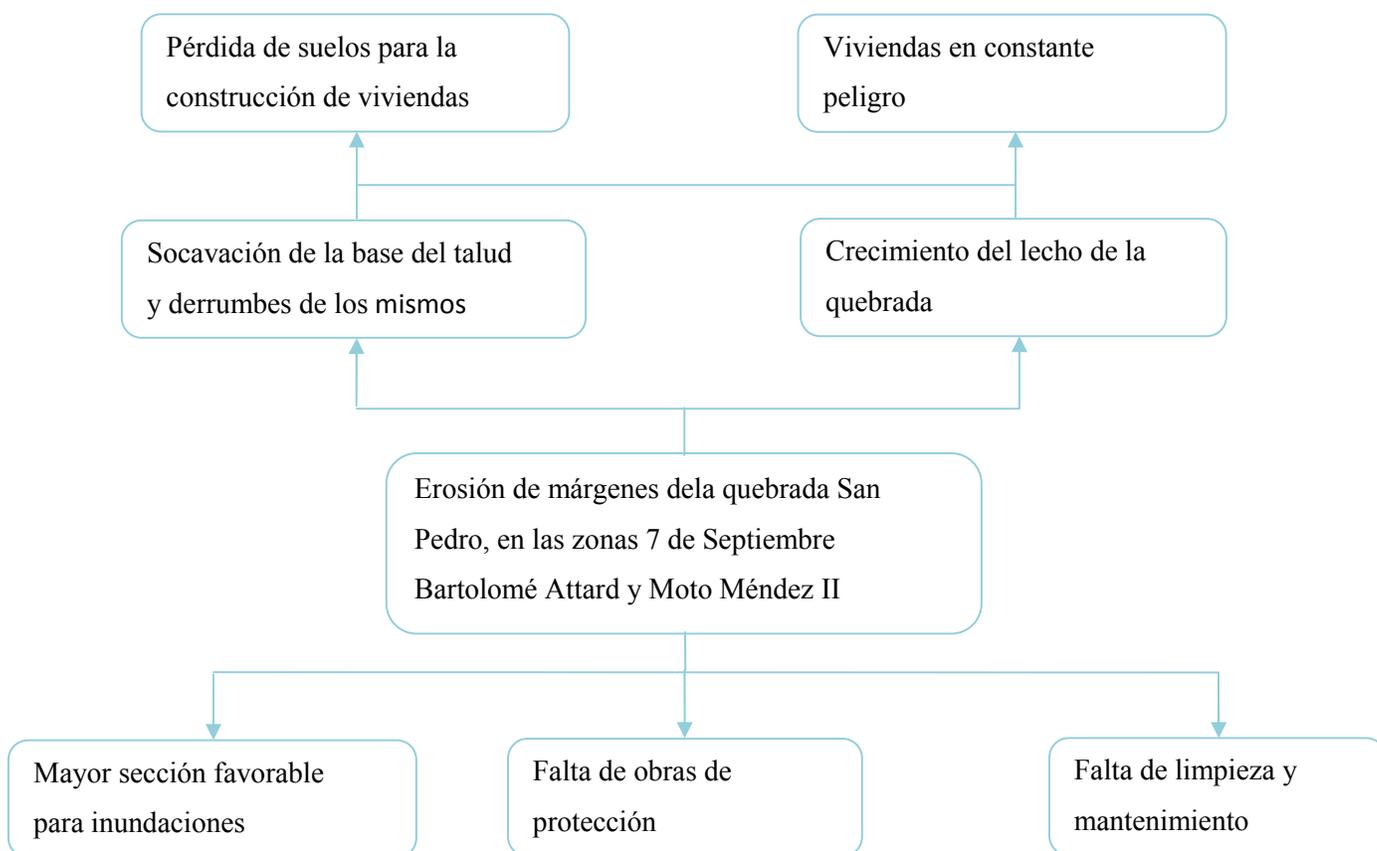
Por esta razón se ha visto que es una necesidad prioritaria construir una obra de protección en el lugar más afectado de este distrito, de esta manera se podrá dar más seguridad a los habitantes que tienen su vivienda en estos barrios mencionados.

Los habitantes de los barrios Bartolomé Atard, Moto Méndez II y el barrio Siete de Septiembre, han visto por conveniente entrar en convenio con la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho y con la carrera de Ingeniería Civil, para la elaboración del estudio de diseño final del proyecto “Construcción de Gaviones Quebrada San Pedro” como parte de una estrategia de protección a dichos barrios.

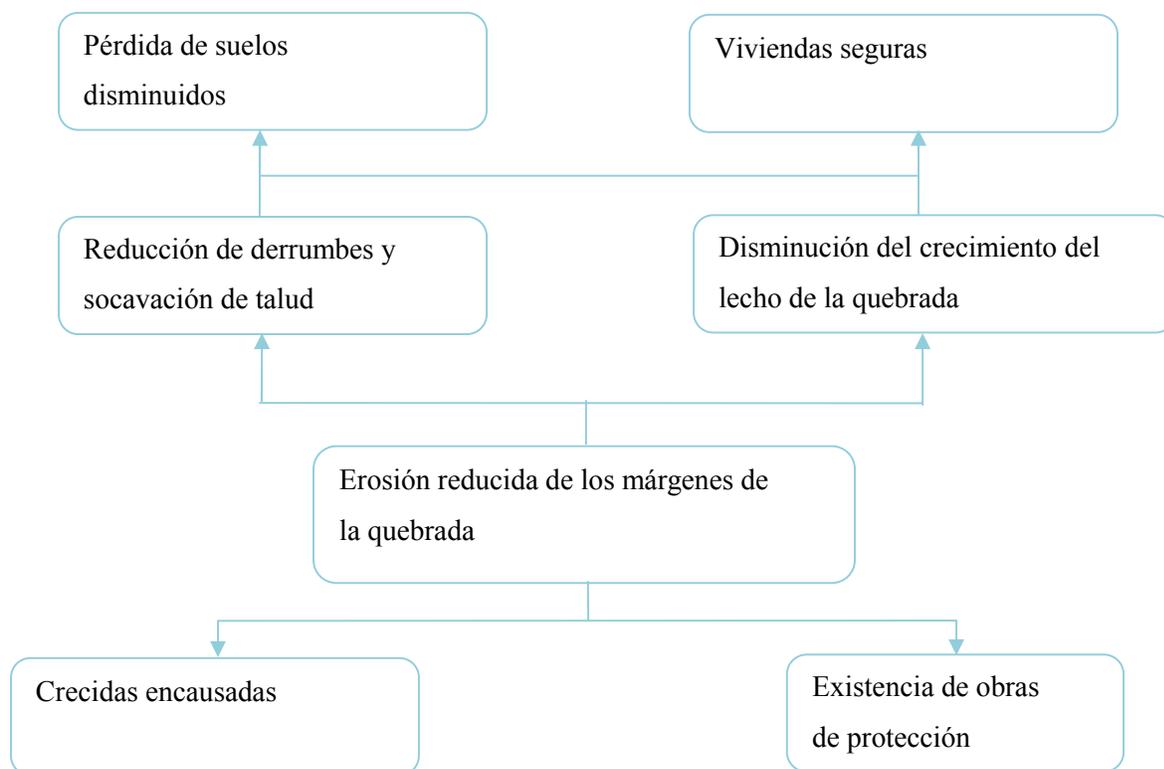
El presente proyecto pretende atender los requerimientos de los barrios Bartolomé Atard, Moto Méndez II y Siete de Septiembre proponiendo la construcción de defensivos en el margen derecho de la quebrada san Pedro que cumpla con los criterios según normas establecidas en el país

La construcción de defensivos tendrá un efecto positivo en las familias que habitan en los barrios mencionados, ya que su ejecución contribuirá al mejoramiento de las condiciones de vida y el desarrollo de estos barrios, proporcionando seguridad a las viviendas de las familias que habitan en estos barrios.

ÁRBOL DE PROBLEMAS



DEL ÁRBOL DE PROBLEMAS AL ARBOL DE OBJETIVOS



1.8.- DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

La construcción de tres módulos de defensivos con malla de gavión con las siguientes características; coquera rómbica para la malla de colchonetas de 6x8 cm, con tres y dos diafragmas por pieza, la unidad de pieza es de 5x2x0.23 m, y 3x2x0.23 respectivamente.

La malla para el cuerpo del gavión, de 8x10 con un diafragma por pieza de 2x1x1 m., y 1.5x1x1m. Sin diafragma, todo el lote y paquete de colchonetas, gaviones y sus correspondientes alambres de amarre, antes de ser abierto en obra, debe exhibir su tarjeta técnica con sello IBNORCA, y estar conforme a las normas NB 709 y NB710.

El alambre para colchonetas, gaviones y amarre, debe ser de tipo SAE 1006 – 1010, con una resistencia de tracción según norma NB 713 – 98, estiramiento no mayor al 13%, resistencia mínima a tracción de 380 MPa, galvanizado triple (galvanización pesada) para máxima protección contra corrosión, abrasión y oxidación en medios acuosos, con baño mínimo de zinc de 260 gr/m² y con un diámetro mínimo de colchoneta de 2.20 mm, gaviones de 2.70 mm y amarre de 2.20 mm.

En el cuadro siguiente se muestra algunas de las especificaciones antes mencionadas, en los planos se menciona las características geométricas de los gaviones tipo caja y colchón mas precisión.

Se construirán tres módulos en la margen derecha de la quebrada San Pedro y San Pedrito (afluente de la quebrada San Pedro).

Módulo I

En la Quebrada San Pedro, construcción de 50 m. de muro de gavión apoyado al talud de la margen, y una colchoneta antisocavante de la misma longitud.

Módulo II

En la Quebrada San Pedrito, construcción de 33 m. de muro de gaviones que tiene 3.0 m de empotramiento al talud de la margen en su lado superior, y una colchoneta antisocavante de 30 m. de longitud.

Módulo III

En la Quebrada San Pedrito, construcción de 32 m. de muro de gaviones que tiene 3.0 m de empotramiento al talud de la margen en su lado superior, y una colchoneta antisocavante de 29 m. de longitud.

CUADRO 1
DIÁMETROS DE ALAMBRES PARA GAVIONES TIPO
CAJA Y COLCHÓN

Tipo de Alambre	Recubrimiento Metálico Diámetro (mm)	
	Gavión tipo caja	Gavión tipo colchón
	mallas 8x10	mallas 6x8
Alambre de malla	2,70	2,20
Alambre de borde	3,40	2,70
Alambre para amarres y tensores	2,20	2,20

Para la construcción de gaviones en los barrios Siete de Septiembre, Bartolomé Attard y Moto Méndez II se desarrollaran las siguientes actividades:

Replanteo Topográfico	Gbl	1.00
Movimiento de tierras, Nivelación, Fundación	m3	1.000
Provisión de Gaviones.	m3	1.000
Provisión de Colchonetas.	m3	1.000
Provisión de Piedra para Gaviones	m3	1.000
Armado y relleno de Gaviones	m3	1.000
Armado y relleno de Colchonetas	m3	1.000

1.9.- OBJETIVO GENERAL

Mejorar las condiciones de vida de los barrios beneficiados con la protección de viviendas y áreas para nuevas construcciones de viviendas y módulos deportivos y dar seguridad a las familias del área de influencia del proyecto durante todo el año, beneficiando a los barrios más afectados y de esta manera tener una vida sana y una zona más segura.

1.10.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conservar y dotar de áreas aptos para la construcción, disminuyendo las perdidas ocasionadas por el desborde de la quebrada, dando seguridad permanentemente a las familias asentadas cerca de los bordes de la quebrada, permitiéndoles con medios adecuados para poder vivir mejor.
- Promover el desarrollo de la zona incrementados con la construcción de nuevas viviendas y módulos deportivos y la conservación de ares verdes con la finalidad de mejorar las condiciones de vida de las familias beneficiadas.
- Disminuir la pérdida de ares verdes, flora y fauna de la zona provocada por los desbordes de la quebrada San Pedro y sus afluentes.

1.11.- METAS

- Construcción de defensivos en el distrito nueve de la ciudad de Tarija en la quebrada San Pedro y San Pedrito (afluente) con gaviones de malla un total de 115 ml. de longitud de acuerdo a tramos determinados, con provisión de gaviones de 2x1x1 m, 1.5x1x1 y provisión de colchonetas de 5x2x0.23 m, 3x2x0.23

- Construcción de tres módulos de defensivos de gaviones en la quebrada principal y en el afluente de la misma.
- Disminuir las áreas inundadas y erosionadas por efectos de desborde de la quebrada, recuperación de áreas.
- Beneficiar a 60 familias en el área de influencia del proyecto.
- Beneficiar a tres barrios del distrito nueve, Siete de Septiembre, Bartolomé Attard y Moto Méndez II que se encuentran ubicadas a las orillas de la quebrada San Pedro y sus afluentes

1.12.- MARCO LÓGICO

CUADRO 2
MARCO LÓGICO
CONSTRUCCIÓN DEFENSIVOS QUEBRADA SAN PEDRO

LOGICA DE INTERVENCION	INDICADORES OBJETIVAMENTE VERIFICABLES	
	SIN PROYECTO	CON PROYECTO
<p>Objetivo general.</p> <p>- Mejorar las condiciones de vida, dar seguridad a las familias de los barrios beneficiadas, con la construcción de los defensivos.</p>	<p>Resumen de las variables de impacto.</p> <p>- No se cuenta con defensivos en la zona afectada.</p> <p>- Se presenta desbordes y erosión de la quebrada en época de lluvia causando</p>	<p>Resumen de las variables de impacto.</p> <p>- Se construirá 115 ml de defensivos.</p> <p>- Se dará mayor seguridad a viviendas.</p> <p>Se beneficiara a 60 familias</p>

	perdidas de superficies y áreas verdes.	
<p>Objetivos específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Conservar las superficies para la construcción de más viviendas y áreas verdes. - Dar mayor seguridad y disminuir las pérdidas por derrumbes y erosión ocasionadas por la quebrada. - Promover a nuevas construcciones de vivienda, módulos deportivos y de áreas verdes con la finalidad de mejorar las condiciones de vida de las familias. - Disminuir la pérdida de áreas verdes y superficies para la construcción provocadas por la quebrada 	<ul style="list-style-type: none"> - Actualmente los desbordes de la quebrada inundan y erosionan la zona ocasionando un peligro en las viviendas cercanas a la quebrada. - En épocas de lluvia por las erosiones y derrumbes ocasionan pérdidas económicas por la pérdida de superficies y áreas verdes 	<ul style="list-style-type: none"> - Se darán condiciones de seguridad a las viviendas y áreas de los tres barrios. - No se tendrán pérdidas económicas en las áreas que eran causadas por los desbordes y erosión. <p>Se preservarán las superficies y áreas verdes.</p>

<p>Metas</p> <p>- Construcción de tres módulos de defensivos en la quebrada San Pedro y un afluente con gaviones de malla de 115 ml de longitud de acuerdo a tramos determinados, que comprenden provisión de gaviones 2x1x1 m, 1.5x1x1 y provisión de colchonetas de 5x2x0.23 m., 3x2x0.23 m. Beneficiar a 60 familias en la área de influencia del proyecto.</p>	<p>En la actualidad no se cuenta con defensivos sobre las márgenes mas afectados de la quebrada San Pedro, que pueda proteger de los desbordes y de las erosiones de la margen afectada</p> <p>En épocas de lluvia lo que causa perdida de superficies y áreas verdes que va en desmedro del desarrollo</p>	<p>Las áreas aptas para la construcción de viviendas o módulos deportivos se verán protegidas lo que dará mayor seguridad a las viviendas cercanas a las márgenes de la quebrada, que tendrá una mejor vida y desarrollo.</p>
---	---	---

1.13.- POBLACIÓN BENEFICIADA

Los beneficiarios directos con la construcción de los defensivos con gaviones propuesto en el siguiente estudio son los habitantes y pobladores de los barrios Bartolomé Attard, Moto Méndez II y Siete de Septiembre, que contempla un total de 60 familias, que

considerando un promedio de 5 miembros por familia representa un total de 300 habitantes.

CUADRO 3
RESULTADOS DE POBLACIÓN
ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

DESCRIPCIÓN	Nro. DE HABITANTES	Nro. POR FAMILIA	NRO. DE VIVIENDAS
B. SIETE DE SEPTIEMBRE	50	5	10
B. MOTO MENDEZ II	100	5	20
B. BARTOLOME ATTARRD	150	5	30
TOTAL AREA DEL ROYECTO	300	5	60

Fuente: Propia

1.14.- ESTRUCTURA DE FINANCIAMIENTO

La directiva del distrito nueve y la directiva de los tres barrios beneficiados buscaran el respectivo financiamiento para la construcción de los defensivos de gaviones en la quebrada San Pedro y un Afluente, ya sea de la Prefectura del Departamento, Honorable Alcaldía Municipal de Tarija, o de otras entidades financieras y/o de programas de gobierno de desarrollo.

1.15.- PRESUPUESTO

El presupuesto general del proyecto construcción defensivos Quebrada San Pedro y su Afluente asciende a Bs 282847.25 (infraestructura mas supervisión)

CUADRO 4
CONSTRUCCIÓN GAVIONES QUEBRADA SAN PEDRO
PRESUPUESTO GENERAL

DESCRIPCION	COSTO TOTAL \$US	COSTO TOTAL BS
INVERSION	46429.44	328256.13
TOTAL	46429.44	328256.13

T/C 7,07

II DIAGNOSTICO DE LA SITUACION ACTUAL

2.1.- ASPECTOS GENERALES DEL AREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

El departamento de Tarija se ubica al extremo sur de Bolivia, el mismo consta de una superficie de 37.623 km² su proporcionalidad con el resto del país, se puede percibir de acuerdo al **Cuadro 5**, que corresponde al mapa de ubicación geográfica.

CUADRO 5
PROPORCIONALIDAD TERRITORIAL

ESPACIO TERRITORIAL	SUPERFICIE EN KM2	% DE PROPORCIONALIDAD
Bolivia	1.080.000,00	100,00
Tarija	37.623,00	3,48

Fuente: Internet

La provincia Cercado, se encuentra ubicado al Oeste del Departamento de Tarija, limita al Sur con la provincia A. Arce y la Provincia J. M. Aviles, al Norte con la provincia Méndez, al Este con la Provincia O'Connor, al Oeste con la Provincia Méndez y la Provincia J. M. Aviles, y esta entre los paralelos 64° 43' 44'' de longitud y 21° 32' 01'' de latitud; se divide política y administrativamente en una Sección Municipal Tarija. (Ver mapa 3)

MAPA 3 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA PROVINCIA CERCADO



La ubicación del proyecto se encuentra en la ciudad de Tarija en el distrito nueve y limita al Este con la Quebrada San Pedro, al Oeste con el barrio Moto Méndez I, al Norte con el barrio Palmarcito y al Sur con el barrio San Jorge II, el proyecto se encuentra ubicado sobre la margen de la quebrada San Pedro, considerando el cause natural de la quebrada; este proyecto beneficiara de manera directa a las familias que se encuentran en la margen de la quebrada San Pedro.

La gran necesidad de las familias de los barrios Siete de Septiembre, Bartolomé Attard y Moto Méndez II en especial las familias cercanas a las riveras de la Quebrada San Pedro, de contar con defensivos que proteja sus viviendas, áreas verdes de los desbordes y derrumbes de márgenes de la quebrada, ha sido un factor determinante para la construcción de los defensivos de la Quebrada San Pedro.

2.1.1.- ASPECTOS DEMOGRAFICOS

El departamento de Tarija cuenta con una superficie de 37.623 km² que representan el 3.48 % del territorio nacional, tiene una población actual de 509.708 habitantes, la densidad poblacional es de aproximadamente 13 habitantes por km², registrada una tasa anual promedio de crecimiento poblacional de 2.85 %.

La provincia cercado (Tarija) según los datos actuales de INE (instituto nacional de estadística) tiene una población de 205.533 habitantes, de los cuales 100.064 son hombres y 105.469 son mujeres. **Cuadro 6** la población de esta provincia significa el 40.3 % del total del departamento.

La sección municipal de la ciudad de Tarija esta dividida en 16 distritos y más de 87 barrios.

CUADRO 6
PROPORCIONALIDAD DE POBLACION

DESCRIPCION	POBLACION		TOTAL
	HOMBRES	MUJERES	
BOLIVIA	5.101.733	5.125.567	10.227.299
TARIJA	256.738	252.970	509.708
CERCADO	100.064	105.469	205.533

Fuente: INE Censo Nacional de población y Vivienda

2.1.1.1.- POBLACIÓN BENEFICIADA

El total de la población estimada en el área del proyecto asciende a una población total de 60 familias.

La población beneficiaria directa del proyecto son aquellos habitantes de los tres barrios:

- Siete de Septiembre,
- Bartolomé Attard,
- Moto Méndez II y las familias que se encuentran a orillas de la quebrada San Pedro, que se beneficiaran con la construcción de defensivos.

2.1.1.2.- BASE CULTURAL Y EL LENGUAJE QUE HABLA LA POBLACIÓN

En cuanto al idioma que habla la población de los barrios, es el castellano, sin embargo la presencia de migrantes de otras regiones del interior del país, se habla el quechua, el aymará y el guaraní en menor proporción.

El mayor porcentaje de la población profesa la fe católica, sin embargo, es notoria las practicas de otras religiones como son los protestantes entre otros. Es precisamente la religión católica la que organiza una serie de eventos religiosos conmemorativos de acuerdo a su calendario festivo, entre estos se tiene: la fiesta de la pascua, Santiago, la Cruz, todos los santos, etc.

En el área de influencia del proyecto todos los barrios beneficiados hablan el idioma español.

2.1.1.3.- NÚMERO Y TAMAÑO DE LAS FAMILIAS

De acuerdo a las observaciones los tres barrios que se benefician, se ha determinado que el número de familias asciende a 60, con un promedio miembro por familia de 5 personas, con una población de 300 habitantes.

Esta información a sido obtenido por conteo de numero de viviendas realizadas en las visitas que se realizo al lugar.

2.2.- ASPECTOS SOCIALES

2.2.1.- COSTUMBRES

En cuanto a las costumbres en la zona del proyecto, hay que señalar un grupo más o menos definido y típico en sus características que es el criollo del lugar.

La población del distrito nueve desciende principalmente de los tarijeños, pero también hay blancos, en su mayoría mestizos de habla castellano.

Calendario Festivo

Además de fiestas nacionales se festejan:

La Fiesta de la Virgen de Chaguaya

La Fiesta de San Roque

La Fiesta de navidad

La Fiesta de Santiago

El Carnaval

Todo los Santo

La religión que profesa la mayor parte de la población es la católica, siendo el otro restante de la población que profesa la religión protestante.

2.2.2.- ROL DE LAS MUJERES Y VARONES DENTRO LOS BARRIOS

Las actividades económicas de los habitantes de los barrios Moto Méndez II, Bartolomé Attard y el barrio Siete de Septiembre son trabajos laborales cotidianos de una ciudad, vale decir que algunos, tanto hombres y mujeres se dedican a la actividad empresarial, otros a realizar trabajos como empleados en instituciones públicas y privadas, otros en actividades o trabajos por cuenta propia como ser plomería ,construcciones y algunas madres de familia a labores de casa y otros son escolares y/o estudiantes.

2.2.3.- HORARIOS Y ACTIVIDADES

Las mujeres generalmente son las que comienzan el día mas temprano, puesto que se levantan antes para preparar el desayuno de la familia, a sus hijos para que vayan a la escuela y empezar de esta manera con las labores domesticas propias del hogar.

Los niños participan mayormente en las actividades domesticas cuando no van ala escuela, y en sus ratos libres se dedican a los juegos y deportes.

Los hombres generalmente son el sustento del hogar que tienen como actividad principal el trabajo de ocho horas, en algunos casos mas de ocho horas, debido que estas actividades son muy largas y agotadoras se levantan desde temprano y se dedican todo el día a estar en las mismas, retornando a sus hogares solamente para descansar y alimentarse.

La mujer también es el sustento del hogar en algunos casos, y en otros casos ayuda al hombre en sus actividades.

2.3.- SERVICIOS BASICOS EXISTENTES

2.3.1.- SISTEMA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO

En los barrios Siete de Septiembre, Bartolomé Attard y Moto Méndez II la disponibilidad de de los servicios de agua potable es relativamente normal, existiendo racionamiento en meses críticos del año vale decir en Septiembre, Octubre y parte de Noviembre.

El abastecimiento de agua se lo realiza desde un depósito elevado que se encuentra aproximadamente por el barrio el Palmar. La calidad del agua tiene algunas deficiencias ya que en algunos casos existe exceso de cloro, las mismas provocan enfermedades intestinales y estomacales.

En los barrios Siete de Septiembre, Bartolomé Attad y Moto Méndez II el total de familias cuentan con sistemas de abastecimiento de agua potable.

Existen una serie de deficiencias en saneamiento básico que trae consigo consecuencias en la salud de la población, principalmente en enfermedades infectas contagiosas, como también contribuyen a la contaminación del medio ambiente.

De los barrios beneficiarios algunos no cuentan con el sistema de alcantarillado sanitario, como el barrio Siete de Septiembre, algunas familias cuentan con cámaras sépticas o posos ciegos, otros no cuentan ni con este servicio. En estas condiciones es inminente contraer enfermedades en las familias que habitan cerca de la quebrada que pone en peligro la salud y vida de los habitantes.

2.3.2.- RED DE ELECTRICIDAD

El acceso al servicio de energía eléctrica, en los barrios beneficiarios, casi todos cuentan con este servicio, pero no es tan eficiente por las condiciones que tiene el sistema, el flujo de abastecimiento de energía eléctrica no es constante, presentándose con cierta frecuencia cortes de energía, especialmente en las épocas de lluvia, la iluminación en las calles es bastante deficitaria para un área urbana con las características que tienen estos barrios. Estas situaciones provocan ala circulación desmedida de los antisociales, ocasionando robos en las viviendas de los habitantes de los barrios.

2.3.3.- EDUCACIÓN

La educación es un derecho de toda persona, por lo mimo los habitantes de los barrios beneficiarios tienen muchas alternativas para acceder a la educación en diferentes escuelas de nivel básico, intermedio, medio y universidades estatales y privadas.

Los habitantes en edad escolar asisten a los predios mas cercanos del barrio o a cualquier otro que se encuentra en nuestra ciudad.

Las personas en la edad de cursar y obtener un titulo universitario asisten a diferentes universidades que se encuentran en nuestra ciudad como la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, institución que depende del gobierno central y la universidad Católica , Domingo Sabio y cantidad de institutos técnicos medios y superiores que son instituciones de orden privado.

En algunos casos las familias de los barrios beneficiarios no acceden a ningún tipo de educación por falta de un sustento económico.

2.3.4.- COMUNICACIÓN

El sistema de comunicación esta en un proceso de mejoramiento en estos barrios alejados del centro de la ciudad, ya que las empresas de telecomunicaciones ENTEL, TIGO, VIVA y otros pretenden mejorías en el discado nacional e internacional.

El acceso a la comunicación es amplio con la existencia de los teléfonos celulares que es accesible para la mayoría de los habitantes, la comunicación es inmediata ya sea local , nacional e internacional, con una variación de precios por un tiempo determinado.

En la zona existen pequeñas cabinas de comunicación de diferentes empresas antes mencionadas pudiendo ser administradas por familias de la zona o en algunos casos son propietarios y que las remuneraciones son en beneficio propio para el sustento de sus familias.

Algunos de estas familias son beneficiadas por teléfonos fijos ubicadas dentro de sus viviendas las mismas son administradas por COSET, empresa netamente tarijeña.

Se cuenta también con una red de microondas vía ENTEL, VIVA y TIGO, con un sistema de discado directo nacional e internacional, que comunica con el resto del país y el mundo. Existen dos tipos de servicios tarjeta única y la tarjeta chip.

Las tarifas que rigen los servicios de comunicación de ENTEL están en función al tiempo y la distancia según la categoría del servicio, ENTEL ofrece los siguientes servicios.

CUADRO 7
SERVICIOS QUE OFRECE ENTEL

SERVICIO PRESTADO	UNIDAD DE MEDIDA
- Telefonía nacional e internacional.(conferencia)	Bs/Tiempo/Distancia
- Telegrafía	Bs/Tiempo/Distancia
- Telefax	Bs/Tiempo/Distancia
- Teles	Bs/Tiempo/Distancia

2.3.5.- SALUD

En la salud la población es atendida en los diferentes centros de salud, Hospitales, Clínicas y otros nosocomios que se encuentran en el distrito y en otros partes de la ciudad que se encuentran bien distribuidas, entre ellas podemos citar:

Centros de salud Moto Méndez I

Postas sanitarias del distrito

Hospital San Juan de Dios

Hospital Obrero

2.3.6.- TRANSPORTE

El proyecto a emplazar se encuentra ubicado en la parte este de la ciudad de Tarija, más específicamente en la quebrada San Pedro en el distrito nueve de la ciudad de Tarija en los barrios Moto Méndez II, Bartolomé Attard y el barrio 7 de Septiembre.

El servicio de transporte a los barrios beneficiarios y al lugar donde se ubicará el proyecto de gaviones se lo realiza en micro buses por medio de la línea (uno) que pasa por el centro de la ciudad y por avenida Víctor Paz y la avenida Font, el otro acceso es mediante la línea (B verde) que pasa por el centro de la ciudad y por la avenida

Belgrano y los taxis, esta a una distancia aproximada de 1.5 Km. del centro de la ciudad de Tarija.

Las tarifas de estos servicios es accesible casi para todos los habitantes económicamente que residen en estos barrios alejados, se describe las siguientes tarifas:

Microbús

Escolares	0.5 Bs
Universitarios	1.0 Bs
Mayores	1.50 Bs

Taxis

La tarifa de los taxis varia de entre 4.00 a 5.00 Bs por persona desde el centro de la ciudad.

Análisis de alternativas

El análisis del proyecto para la construcción de los defensivos San Pedro en la quebrada del mismo nombre permitirá brindar seguridad a las familias de los barrios cercanos al margen de la quebrada involucradas en el proyecto, aumentando de esta manera mayor seguridad a sus viviendas y protección de ares verdes.

Esta situación da lugar a realizar un análisis que contempla diferentes alternativas de construcción de los defensivos, tomando en cuenta los aspectos técnicos como económicos. Las alternativas identificadas para el análisis son las siguientes:

Alternativa N° 1 Defensivos con Gaviones

Alternativa N° 2 Defensivos con muros de Hormigón Ciclópeo

Análisis Técnico – Económico de cada alternativa

ALTERNATIVA N° 1 Defensivos con Gaviones

Se puede indicar las siguientes ventajas y desventajas de los defensivos de gaviones:

- Flexibilidad de la Estructura

Se acomoda a los asentamientos diferenciales del terreno

No requiere fundaciones profundas

No colapsa sin previo aviso

- Permeabilidad

Reducen el empuje hidrostático sobre el mismo

- Simplicidad Constructiva

Módulos armables, de envergadura manipulable

Permiten la construcción por etapas

Rápida instalación y funcionamiento inmediato

No se requiere de mano de obra calificada

- Integración ambiental

Permiten el crecimiento de cobertura vegetal sobre el mismo

Se incorporan al paisaje y se integran con la naturaleza

La técnica constructiva es ambientalmente limpia

- Impacto social

Se utiliza mano de obra no calificada

Desventajas

- Deterioro de la malla

Oxidación por contacto con las aguas de ríos o quebradas

Rotura por impacto del agregado arrastrado por el flujo hidráulico

Perdida por unidades de piedra de relleno

- Aspecto Macroeconómico

La malla no es fabricada en el país, debiendo ser importado de otros países

ALTERNATIVA N° 2 Defensivos con muros de Hormigón Ciclópeo

Se puede indicar las siguientes ventajas y desventajas de los defensivos de Hormigón Ciclópeo.

Ventajas

- Funcionamiento

Si no se llega a dañar con fisuras y rajaduras es capaz de defender robustamente el terreno contra las inundaciones.

- Aspecto Económico

Todos los materiales son producidos en el país.

Desventajas

- Rigidez estructural

Incapacidad de reacomodarse a los asentamientos del terreno.

Susceptibilidad por rotura por asentamientos diferenciales.

Vulnerabilidad extrema al proceso de socavación.

- Aspecto Económico

Es más cara.

- Fase constructiva

Requiere mano de obra calificada

El proceso es más complejo y consume más tiempo

No ofrece funcionamiento inmediato (mínimo 21 días)

Demanda diversidad de materiales

- Funcionamiento

Altas probabilidades de ser dañado durante su vida útil

Difícilmente reparable

No permite la construcción por etapas

- Integración Ambiental

No llega a incorporarse al paisaje ni a integrarse a la naturaleza

Justificación de las alternativas

De acuerdo a lo analizado anteriormente, es posible definir que las dos alternativas del proyecto para la construcción de los defensivos en la Quebrad San Pedro garantizan la seguridad de las familias durante todo el año y el periodo de lluvias, y la protección de viviendas y áreas verdes.

Sin embargo si bien la construcción de defensivos con gaviones presenta un costo inicial mas barato que la otra alternativa, este tipo de defensivos presenta muchas otras características en comparación con los demás.

Costos totales inferiores

Al final del periodo de diseño, cuando se suman todos los costos (construcción y mantenimiento) los defensivos con gaviones de malla resulta más económico, esto tiene que ver con los costos de mantenimiento que para el caso de defensivos con malla son casi nulas.

Facilidad de construcción

Actualmente es más fácil construir defensivos con gaviones de malla, por ser más prácticos en su construcción, ya que no requiere de mano de obra calificada.

Durabilidad

Se debe estadísticamente que los defensivos con gaviones de malla, han sido capaces de soportar las embestidas de ríos y quebradas por la resistencia que tienen en el tiempo.

Resumiendo lo anterior se puede concluir que los defensivos de gaviones con malla son durables, son versátiles, mas económicas, ecológicas y por lo tanto mas convenientes para la construcción en el are indicada del proyecto.

Además de las consideraciones indicadas anteriormente, es importante considerar los financiamientos para la ejecución de las obras, siendo este caso aquella alternativa que presenta un costo menor para su construcción y mantenimiento.

2.4.- DESCRIPCIÓN DE LA ALTERNATIVA ELEGIDA

La selección del tipo de defensivos es un factor decisivo para el éxito de encausamiento de la quebrada, protección de márgenes y aéreas de tierras, la mayor parte del suelo que caracteriza el lecho de la quebrada San Pedro y sus afluentes, tiene baja capacidad de soporte, lo que encarece enormemente los costos de fundación de obras tradicionales (estructuras de tipo rígido). El uso de gaviones soluciona este problema ya que permite obras de tipo flexible, reduciendo considerablemente los costos y el tiempo de ejecución.

Otras ventajas que determinan la utilización de este tipo de estructuras son las siguientes.

La existencia de materiales locales: es fácil de conseguir los materiales locales necesarios para construir los defensivos.

La facilidad de ejecución e implementación: los gaviones se colocan fácil y rápidamente y pueden ser ejecutadas tanto en lugares secos como en presencia de agua.

Utilización de mano de obra no calificada: actualmente es más fácil construir defensivos con gaviones de malla, por ser más prácticos en su construcción, ya que no requiere de mano de obra calificada.

Durabilidad: se sabe estadísticamente que los defensivos con gaviones de malla han sido capaces de soportar las embestidas de ríos y quebradas por la resistencia que tienen en el tiempo.

Resumiendo lo anterior se puede concluir que los defensivos de gaviones con malla son durables, más versátiles, más económicos y por lo tanto más convenientes para la construcción en el área indicada del proyecto.

MAPA 4
PUNTOS DE EMPLAZAMIENTO DE GAVIONES



III INGENIERÍA DEL PROYECTO

3.1.- VIDA UTIL

Para el diseño del proyecto se adopta una vida útil y un periodo de retorno de 20 años.
Es decir:

$$T = 20 \text{ años}$$

Este valor se emplea en atención a los siguientes criterios:

1.- la duración de la malla de alambre metálico – zincado de los gaviones y colchonetas que, si es provista adecuadamente por el contratista y mantenida por la institución responsable, puede alcanzar esa duración.

2.- la eficiencia en la recuperación de tierras en las defensas implementadas. En el país existen experiencias que indican que ya a los siete años los gaviones pueden estar enterrados, tapados y recubiertos de nueva vegetación si es que el proceso de recuperación es manejado y ejecutado adecuadamente.

3.2.- ESTUDIO TOPOGRÁFICO

3.2.1.- Etapa Inicial

La quebrada San Pedro presenta una topografía bastante sinuosa, ya que en los últimos años los grandes desbordes y derrumbes del mismo, perjudican de mayor manera a las aéreas y terrenos existentes en la zona.

Para el estudio topográfico, en una etapa inicial se realizó un recorrido verificando las zonas más afectadas por la quebrada San Pedro y sus afluentes, se han ido identificando

las zonas mas criticas de la zona, este recorrido se la hizo junto a la presidenta del distrito nueve de la ciudad de Tarija.

En esta etapa se fijaron los criterios básicos para el levantamiento topográfico: posibles variantes, lugares a proteger, tipo de obra más adecuada y localización de algunos bancos de material.

3.2.2.- Aspectos Generales del Levantamiento

Se colocaron BMs en sitios seguros y visibles, a un costado del lecho del rio, así como una referencia y un BM en cada tramo de cada modulo donde se realizo el levantamiento.

Se incluye, como anexo, toda la información del levantamiento en listas que muestran las coordenadas de cada punto.

Se hizo el levantamiento taquimétrico del cause de la quebrada principal y el afluente, se hizo 100 m aguas arriba y aguas abajo, sacando transversales de las mismas para determinar el ancho del lecho del rio y determinar la pendiente del cause de la quebrada.

3.2.3.- Procesamiento de la Información Topográfica

Toda la información obtenida del levantamiento topográfico será introducida en un programa de Autocad Land Desktop para generar las curvas de nivel, el perfil longitudinal y los perfiles transversales,

También se utilizo el Autocad para generar algunos dibujos que faciliten para el cálculo de los mismos.

Se cuenta con los planos topográficos de ubicación de los diferentes defensivos, como también el levantamiento del lugar de la quebrada, estas mismas están en una escala horizontal de 1:1000 y la vertical de 1:100, el mismo que contempla lo siguiente:

- Planos de perfil longitudinal de cada defensivo
- Plano en planta
- Secciones transversales

El levantamiento tuvo el objeto de proporcionar todos los datos necesarios para la confección del plano en planta, perfil longitudinal y secciones transversales para calcular el movimiento de tierras respectivo y el tipo de defensivos a realizar.

3.3.- ESTUDIO HIDROLÓGICO

El área donde se localiza el proyecto se caracteriza por un clima templado con precipitaciones medias anuales del orden de 604.8 mm.

La estimación de las crecidas, se basa en el estudio de las precipitaciones máximas de corta duración y gran intensidad, definidas en función de los datos de precipitaciones máximas diarias de las estaciones climatológicas de Tarija.

3.3.1.- CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

Podemos señalar algunas características:

- Altitud	1888,0 m.s.n.m.
- Precipitación Media	604,8 mm
- Tipo de clima	Templado a Cálido
- Periodo lluvioso	Diciembre a Marzo
- Periodo seco	Mayo a Septiembre
- Heladas	Mayo a Agosto
- Riadas	Diciembre a Febrero
- Días con lluvia	67 días

Aspectos climáticos

El clima de la región presenta un clima templado a cálido, donde la temperatura media mensual es de 17,7 °C, el mes mas caluroso es en Febrero con 26.73 °C y la mas baja se presenta en Julio con 23.84 °C, en forma general podemos indicar que el clima es correspondiente a la zona templada.

CUADRO 8
ESTACION METEOROLOGICA Y SU UBICACIÓN

ESTACION	LATITUD S	LONGITUD W	ALTURA m.s.n.m.	TIPO DE ESTACION	AÑOS REPORTADOS
Tarija	21° 32' 48"	64° 42' 39"	1.849	Sinóptica	1954 – 2009

Clima:

La ciudad de Tarija presenta varios tipos de climas, determinados por la orografía, altitud sobre el nivel del mar principalmente. En general, el verano se caracteriza principalmente por una temperatura y humedad relativa alta y masas de aire inestables, produciéndose precipitaciones aisladas de alta intensidad y corta duración. Por otro lado, el invierno se caracteriza por tener temperaturas y humedad relativa bajas y la ausencia de precipitaciones. El invierno también está asociado a la llegada de frentes fríos provenientes del sur y del sur oeste, llamados surazos, que traen consigo masas de aire frío, dando lugar a veces a precipitaciones de muy baja intensidad pero de larga duración, sin provocar escorrentía.

El clima en la ciudad de Tarija según los datos del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAHI – Tarija) se identifica el siguiente tipo climático:

- Clima Meso termal Semiárido: se ubica en los valles de la cordillera oriental, con una temperatura anual media de 17.7 °C y con una precipitación media anual de 604 mm.

Precipitaciones pluviales:

El inicio del periodo de lluvias comienza el mes de octubre y se prolonga hasta el mes de abril, y en este intervalo de tiempo la evapotranspiración real es mayor que la

3.3.2.-ÁREA DE LA CUENCA

La Quebrada San Pedro nace en el cerro Ojo de Agua Provincia Cercado del Departamento de Tarija, su desemboque es en el margen izquierdo del Rio Guadalquivir el área de estudio se encuentra entre los paralelos 21° 25´ y 21° 33´ de Latitud Sur, 64° 42´ y 64° 39´ de Longitud Oeste, limita al Norte con la Cuenca del Rio Sella, al Oeste con la sub cuenca de la Quebrada el Monte y al Sud con la Ciudad de Tarija y el Rio Guadalquivir.

La vegetación de la cuenca esta compuesta por zonas boscosas de mediana altura, zonas o terrenos de cultivo en poca dimensión y área de pastoreo en poca magnitud.

Los arboles existentes de mediana altura son los churquis y algarrobos, los cultivos que hay en la cuenca se trata del maíz, papa, forraje y otros en poca dimensión, ya que el efecto de crecimiento poblacional y la necesidad de vivienda, remplazaron las áreas de cultivo y pastoreo por terrenos de construcción de viviendas.

La Quebrada San Pedro y la Quebrada San Pedrito son causes que presentan características donde existen periodos de caudales elevados solamente en la época de lluvias en los meses de Diciembre a Marzo, el periodo de estiaje no existe flujo de agua, esta entre los meses Abril a Octubre, tratándose de quebradas secas.

Para la determinara el área de la cuenca se delimito siguiendo las líneas del divortium acuarum (parte aguas) en planos o cartas, para lo cual se utilizo las siguientes cartas I. G. M.:

SF – 20 – 5	Esc. 1: 250.000
6629 I	Esc. 1: 50.000
6629 II	Esc. 1: 50.000

Características Planialtimétricas

En los cuadros siguientes se presentas las áreas calculadas de las cuencas San Pedro y San Pedrito. Las características planialtimétricas determinadas son:

CUADRO 9
DATOS SAN PEDRITO

MAGNITUD GEODESICA	UNIDAD	MAGNITUD
Área de la Cuenca	km ²	3,53
Perímetro de la Cuenca	Km	11.7
Altitud Mínima	m.s.n.m	1888
Altitud Máxima	m.s.n.m	1982
Longitud del Rio Principal	Km	6.7
Pendiente Media de la Cuenca	%	1.824

CUADRO 10
DATOS SAN PEDRO

MAGNITUD GEODESICA	UNIDAD	MAGNITUD
Área de la Cuenca	Km ²	39.7
Perímetro de la Cuenca	Km	38.2
Altitud Mínima	m.s.n.m	1887
Altitud Máxima	m.s.n.m	2550
Longitud del Rio Principal	Km	17.2
Pendiente Media de la Cuenca	%	4.01

Determinación de Caudales Máximos

Las obras de sistematización que se desean emprender para la protección de viviendas, áreas verdes y lotes de construcción en las quebradas San Pedro Y San Pedrito, requieren para su correcto diseño, de un conocimiento de las características de la cuenca.

Es decir que es necesario contar con un estudio global que haga la evaluación de los parámetros climáticos, geomorfológicos e hidrológicos que determinan sus

características actuales. Muchos de estos parámetros resultan de su directa evaluación, tal como las características geomorfológicas, además otros parámetros.

Para la determinación de caudales máximos es necesario determinar y obtener parámetros muy importantes como, el tiempo de concentración, el área de la cuenca, la intensidad máxima, el coeficiente de escorrentía y otros.

La estimación de las crecidas, se basa en el estudio de las precipitaciones máximas de corta duración y gran intensidad, definidas en función de los datos de precipitaciones máximas diarias de las estaciones climatológicas del Aeropuerto Tarija, Sella Quebrada, San Pedro de Buena Vista y San Mateo.

Tiempo de Concentración

Es un dato importante en cualquier análisis hidrológico, pero la única forma de calcularlo es por medio de fórmulas empíricas, que se basan en las características de la cuenca para poder estimar su valor. Por esto planteamos cuatro métodos que se consideran ser las más exactas a las características de nuestras cuencas.

CUADRO 11

DATOS PARA (T_c)

Cuenca	Área de la Cuenca (Km ²)	Longitud del Río Principal (km)	Pend. Media del río (m / m)
Queb. San Pedrito	3.53	6.7	0.0182
Queb. San Pedro	39.7	17.2	0.0401

Fórmula de Hopkings

$$T_c = \frac{4 \bar{A} C 1.5 L}{253 J L}$$

Fórmula de U. S. C. T.

$$T_c = 0.30 \frac{L}{J}$$

Fórmula de Ventura – Higuera

$$T_c = 0.05 \frac{Ac}{J}$$

Fórmula de California

$$T_c = 0.66 \frac{L}{J}$$

Donde:

T_c = Tiempo de Concentración en (Hrs)

Ac = Área de la Cuenca en (Km²)

L = Longitud del Rio Principal en (km)

J = Pendiente media del Rio principal en (m / m)

CUADRO 12**RESULTADOS DE (T_c)**

Nº	Formula	San Pedrito (Hrs)	San Pedro (Hrs)
1	Formula de Hopkings	2.448	3.726
2	Formula de U.S.C.T.	2.726	4.803
3	Formula de Ventura – Higuera	0,696	1.573
4	Formula Californiana	2.810	3.444
Tiempo de Concentración Asumidos		2,77	3.59

Es importante mencionar que los valores adoptados del tiempo de concentración no es la media de todos los resultados, si no es el criterio del que adopta.

En este caso se adopto la media de los resultados más cercanos

Análisis de Precipitaciones

Para el análisis de precipitaciones se utilizo las estaciones que están en el entorno de las cuencas San Pedrito y San Pedro, en el cuadro 13 enumeramos los siguientes:

CUADRO 13

ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS EN LA CUENCA

Nº	Estación	Latitud Sur	Longitud W	Altura m.s.n.m.	Años de Observación
1	Aero puerto Tja	21° 32' 48''	64° 42' 39''	1.849	53
2	Sella Quebrada	21° 23' 11''	64° 40' 52''	2.145	21
3	San Mateo	21° 28'	64° 45'	1.900	8
4	San Pedro de B. V.	24° 26'	64° 30'	2.195	10

CUADRO 14

ESTACIONES POR CUENCA

CUENCA	ESTACION
	Aeropuerto Tarija
San Pedrito	Sella Quebrada
	San Mateo
San Pedro	Aeropuerto Tarija
	Sella Quebrada
	San Mateo
	San Pedro de B. V

Datos disponibles**PLANILLA 2****PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA (mm)**

Estación: AEROPUERTO
 Provincia: CERCADO
 Departamento: TARIJA

Lat. S.: 21° 32' 48''
 Long. W.: 64° 42' 39''
 Altura: 1,849 m.s.n.m.

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	MAXIMA
1955	15,0	56,0	37,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,1	21,0	16,3	56,0
1956	32,2	55,3	6,6	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	17,2	57,2	26,6	20,0	57,2
1957	54,2	35,2	40,2	4,5	0,0	0,0	0,0	3,1	4,0	30,0	7,3	32,0	54,2
1958	56,0	50,0	33,0	3,0	0,0	0,0	3,0	0,0	5,0	24,4	32,3	30,0	56,0
1959	24,6	51,0	13,0	23,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	34,5	26,0	60,1	60,1
1960	44,3	48,6	46,0	11,6	0,0	0,0	0,0	0,0	6,6	14,0	42,6	54,0	54,0
1961	36,0	46,4	70,0	50,0	2,0	0,0	0,0	0,0	1,8	35,6	7,6	27,5	70,0
1962	35,0	37,0	20,0	23,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	14,5	25,3	31,2	37,0
1963	51,0	31,2	40,8	35,0	2,6	4,0	0,0	0,0	0,0	6,6	14,5	48,0	51,0
1964	52,0	17,0	25,3	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	3,5	11,0	40,0	19,4	52,0
1965	37,0	26,0	15,0	22,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,4	4,0	23,4	37,0
1966	32,5	14,0	40,3	13,5	11,1	0,0	0,0	0,0	0,0	11,0	23,2	106,0	106,0
1967	20,0	36,7	22,0	18,5	0,0	0,0	0,0	0,1	13,0	12,6	18,6	56,0	56,0
1968	49,0	55,0	25,0	14,0	9,0	0,0	0,0	34,0	4,0	7,0	32,3	11,0	55,0
1969	34,0	57,0	8,6	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,0	17,0	52,0	50,0	57,0
1970	37,0	30,0	83,3	43,0	1,4	0,0	0,0	0,0	23,0	20,0	3,0	67,5	83,3
1971	45,0	55,1	25,0	11,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	17,0	38,0	28,2	55,1
1972	26,0	29,0	26,6	11,6	6,0	22,0	0,0	1,0	2,4	10,2	18,0	45,0	45,0
1974	48,5	42,6	19,0	19,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,1	11,0	42,3	48,5
1975	58,9	37,0	14,4	13,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,3	6,5	38,6	88,3	88,3
1976	40,6	19,4	40,6	0,0	1,0	0,0	0,0	2,7	3,5	1,0	28,0	26,2	40,6
1977	36,0	19,0	27,0	1,4	6,5	0,0	0,0	2,0	5,0	59,0	27,6	17,1	59,0
1978	51,0	31,0	13,0	35,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	17,6	26,0	49,0	51,0
1979	34,6	23,0	27,8	9,7	0,0	5,0	20,0	0,0	0,0	16,7	31,4	28,5	34,6
1980	21,6	31,8	29,0	7,0	6,0	0,0	0,0	3,0	0,0	10,0	16,6	39,7	39,7
1981	35,4	24,0	26,9	13,3	0,2	0,0	2,0	7,0	1,9	20,0	64,4	38,8	64,4
1982	36,0	13,5	18,4	23,5	2,4	0,0	0,0	0,0	0,2	16,3	8,7	41,0	41,0
1983	12,0	24,3	2,0	3,4	2,0	0,0	0,7	0,8	7,0	11,0	34,0	23,0	34,0
1984	19,2	41,2	38,8	1,0	0,0	0,0	0,0	19,6	0,6	15,0	20,0	59,0	59,0
1985	84,7	32,2	14,2	30,4	0,0	0,0	1,3	7,8	4,1	5,0	20,6	37,8	84,7
1986	19,8	40,5	25,0	17,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,8	13,0	37,5	42,0	42,0
1987	97,8	69,8	21,2	12,8	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	19,2	23,6	19,0	97,8
1988	37,2	13,6	29,6	40,1	0,3	0,6	1,0	0,0	1,0	11,0	4,4	29,8	40,1
1989	45,2	15,8	31,0	16,8	0,0	1,0	0,2	0,0	1,0	17,0	74,0	28,4	74,0

1990	27,2	44,0	13,2	3,2	0,0	0,0	0,0	1,0	2,0	8,2	43,8	35,0	44,0
1991	47,0	30,2	34,6	18,5	0,0	0,0	0,0	1,2	1,8	45,2	40,0	17,2	47,0
1992	68,1	23,5	34,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,5	18,8	25,0	17,5	68,1
1993	22,2	26,0	31,0	21,2	0,0	0,0	1,3	2,2	0,0	23,0	27,5	50,1	50,1
1994	38,2	26,5	13,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,4	12,9	26,2	29,0	38,2
1995	35,6	10,2	20,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	8,4	26,2	24,6	45,0	45,0
1996	44,0	35,6	52,0	0,8	8,2	1,0	0,0	4,4	8,2	3,0	37,0	38,4	52,0
1998	39,0	17,7	48,0	6,9	1,4	0,3	0,0	0,4	0,4	15,4	26,9	13,9	48,0
1999	23,8	74,7	52,0	4,5	2,4	1,4	0,0	0,0	20,0	28,0	5,0	31,0	74,7
2000	78,0	34,2	23,3	5,4	0,1	0,0	0,0	0,7	0,0	3,0	14,6	25,2	78,0
2001	22,2	37,0	15,3	5,6	0,0	0,1	0,0	1,2	5,4	47,6	14,4	82,0	82,0
2002	15,4	25,0	29,5	6,5	0,4	0,0	0,0	0,3	0,0	20,2	60,0	35,7	60,0
2003	23,8	7,8	21,8	0,3	1,6	0,0	0,0	0,0	1,5	8,6	21,6	48,8	48,8
2004	17,4	21,8	26,3	9,4	0,7	0,0	0,0	5,2	5,2	52,4	43,0	34,7	52,4
2005	35,0	41,5	54,2	4,6	0,0	0,0	0,2	0,2	2,2	1,2	28,4	26,2	54,2
2006	49,5	24,2	23,4	7,6	1,2	0,0	0,0	0,0	1,3	16,2	17,8	19,4	49,5
2007	48,3	16,2	28,9	4,3	0,0	0,0	0,0	0,0	12,4	34,2	28,6	25,2	48,3
2008	20,3	18,3	32,3	18,1	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	30,8	33,0	49,5	49,5
2009	20,2	16,8	20,7	11,8	0,2	0,0	0,0	0,5	11,9	1,6	22,6	43,2	43,2
EXTR.	97,8	74,7	83,3	50,0	25,6	22,0	20,0	34,0	23,0	59,0	125,0	106,0	125,0

PLANILLA 3

PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA (mm)

Estación: SELLA QDAS.

Provincia: MENDEZ

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	MAXIMA
1987	60,3	24,0	23,8	17,1	3,3	1,2	0,0	1,0	1,0	11,3	50,1	19,5	60,3
1988	20,3	27,1	40,7	12,0	1,9	1,0	0,3	0,8	3,3	11,1	16,5	65,8	65,8
1989	17,9	36,0	30,0	8,2	0,0	2,6	0,8	0,0	38,1	16,2	6,0	29,1	38,1
1990	35,0	45,0	11,6	10,5	2,7	0,3	0,0	1,4	1,6	10,1	88,5	35,0	88,5
1991	35,0	43,3	80,0	40,0	1,4	0,0	1,1	1,6	7,5	15,0	4,4	32,4	80,0
1992	40,0	23,3	16,9	0,9	0,0	0,0	3,0	0,0	3,4	4,6	36,0	31,0	40,0
1993	33,4	13,7	40,0	6,0	2,0	2,1	1,5	4,0	3,3	25,0	25,2	63,0	63,0
1994	25,1	57,0	16,5	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,0	18,0	18,4	80,5	80,5
1995	52,1	27,7	36,5	6,9	2,5	0,0	0,0	1,6	17,0	8,5	14,5	43,2	52,1
1996	49,5	52,0	27,1	9,1	17,2	0,0	0,0	9,5	10,1	4,1	25,5	23,5	52,0
1999	14,3	40,6	62,5	13,5	2,3	2,3	2,1	1,0	12,4	14,5	5,0	24,6	62,5
2000	72,4	41,9	40,6	8,5	0,0	0,0	0,0	2,4	0,0	2,2	5,4	23,7	72,4
2001	42,3	26,2	18,1	6,3	4,6	0,0	0,0	2,2	13,5	5,0	11,8	49,5	49,5
2002	34,6	55,6	26,0	11,5	2,5	2,2	0,0	0,0	4,5	32,0	24,5	13,9	55,6
2003	16,1	14,1	31,6	6,5	2,6	0,0	0,0	0,0	10,1	7,8	17,5	63,4	63,4
2004	30,0	25,0	29,1	1,3	5,5	2,4	2,7	1,7	20,0	6,5	19,1	26,2	30,0

2005	29,3	76,5	11,5	3,3	0,0	0,0	1,7	0,0	3,0	8,0	26,0	43,1	76,5
2006	20,5	39,0	36,0	18,3	5,0	0,0	0,0	0,5	6,0	15,5	22,5	24,0	39,0
2007	78,0	13,0	40,0	9,0	3,5	0,0	0,0	4,0	5,1	30,0	40,5	18,0	78,0
2008	26,5	12,7	13,2	9,5	0,0	0,0	0,0	3,0	4,0	13,1	12,0	80,4	80,4
2009	15,5	13,5	18,5	12,3	2,0	0,0	0,0	2,0	1,0	6,0	70,6	30,0	70,6
EXTR.	78,0	76,5	80,0	40,0	17,2	2,6	3,0	9,5	38,1	32,0	88,5	80,5	88,5

Departamento: TARIJA

PLANILLA 4

PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA (mm)

Estación: SAN MATEO
Provincia: CERCADO
Departamento: TARIJA

Lat. S.: 21° 28'
Long. W.: 64° 45'
Altura: 1,900 m.s.n.m.

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	MAXIMA
1978	20,2	40,0	14,1	19,5	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	18,6	20,0	40,7	40,7
1979	38,6	35,8	23,0	4,6	5,2	12,3	25,3	7,3	6,8	25,3	24,3	38,1	38,6
1980	23,0	24,0	38,0	6,0	18,0	2,6	0,0	3,6	2,4	18,3	7,1	22,0	38,0
1981	47,0	44,2	42,0	42,1	0,3	0,6	0,9	8,6	6,2	18,6	20,0	21,0	47,0
1982	22,4	17,0	35,0	21,0	6,2	0,0	0,0	0,0	6,3	22,1	16,3	58,3	58,3
1983	38,1	22,3	7,5	16,4	0,0	0,0	2,6	2,6	6,5	12,0	34,0	40,3	40,3
1984	38,7	36,4	65,3	5,1	0,0	0,0	0,0	46,5	6,5	18,3	38,0	40,7	65,3
1985	38,0	30,1	28,1	26,5	0,0	0,0	0,0	4,1	0,0	7,6	24,3	45,3	45,3
EXTR.	33,3	31,2	31,6	17,7	3,7	1,9	3,6	9,1	4,7	17,6	23,0	38,3	38,3

PLANILLA 5

PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA (mm)

Estación: SAN PEDRO B.V.
Provincia: CERCADO
Departamento: TARIJA

Lat. S.: 21° 26'
Long. W.: 64° 40'
Altura: 2,195 m.s.n.m.

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	MAXIMA
1979										0,4	22,0	34,5	
1980	40,0	25,0	24,0	3,6	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	11,0	7,3	35,2	40,0
1981	37,1	71,4	25,3	15,2	0,2	0,1	2,0	17,2	2,6	7,2	21,0	23,5	71,4

1982	21,0	6,9	23,4	12,3	3,1	0,0	0,0	0,4	9,3	6,9	16,7	50,1	50,1
1983	22,8	19,0	2,0	11,0	0,0	0,0							
1984		17,2	60,0	2,5	0,0	0,0	0,0	20,0	0,9	22,8	20,3	34,0	
1985	26,5	32,7	4,8	20,0	0,0	0,0	0,0	4,7	1,3	8,3	20,0	37,9	37,9
1986	38,9	47,9		15,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	6,3	44,3	40,8	
1987	43,0	20,4	40,0	14,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	1,7	26,7	15,1	43,0
1988	40,6		53,1	33,4	0,2	0,0	0,0	0,0	0,4	5,4	19,5	35,3	
1989	22,3	21,6	25,3	10,2	0,0	0,0	0,0	0,0	14,3	5,8	5,4	6,8	25,3
1990	30,8	25,6	14,6	0,0	0,2	0,1	0,0	0,3	0,3	0,3	34,4	23,2	34,4
1991	32,4	17,3	40,3	15,6	7,9	0,0	0,2	0,6	3,1	19,3	26,4	20,3	40,3
1992	38,9	24,3	8,8	4,6	0,6	0,0	0,4	0,4	4,6	5,2	45,0	15,3	45,0
1993	34,6	37,3	30,4	33,6									
2000	88,5	18,0	34,5	14,5	0,0	0,0	0,0	2,5	0,5	3,5	9,0	25,5	88,5
2001	30,0	26,0	23,0	3,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0				
2002													
EXTR.	88,5	71,4	60,0	33,6	7,9	0,1	2,0	20,0	14,3	22,8	45,0	50,1	88,5

Precipitaciones Máximas

Se considera las estaciones pluviométricas localizadas en la cuenca y áreas próximas:

Aeropuerto Tarija, Sella Quebrada, San Mateo y San Pedro de Buena Vista.

Se extracto el valor de las máximas precipitaciones diarias del año hidrológico, datos con los cuales se tiene una serie para cada estación que se presenta en el cuadro 15

CUADRO 15

PRECIPITACIONES MÁXIMAS DIARIAS

Año	Aeropuerto Tja	Sella Quebradas	San Mateo	San Pedro de Buena Vista
Hidrológico				
1955	56,0			
1956	57,2			
1957	54,2			
1958	56,0			
1959	60,1			
1960	54,0			
1961	70,0			
1962	37,0			
1963	51,0			
1964	52,0			

1965	37,0			
1966	106,0			
1967	56,0			
1968	55,0			
1969	57,0			
1970	83,3			
1971	55,1			
1972	45,0			
1974	48,5			
1975	88,3			
1976	40,6			
1977	59,0			
1978	51,0		40,7	
1979	34,6		38,6	
1980	39,7		38,0	40,0
1981	64,4		47,0	71,4
1982	41,0		58,3	50,1
1983	34,0		40,3	
1984	59,0		65,3	
1985	84,7		45,3	37,9
1986	42,0			
1987	97,8	60,3		43,0
1988	40,1	65,8		
1989	74,0	38,1		25,3
1990	44,0	88,5		34,4
1991	47,0	80,0		40,3
1992	68,1	40,0		45,0
1993	50,1	63,0		
1994	38,2	80,5		
1995	45,0	52,1		
1996	52,0	52,0		
1998	48,0			
1999	74,7	62,5		
2000	78,0	72,4		88,5
2001	82,0	49,5		
2002	60,0	55,6		
2003	48,8	63,4		
2004	52,4	30,0		
2005	54,2	76,5		
2006	49,5	39,0		
2007	48,3	78,0		
2008	49,5	80,4		
2009	43,2	70,6		

Las lluvias máximas registradas en una estación se distribuyen de acuerdo a una ley cuyo mejor ajuste se obtiene a la ley de Gumbell Modificada.

En este sentido, se han calculado los parámetros respectivos para cada serie que se muestran en el cuadro 16.

CUADRO 16
PARAMETROS DE LA DISTRIBUCION

Nº	Estación	Nº Datos	Media (X) (mm)	Desv. Típica (Sx) (mm)	Moda (Ed) (mm)	Característica (Kd)
1	Aeropuerto Tja.	53	56.106	16.056	48.881	0.590
2	Sella Qdas.	21	61.819	16.399	54.439	0.541
3	San Mateo	8	46.688	10.006	42.185	0.426
4	San Pedro de B. V.	10	47.590	18.709	39.078	0.860

$$X = \frac{\sum p_i}{n}$$

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum (p_i - X)^2}{n - 1}}$$

$$E_d = X - 0.455 S_x$$

$$K_d = \frac{S_x}{0.577 E_d}$$

Donde:

X = Valor medio Aritmético

Pi = Valores observados

n = Numero de años de registro

Sx = Desviación Típica

Ed = Moda

Kd = Característica

Cálculo de la Moda ponderada (Edp)

$$Edp = \frac{Ed \cdot n}{n}$$

Cálculo de la Característica Ponderada (Kdp)

$$Kdp = \frac{Kd \cdot n}{n}$$

CUADRO 17

Edp Y Kdp PONDERADOS

Cuenca	Estación	Ed	Kd	n	Edp	Kdp
San Pedrito	Aeropuerto Tja.	48.800	0.591	53		
	Sella Qdas.	54.357	0.542	21	49.578	0.562
	San Mateo	42.135	0.426	8		
San Pedro	Aeropuerto Tja.	48.800	0.591	53		
	Sella Qdas.	54.357	0.542	21	48.432	0.594
	San Mateo	42.135	0.426	8		
	San Pedro B. V.	39.078	0.860	10		

Determinación de la Altura de Lluvia Máxima Diaria

Aplicando la expresión modificada de Gumbell se tiene:

$$h = E_{dp} (1 + K_{dp} \log T)$$

Donde:

h_{dT} = Lluvia máxima diaria para un periodo de retorno T, en (mm)

E_{dp} = Moda ponderada, en (mm)

K_{dp} = Característica ponderada de la distribución

T = Periodo de retorno, en (años)

Se calculan las precipitaciones máximas diarias para diferentes periodos de retorno ver

Cuadro 18

CUADRO 18

LLUVIAS MÁXIMAS DIARIAS (en mm.)

Cuenca	Periodos de Retorno T en Años				
	10	20	50	100	200
San Pedrito	77,443	85,831	96,920	105,308	113,696
San Pedro	77,221	85,888	97,344	106,011	114,677

Determinación de la Altura de Lluvia Máxima Horaria

$$h = E_{dp} \frac{t}{T} (1 + K_{dp} \log T)$$

Donde:

h_{fT} = Lluvia máxima horaria para un periodo de retorno T, en (mm)

E_{dp} = Moda ponderada en (mm)

t = Duración de lluvia horaria

α = Equivalente de lluvia horaria (2 y 12)

β = Exponente que varia entre (0.2 y 0.3)

K_{dp} = Característica ponderada

T = Periodo de retorno en (Años)

CUADRO 19

ALTURAS DE LLUVIAS MÁXIMAS HORARIAS

	San Pedrito	San Pedro
Periodo de Retorno T (años)	Altura de lluvia máxima horaria (mm)	Altura de lluvia máxima horaria (mm)
10	82,645	60,646
20	91,596	67,452
50	103,430	76,449
100	112,381	83,256
200	121,333	90,062

En los anteriores resultados el coeficiente de equivalencia horaria, tiene una variación, el mismo toma valores en función al tamaño del área de la cuenca, adoptando un alfa ($\alpha = 2$) para la zona de San Pedrito y un alfa ($\alpha = 12$) para la zona de San Pedro.

Determinación de lluvias máximas para el tiempo de concentración

$$I = \frac{h}{T}$$

Donde:

I_{\max} = Intensidad de la lluvia en (mm/hrs)

h_{fT} = Lluvia máxima horaria para un periodo de retorno T, en (mm)

T_c = Tiempo de concentración en (hrs)

CUADRO 20

LLUVIAS MÁXIMAS PARA EL TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

	San Pedrito	San Pedro
Periodo de Retorno T (años)	Intensidad máxima (mm/Hrs)	Intensidad máxima (mm/Hrs)
10	29,855	16,916
20	33,089	18,815
50	37,363	21,324
100	40,597	23,223
200	43,831	25,121

Determinación del coeficiente de escorrentía (C)

El papel fundamental que desempeña la vegetación, principalmente los bosques, sobre la escorrentía,

El coeficiente de escorrentía C es la variable menos precisa del método racional, una selección apropiada del coeficiente de escorrentía requiere del conocimiento y la experiencia.

Para la selección del coeficiente de escorrentía se escogió un coeficiente razonable de acuerdo a tipo de suelo que predomina, vegetación y pendiente de la cuenca.

Se determina un solo coeficiente de escorrentía para la cuenca San Pedro, ya que la cuenca de la quebrada San Pedrito pertenece a la cuenca San Pedro que tienen las mismas características.

Para la selección del coeficiente de escorrentía C se muestra en el siguiente cuadro.

TABLA 1
COEFICIENTE DE ESCORRENTIA SUPERFICIAL
SEGÚN TEXTURA DEL SUELO (%)

Uso del suelo	Pendiente %	Arenoso Limoso	Limoso	Arcilloso
		Limoso Arcilloso	Limoso Arcilloso	
Bosques	0 - 5	0,10	0,30	0,40
	5 - 10	0,25	0,35	0,50
	10 - 30	0,30	0,40	0,60
	> 30	0,32	0,42	0,63
Pastizal	0 - 5	0,35	0,45	
	5 - 10	0,30	0,40	0,55
	10 - 30	0,35	0,45	0,65
	> 30	0,37	0,47	0,68
Cultivo Agrícola	0 - 5	0,30	0,50	0,60
	5 - 10	0,40	0,66	0,70
	10 - 30	0,50	0,70	0,80
	> 30	0,53	0,74	0,84

Fuente: Elaborado por Preret

Según Molochanov (1966) Bosov y Agapora, la influencia de la superficie ocupada por bosques en una cuenca se relaciona con el coeficiente de escorrentía superficial de la forma siguiente:

TABLA 2
COEFICIENTE (C) EN (%)

% Superficie Boscosa	0	10	20	30	50	60
% Escorrentía Superficial	65 - 75	25 - 45	18 - 25	14 - 20	10 -15	8

Según la pendiente media de la cuenca que se encuentra entre 0 – 5 % y tratándose de la zona de cultivos agrícolas de poca magnitud, y además teniendo una superficie arcillosa, se toma un coeficiente de escorrentía $C = 0.60$, según la tabla 1, de la misma forma relacionamos con la tabla 2, porque se asume 0 % de bosque en nuestra cuenca, según el cuadro mencionado el coeficiente para bosques es $C = 0.65 - 0.75$, el coeficiente de escorrentía adoptado es $C = 0.65$.

Para el cálculo del caudal máximo se utilizo ecuaciones empíricas como la Formula Racional, considerando las precipitaciones máximas calculadas anteriormente

Formula Racional

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot Ac}{3.6}$$

Donde:

Q_{\max} = Caudal de escurrimiento máximo en ($m^3/\text{seg.}$)

C = Coeficiente de escorrentía 0.65

I_{\max} = Intensidad máxima en (mm/hra)

Ac = Área de la cuenca en (km^2)

CUADRO 21
CAUDALES MÁXIMOS PARA UN TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (tc)
Y PERIODO DE RETORNO (T)

	San Pedrito	San Pedro
Periodo de Retorno T (años)	Caudal Máximo (m³/s)	Caudal Máximo (m³/s)
10	19,028	121,256
20	21,089	134,865
50	23,814	152,854
100	25,875	166,462
200	27,936	180,070

Para el estudio del siguiente proyecto adoptamos para un periodo de retorno de 50 años, con el fin de darle más seguridad a la obra, los siguientes caudales máximos para el diseño son:

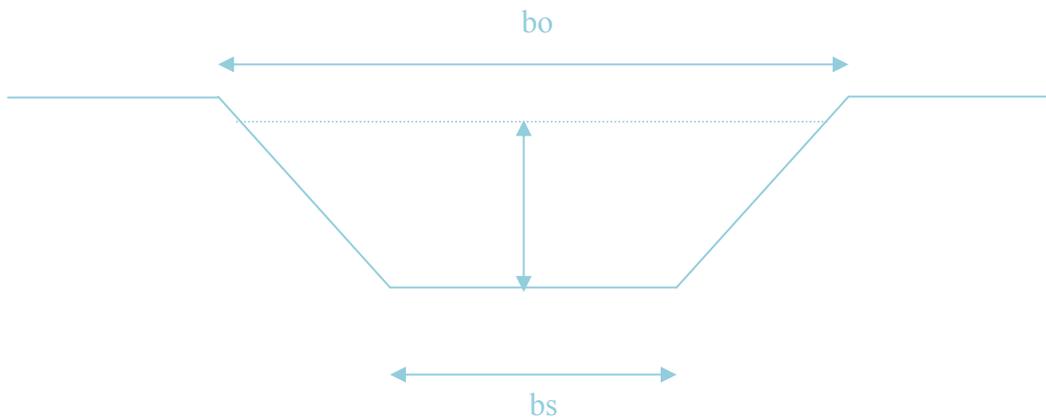
Quebrada San Pedrito = 23.814 m³/seg. (Modulos III y II)

Quebrada San Pedro = 152.854 m³/seg. (Modulo I)

3.4.- DISEÑO HIDRAÚLICO

Cálculo del Tirante Máximo

Toda obra construida en el lecho del rio tiene como consecuencia una subida del nivel de agua, y toda profundización o ensanchamiento del mismo un descenso de este, considerando el gran ancho del perfil de un rio en comparación a la profundidad, puede considerarse que el perímetro mojado U, es igual al ancho de la superficie b₀, por tanto para calcular las consecuencias y los efectos de las modificaciones del lecho del rio, no es imprescindible que la sección tenga necesariamente forma trapecial.



Donde:

b_0 = Ancho de la sección de la quebrada en (m)

t = Tirante en (m)

b_s = Ancho en el fondo en (m)

A = Area primitiva con ancho en la sección b_0

En el perfil normal se determinara cálculos basados en la pendiente, características del lecho y el caudal del rio, el perfil debe ser en primer lugar, lo suficientemente amplio para garantizar el escurrimiento de las aguas, el transporte de acarreo y evitara la erosión del fondo del cauce. Además de estos cálculos teóricos, debe consultarse a la naturaleza y orientarse por consiguiente en los tramos que han alcanzado ya un buen equilibrio.

De la formula de Manning Strickler:

$$V = K_s R^{1/3} S^{1/2}$$

$$A = t b$$

Donde:

V = velocidad media (m/seg.)

R = Radio Hidráulico (m)

S = Pendiente (m/m)

Ks = Coeficiente de rugosidad que depende del lecho natural del río

TABLA 3
VALORES PARA Ks

DESCRIPCION	Ks
Lechos naturales de río con fondo sólido sin irregularidades	40
Lechos naturales de río con acarreo regular	33 - 35
Lechos naturales de río con vegetación	30 - 35
Lechos naturales de río con derrubio e irregularidades	30
Lechos naturales de río con fuerte transporte de acarreo	28
Torrentes con derrubios gruesos (piedra del tamaño de una cabeza) con acarreo inmóvil	25 - 28
Torrentes con derrubio grueso, acarreo móvil	19 - 22

Fuente: BRETSCHNEIDER, curso sobre regulación de ríos

En los ríos naturales los valores de Ks no son constantes, si no que dependen del caudal instantáneo, muchas veces el fuerte movimiento de la materia solida con la crecida causa una nivelación de las irregularidades del fondo, por lo cual se disminuyen las pérdidas de corriente, es decir, sube el valor de Ks.

Sin embargo, generalmente se evalúa la formula de Manning Strickler bajo las condiciones Ks = constante.

U = Perímetro mojado, aproximadamente igual a b_o

R = Radio hidráulico, aproximadamente igual a t

$$R = \frac{A}{U} = \frac{(t \cdot b_o)}{b_o} = t$$

Para el cálculo del tirante utilizamos la siguiente fórmula:

$$Q = V \cdot A$$

$$Q = K_s \cdot t^{3/2} \cdot S^{1/2} \cdot t \cdot b_o$$

$$Q = K_s \cdot b_o \cdot t^{3/2} \cdot S^{1/2}$$

$$t = \left(\frac{Q}{K_s \cdot b_o \cdot S^{1/2}} \right)^{2/3}$$

Donde:

K_s = Coeficiente de rugosidad (33) y (25)

b_o = Ancho promedio del río (m)

S = Pendiente del río (m/m)

Q = Caudal en (m³/seg.)

t = Tirante máximo (m)

CUADRO 22
DETERMINACIÓN DEL TIRANTE MÁXIMO (t)

Zona	Caudal m³/seg	S (m/m)	bo (m)	Ks	t (m)
Modulo III	21.089	0.0094	8.00	33.00	0.96
Modulo II	21.089	0.0094	7.50	33.00	0.99
Modulo I	134.865	0.0096	28.00	25.00	1.62

3.5.- PROFUNDIDAD DE SOCAVACIÓN

Para establecer la socavación general, es aplicable a este caso el método propuesto por LISCHTVAN y LEBEDIEV, orientado a cauces naturales definidos, para lo cual es preciso tener en cuenta los siguientes conceptos:

Es necesario evaluar la erosión máxima esperada en una sección, al pasar un gasto de diseño o de interés singular Q, al cual se atribuye una cierta recurrencia o tiempo de retorno.

En esta teoría, el valor de la velocidad considerada erosiva, que es la velocidad media capaz de degradar el fondo, se expresa por:

$$V_e = 0.60 * \delta_s^{1.18} * B * t_s^x$$

Donde:

V_e = Velocidad erosiva en (m/seg.)

δ_s = Densidad del suelo seco que se encuentra a la profundidad H_s en (Ton/m³)

B = Coeficiente que depende de la frecuencia con que se repite la avenida que se estudia y cuyo valor se transcribe en la tabla 4.

t_s = Tirante que corresponde a la profundidad a la que se desea evaluar V_e

x = Exponente característico para material no cohesivo transcrito en la tabla 5.

El mismo cuadro incluye valores de $1/(1+x)$, aplicable a las determinaciones, como extensión de estos criterios a los casos en que se alcanzan estados de equilibrio en función del diámetro D característico en granos en (mm).

TABLA 4
COEFICIENTE B PARA SOCAVACIÓN

Probabilidad anual de que se presente el Gasto de diseño	Coeficiente B
100	0.77
50	0.82
20	0.86
10	0.90
5	0.94
2	0.97
1	1.00
0.3	1.03
0.2	1.05
0.1	1.07

Fuente: Apuntes de hidráulica Fluvial. Picandet Kreimer

Para B las unidades son adimensionales.

TABLA 5
TABLA DE VALORES X- I/(X+I)

SUELOS COHESIVOS			SUELOS NO COHESIVOS		
Peso especif. T/m ³	X	I/(X+I)	D mm.	X	I/(X+I)
0.80	0.52	0.66	0.05	0.43	0.70
0.83	0.51	0.66	0.15	0.42	0.70
0.86	0.50	0.67	0.50	0.41	0.71
0.88	0.49	0.67	1.00	0.40	0.71
0.90	0.48	0.67	1.50	0.39	0.72
0.93	0.47	0.68	2.50	0.38	0.72
0.96	0.46	0.68	4.00	0.37	0.73
0.98	0.45	0.69	6.00	0.36	0.74
1.00	0.44	0.69	8.00	0.35	0.74
1.04	0.43	0.70	10.00	0.34	0.75
1.08	0.42	0.70	15.00	0.33	0.75
1.12	0.41	0.71	20.00	0.32	0.76
1.16	0.40	0.71	25.00	0.31	0.76
1.20	0.39	0.72	40.00	0.30	0.77
1.24	0.38	0.72	60.00	0.29	0.78
1.28	0.37	0.73	90.00	0.28	0.78
1.34	0.36	0.74	140.00	0.27	0.79
1.40	0.35	0.74	190.00	0.26	0.79
1.46	0.34	0.75	250.00	0.25	0.80
1.52	0.33	0.75	310.00	0.24	0.81
1.58	0.32	0.76	370.00	0.23	0.81
1.64	0.31	0.76	450.00	0.22	0.83
1.71	0.30	0.77	570.00	0.21	0.83
1.80	0.29	0.78	750.00	0.20	0.83
1.89	0.28	0.78	1,000.00	0.19	0.84
2.00	0.27	0.79			

Fuente: Apuntes de hidráulica Fluvial. Picandet Kreimer

En la aplicación que puede referirse a las consecuencias derivadas de acciones artificiales, tales como estrechamientos de cauce, lineamientos correctivos, presencia de singularidades con alteraciones locales, se opera con suelos no cohesivos y rugosidad

uniforme, a partir de la expresión precedente y considerando un ancho contraído b_0 y tirante líquido inicial t .

$$Q = K_s * S^{1/2} * t^{5/3} * b_0$$

$$Q = a * t^{5/3} * b_0$$

$$a = Q / (t^{5/3} * b_0)$$

La velocidad real V_r con profundidad incrementada hasta t_s disminuirá de modo que:

$$Q = V_r * t_s * b_0 = a * t_s^{5/3} * b_0$$

Obteniéndose de esta manera:

$$V_r = (a * t_s^{5/3}) / t_s$$

La erosión se detendrá cuando a una profundidad alcanzada se cumpla la condición de equilibrio:

$$V_e = V_r$$

Lo cual se verifica según la expresión:

$$0.6 * \delta_s^{1.18} * B * t_s^x = \frac{a * t_s^{5/3}}{t_s}$$

De donde tenemos que:

$$ts^{(x+1)} = \frac{a * t^{5/3}}{0.6 * \delta_s^{1.18} * B}$$

Resultando de esta manera:

$$ts = \left[\frac{a * t^{(5/3)}}{(0.6 * \delta_s^{1.18} * B)} \right]^{(1/x+1)}$$

Luego la altura de socavación será:

$$hs = ts - t$$

Tomando los valores siguientes:

San Pedro (Módulos I)

$\delta_s = 1.80 \text{ t/m}^3$ (grava de canto rodado), densidad del suelo

$B = 0.86$ coeficiente de repetición de frecuencia de avenida

$1/(1+x) = 0.83$ Exponente para material no cohesivo en función del diámetro característico (de curva granulométrica) ver anexos

San Pedrito (Módulos II y III)

$\delta_s = 1.60 \text{ t/m}^3$ (arenas y limos), densidad del suelo

$B = 0.86$ coeficiente de repetición de frecuencia de avenida

$1/(1+x) = 0.71$ Exponente para material no cohesivo en función del diámetro característico

CUADRO 23
DETERMINACIÓN DE LA ALTURA DE SOCAVACIÓN

Quebrada	Q	t	b0	a	ts	hs
	(m³/seg)	(m)	(m)		(m)	(m)
Modulo III	23.814	0.96	8.00	3.20	2.35	1.39
Modulo II	23.814	0.99	7.50	3.23	2.45	1.46
Modulo I	152.854	1.62	28.00	2.44	3.97	2.35

3.6.- DISEÑO ESTRUCTURAL

Para construir una obra de protección con gaviones, se debe considerar previamente los siguientes aspectos:

- La Deformabilidad
- Capacidad soporte del suelo
- Estabilidad
- Construcción de la base antisocavante

Deformabilidad

Si consideramos que cada bloque actúa como un elemento aislado, la Deformabilidad queda garantizada en el gavión de acuerdo a datos experimentales, para soportar hasta 5 ton/m³.

Es decir que un cubo de 1.00 m. x 1.00 m. x 1.00 m. podrá soportar hasta 5 toneladas de peso sobre él. Esto equivale a 0.5 kg/m² sobre la base del gavión, considerando que el peso específico de la obra es:

$$\delta_p = 2.6 \text{ ton/m}^3$$

$$\delta_g = \delta_p * (1-n)$$

Donde:

δ_g = peso específico del gavión

δ_p = peso específico de la roca de relleno

n = porcentaje de huecos, generalmente se adopta el valor para $n = 0.30$

$$\delta_g = 2.6 (1 - 0.30) = 1.82 \text{ ton/m}^3$$

Tendríamos que la altura admisible sería:

$$5/1.82 = 2.75 \text{ m. de altura}$$

Capacidad soporte del suelo

Para determinar la capacidad de soporte del suelo, se tomará valores experimentales tabulados para cada tipo de terreno, se recurrirá a valores que entrega la ordenanza general de construcción para cimientos continuos de acuerdo a la siguiente tabla.

TABLA 6
PRESIÓN ADMISIBLE DEL SUELO

NATURALEZA DEL TERRENO	PRESION ADMISIBLE Kg/cm2
Roca dura primitiva	20 – 25
Roca blanda	8 – 10
Tosca o arenisca arcillosa	5 – 8
Grava conglomerada dura	5 – 7
Grava suelta o poco conglomerada	3 - 4

Arena de grano grueso	1.5 – 2
Arcilla compacta o con arena seca	1 – 1.5
Arena de grano fino	0.5 – 1
Arcilla húmeda	0.5
Fango o arcilla empapada	0

La presión admisible que adoptamos es por el tipo de suelo que se tiene grava suelta poco conglomerada de 3 a 4 kg/cm²

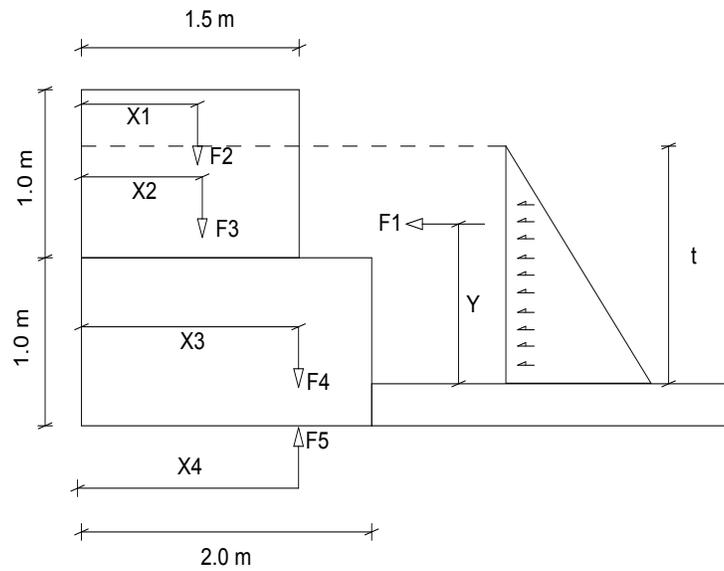
Estabilidad de los gaviones

Se verificaron, para cada uno de los gradones:

- Estabilidad al vuelco
- Estabilidad al deslizamiento
- Estabilidad global (falla por deslizamiento del talud)
- Tensiones en el terreno

Las solicitaciones son:

- Peso propio
- Carga de agua (presión hidrodinámica)
- Empuje de tierras (evaluada mediante la teoría de Rankine)



Empuje lateral del agua

$$F_1 = \frac{1}{2} * \delta_w * t^2$$

$$y = \frac{1}{3} * t$$

Donde :

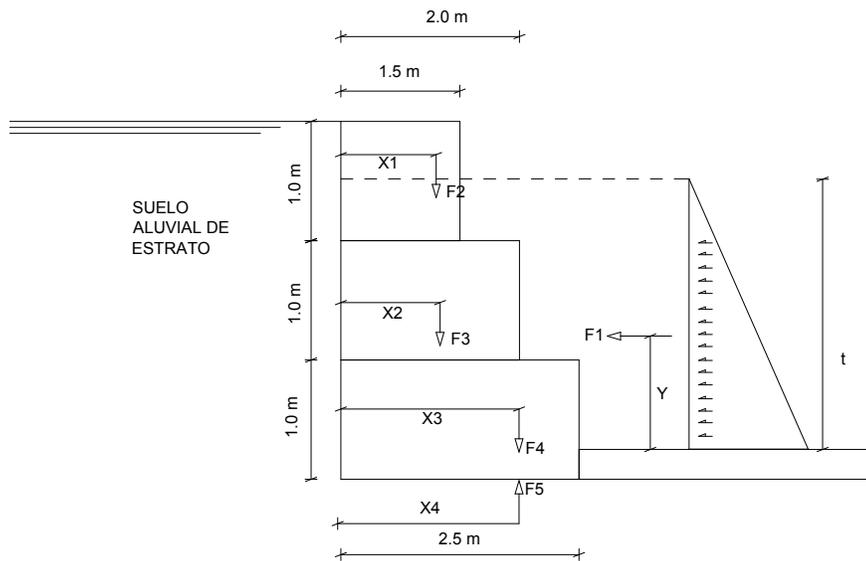
F_1 = Fuerza lateral del agua kg/m

δ_w = 1000 kg/m³, peso específico del agua

t = Nivel del tirante máximo (m)

y = distancia a la que actúa (m)

En el caso del Modulo I actúa otra carga horizontal mas del suelo del talud donde se apoya la estructura, para ello se analiza para una presión activa mas desfavorable, para ello se verifico el tipo de suelo por reconocimiento, que se trata de un suelo aluvial de estrato, con un peso especifico de 1.8 ton/m³, y un Angulo de fricción interna de 30° valores tomadas de tabla ver figura.



Peso del gavión fuera del tirante máximo

$$F2 = \delta g * A1$$

Donde;

F2 = Peso del gavión fuera del tirante (kg/m)

δg = Peso específico del gavión (kg/m³)

A1 = Área donde no llega el tirante máximo

Empuje activo del suelo

$$\sigma_1 = 0$$

$$\sigma_2 = \gamma \quad H \quad \text{Tang} \quad 45 \quad \frac{1}{2}$$

$$E_a = - \quad (\sigma_1 + \sigma_2)$$

Donde:

σ_1 y σ_2 = presiones aplicadas al inicio y base de muro (Rankine) (kg/m²)

E_a = Fuerza de empuje activa (kg/m)

H = Altura del muro

= Angulo de fricción interna (30°)

γ_s = Peso específico del suelo (kg/m³)

Área del gavión saturado

$$F_3 = \delta_{gs} * A_2$$

Donde ;

δ_{gs} = Peso específico del gavión saturado

A_2 = Área del gavión ocupado por agua.

Peso específico del gavión saturado

Si los vacíos son ocupados por agua y U es la humedad ($U =$ fracción del volumen de los poros ocupados por agua), el específico es:

$$\delta_{gs} = \delta_p (1 - n) + n * U * \delta_w$$

Para el peso específico del gavión que está saturado $U = 1$, luego tenemos:

$$\delta_{gs} = \delta_p (1 - n) + n * \delta_w$$

$\delta_{gs} = 2120 \text{ kg/m}^3$, (peso específico del gavión saturado)

n es el porcentaje de vacíos (30%)

Peso del agua sobre el gavión

$$F_4 = \delta_w \frac{B(t + D)}{2} \frac{e}{1 + e}$$

Donde:

B = Ancho de la base de fundación (m)

t = Tirante de agua (m)

D_f = Profundidad de fundación (m)

— = n

Peso de la supresión del agua

$$F_5 = \frac{\delta_w B(t + D)}{2}$$

Estabilidad del muro al volteo

Estabilidad al vuelco

Según la expresión:

$$\left(FS_{\text{vuelco}} = \frac{M_{\text{resistente}}}{M_{\text{volcante}}} \right) > 1,5$$

$$\sum MA = \text{Peso del muro} * X$$

$$MA = F_3 * x_2 + F_2 * x_1 - F_1 * y$$

$$\sum M_v = F_1 * t/3$$

$$FS = \sum M_r / \sum M_v \geq 1.5$$

Donde:

FS_v = factor de seguridad al vuelco

M_r = Momento de fuerza estabilizante (kg-m)

M_v = Momento de fuerza volcante (kg-m)

Las obras con gaviones son esencialmente estructuras que se sustentan por su propio peso y todas las otras fuerzas que actúan sobre ella se deben al empuje del agua o el suelo.

Basándose en este concepto estudiaremos la resistencia al deslizamiento del muro en torno al punto A de la base. El procedimiento de cálculo de estas fuerzas y su estabilidad es el siguiente:

Estabilidad al deslizamiento

Según la expresión:

$$\left(FS_{\text{deslizamiento}} = \frac{\sum F_v \cdot \tan \phi}{\sum F_h} \right) > 1,5$$

$$\text{Tan } \theta = 0.70, \text{ para } \theta = 35^\circ$$

Donde:

FS_d = Factor de seguridad al deslizamiento

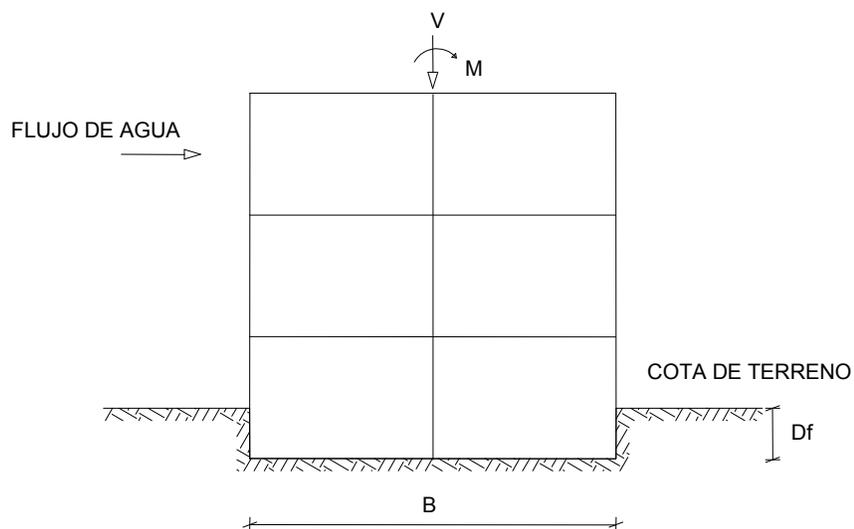
F_v = Suma de fuerzas verticales (kg)

F_h = Suma de fuerzas horizontales (kg)

Tensiones en el terreno

Para calcular de una manera sencilla los valores de sollicitación de la obra en el suelo, es necesario considerar lo siguiente: las diversas fuerzas que actúan sobre la estructura producen una sollicitación en el terreno de fundación. Para asegurar la estabilidad de la estructura, esta sollicitación debe ser menor que la admisible del suelo (q de trabajo).

Las fuerzas citadas podemos representarlas por una fuerza vertical V y un momento M , ver figura.



Donde:

V = Suma de las fuerzas verticales

B = Ancho de la base de fundación

M = Momento volcante con respecto al centro de la base

Para la estabilidad de la estructura a construir, debemos verificar dos condiciones

1.- Que no se produzcan tracciones en el suelo.

Para ello definimos la excentricidad por:

$$e = \frac{M}{V}$$

No se producirá tracciones si $e \leq B/6$, es decir, la resultante cae dentro del tercio central de la base de la fundación.

2.- Que no sobrepase la carga admisible del terreno.

Los valores de sollicitación de la estructura quedan dados por la relación.

$$\sigma = \frac{V}{A} \left(1 + \frac{6e}{B} \right) \qquad \sigma = \frac{V}{A} \left(1 - \frac{6e}{B} \right)$$

Donde:

A = Área de la fundación

Se utiliza (+) para σ_1 aguas debajo de la obra y (-) para σ_2

CUADRO 24
ELEMENTOS CARACTERISTICOS DE DISEÑO

	ZONA DE DISEÑO		
	MODULO I	MODULO II	MODULO III
1° Elevacion	2.5x1x1	2x1x1	2x1x1
2° Elevacion	2x1x1	1.5x1x1	1.5x1x1
3° Elevacion	1.5x1x1		
q (kg/cm ²)	4.0	3.0	3.0
Q (m ³ /s)	152.854	23.814	23.814
j _r	0,0096	0.0094	0.0094
t (m)	1,62	0.99	0.96
σ ₁ (kg/m ²)	0		
σ ₂ (kg/m ²)	1800		
Ea (kg/m)	2700		
F1 (kg/m)	1312.2	490.1	460.8
Y (m)	0.54	0.33	0.32
F2 (kg/m)	2857.4	2766.4	2875.6
X1 (m)	0.59	0.75	0.76
F3 (kg/m)	8331.6	4197.6	4070.4
X2 (m)	0.94	1.0	1.0
F4 (kg/m)	795	447	438
X3 (m)	1.66	1.33	1.33
F5 (kg/m)	2650	1490	1460
X4 (m)	1.66	1.33	1.33
Mr (kg/m)	10753.9	6866.9	6838.9
Mv (kg/m)	2407.6	2143.4	2861.9
FS _v	4.5	3.2	2.4
FS _d	4.7	8.4	8.9
e	0.89	0.79	0.67
B/6	0.41	0.33	0.33
σ _A (kg/m ²)	1.36	1.07	0.96
σ _B (kg/m ²)	-0.73	-0.44	-0.32

Dimensionamiento de la colchoneta

Aquellas obras de gaviones que están expuestas a la socavación por acción del agua deben llevar una base antisocavante para asegurar su estabilidad.

Una base antisocavante flexible de gaviones, estará diseñada para asentarse sin fracturarse y adherirse al suelo cuando se produzca la erosión.

Para evitar que la base antisocavante se levante del suelo o se vuelque, esta debe tener un mínimo de 23 cm de espesor.

Para que la protección de la base antisocavante sea efectiva, este debe ser 1.5 a 2.5 veces el límite exterior de la socavación que se produce por efecto del agua en una gran avenida.

Las recomendaciones de diseño de gaviones indican un valor de 1,50 – 2.0 veces la profundidad de socavación, lo que para el proyecto proporciona un valor de:

$$L = 2.0 * 1.39 = 2.78 \text{ m. (Modulo III)}$$

$$L = 2.0 * 1.46 = 2.92 \text{ m. (Modulo II)}$$

$$L = 2.0 * 2.35 = 4.70 \text{ m. (Modulo I)}$$

Se adopta $L = 3.00$ m para los casos de Modulo III y Modulo II (Qda. San Pedrito), y $L = 5.00$ para el caso de Modulo I (Qda. San Pedro).

Calculo de velocidad V

$$V = K_s R^{1/3} J^{1/3}$$

Donde:

V = Velocidad media (m/seg.)

R = Radio hidráulico (m)

J = pendiente

K_s = coeficiente de rugosidad que depende del lecho natural del río

$V = 1.71$ m/seg (Modulo III)

$V = 1.74$ m/seg. (Modulo II)

$V = 1.94$ m/seg. (Modulo I)

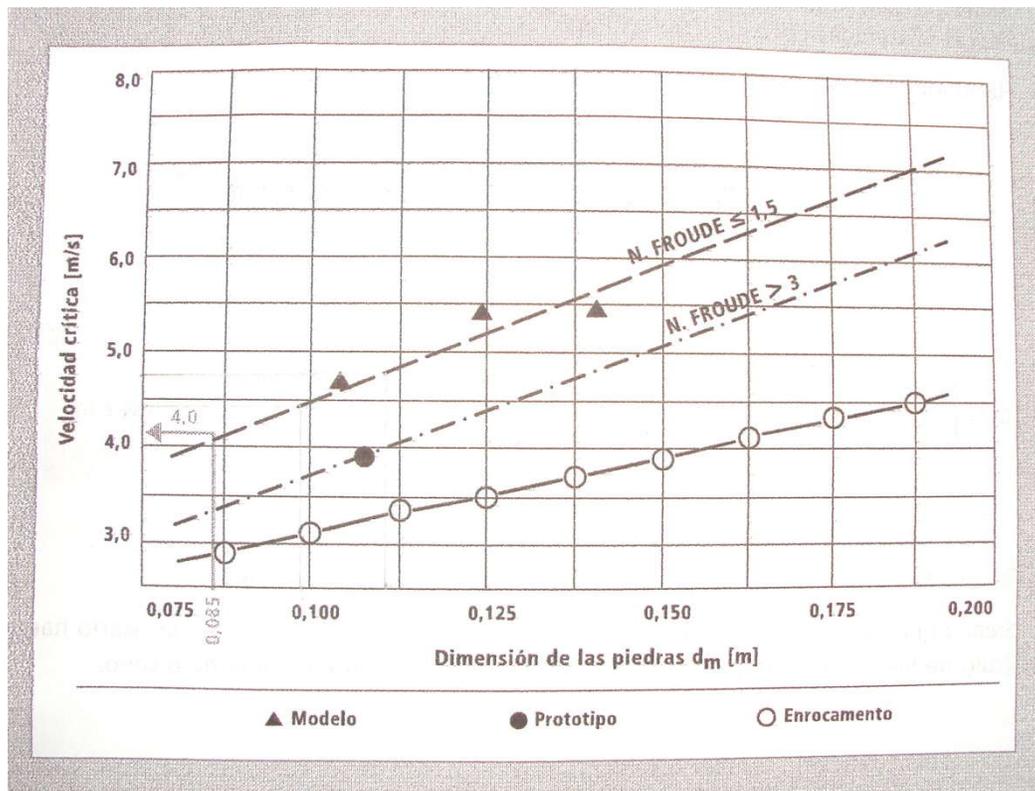
Para la selección del espesor de la colchoneta se asumió en función del diámetro medio del relleno a utilizar y según recomendaciones del manual de protección de márgenes (MACCAFERRI).

El tamaño del material de relleno que se adoptó es de 70 a 100 mm de diámetro y 85 mm el diámetro medio, ya que el tamaño de estas dimensiones es muy común y se encuentra con facilidad, hasta en la Quebrada san Pedro en cantidades menores.

Con el valor del diámetro medio D_m 0.085 m y el número de Froude, se obtiene la velocidad crítica del Abaco siguiente.

ÁBACO 1

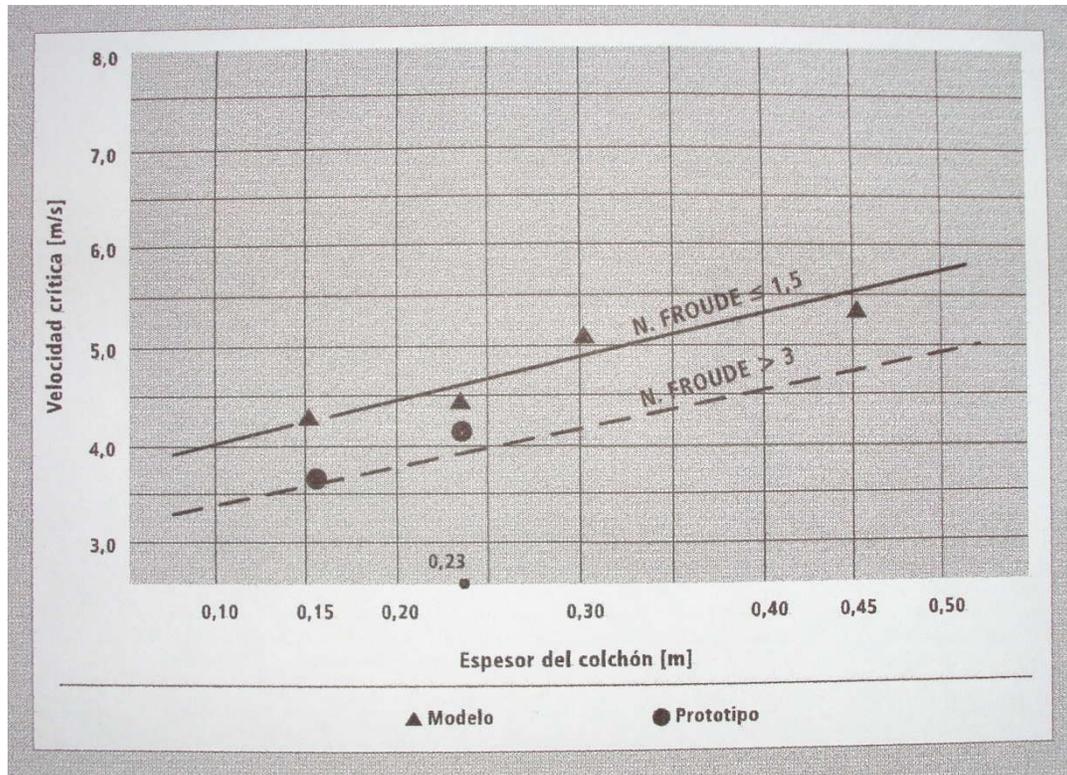
VELOCIDAD CRÍTICA (m/seg)



Con el valor de la velocidad crítica y el número de Froude adoptamos el espesor de la colchoneta del siguiente ábaco

ÁBACO 2

ESPESOR DEL COLCHON (m)



Según el ábaco el espesor es aproximadamente 0,17 m, pero el manual recomienda que el espesor mínimo para las colchonetas es de 0,23 m, se adopta el mínimo espesor y verificar todas las condiciones.

$e = 0,23$ m Módulos III y II (San Pedrito)

$e = 0,23$ m Modulo I (San Pedro)

Comprobamos si los espesores que se asumieron cumplen con las condiciones siguientes.

Comparación de la velocidad real respecto de la velocidad crítica de arrastre: V , V_c , respectivamente

Valoración y comparación de las tensiones cortantes sobre el fondo que provoca el escurrimiento, tensión cortante y tensión cortante crítico: T_b , T_{bc} , respectivamente.

Valoración y comparación de las tensiones cortantes sobre los márgenes que provoca el escurrimiento, tensión cortante y tensión cortante crítico: T_s , T_{sc} , respectivamente.

Verificación de deformaciones en la colchoneta (si corresponde)

Verificación de la velocidad del flujo debajo de la colchoneta respecto de la velocidad de resistencia de las partículas, V_b , V_e , respectivamente.

Comparación de V y V_c

La velocidad real se obtuvo mediante la ecuación de Manning, y la velocidad crítica (V_c), con el ábaco 1, previamente calculado el número de Froude y selección de d_{50} , (diámetro del material de relleno).

CUADRO 25
COMPARACIÓN DE V y V_c

Carácter	V (m/seg)	Nº Froude	V_c (m/seg.)	Comparación
Modulo III	1,71	0,87	4,2	$V < V_c$
Modulo II	1,74	0,88	4,2	$V < V_c$
Modulo I	1,94	0,73	4,2	$V < V_c$

Si $V < V_c$ no existe movimiento ni levantamiento de las piedras por el flujo hidráulico, por lo tanto el colchón es estable, si $V > V_c$, entonces se debe aumentar el espesor del colchón. Caso contrario, no hay levantamiento de las piedras por el flujo hidráulico.

Comparación de T_b y T_{bc}

Las tensiones se calcularon utilizando las siguientes formulas:

$$T_b = \gamma \quad R \quad J$$

$$T_{bc} = C \quad \gamma \quad \gamma \quad D$$

Donde:

T_b = Esfuerzo cortante en el fondo (kgf/m^2)

T_{bc} = Esfuerzo cortante critico en el fondo (kgf/m^2)

γ_s = Peso especifico del material de relleno (2600 kg/m^3)

γ_w = Peso especifico del agua (1000 kg/m^3)

R_H = Radio hidráulico (m)

J = pendiente del cause (m/m)

C_s = Coeficiente de Shield para el inicio del movimiento (0.10 para colchonetas)

D_m = Diámetro medio del material de relleno (0.085 m)

CUADRO 26
COMPARACIÓN DE T_b Y T_{bc}

Carácter	T_b (kgf/m^2)	T_{bc} (kgf/m^2)	Comparación
Modulo III	3,67	13,6	$T_b < T_{bc}$
Modulo II	3,76	13,6	$T_b < T_{bc}$
Modulo I	6,82	13,6	$T_b < T_{bc}$

Si $T_b < T_{bc}$ el colchón es estable, no produciendo el movimiento de las piedras en los colchones reno.

Comparación de T_s y T_{sc}

Estas tensiones se calculan con las expresiones

$$T_s = 0.75 \gamma R J$$

$$T_{sc} = T_{bc} \frac{1 + \frac{\text{Sen } \theta}{\text{Sen } \Phi}}{\text{Sen } \Phi}$$

Donde:

T_s = Esfuerzo cortante en la margen (kgf/m^2)

T_{sc} = Esfuerzo cortante critico en la margen (kgf/m^2)

θ = Angulo de inclinación de la orilla (38° y 35° promedio)

Φ = Angulo de reposo del material (41° recomendación del manual)

CUADRO 27
COMPARACIÓN DE T_s y T_{sc}

Carácter	T_s (kgf/m^2)	T_{sc} (kgf/m^2)	Comparación
Modulo III	2,75	4,69	$T_s < T_{sc}$
Modulo II	2,82	4,69	$T_s < T_{sc}$
Modulo I	5,11	6,60	$T_s < T_{sc}$

Si $T_s < T_{sc}$ el revestimiento es estable en la margen.

Siendo que, $T_b < T_{bc}$ y $T_s < T_{sc}$, ambas condiciones son satisfechas, no es necesario hacer el calculo de las deformaciones para caudales de crecidas superiores a la de diseño.

Comparación de V_b y V_e

Se determinan con las siguientes expresiones:

$$V_b = \frac{1}{2} \left(\frac{D_m}{n_f} \right)^{1/3}$$

$$V_e = 16.1 \left(\frac{D_{50}}{n_f} \right)^{1/3}$$

Donde:

V_b = Velocidad debajo del Colchón Reno (m/seg)

V_e = Velocidad de resistencia de las partículas de fondo (m/seg)

n_f = Coeficiente de rugosidad del fondo donde asienta el Colchón

D_m = Diámetro medio del material de relleno (0.085 m)

D_{50} = Diámetro correspondiente al material de fondo (m) 0.645 mm y 9.836 mm

CUADRO 28
COMPARACIÓN DE V_b y V_e

Carácter	V_b (m/seg)	V_e (m/seg)	Comparación
Modulo III	0,38	0,41	$V_b < V_e$
Modulo II	0,38	0,41	$V_b < V_e$
Modulo I	0,29	1,59	$V_b < V_e$

Si $V_b < V_e$, entonces no se verifica erosión

Si $V_b > V_e$, entonces se verifica erosión.

Para subsanar este aspecto existen dos alternativas:

- Modificar el tamaño de las piedras de relleno de la colchoneta
- Disponer un filtro geotextil

IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1.- CONCLUSIONES

Para el siguiente proyecto a diseño final, el proceso de calculo se lo realizo utilizando formulas, ábacos, tablas y otros, y bajo recomendaciones en base a experiencias en proyectos ejecutados que ya están en funcionamiento, y de otros proyectos que culminaron su vida útil sin tener ningún tipo de problemas.

En la hidrología para generar los caudales máximos se utilizo las formulas de Gumbell Modificado, para ello se trabajo con lluvias máximas diarias, para posteriormente calcular el tiempo de concentración con cuatro formulas muy conocidas y aplicadas en nuestro medio, y consecutivamente se calculo el caudal máximo con el método racional.

Para el diseño de muros de gavión se utilizo las formulas de estabilización de muros método Rankine que se aplican con mayor frecuencia en nuestra región y en también en nuestro país que tienen confiabilidad en los resultados.

Para el dimensionamiento de colchonetas se aplico, y se ha tenido como guía los textos publicados por Maccaferri.

Las estructuras formadas con gaviones son una solución confiable y efectiva, para la estabilización y protección de taludes, como así también para protección de márgenes de ríos, quebradas, y recuperación de tierras, debido a su versatilidad, flexibilidad, permeabilidad, durabilidad y economía.

En la actualidad las estructuras formadas con gaviones son una de las técnicas mas recomendadas para estabilización, protección, encausamiento de ríos, etc., debido a su fácil y rápido manejo, construcción y adaptación al medio ambiente.

El precio de los gaviones es variable, pero más barato en comparación a otras estructuras, al igual que la piedra para rellenar la canasta, ya que depende de la ubicación del proyecto.

4.2.- RECOMENDACIONES PRÁCTICAS

Los gaviones deben ser armados en obra.

Para el armado, colocado, llenado y cierre de gaviones se utilizan dos personas, que cumplan las siguientes funciones.

- 1.- Armado colocado y cierre de gaviones
- 2.- llenado de gaviones

El uso de guantes de cuero es importante, para evitar que los trabajadores se maltraten las manos con el alambre. También es recomendable el uso de alicates y pata de cabra o palancas, para permitir una mejor unión de las aristas de los gaviones.

Es importante la utilización de piedra entre 70 a 1000 mm para la construcción de la base antisocavante.

Al utilizar material pétreo, con cantos vivos cortantes, es necesario que estos no queden en contacto con la malla de alambre, para evitar daños o roturas.

Es fundamental que exista asesoramiento técnico, para efectuar obras con gaviones.

