

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**PLANTEAMIENTO PARA EL DISEÑO DE REPRESA Y CANAL
HIDRÁULICO EN EL SECTOR PAY BALL DEL DISTRITO DE
HUASO, PROVINCIA DE JULCAN, REGIÓN DE LA LIBERTAD**

TESIS

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

AUTORES

Bach. ADEMIR CHECALLA MAMANI
Bach. YONY ROLANDO CRUZ CHAMBILLA

ASESOR

ING. GUIDO ROBERT MARIN CUBAS

TRUJILLO – PERU

2021

HOJA DE FIRMAS

PRESIDENTE

SECRETARIO

VOCAL

DEDICATORIA

Dedicado a nuestras familias, por su apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTOS

Agradecimiento a la Universidad Privada de Trujillo, a la Facultad de Ingeniería, a la carrera profesional de Ingeniería Civil, a sus docentes, al Ing. Guido Robert Marín Cubas por su asesoramiento y apoyo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN.....	9
ABSTRAC.....	10
I. INTRODUCCION.....	11
1.1. Realidad problemática.....	11
1.2. Formulación del problema.....	11
1.3. Justificación.....	11
1.4. Objetivos.....	12
1.4.1. Objetivo General.....	12
1.4.2. Objetivos Específicos.....	12
1.5. Antecedentes.....	13
1.6. Bases Teóricas.....	15
1.6.1. Estudio hidrológico.....	15
1.6.2. Demanda hídrica.....	26
1.6.3. Balance hídrico.....	28
1.6.4. Regulación de descargas.....	28
1.6.5. Infraestructura de almacenamiento.....	32
1.6.5. Canal de conducción de agua.....	37
1.7. Definición de términos básicos.....	45
1.8. Formulación de la hipótesis.....	46
1.9. Propuesta de aplicación profesional.....	46
II. MATERIALES Y METODOLOGIA.....	47
2.1. Material.....	47

2.2. Material de estudio	47
2.2.1. Población	47
2.2.2. Muestra.....	48
2.3. Técnicas, procedimientos e instrumentos.....	48
2.3.1. Para recolectar datos.....	48
2.3.2. Para procesar datos.....	48
2.3. Operacionalización de variables.....	49
III. RESULTADOS	50
3.1. Aspectos Generales	50
3.2. Estudio Hidrológico	51
3.2.1. Ubicación del área de estudio	51
3.2.2. Información Hidrométrica.....	53
3.2.3. Hidrografía del área de estudio	53
3.2.4. Características físicas y climáticas.....	54
3.2.5. Disponibilidad hídrica	59
3.3. Generación de caudales por método Lutz Scholz.....	64
3.3.1. Precipitación media de la cuenca.....	64
3.3.2. Temperatura media de la cuenca.....	66
3.3.3. Evapotranspiración potencial	66
3.3.4. Coeficiente de escurrimiento.....	68
3.3.8. Generación de caudales mensuales para un año promedio.....	68
3.4. Demanda de agua.....	70
3.4.1. Cedula de cultivo y calendario de siembra	70

3.4.2. Kc de cultivos.....	72
3.4.3. Demanda hídrica.....	73
3.5. Balance hídrico.....	74
3.6. Regulación de descargas	75
3.6.1. Determinación del volumen útil	75
3.6.2. Determinación del volumen muerto.....	77
3.6.2. Determinación del volumen total de almacenamiento	77
3.6.3. Altura de presa	77
3.7. Planteamiento de represa	78
Zonificación de los materiales y dimensionamiento	80
3.8. Mejoramiento de canal principal	83
3.8.1. Caudal de diseño	83
IV. DISCUSIÓN	85
V. CONCLUSIONES.....	86
VI. RECOMENDACIONES.....	87
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	88
VIII. ANEXOS	90

INDICE DE TABLAS

Cuadro N° 01. Radios mínimos en canales abiertos	41
Cuadro N° 02. Valores de rugosidad “n” de Manning	43
Cuadro N° 03. Taludes adecuados para distintos tipos de terreno.....	43
Cuadro N° 04. Operacionalización de variables	49
Cuadro N° 05. Clasificación de forma según el valor de Kc.	55
Cuadro N° 06. Clasificación de la cuenca de acuerdo al factor de forma	56
Cuadro N° 07. Cálculo de la elevación media por el método de las franjas de área....	57
Cuadro N° 08. Clasificación de la cuenca de acuerdo a su pendiente media	58
Cuadro N° 09. Estaciones meteorológicas	59
Cuadro N° 10. Precipitación mensual (mm) de la estación Julcan	60
Cuadro N° 11. Precipitación mensual (mm) de la estación Huacamarcanga.....	61
Cuadro N° 12. Precipitación mensual (mm) de la estación Quiruvilca	62
Cuadro N° 13. Promedio de precipitación mensual (mm).....	65
Cuadro N° 14. Temperatura media en la zona de estudio.....	66
Cuadro N° 15. Evapotranspiración potencial corregida	67
Cuadro N° 16. Cálculos de coeficiente de escorrentía	68
Cuadro N° 17. Caudales generados para un año promedio	69
Cuadro N° 18. Cultivos en el área de riego	70
Cuadro N° 19. Cedula de cultivo en el área de influencia.....	71
Cuadro N° 20. Kc de cultivos	72
Cuadro N° 21. Demanda de agua de los cultivos	73
Cuadro N° 22. Balance hídrico.....	74
Cuadro N° 23. Determinación de la capacidad de embalse	76
Cuadro N° 24. Relación área – volumen del embalse	77
Cuadro N° 25. Ancho de la corona.....	78
Cuadro N° 26. Bordo Libre.....	78
Cuadro N° 27. Taludes recomendados	82

INDICE DE GRAFICOS

<i>Figura N° 01.</i> Zonas de un embalse.....	35
<i>Figura N° 02.</i> Elementos constructivos de un embalse	36
<i>Figura N° 03.</i> Sección típica de canal hidráulico	39
<i>Figura N° 04.</i> Ubicación del área de estudio	52
<i>Figura N° 05.</i> Forma de la microcuenca.....	55
<i>Figura N° 06.</i> Hidrograma de precipitación de la estación Julcan.....	63
<i>Figura N° 07.</i> Hidrograma de precipitación de la estación Huacamarcanga.....	63
<i>Figura N° 08.</i> Hidrograma de precipitación de la estación Quiruvilca	64
<i>Figura N° 09.</i> Balance de demanda y oferta hídrica.....	75
<i>Figura N° 10.</i> Sección Transversal Presa de Tierra	80
<i>Figura N° 11.</i> Diseño de canal de conducción de agua.....	84

RESUMEN

El trabajo de investigación presentado tiene como objetivo de establecer información que es necesaria para el diseño de presa para el almacenamiento de agua en el sector de Pay Ball del distrito de Huaso, Provincia Julcan de la Región de la Libertad, con el presente documento se tienen las bases teóricas e información para la implementación de presa de almacenamiento de agua y canal de conducción de agua. El sector de Pay Ball es una localidad que tiene como actividad principal la agricultura en donde se tienen cultivos de papa, alfalfa, maíz, haba, cebada, avena forrajera y avena grano y otros y también la ganadería, por lo tanto, tiene la urgencia de contar con una fuente de agua de forma que puedan incrementar la productividad, para poder desarrollarse económicamente y socialmente, el problema es que no se cuenta con una represa para el almacenamiento de agua y también requieren el reacondicionamiento del canal principal, entonces se propone el diseño de la represa y plantear el mejoramiento del canal principal, siendo muy importante estas estructuras para el adecuado funcionamiento del almacenamiento del agua y su respectiva conducción, se ha identificado el sitio en la cual se construirá la represa, y también se tiene canales en tierra por donde se conducen el agua de manera ineficiente. El presente trabajo de investigación aborda los temas de estudio hidrológico, cedula de cultivo y demanda de agua para cultivos durante un año promedio, diseño de represa, diseño de canal principal de conducción del agua.

Palabras clave:

Bases teóricas, represa, canal, riego.

ABSTRACT

The objective of the research work presented is to establish information that is necessary for the design of a dam for water storage in the Pay Ball sector of the Huaso district, Julcan Province of the Libertad Region, with this document we have the theoretical bases and information for the implementation of a water storage dam and water conduction channel. The Pay Ball sector is a town whose main activity is agriculture where there are crops of potatoes, alfalfa, corn, broad beans, barley, forage oats and grain oats and others and also livestock, therefore, it has the urgency of having a water source in such a way that they can increase productivity, in order to develop economically and socially, the problem is that there is no dam for water storage and they also require the reconditioning of the main canal, so the design of the dam and propose the improvement of the main channel, these structures being very important for the proper functioning of water storage and its respective conduction, the site where the dam will be built has been identified, and there are also channels on land where water is conducted inefficiently. This research work addresses the topics of hydrological study, cultivation certificate and water demand for crops during an average year, dam design, design of the main water conduction channel.

Keywords:

Theoretical bases, dam, canal, irrigation.

I. INTRODUCCION

1.1. Realidad problemática

El sector de Riego de Pay Ball del distrito de Huaso, provincia de Julcan, tiene necesidades urgentes como de contar con agua en los meses de mayo, junio, julio, agosto, setiembre, octubre y noviembre de todos los años, en la actualidad la escasez de agua para el riego influye en los bajos niveles productivos en sus actividades agropecuarias, principalmente de los cultivos de papa, maíz, haba, cebada, avena forrajera, alfalfa y otros, lo que repercute en el bajo nivel de calidad de vida en el sector de estudio.

1.2. Formulación del problema

El problema es la limitación en el volumen de agua que se dispone para regar en el distrito de Huaso, debido a la insuficiente disponibilidad de agua y su escasa capacidad de almacenamiento, por tener una inadecuada infraestructura de almacenamiento y de conducción de agua.

1.3. Justificación

La situación negativa en área de estudio es la limitada cantidad de agua que se dispone para regar en el sector Pay Ball, en el distrito de Huaso, la población de la zona se dedica a la actividad agropecuaria, en las que se tienen cultivos de papa amarilla, papa blanca, alfalfa, maíz amiláceo, habas y otros, y también se tienen crianzas de vacunos, ovinos, cuyes y otros, que requieren pastos, también

hay una deficiente gestión del servicio del agua, y técnicas inadecuadas de riego usados.

El afianzamiento del riego en la agricultura es un aspecto prioritario cuyo desarrollo sostenible se ve limitado por la escasez de agua y de tierras regables. Sin embargo, existe la posibilidad de incrementar en forma importante la producción agrícola si se utilizan el agua y la infraestructura disponibles, mediante una mejor operación de los sistemas de conducción, modernización de la infraestructura, un mejor mantenimiento y prácticas agrícolas más adecuadas y manejo adecuado de los recursos hídricos disponibles.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Evaluar según el estudio hidrológico, oferta y demanda de agua, el diseño de infraestructuras de almacenamiento, y canales para la conducción de agua, para regar en el sector Pay Ball.

1.4.2. Objetivos Específicos

- a. Estudio Hidrológico – oferta hídrica
- b. Determinación de demanda de agua
- c. Diseño de infraestructura para el represamiento de agua
- d. Diseño de infraestructura para la conducción de agua

1.5. Antecedentes

- El área definida para el presente proyecto es significativamente favorable para los usuarios, pues presenta un potencial agrícola adecuado para promover la agricultura intensiva y diversificada bajo riego, también se producen pastos.
- Se cuenta con una inadecuada vía de acceso a la Pay Ball, lo cual debe considerarse en el proyecto, se han verificado cercanas fuentes de abastecimiento de materias primas, mano de obra no calificada y calificada con conocimiento en las técnicas de construcción y profesionales en ingeniería calificados para dirigir la construcción, monitoreo y la supervisión de obras.
- Existencia de lineamientos de política del Gobierno para el desarrollo agrario y la implementación de infraestructura de riego, asistencia técnica y apertura de mercados para la comercialización de sus productos en el mercado local.
- Existencia del interés y compromiso de los beneficiarios de participar activamente con aporte comunal para la ejecución de las diferentes obras y su mantenimiento y/o conservación, a través del Comité de Regantes reconocido por la Administración de Aguas del distrito de riego Moche, Virú y Chao.
- Existencia de las condiciones que son muy favorables tanto de clima y topografía del terreno y áreas aptas cultivos y para la aplicación de tecnología apropiada para el manejo eficiente de la relación agua – suelo - planta, con fines de mejorar la producción y la productividad.

En la implementación y ejecución del proyecto, se pueden presentar las siguientes limitaciones:

- El sector de riego Pay Ball, presenta un déficit Hídrico en los meses de mayo, junio, julio, agosto setiembre, octubre y noviembre de cada año, se dificulta los trabajos que requieren de agua como los cultivos y ganados.
- La población se mantiene en un nivel muy por debajo del estándar de vida apropiado, bajo nivel socioeconómico, la limitación del agua perjudica el desarrollo de las actividades agropecuarias.
- Presencia de fenómenos naturales durante la ejecución de obras (precipitaciones pluviales excesivas, sequía) y otros.
- Factores externos en la política sectorial y acceso a mercados, elevación de los costos de insumos y materiales.
- La construcción de las presas no afecta a ninguna unidad productora en sus sectores, por el contrario, beneficia a los usuarios de agua.

(Buguña, 2019) Actualmente la planificación de los recursos hídricos se efectúa considerando los diferentes usos del agua, para lo cual es necesario conocer la oferta de agua. Dicha oferta se puede determinar por varios métodos hidrológicos.

(Gamarra, 2018) En nuestra región (Piura), uno de los problemas hidrológicos que se presenta es la escasez de datos necesarios para generar proyectos de diseño o planificación de cuidado de cauce, prevención, abastecimiento de agua para diferentes usos.

(Sullcahuaman, 2018) Existe baja producción agrícola en los distritos antes mencionados producto de la escasez de agua en épocas de estiaje y a la no utilización de áreas con potencial agrícola debido a la falta del recurso hídrico ¿Qué solución podría resolver la baja producción agrícola a causa de la escasez de agua? Una solución posible sería la cosecha de agua de lluvia en pequeños reservorios distribuidos a lo largo y ancho de la cuenca, seguido de un mejoramiento de la infraestructura hidráulica que lleva agua a los predios.

(Alayo, 2017) Existe baja producción agrícola en los distritos antes mencionados producto de la escasez de agua en épocas de estiaje y a la no utilización de áreas con potencial agrícola debido a la falta del recurso hídrico ¿Qué solución podría resolver la baja producción agrícola a causa de la escasez de agua?, una solución posible sería la cosecha de agua de lluvia en una represa, seguido de un mejoramiento de la infraestructura hidráulica que lleva agua a los predios.

1.6. Bases Teóricas

1.6.1. Estudio hidrológico

La información básica que se utilizó para el análisis hidrológico proviene de registros de estaciones meteorológicas del SENAMHI y Cartas Nacionales del Instituto Nacional Geográfico Nacional (IGN).

1.6.1.1. Área de la Microcuenca

El área de la microcuenca o área de drenaje es el área plana (proyección horizontal) que tiene que estar comprendida dentro del límite o divisoria

de aguas en las partes más altas. El área de la Microcuenca es el elemento básico para el cálculo de las otras características físicas y se expresa en km^2 . Cabe resaltar que las microcuencas hidrográficas con la misma área pueden tener comportamientos hidrológicos completamente distintos, lo que está influenciado por los diferentes factores que intervienen en la funcionalidad de la microcuenca.

1.6.1.2. Forma de la Microcuenca

La forma superficial de una cuenca hidrográfica es importante a tener en cuenta, debido a que influye en el valor del tiempo de concentración, definido como el tiempo necesario para que el agua de toda la cuenca contribuya al flujo en la sección en estudio, a partir de la caída de la lluvia o, en otras palabras, es el tiempo que tarda el agua, desde los límites de la cuenca, para llegar al punto más bajo o punto de concentración del caudal y de estudio.

Existen diferentes tipos de índices para determinar la forma de las cuencas, principalmente se busca relacionarlas con formas geométricas conocidas; así el coeficiente de compacidad se relaciona con un círculo y el factor de forma con un rectángulo.

Factor de Forma

El factor de forma (K_f) es la relación que tiene la cuenca entre el ancho medio y la longitud axial. La longitud axial de la cuenca (L) se mide siguiendo el curso del agua más largo desde la desembocadura que tiene

el más largo recorrido. El ancho medio (\bar{L}) se calcula dividiendo el área de la cuenca entre la longitud de la cuenca, con la formula siguiente:

$$K_f = \frac{\bar{L}}{L} = \frac{\frac{A}{L}}{L} = \frac{A}{L^2}$$

Donde:

K_f = factor de forma

A = área de la cuenca (Km²)

L = Longitud de máximo recorrido de la cuenca (Km)

El factor de forma es el indicativo de la mayor o menor tendencia de avenidas en la microcuenca, un factor bajo indica que la cuenca esta menos sujeta, así mismo una cuenca con factor alto de una cuenca de la misma área puede estar sujeta a inundaciones. Esto se debe al hecho de que, en una cuenca estrecha y larga, con factor de forma bajo, hay menos posibilidad de ocurrencia de lluvias intensas cubriendo simultáneamente toda su extensión; y también la contribución de los tributarios alcanza el curso de agua principal en varios puntos a lo largo del mismo, alejándose, por lo tanto, de la condición ideal de la cuenca circular donde la concentración de todo el flujo de la cuenca se da en un solo punto.

Coefficiente de Compacidad

(Reyes, Ulises, & Carvajal, 2010) Conocida también como el índice de Gravelius (K_c), Parámetro adimensional que relaciona el perímetro de la cuenca y el perímetro de un círculo de igual área que el de la cuenca.

Este parámetro, al igual que el anterior, describe la geometría de la cuenca y está estrechamente relacionado con el tiempo de concentración del sistema hidrológico.

Las cuencas redondeadas tienen tiempos de concentración cortos con gastos pico muy fuertes y recesiones rápidas, mientras que las alargadas tienen gastos pico más atenuados y recesiones más prolongadas.

$$K_c = \frac{P}{2\pi R} = 0.28 \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Donde:

K_c = coeficiente de compacidad

P = perímetro de la cuenca (Km)

A = área de la cuenca (Km²)

Según los resultados, un factor de forma alto o un coeficiente de compacidad cercana a 1 (cuenca circular), describe una cuenca que tiene una respuesta de cuenca rápida y empinada, por el contrario, un factor de forma bajo o un coeficiente de compacidad mucho mayor que 1 describe una cuenca con una respuesta de escorrentía retardado, sin embargo, muchos otros factores, incluyendo el relieve de la cuenca, cobertura vegetativa, y densidad de drenaje son usualmente más importantes que la forma de la cuenca, con sus efectos combinados que no son fácilmente percibidos.

1.6.1.3. Relieve de la Microcuenca

El relieve de la cuenca hidrográfica tiene gran influencia sobre los factores meteorológicos e hidrológicos, pues la velocidad de la escorrentía superficial es determinada por la pendiente de la cuenca, mientras que la temperatura, la precipitación, la evaporación y otras variables meteorológicas son funciones de la altitud de la cuenca. Es muy importante, por lo tanto, la determinación de las curvas características del relieve de la Microcuenca en estudio.

Elevación Media de la Cuenca

La variación de la altitud y la elevación media de una cuenca son importantes por la influencia que ejercen sobre la precipitación, sobre las pérdidas de agua por evaporación y transpiración y, consecuentemente, sobre el caudal medio. Variaciones grandes de altitud conllevan diferencias significativas en la precipitación y la temperatura media, la cual, a su vez, causan variaciones en la evapotranspiración. Para su cálculo se ha utilizado la siguiente ecuación:

$$E = \frac{\sum ea}{A}$$

Donde:

E = es la elevación media

e = elevación media entre dos curvas de nivel consecutivo

a = área entre las curvas de nivel (Km²)

A = área total de la cuenca (Km²)

Pendiente del Cauce Principal

Es el promedio de las pendientes del cauce principal. El agua de lluvia se concentra en los lechos fluviales después de escurrir por la superficie de la microcuenca en dirección a la desembocadura o salida, la pendiente del río principal influye en los valores de descarga de una forma significativa, pues la velocidad que alcanza en la salida depende de la pendiente de los canales fluviales, por lo tanto, cuanto mayor es la pendiente, mayor será la velocidad de flujo y más pronunciados y estrechos los hidrogramas de avenidas.

Este parámetro también se relaciona directamente con la magnitud de la erosión o socavamiento en profundidad y con la capacidad de arrastre y transporte de sedimentos en suspensión. Con la influencia de la pendiente, existirán tramos críticos de erosión y tramos críticos de sedimentación, a mayor pendiente mayor erosión, menor pendiente mayor sedimentación.

La metodología más recomendada para determinar la pendiente promedio del cauce principal está basada en el uso del perfil longitudinal y mediante la expresión siguiente:

$$S_o = \left[\frac{\sum_{i=1}^n l_i}{\sum_{i=1}^n \frac{l_i}{(S_i)^{1/2}}} \right]^2$$

Donde:

S_o = Pendiente del cauce principal

l_i = Longitud de cada tramo de pendiente S_i (Km)

n = Número de tramos de similar pendiente

En general, la pendiente del cauce principal es mucho menor que la pendiente de la cuenca.

1.6.1.4. Sistema de Drenaje

El sistema de drenaje de la Microcuenca está constituido por el cauce principal y sus tributarios; el estudio de sus ramificaciones y el desarrollo del sistema es importante, pues indica la mayor o la menor velocidad con que el agua deja la cuenca hidrográfica.

Longitud de máximo recorrido

Es la medida de la mayor trayectoria de las partículas del flujo comprendida entre el punto más bajo del colector común, conocido como punto emisor, y el punto más alto o inicio del recorrido sobre la línea de *divortio aquarum*. Este parámetro tiene relación directa con el tiempo de concentración de la cuenca, el mismo que tienen influencia directa de: la geometría de la cuenca, la pendiente del recorrido y la cobertura vegetal.

Densidad de Drenaje

Una buena indicación del grado de desarrollo del sistema de drenaje, de la cuenca en estudio, está dada por el índice llamado densidad de drenaje D_d . Una densidad de drenaje alta refleja una respuesta de escorrentía

rápida y empinada, mientras que una densidad de drenaje baja es característica de una escorrentía tardía.

Este índice está expresado por la relación entre la longitud total, (L), de los cursos de agua (sean estas efímeras, intermitentes o perennes) de la microcuenca y el área total (A):

$$D_d = \frac{L}{A}$$

1.6.1.5. Precipitación

Es una componente fundamental del ciclo hidrológico y se toma como el inicio de los análisis de las componentes. La precipitación al igual que la temperatura es un parámetro dependiente de la variación altitudinal.

La zona del proyecto, por encontrarse en la sierra central del país, tiene un régimen de precipitaciones estacional, en el que se esperan meses lluviosos (época de avenidas) a medida que se acerca el verano, y períodos prolongados de meses secos al concluir esta estación (época de estiaje).

1.6.1.6. Temperatura

La temperatura puede variar según los siguientes factores: La variación diurna, distribución latitudinal, variación estacional, según los tipos de superficie terrestre y la variación con la altura. A través de la primera parte de la atmósfera, llamada troposfera, es normal que la temperatura decrece con la altura.

1.6.1.7. Generación de caudales medios

Los principales elementos que intervienen en el modelo son los siguientes:

- Precipitación media anual
- Área de la Microcuenca
- Coeficiente de escurrimiento medio
- Retención de la Microcuenca (R): Es la lámina de lluvia retenida por una parte de la Microcuenca y que luego contribuye al abastecimiento en la época de estiaje el que se inicia en el mes de abril y termina en el mes de octubre.

La generación de caudales comprende la secuencia de los siguientes pasos:

- A. Para el cálculo de la precipitación efectiva, se supone que los caudales promedios observados pertenezcan a un estado de equilibrio entre gasto y abastecimiento de la retención, de la cuenca respectiva. La precipitación efectiva se calculó para el coeficiente de escurrimiento promedio, de tal forma que la relación entre precipitación efectiva y precipitación total resulta igual al coeficiente de escorrentía.

A fin de facilitar el cálculo de la precipitación efectiva se ha determinado el polinomio de quinto grado:

$$PE = a_0 + a_1P + a_2P^2 + a_3P^3 + a_4P^4 + a_5P^5$$

Donde:

PE : Precipitación efectiva (mm/mes)

P : Precipitación total mensual (mm/mes)

ai : Coeficiente del polinomio

B. Calculo de variables del gasto de la retención a partir del mes de abril hasta el mes de setiembre (6 meses):

Coeficiente de Agotamiento(a): Se ha obtenido a partir de la fórmula empírica de Moss, como función del área de la Microcuenca e interviene en el cálculo de los caudales en la época de estiaje:

$$a = -0.00252\ln(A) + 0.03$$

Relación entre la descarga del mes actual y del mes anterior:

$$b_0 = \frac{Q_t}{Q_0} = e^{-at}$$

Donde a es el coeficiente de agotamiento y t el número de días del mes.

Suma de los valores de b0 elevado al exponente i que corresponde al orden respectivo. Así i = 1 para abril, i = 2 para mayo, i = 6 para Setiembre.

$$b_i = \sum_{i=1}^7 b_0^i$$

Finalmente:

$$G_i = R \frac{b_0^i}{\sum_{i=1}^7 b_0^i}$$

Dónde: G_i es el gasto de la retención para el mes i , R es la retención de la microcuenca, estimada anteriormente.

C. Cálculo del abastecimiento o la alimentación de la retención con la siguiente expresión:

$$A_i = a_i R ; \quad a_i = \frac{PE_i}{PE_t}$$

Donde:

A_i	=	Abastecimiento del mes i
a_i	=	Coefficientes de abastecimiento
R	=	Retención de la Microcuenca
i	=	mes del año, de 1 a 12
PE_i	=	Precipitación efectiva del mes i
PE_t	=	Precipitación efectiva total de la Microcuenca

D. Generación de caudales mensuales (CM_i) para el año promedio con la ecuación siguiente:

$$CM_i = PE_i + G_i - A$$

1.6.2. Demanda hídrica

Cedula de Cultivos y Calendario de Siembra

La Cédula de cultivos se define como la distribución de los cultivos en el transcurso del año, de acuerdo a los factores: climatológicos, técnicos, rentabilidad, capacidad económica del agricultor, tamaño de la unidad agrícola, demanda de productos en el mercado, disponibilidad de agua, incidencia de plagas y enfermedades, etc. La combinación de los cultivos para la estructuración de las cédulas de cultivos tiene en cuenta las fechas de siembra y cosecha, el período vegetativo y el tipo de cultivo. Las condiciones del mercado influyen en la elección de las fechas de siembra de determinados cultivos por parte del agricultor, con el propósito de obtener mejores precios en el mercado y por ende mayores utilidades.

Evapotranspiración Potencial (ET_o)

Es la cantidad de agua consumida por un cultivo de referencia como el grass, bajo óptimas condiciones de crecimiento. Para el presente estudio, la ET_o se ha calculado tomando información de la estación meteorológica Cachicadan del distrito del mismo nombre. Para su determinación se ha utilizado el método de Hargreaves, que es un método indirecto de cálculo, en razón de no existir datos históricos de mediciones directas de evapotranspiración

Precipitación efectiva

Es la parte de la lluvia que es efectivamente aprovechada por los cultivos. Para este caso se ha tomado en cuenta por ser significativa, lo que podría ser 75% de la precipitación.

Kc del Cultivo

Los coeficientes de cultivo Kc fueron obtenidos de otros estudios y del Manual N° 24 de la FAO. Dependen de las características fisiológicas y periodos vegetativos de los cultivos.

Evapotranspiración Real del Cultivo o Uso Consuntivo (ET_a)

Es la cantidad de agua que necesitan los cultivos para cumplir con sus requerimientos fisiológicos. Se expresa en mm/día y su cálculo se efectúa mediante siguiente formula:

$$ET_a = K_c \times ET_o$$

Déficit de Humedad.

Es la lámina de agua que requieren los cultivos para cubrir sus necesidades, descontando la precipitación efectiva, en base a ello se realizan los cálculos de represamiento de agua.

Eficiencia de Riego

La eficiencia de riego es la relación de la cantidad de agua utilizada por las plantas entre la cantidad de agua suministrada y se calcula teniendo en cuenta todos los factores que lo puedan afectar (edafológicos, culturales, meteorológicos, etc); y las pérdidas que se producen durante la conducción, la captación, su distribución y aplicación en la parcela.

Requerimiento de Agua

Es la cantidad de agua final requerida en la toma, para satisfacer la demanda de los cultivos, la cual incluye todos los parámetros anteriores.

1.6.3. Balance hídrico

El objetivo de este análisis, es determinar el déficit de agua para uso Agrícola y poblacional (demanda insatisfecha). Efectuado el cálculo de la demanda hídrica (agrícola y poblacional) y oferta hídrica, determinados anteriormente, se obtiene tiene el grafico de oferta y demanda hídrica, donde se puede apreciar el comportamiento mensual de la oferta y demanda hídrica para el presente estudio.

1.6.4. Regulación de descargas

El aprovechamiento de los cursos de agua para beneficio del hombre exige el conocimiento no solo de las cantidades de agua que son colocadas a disposición, sino la oportunidad con que estas cantidades se

encuentran disponibles, este último aspecto se torna el más importante en la mayor parte de los casos, ya que las necesidades de agua aumentan justamente en las épocas de sequía o durante la carencia de lluvias, hecho evidente en el área agrícola; esto significa que en ciertos casos, más que la cantidad, lo que importa es la secuencia temporal de ocurrencia de los caudales. Un proyecto de irrigación por ejemplo debe poner a disposición del usuario las cantidades de agua en la época determinada, en una cronología que nada tiene que ver con la secuencia temporal con que el río entrega los caudales; surge la necesidad de compatibilizar la oferta natural de agua con la demanda, para establecer el uso más armonioso del recurso, extrayendo el mayor provecho. Este es el concepto de regulación de las descargas de un cauce natural.

Con la regulación de descargas se busca armonizar las disponibilidades del caudal en una determinada sección de un río, con las necesidades de la demanda para cualquier tipo de aprovechamiento. En el caso de embalses para irrigación, se requiere una afluencia constante durante los meses de estiaje, o aún como cualquier hidrograma representativo de las necesidades del proyecto específico.

1.6.5.1. Determinación del volumen útil

Si la demanda máxima prevista para el proyecto es inferior o igual a la descarga mínima del río, no son necesarios obras de regulación. Por el contrario, siempre que la curva de demanda presente, por lo menos en algunos tramos, caudales superiores a la descarga mínima del río, surge la necesidad de algún dispositivo que regule las descargas, bajo el riesgo

de no poder atender parte de la demanda, en los períodos de estiaje. Los dispositivos referidos acumulan agua en las épocas de abundancia para ser usadas en las épocas de carencia, esto es, efectúan una transposición temporal o una redistribución de los volúmenes disponibles.

Existen varios métodos que permiten calcular el volumen útil necesario de un embalse capaz de regular un curso de agua, basados todos ellos en el establecimiento de un balance entre la descarga disponible o de entrada y la descarga de consumo o de salida.

Para la determinación de la capacidad de embalse se ha aplicado el Método Analítico, el cual define la ley de regulación por medio de la función:

$$y(t) = \frac{Q_r(t)}{Q}$$

Donde:

$Q_r(t)$: Caudal regulado en función del tiempo

Q : Caudal Promedio en el Periodo Considerado

Dada la secuencia en el tiempo de los caudales naturales Q_t y conocida la ley de regulación $y(t)$, es posible determinar la capacidad mínima del embalse para atender esa ley. Aquí, el caudal regulado $Q_r(t)$ se refiere a los caudales que salen del embalse en el tiempo t . En este método no se hará mención de la evaporación.

La capacidad mínima de un embalse (C_r) para atender una cierta ley de regulación está dada por la diferencia entre el volumen acumulado que

sería necesario (V_n) para atender aquella ley en el periodo más crítico de sequía, y volumen acumulado que afluye al embalse (V_a) en el mismo periodo.

$$C_r = V_n - V_a$$

1.6.5.2. Determinación del volumen muerto

Para realizar un adecuado dimensionamiento del embalse, se requiere el tipo, magnitud y variación a través del tiempo, del transporte de sólidos por las corrientes de agua que llegan al embalse y se ubican en el fondo del embalse. Esta información es útil para planear medidas de control de erosión en la cuenca del embalse y anticipar los efectos de modificaciones en la microcuenca sobre la producción de sedimentos.

Para la estimación del volumen muerto se tiene en cuenta el volumen útil del embalse, el volumen muerto se puede determinar entre un 8% y un 15 % del volumen útil.

1.6.5.3. Determinación del volumen total de almacenamiento

El volumen total de almacenamiento en la represa Pay Ball ha sido hallado teniendo en cuenta la suma del volumen muerto adicionando el volumen útil.

1.6.5.4. Altura de la Presa

Para calcular de forma adecuada la altura de la presa, se toman los valores de la Curva Altura-Volumen. En ella se observa, que la altura del almacenamiento correspondiente al NAMO (volumen útil + el volumen muerto)

1.6.5. Infraestructura de almacenamiento

Resulta fundamental estudiar la posibilidad y factibilidad de instalar un adecuado sistema de riego (Albites & Alvitez, 2015), para el mejoramiento de la productividad de las actividades agropecuarias y mejorar la calidad de vida de sus habitantes.

(Villón, 1995) El diseño de sistemas de riego y drenaje lleva implícito acciones de diseño de conjuntos de obras, mediante las cuales se efectúa la captación, conducción, distribución, aplicación y evacuación del agua, con la finalidad de proporcionar humedad controlada que requieren los cultivos.

(Gandarillas, 2002) Los proyectos se inician con objeto de optimizar la captación y el aprovechamiento de los recursos hídricos, que, por su marcada escasez en la zona occidental del país, unida a las irregularidades de las épocas de lluvias han tenido un notorio efecto en la producción agrícola. De esa manera, se llevan a cabo estudios y justificaciones que tienen relación con los aspectos siguientes:

- a. Factibilidad Técnica
- b. Rentabilidad Económica
- c. Sostenibilidad

Definición de embalse

El embalse es la acumulación de agua debido a la obstrucción en el lecho de un río que cierra parcial o totalmente su cauce (Cordova, 2015), la cantidad de agua a retenerse depende del vaso topográfico, y también depende de eventos naturales y la intervención del hombre con la implementación de obras hidráulicas. En general, un embalse se forma artificialmente cerrando la boca de un valle mediante una presa o dique, dando lugar a un lago artificial, construido con el fin de producir energía hidroeléctrica o almacenar agua durante la estación lluviosa y distribuirla durante la estación seca (Bustamante, 1996).

Generación de embalse

El embalse se genera obstruyendo algún cauce, este puede ser por efectos naturales, por ejemplo: la caída o derrumbe con materiales en un tramo estrecho de ríos y/o arroyos, hielo acumulado, las construcciones hechas por los castores; y en lo general, por obras construidas por el hombre, como son las presas (Ainzua, 2007).

Zonas de un embalse

(Roldan & Ramirez, 2008), un embalse tiene una zonificación horizontal y se divide en 3 zonas, las mismas que presentan características independientes.

Zona riberina o cola del embalse

Esta zona contiene restos vegetales entremezclados con capas de sedimentos elásticos, es decir, se forman a partir de depósitos de rocas y de materiales que llevan las masas de agua (Roldan & Ramirez, 2008).

En esta zona el flujo y la velocidad tiene una disminución considerable, y se produce la sedimentación de arena, limos, partículas orgánicas y otros, ya que se observa altos niveles de turbidez, la luz no llega al fondo, por lo que la fotosíntesis se desarrolla de forma limitada. Estas algas son generalmente diatomeas de pared gruesa provenientes del perifiton del río, que resisten la alta abrasión durante el transporte por él, pero que se hunden rápidamente en un régimen de baja energía. (Ver Figura 1).

Zona de transición o zona media del embalse

Esta zona tiene característica de tener sedimentos de limos de tamaño grueso y medianos, arcillas, también va disminuyendo el oxígeno, esto sucede por la actividad biológica de organismos articulados finos que agotan el oxígeno hipolimnético, se dice también que es una zona donde hay anoxia.

Zona lacustre o zona de presa

La parte más profunda del embalse se denomina zona lacustre, esta zona tiene características similares de un lago, el agua llega a ser más cristalina y la luz es suficientemente fuerte para el desarrollo de la producción primaria como el plancton, la limitación de nutrientes se hace evidente, por otro lado, disminuye la sedimentación de material orgánico.

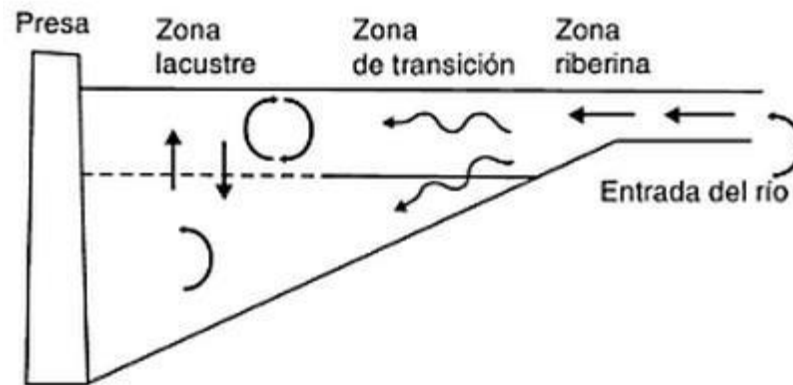


Figura N° 01. Zonas de un embalse

Elementos principales de una presa

Los elementos que conforman a una presa, según él (Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones, 2012), son:

Los paramentos, caras o taludes: Son ambos lados y superficies de las estructuras de las presas, tiene el lado interno que está en contacto con el agua que se está represando, y el lado contrario que se encuentra agua abajo.

La corona o cresta: Es la superficie que delimita la presa superiormente. Corresponde a la parte superior de la presa y a veces la misma es proyectada con camino transitable y otras no.

Los estribos o empotramientos: Son los apoyos que normalmente se encuentran en los extremos, que están en contacto directo con el suelo firme y que contiene a la estructura.

La cimentación: Es la parte más baja de la estructura de la presa, es la que sostiene a la represa y además transmite las cargas de la estructura y del agua a suelo.

Las compuertas: Son elementos mecánicos por donde se regulan el caudal de agua que se requiere soltar a los canales.

El desagüe de fondo: Sirve para que el cauce tenga un caudal mínimo o caudal ecológico, sirve también para el evacuar totalmente la represa.

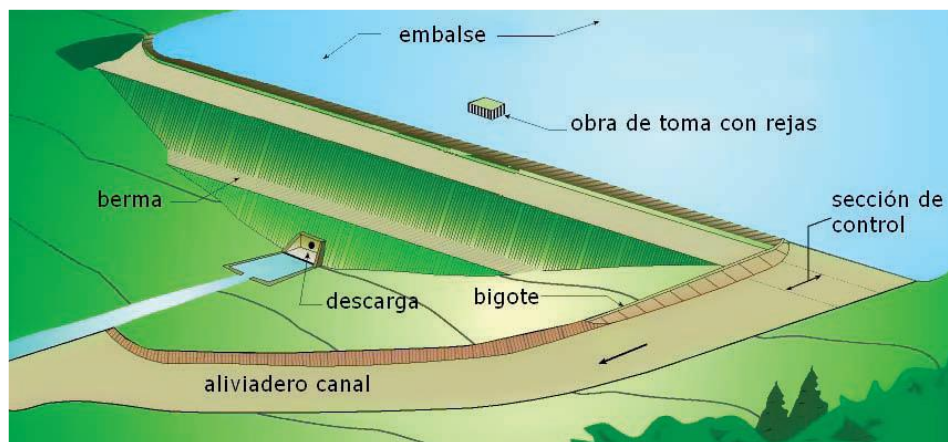


Figura N° 02. Elementos constructivos de un embalse

1.6.5. Canal de conducción de agua

Definición de canal

(Villón, 1995) Se le llama canal a una construcción destinada al transporte de flujos generalmente utilizada para la conducción de agua, a diferencia de las tuberías es abierta a la atmosfera, además el comportamiento de agua es una parte fundamental para el adecuado diseño en la ingeniería hidráulica.

Clasificación de canales según su naturaleza

Canales naturales, se denomina canal natural a las depresiones que se han formado con el paso del tiempo sin la intervención del hombre, en la corteza terrestre por donde discurren el líquido elemento.

Canales hidráulicos, son estructuras construidas de diferentes materiales con la finalidad de conducir el agua para usos de riego, consumo, evacuaciones y otros.

Canales de navegación, tiene por objetivo unir masas de agua con la finalidad de navegación y transporte de embarcaciones.

Clasificación de canales según su función

Canales de primer orden o principal, son los canales principales que nacen en las represas o bocatomas en la parte más arriba de todo el sistema de riego.

Canales de segundo orden o secundarios, a los que se les denomina canales laterales, y son aquellos que están unidos al canal principal, además estas conducen el agua a las grandes áreas de riego.

Canales de tercer orden, estos canales están unidos a los canales laterales, estos canales son utilizado para el riego y que ingresan a las áreas a regar.

Elementos geométricos de la sección de canales

Los elementos geométricos son muy importantes, ya que con ello se realizan los cálculos correspondientes.

Tirante, se define como la profundidad (h), es la altura del punto más bajo en la sección del canal y la superficie libre.

Ancho superior, se define como el ancho superior (T) de la sección de un canal, en la superficie libre.

Área mojada, Es el área de la sección transversal (A) del fluido que se encuentra en un determinado canal.

Perímetro mojado, la (P) se define como los lados y el fondo de determinado canal que se encuentra en contacto directo con el fluido

Radio hidráulico, es (R) que es una relación entre el área mojada y el perímetro mojado.

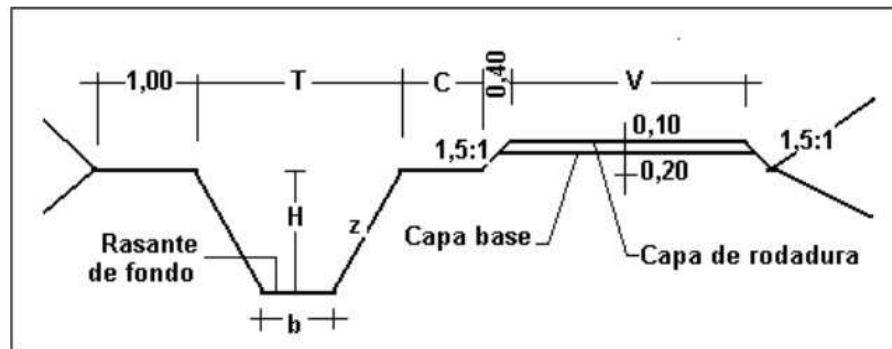


Figura N° 03. Sección típica de canal hidráulico

Donde:

T = Ancho superior del canal

B = Plantilla

z = Valor horizontal de la inclinación del talud

C = Berma del camino

Elementos básicos para el diseño de canales

Se deben tomarse en cuenta los siguientes elementos básicos para diseñar adecuadamente los canales, estos son:

Para el trazo de los canales básicamente se requiere:

Fotografía área, Se utiliza para la localización de las poblaciones, áreas de cultivos y las vías de acceso a la zona propuesta

Plano topográfico y catastrales, para la validación de la información, principalmente de las vías de acceso al sector y zona de trabajo.

Estudio geológico, en la que se evalúa la salinidad de suelos e información importante para el trazo de canales.

Reconocimiento de terreno, se debe de recorrer la zona, tomando datos y detalles que pueden influir para el trazo de canales o algunas variaciones.

Trazo preliminar, Son acciones a levantar en la zona, con la ayuda de equipos topográficos, el trazo preliminar, clavando en terreno estacas, luego se nivela la poligonal, seguidamente se hace levantamiento de las secciones transversales del canal.

Trazo definitivo, se realiza trabajo en gabinete, la cual depende mucho de la topografía del terreno.

Radio mínima en canales

Para un adecuado diseño de canales se debe de tomar en cuenta un radio adecuado y mínimo, y estos son:

Cuadro N° 01. Radios mínimos en canales abiertos

Capacidad del canal	Radio mínimo
20 m ³ /s	100 m
15 m ³ /s	80 m
10 m ³ /s	60 m
5 m ³ /s	20 m
1 m ³ /s	10 m
0.5 m ³ /s	5 m

Fuente: Ministerio de agricultura y alimentación, Boletín técnico N° 7 "Consideraciones Generales sobre canales trapezoidales" Lima 1978.

Máxima eficiencia hidráulica

Un conducto de agua tiene la máxima eficiencia hidráulica, si es que con el mismo área y pendiente tiene la capacidad de conducir la cantidad de agua posible (ANA, 2010), se debe de cumplir con la condición del perímetro húmedo mínimo, se determina con la siguiente ecuación:

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

Diseño de secciones hidráulicas

(ANA, 2010) Para el diseño de conductos se debe tomar en cuenta el tipo de material del cuerpo del canal, el coeficiente de rugosidad, la velocidad máxima y mínima permitida, la pendiente del canal, el talud, etc. Para esto la ecuación más utilizada es de Manning o Strickler, se expresa de la siguiente manera:

$$Q = \frac{1}{n} AR^{2/3} S^{1/2}$$

Donde:

Q = Caudal (m³/s)

n = rugosidad

A = Área (m²)

R = Radio Hidráulico = es la relación entre el Área de la sección húmeda y el Perímetro húmedo

Criterios para diseño de canales

Para diseñar un canal adecuado se tienen que tomar en cuenta diferentes aspectos y factores, estas pueden ser geométricos, hidráulicos, topografía geología, materiales disponibles para la construcción de canales, costos de materiales, disponibilidad de mano de obra, clima, entre otros, y entre los más importantes describimos a continuación:

a. Rugosidad

Es el coeficiente de resistencia, resulta incierto, puesto que el fondo cambia de acuerdo al caudal, que puede profundizar o sedimentar formando diferentes características (rizos, dunas) se puede determinar por Manning la rugosidad en el tramo en estudio.

Cuadro Nº 02. Valores de rugosidad “n” de Manning

n	Tipo de superficie
0.01	Muy lisa, vidrio, plástico, cobre
0.011	Concreto muy liso
0.013	Madera Suave, metal, concreto frotachado
0.017	Canales de tierra en buenas condiciones
0.02	Canales naturales de tierra, libres de vegetación
0.025	Canales naturales con alguna vegetación, piedra esparcida en el fondo
0.035	Canales naturales con abundante vegetación
0.04	Arroyos de montaña con mucha piedras

Fuente: Aguirre Pe, Julián “Hidráulica de canales” Centro Interamericano de Desarrollo de Aguas y Tierras – CIDIAT Mérida, Venezuela, 1974.

b. Talud

Las inclinaciones de las paredes de un canal dependen de varios factores, pero en especial dependen de sobremanera del tipo de terreno donde están alojados (ANA, 2010).

Cuadro Nº 03. Taludes adecuados para distintos tipos de terreno

MATERIAL	Tipo de superficie
Roca	Vertical
Suelos de turba y detritos	0.25 : 1
Arcilla compactada o tierra con recubrimiento de concreto	0.5 : 1 hasta 1 : 1
Tierra con recubrimiento de piedra tierra en canales	1 : 1
Arcilla fina o tierra en canales pequeños	1.5 : 1
Tierra arenosa suelta	2 : 1
Arcilla porosa y greda arenosa	3 : 1

Fuente: Aguirre Pe, Julián “Hidráulica de canales” Centro Interamericano de Desarrollo de Aguas y Tierras – CIDIAT Mérida, Venezuela, 1974.

c. Determinación de velocidad máxima del caudal en los canales

En canales abiertos, la velocidad del agua varía de acuerdo con la profundidad y la distancia entre paredes de un canal. Es así que, en las proximidades del fondo y de los márgenes del canal el agua fluye con

mayor lentitud, al realizar los diseños de canales lo que más interesa es la velocidad media del agua en la sección transversal del canal.

Para las velocidades máximas, los canales más antiguos soportan mayores velocidades, por otro lado, se ha observado que los canales profundos conducirán el agua a mayor velocidad.

d. Borde libre

Se define como el espacio entre la superficie del agua hasta la cota de la corona (ANA, 2010), para esto no existe una regla fija por que variaciones del nivel de agua de un canal pueden originarse de causas incontrolables, sirve para que las oscilaciones del agua no se salgan del canal.

Flujo

Es el agua que está pasando por el conducto, en un canal abierto se tiene una superficie libre (Lopez, 2006), en las tuberías el agua llena completamente el tubo.

Impactos ambientales

Es una metodología para la identificación y evaluación de los impactos ambientales que consiste en un cuadro de doble entrada – matriz en donde se disponen como filas los factores ambientales que pueden ser afectados y como columnas las acciones del proyecto que vayan a tener lugar y que serán causa de los posibles impactos.

1.7. Definición de términos básicos

Estudio hidrológico

Este estudio tiene la finalidad de determinar la disponibilidad del recurso agua en forma de escorrentía superficial, las que provienen de microcuencas con determinada delimitación.

Cedula de cultivo

La cédula de cultivos es la cuantificación en valores absolutos y porcentuales de la ocupación de tierras por los cultivos en el ámbito de estudio o planificación. Para elaborar la cédula de cultivos es necesario contar con datos que permitan tomar las decisiones más adecuadas para la conducción de los cultivos en estudio.

Represa

Represa a una barrera elaborada de piedra, hormigón o materiales adecuadamente seleccionados, que se construye habitualmente en una cerrada o desfiladero sobre un río, arroyo o un lugar adecuadamente definido.

Canal

Un canal de agua es un cauce artificial para la conducción de agua u otro fluido para diferentes usos.

Riego

El riego consiste en aportar agua a los cultivos para satisfacer las necesidades hídricas que no fueron cubiertos por la precipitación, y para incrementar la producción al transformar áreas de agricultura de secano en zonas de regadío.

1.8. Formulación de la hipótesis

- Represamiento en Pay Ball de más de 270,000 m³ de agua.
- Construcción de más de 2.4 km del canal principal en Pay Ball.

1.9. Propuesta de aplicación profesional

El resultado del presente estudio puede servir para formulación de un perfil de proyecto, por lo que se tendrá información cuantitativa, cualitativa, material gráfico, entre otros, que sustente el análisis, interpretación y medición de la situación actual. Si se ejecuta el proyecto se pueden incrementar la productividad en 20%.

Es necesario incrementar o mejorar el rendimiento de los cultivos y la producción agrícola de la zona afectada, creando y mejorando la infraestructura de represamiento y conducción de agua en el sector de Pay Ball, que permita el incremento de la eficiencia de riego y por ende de la disponibilidad de agua, a fin de intensificar el uso de las tierras agrícolas. Esta labor le corresponde, según la legislación vigente a las instituciones públicas locales y regionales, contando en con el apoyo de los beneficiarios en las labores de Operación y Mantenimiento, con la finalidad de que funciones eficientemente.

II. MATERIALES Y METODOLOGIA

2.1. Material

a) Materiales, los materiales utilizados son:

- Cuaderno de notas
- Laptop
- Wincha
- GPS

b) Humano

- Asesor
- Tesistas

c) Servicios

- Fotocopias
- Gastos administrativos
- Gastos de transporte

2.2. Material de estudio

2.2.1. Población

La población del distrito de Huaso es de 7,236 habitantes, de los cuales 1020 pobladores son usuarios de agua para riego, se estima que se requieren regar más de 500 ha de cultivos.

Ubicación del lugar de estudio:

Localidad : Pay Ball

Distrito : Huaso

Provincia : Julcán

Región : La Libertad

2.2.2. Muestra

La muestra está considerada 280 usuarios de riego, los que tienen cultivos de diferentes especies que tienen necesidad económica, que están agrupadas en el sector de Pay Ball del distrito de Huaso.

2.3. Técnicas, procedimientos e instrumentos

2.3.1. Para recolectar datos

La recolección de datos se realizó de la siguiente manera:

- Elaboración de cedula de cultivo
- Necesidad de agua de los cultivos.
- Análisis de datos meteorológicos
- Diseño hidráulico de represamiento de agua
- Diseño hidráulico de canales para la conducción de agua

2.3.2. Para procesar datos

Para el procesamiento de información se tomó en cuenta lo siguiente:

- Elaboración de cedula de cultivo, se realizó según los cultivos que se realizan en la zona, se tomara en cuenta información estadística.
- Necesidad de agua de los cultivos, se calcularon los requerimientos de agua en un riego eficiente.
- Análisis de datos meteorológicos, se analizan los datos meteorológicos para realizar un adecuado diseño hidráulico.
- Diseño hidráulico de represamiento de agua, con la información que se obtuvo se realizó los trabajos de diseño.
- Diseño hidráulico de canales para la conducción de agua con la información que se obtuvo se realizaron los trabajos de diseño.

2.3. Operacionalización de variables

Cuadro N° 04. Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Indicador	Instrumento	Fuente
Disponibilidad de agua para riego	Incrementar la cantidad de almacenamiento de agua	M3	Represa	Diseño de represas
Construcción de represas	Se plantea la construcción de 01 represa para almacenamiento de agua	Diseño de 01 represa	Observación directa	Diseño de represas
Mejoramiento de los canales de conducción de agua	Dosificación de las proporciones adecuadas que conforman la mezcla de concreto	Conducción m3/seg. de agua.	Cálculo	Diseño de canales de concreto

Fuente: Elaboración propia

III. RESULTADOS

3.1. Aspectos Generales

Teniendo en consideración que el área de influencia es el ámbito donde se ubican los afectados por el problema y que el área de estudio es el área donde se localizará la infraestructura de riego y en el cual se desarrollan las actividades conexas a la agricultura, para el presente proyecto se considera como área de influencia y área de estudio a los Caseríos del Distrito de Huaso.

Ubicación política

REGION : La Libertad

PROVINCIA : Julcan

DISTRITO : Huaso

SECTOR : Pay Ball

Límites de la provincia de Julcan

Por el Norte y Noreste: Con los distritos de Salpo, Mache y Agallpampa de la provincia de Otuzco

Por el Este y Sur: Con los distritos de Quiruvilca y Santiago de Chuco de la provincia de Santiago de Chuco.

Por el Sur y Oeste: Con la Provincia de Trujillo

Límites del Distrito de Huaso

Por el Norte: Con el distrito de Calamarca

Por el Este y Sureste y Sur: Con el distrito de Santiago de Chuco

Por el Suroeste y Oeste: Con la Provincia de Trujillo y los distritos de Carabamba y Julcan.

3.2. Estudio Hidrológico

3.2.1. Ubicación del área de estudio

Ubicación geográfica

Sector Pay Ball : Latitud 8°14'45.51"S:
Longitud 78°21'58.60"O

Ubicación hidrográfica

Hidrográficamente se localiza dentro de la unidad Hidrográfica Cuenca del Rio Viru con código 137714

Ubicación administrativa

Administrativamente se localiza dentro del ámbito de la AUTORIDAD ADMINISTRATIVA DEL AGUA HUARMEY – CHICAMA



Figura N° 04. Ubicación del área de estudio

3.2.2. Información Hidrométrica

La quebrada Acapalla tiene una cuenca de captación pequeña, no existiendo ninguna estación hidrométrica que registre caudales en la quebrada, solo se ha realizado aforos puntuales en la visita de campo. La información de mayor trascendencia para el análisis hidrológico consiste en la generación de caudales mensuales para un periodo extendido en el punto de la captación proyectado, el cual tiene un área de incidencia muy pequeño de 16.707 km², por un cálculo combinado la precipitación efectiva con las descargas.

3.2.3. Hidrografía del área de estudio

El estudio hidrológico permite determinar las características de los recursos hídricos en el área del proyecto Pay Ball, también permite determinar la oferta de agua disponible para el proyecto, determinar los parámetros geomorfológicos de la cuenca del ámbito de estudio y determinar el régimen pluvial en la zona del proyecto. Por lo tanto, se realiza el estudio en la quebrada Acapallca.

La caracterización hidrológica para el presente estudio se efectúa tomando como unidad de análisis la red de drenaje del Rio Acapalla, dentro de la cuenca hidrográfica del río Viru. Hidrográficamente, el ámbito de estudio comprende las áreas de la cuenca de la Quebrada Acapalla, provenientes de las partes altas de la cuenca del rio Viru.

La red hidrográfica dentro del área de estudio está conformado principalmente por quebradas, que tienen su origen en las partes más altas de las cumbres, la Quebrada Acapalla tiene su origen a partir del agua superficial que discurren de las partes altas de la cuenca, sus aguas discurren en dirección noroeste, beneficiando a los agricultores del sector Pay Ball, al lugar de proyección de la captación de agua tiene un área de incidencia de 16.707 km², por lo que generará volúmenes pequeños de agua.

El proyecto indicado que contempla el mejoramiento de la infraestructura de riego de los sectores Pay Ball, con el mejoramiento de servicios de agua para riego con la adecuada infraestructura de represamiento y conducción.

Ubicación de la presa de Pay Ball:

Zona	: 17 L
Coordenadas sur	: 9,087,564.06
Coordenadas este	: 790,182.23
Altura	: 3,249 m.s.n.m.

3.2.4. Características físicas y climáticas

El área de cuenca

El área de la microcuenca es de 16.707 km², a continuación se muestra el área de la cuenca.

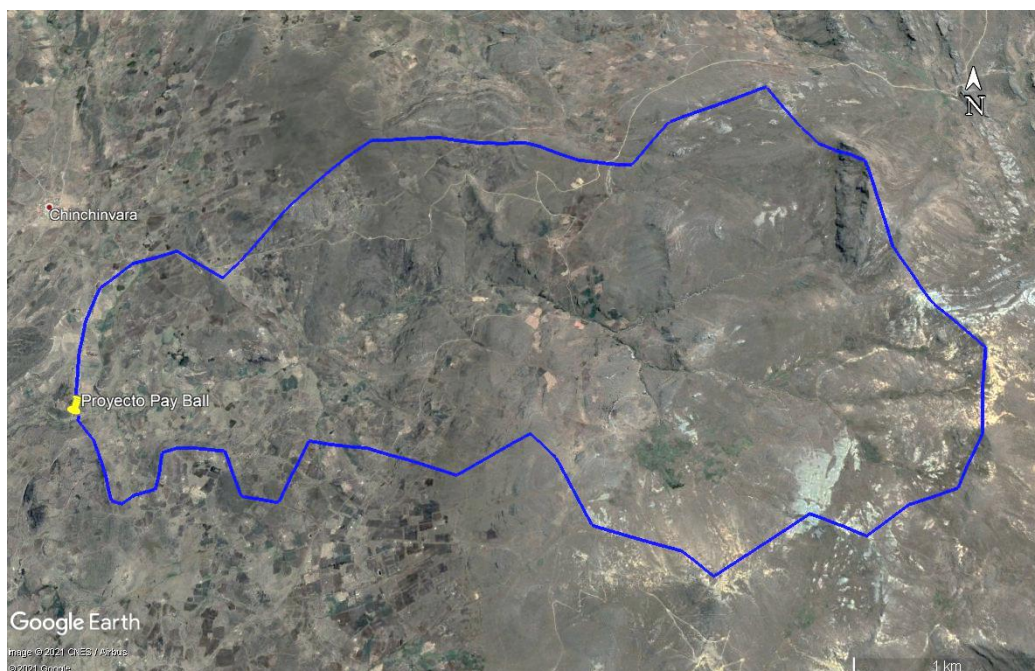


Figura N° 05. Forma de la microcuenca

Forma de la microcuenca

Se obtiene un coeficiente de Gravelius igual a 1.66 para la cuenca de interés, lo que indica una forma de oval redonda a oval oblonga con propensión a crecientes moderadas, se llega a la conclusión por el siguiente cuadro.

Cuadro N° 05. Clasificación de forma según el valor de Kc.

Rangos de Kc	Interpretación
1.0 – 1.25	Forma redonda a oval redonda
1.25 – 1.50	Forma oval redonda a oval oblonga
1.50 – 1.75	Forma oval oblonga a rectangular oblonga

Fuente: Reyes Barroso y Carvajal, Universidad del Valle 2010.

Factor de forma

Para la cuenca de interés el coeficiente de forma igual a 0.366, lo cual indica una forma alargada con propensión a crecientes moderadas más aun teniendo en cuenta que el área de interés es la parte inicial de la cuenca, donde el volumen captado no alcanza a producir crecientes importantes.

Cuadro N° 06. Clasificación de la cuenca de acuerdo al factor de forma

Valor de Kf	Interpretación
< 1.0	Cuenca alargada
= 1.0	Cuenca cuadrada
> 1.0	Cuenca achatada

Fuente: Jiménez, Henry. Hidrología Básica. Universidad del Valle. 1986.

Elevación media de la cuenca

Teniendo en cuenta la información consignada en el mapa de curvas de nivel dentro del área de la cuenca, se realiza el cálculo de la elevación media, como se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 07. Cálculo de la elevación media por el método de las franjas de área

Altitud msnm		Áreas parciales (km2)	Áreas Acumuladas (km2)	Áreas que quedan sobre las altitudes (km2)	% del total	% del total que queda sobre la altitud	Elevación media entre contornos	e * a
3450	3500	0.388	0.388	16.319	2.322%	97.678%	3475.00	1348.30
3500	3550	0.739	1.127	15.580	4.423%	93.254%	3525.00	2604.98
3550	3600	1.225	2.352	14.355	7.332%	85.922%	3575.00	4379.38
3600	3650	1.324	3.676	13.031	7.925%	77.997%	3625.00	4799.50
3650	3700	1.193	4.869	11.838	7.141%	70.857%	3675.00	4384.28
3700	3750	0.85	5.719	10.988	5.088%	65.769%	3725.00	3166.25
3750	3800	1.019	6.738	9.969	6.099%	59.670%	3775.00	3846.73
3800	3850	1.173	7.911	8.796	7.021%	52.649%	3825.00	4486.73
3850	3900	1.159	9.070	7.637	6.937%	45.711%	3875.00	4491.13
3900	3950	0.956	10.026	6.681	5.722%	39.989%	3925.00	3752.30
3950	4000	0.832	10.858	5.849	4.980%	35.009%	3975.00	3307.20
4000	4050	1.735	12.593	4.114	10.385%	24.624%	4025.00	6983.38
4050	4100	1.575	14.168	2.539	9.427%	15.197%	4075.00	6418.13
4100	4150	1.238	15.406	1.301	7.410%	7.787%	4125.00	5106.75
4150	4200	0.851	16.257	0.45	5.094%	2.693%	4175.00	3552.93
4200	4250	0.45	16.707	0	2.693%	0.000%	4225.00	1901.25
		16.707			100.000%			64529.18
Área de la Cuenca		16.707						
E		3862.40						

Fuente: elaboración propia

La elevación media de la cuenca es de 3862.40 m.s.n.m.

Pendiente media de la cuenca

El resultado de la pendiente de la cuenca es de 25.38%, se concluye que la microcuenca es fuertemente accidentada, según la clasificación del cuadro siguiente:

Cuadro N° 08. Clasificación de la cuenca de acuerdo a su pendiente media

Pendiente media	Tipo de relieve
0 – 3	Plano
3 – 7	Suave
7 – 12	Medianamente accidentado
12 – 20	Accidentado
20 – 35	Fuertemente accidentado
35 – 50	Muy Fuertemente accidentado
50 – 75	Escarpado
> 75	Muy escarpado

Fuente: Reyes Barroso y Carvajal. Universidad del Valle 2010.

Pendiente del cauce principal

El resultado de la pendiente del cauce principal es de 18.24%.

Longitud máxima de recorrido

La longitud máxima de recorrido es de 6.75 km.

Densidad de drenaje

La densidad de drenajes es de 0.40.

Información Pluviométrica

Existen 03 estaciones colindantes a la zona de estudio. En el cuadro N° 09 se presentan las principales características de identificación de estas estaciones consideradas. Para cada estación se indica el Código, nombre, tipo, ubicación hidrográfica, ubicación geográfica, ubicación política y período de registro.

Cuadro N° 09. Estaciones meteorológicas

Codigo	Estación	Cuenca	Ubicación geografica			Ubicación politica		
			Latitud	Longitud	Altura	Región	Provincia	Distrito
108043	Julcan	Moche	08°02'32.23"	78°29'09.85"	3397	La Libertad	Julcan	Julcan
4727319A	Quiruvilca	Moche	08°00'15.2"	78°18'28.48"	4047	La Libertad	Santiago de Chuco	Quiruvilca
108048	Huacamaranga	Santa	08°07'19.57"	78°17'34.35"	4092	La Libertad	Santiago de Chuco	Quiruvilca

Fuente: SENAMHI

Análisis de las variables meteorológicas

En función a los registros de Temperatura media mensual de las estaciones climatológicas de Estación Huacamaranga, Estación Julcan, Estación Quiruvilca, se ha tomado la información de precipitaciones para los cálculos del agua que se pueden represar para el uso de regadío.

3.2.5. Disponibilidad hídrica

Respecto a la disponibilidad de agua, el distrito de Huaso tiene dos temporadas claramente definidas: una caracterizada por la presencia de fuertes lluvias (épocas de avenida) entre los meses de diciembre, enero, febrero, marzo y abril y otra caracterizada por la ausencia de estas (época de estiaje) entre los meses de mayo, junio, julio, agosto, setiembre, octubre y noviembre que son los meses en los que el agua entra a ser distribuida para su uso en el riego de los cultivos.

La Autoridad Nacional del Agua mediante la Administración Local del Agua Moche-Virú-Chao, acredita la disponibilidad hídrica Superficial anual: La fuente de abastecimiento del canal en el sector Pay Ball tiene un volumen de hasta

4,125,857.84 m³/año que equivale a un caudal anual de 1.569 MMC, cuyo punto de captación se encuentra en el río ACAPALLA (proviene de río La Vega), ubicado políticamente en el caserío Unigambal

La precipitación será analizada a través de la información histórica de estaciones pertenecientes al SENAMHI, Se recopilará información de 03 estaciones cercanas a la zona de estudio, cuyos registros a nivel medio mensual y anual se presentan en los siguientes cuadros:

Cuadro Nº 10. Precipitación mensual (mm) de la estación Julcan

Nº	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1	1990	85.03	196.80	117.11	17.80	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d
2	1991	0.00	40.00	58.40	338.00	78.70	0.03	0.00	7.10	0.00	56.72	19.63	79.00
3	1992	21.50	60.90	107.50	98.01	38.71	10.61	36.41	0.00	s/d	s/d	s/d	s/d
4	1993	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	1.00	126.40	132.80	35.60	150.70
5	1994	148.20	189.80	256.80	164.90	40.60	9.60	1.90	0.80	21.50	23.80	106.20	134.40
6	1995	225.00	71.10	212.80	33.70	114.20	6.40	7.70	3.30	27.90	108.30	125.30	143.60
7	1996	153.70	231.70	192.70	103.70	49.10	5.70	0.60	25.10	44.30	99.90	62.80	34.70
8	1997	20.90	245.40	67.30	164.90	49.70	2.50	0.00	5.20	38.30	78.70	141.70	268.00
9	1998	295.90	333.30	363.10	224.60	15.50	11.50	0.90	16.70	51.20	81.10	34.40	56.30
10	1999	183.10	434.80	175.10	136.60	125.40	48.40	51.90	9.30	200.90	124.30	34.00	102.80
11	2000	125.90	254.90	270.70	240.60	107.40	30.90	8.10	82.00	35.00	56.60	67.10	180.50
12	2001	336.50	191.50	443.10	139.90	74.60	22.50	5.30	0.00	78.40	83.20	76.70	100.70
13	2002	75.90	209.30	261.00	156.60	14.10	28.60	2.30	0.00	0.00	85.40	140.50	71.20
14	2003	86.30	131.80	201.50	133.20	25.50	9.90	7.40	5.50	5.00	37.70	25.50	121.50
15	2004	28.90	235.10	191.50	70.50	36.70	4.20	16.10	0.00	63.20	106.90	174.90	136.40
16	2005	118.60	121.00	222.20	102.80	5.30	3.20	0.00	9.70	4.20	44.40	14.70	118.20
17	2006	104.20	229.80	336.50	126.70	3.80	37.80	2.60	20.20	55.80	30.10	172.50	168.50
18	2007	238.60	89.20	281.20	212.10	77.40	10.80	6.20	14.60	61.70	115.80	71.70	95.70
19	2008	156.60	243.00	188.70	123.90	9.90	27.30	6.00	10.10	53.50	115.70	79.90	31.70
20	2009	245.90	173.50	244.80	171.10	49.50	19.80	14.90	28.40	16.40	117.10	126.60	125.00
21	2010	99.40	175.80	226.50	141.30	46.70	19.90	21.40	3.60	44.30	3.30	39.70	86.70
22	2011	124.30	44.90	171.30	310.00	14.10	5.30	19.40	0.00	52.10	25.30	77.20	163.80
23	2012	158.00	190.70	325.50	212.80	77.80	6.10	0.00	2.30	37.50	110.10	109.50	106.50
24	2013	78.50	219.60	334.50	60.40	38.10	21.40	0.00	6.60	3.60	159.50	20.50	115.20

Fuente: SENAMHI 2013

Cuadro N° 11. Precipitación mensual (mm) de la estación Huacamarçanga

N°	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1	1990	15.20	20.10	20.50	19.50	8.20	4.00	0.00	7.60	5.30	29.10	23.10	0.00
2	1991	17.30	21.00	33.30	2.60	9.00	1.90	0.00	4.30	13.00	20.10	17.10	12.60
3	1992	8.00	14.90	19.10	7.60	5.10	3.10	0.00	0.00	13.40	27.00	14.10	16.00
4	1993	92.90	166.60	146.60	116.50	29.50	5.80	4.60	3.00	4.50	24.90	29.20	45.60
5	1994	53.20	44.70	100.70	32.10	18.30	8.80	9.20	3.30	32.50	45.00	15.20	16.70
6	1995	39.60	53.10	58.60	18.10	30.80	28.10	8.50	7.50	1.60	3.90	10.70	40.70
7	1996	156.30	41.40	81.70	54.50	30.00	4.20	3.30	4.60	9.60	33.80	16.90	9.60
8	1997	5.20	130.60	11.50	25.60	19.90	38.40	0.10	6.30	19.50	59.70	157.40	187.90
9	1998	247.80	213.00	252.70	174.40	8.70	25.60	0.00	1.70	21.10	101.60	52.50	74.20
10	1999	152.40	397.90	130.20	123.00	59.40	23.60	6.00	7.90	85.30	24.80	104.20	246.80
11	2000	113.70	180.30	299.80	118.10	113.70	21.10	5.90	13.90	23.50	59.60	34.30	158.40
12	2001	267.00	160.00	319.90	73.80	52.60	10.30	15.00	0.00	72.30	66.40	133.80	174.40
13	2002	14.10	181.50	279.30	106.90	43.00	11.00	11.00	0.00	0.00	69.60	96.90	162.70
14	2003	90.50	182.40	199.80	136.90	35.60	17.60	20.90	3.60	17.10	81.10	22.20	87.70
15	2004	33.80	124.50	116.10	46.40	42.50	12.60	19.00	10.20	48.00	138.30	134.20	127.80
16	2005	71.80	195.20	219.00	65.60	19.40	3.20	4.00	7.30	12.00	78.00	31.50	166.40
17	2006	158.70	201.10	323.30	107.70	4.60	21.10	0.40	9.90	55.70	54.90	88.60	181.50
18	2007	213.20	126.60	387.00	242.30	47.30	8.90	10.80	6.70	27.10	193.00	59.10	95.90
19	2008	263.90	223.20	268.70	111.20	36.30	20.10	1.90	4.00	49.30	131.70	57.30	22.10
20	2009	325.90	143.50	202.50	183.80	41.90	32.90	14.20	16.10	25.00	193.80	285.10	164.50
21	2010	106.70	164.10	242.60	348.30	119.20	26.10	24.40	6.40	23.80	21.10	45.00	185.80
22	2011	112.70	111.60	237.10	249.30	26.60	6.30	21.20	1.40	19.30	30.60	98.40	196.90
23	2012	260.00	325.90	331.40	312.30	81.50	15.80	2.50	12.80	30.00	171.90	174.90	103.40
24	2013	123.10	240.80	417.70	75.20	47.50	21.50	7.30	28.30	12.00	192.11	28.90	225.70

Fuente: SENAMHI 2013

Cuadro Nº 12. Precipitación mensual (mm) de la estación Quiruvilca

Nº	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1	1990	163.80	245.30	383.80	335.30	98.10	4.80	0.00	0.00	38.10	142.40	196.00	99.40
2	1991	45.40	101.30	114.20	168.70	181.90	26.70	11.10	0.00	23.50	42.30	0.00	61.50
3	1992	26.70	31.70	392.30	350.90	353.30	53.40	0.00	8.40	200.80	121.10	88.00	152.70
4	1993	203.30	413.90	730.40	659.70	411.80	113.50	13.90	32.10	136.90	293.20	311.70	395.40
5	1994	366.80	534.40	507.80	561.80	459.30	83.80	24.20	5.30	172.30	170.30	12.10	365.60
6	1995	84.40	79.40	115.30	145.20	79.00	9.00	13.20	6.90	37.40	163.60	148.60	139.40
7	1996	208.50	295.00	317.70	280.60	76.90	3.80	1.10	23.30	76.40	150.20	69.10	29.10
8	1997	51.00	251.80	78.70	s/d	37.80	48.40	15.00	7.70	55.30	120.00	212.40	247.70
9	1998	241.10	312.10	431.00	232.90	39.80	2.50	4.10	44.70	69.50	207.70	16.50	78.50
10	1999	161.80	356.10	242.40	185.40	151.90	96.80	22.20	6.40	191.90	41.30	60.20	182.50
11	2000	97.10	245.20	277.30	230.90	157.60	61.10	7.90	59.70	93.50	51.50	86.80	225.20
12	2001	286.60	150.00	331.90	161.60	114.10	33.40	14.10	s/d	147.00	162.00	232.00	187.60
13	2002	102.80	162.90	290.10	206.00	27.90	80.30	24.90	0.00	45.20	183.20	161.70	171.10
14	2003	165.70	166.30	207.40	154.90	51.30	65.70	16.10	0.00	30.80	86.30	64.60	128.00
15	2004	126.00	273.70	165.10	155.10	81.20	s/d	34.60	0.00	99.80	173.50	149.30	166.80
16	2005	113.60	206.80	247.30	137.80	17.70	11.70	9.20	32.80	40.20	124.10	41.50	144.40
17	2006	135.20	210.00	284.20	116.50	40.30	47.00	13.50	21.30	83.20	112.30	150.20	180.50
18	2007	238.40	112.60	276.00	194.30	65.60	9.40	32.80	18.20	23.80	182.80	122.60	130.80
19	2008	214.00	210.30	240.70	151.60	72.10	45.00	32.10	28.20	75.50	190.30	137.80	45.40
20	2009	318.90	159.60	270.40	187.40	112.00	21.90	29.90	34.50	10.00	171.80	179.10	168.70
21	2010	93.60	137.00	246.80	143.50	109.10	42.60	39.70	29.10	66.60	36.80	96.90	126.10
22	2011	136.10	61.10	176.50	243.80	22.70	10.00	23.00	3.50	49.30	59.10	120.60	204.70
23	2012	217.60	178.10	204.90	154.20	131.10	10.00	0.00	7.80	29.00	159.00	142.40	67.70
24	2013	88.70	171.10	337.30	102.10	92.40	20.50	9.10	19.50	52.30	77.10	7.00	61.20

Fuente: SENAMHI 2013

Análisis de consistencia de la información pluviográfica

Este análisis se realizó para comprobar si existen o no saltos en las series históricas de precipitaciones totales mensuales de las estaciones de Julcan, Huacamarcanga y Quiruvilca.

Análisis visual de histogramas, realizando las observaciones, el objetivo es identificar los errores o periodos dudosos que pudiera tener alguna estación, si tuviera errores y realizar las respectivas correcciones de los datos y también completarlos.

En el hidrograma de la estación de Julcan se observa que no existen saltos significativos, se concluye que el comportamiento de las precipitaciones totales mensuales es homogéneo.

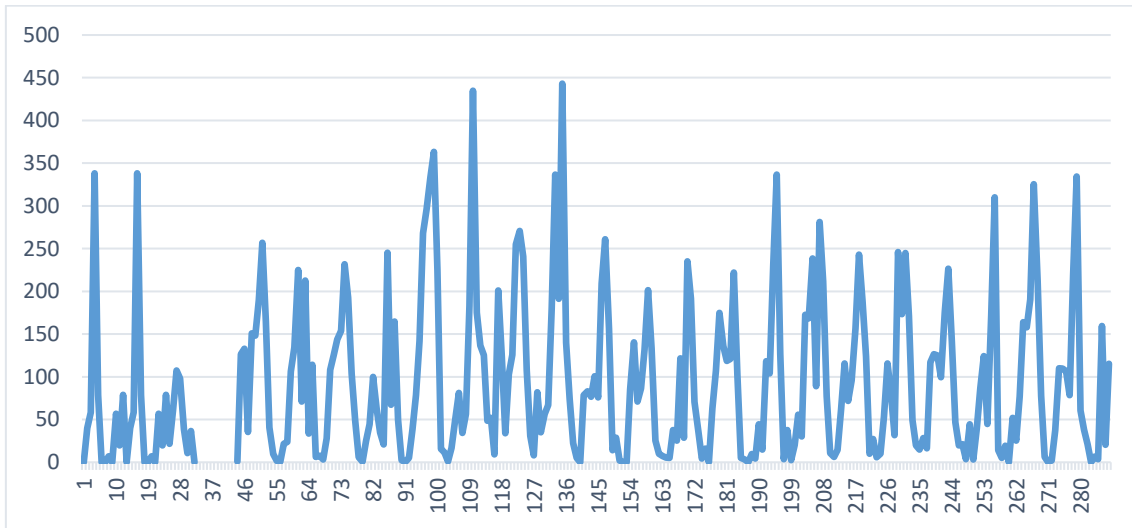


Figura N° 06. Hidrograma de precipitación de la estación Julcan

En el hidrograma de la estación de Huacamarcanga se observa que no existen saltos significativos, se concluye que el comportamiento de las precipitaciones totales mensuales es homogéneo.

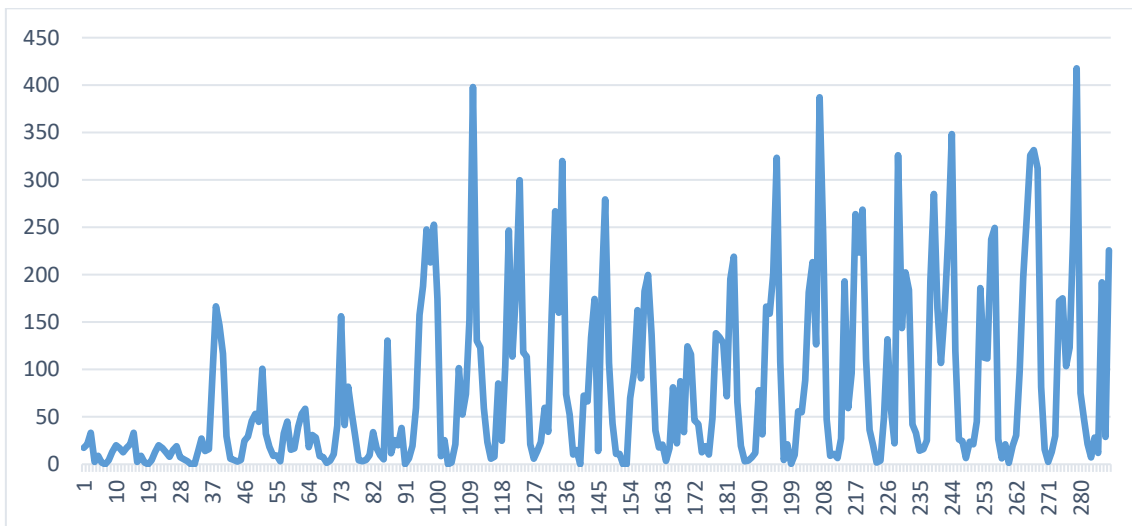


Figura N° 07. Hidrograma de precipitación de la estación Huacamarcanga

De la misma manera en el hidrograma de la estación de Quiruvilca se observa que no existen saltos significativos, se concluye que el comportamiento de las precipitaciones totales mensuales es homogéneo.

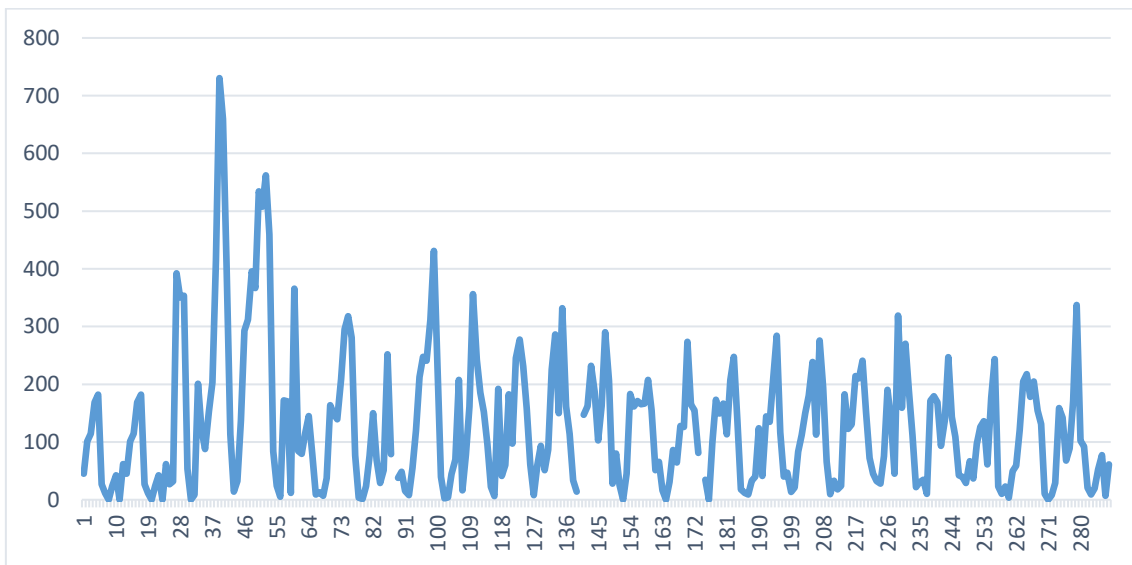


Figura N° 08. Hidrograma de precipitación de la estación Quiruvilca

3.3. Generación de caudales por método Lutz Scholz

Para poder determinar el caudal generado en la cuenca de estudio se ha empleado el método planteado por Lutz Scholz, que tiene la particularidad de ser un método combinado, que tiene una estructura determinística y una estructura estocástica para la generación de series extendidas de caudal, que fue desarrollada para las cuencas de la sierra peruana en los años 1979 y 1980.

3.3.1. Precipitación media de la cuenca

Cuadro Nº 13. Promedio de precipitación mensual (mm)

Nº	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1990	42.31	82.87	176.64	129.40	137.06	24.32	3.17	8.98	84.17	77.29	63.65	90.16	920.01
2	1991	73.53	158.30	274.03	333.43	166.50	38.48	4.63	14.50	49.97	123.34	116.14	162.33	1515.19
3	1992	132.10	203.40	211.47	222.47	167.70	32.50	20.20	1.77	77.37	92.99	35.35	166.46	1363.78
4	1993	104.19	144.52	163.38	137.73	52.72	10.12	9.10	3.63	56.10	107.10	71.13	111.90	971.63
5	1994	136.63	176.50	225.07	159.20	45.27	7.40	4.07	9.13	43.47	73.00	63.50	60.07	1003.30
6	1995	105.20	125.33	116.70	55.48	60.93	27.63	10.40	6.17	28.27	77.40	116.13	144.00	873.65
7	1996	183.70	195.07	235.13	130.37	39.63	4.13	2.67	24.80	41.13	113.80	32.07	40.93	1043.43
8	1997	62.63	244.03	107.07	125.30	73.83	45.90	7.43	5.97	83.23	59.90	119.77	212.80	1147.87
9	1998	213.60	263.83	297.70	209.97	60.60	32.73	2.93	26.03	55.27	78.07	57.90	118.57	1417.20
10	1999	207.37	327.57	212.40	140.40	99.63	35.13	24.00	8.05	144.40	103.70	123.40	179.07	1605.12
11	2000	114.13	199.37	286.87	188.23	83.00	44.10	12.97	31.97	34.57	99.80	87.70	170.00	1352.70
12	2001	256.40	172.60	323.47	122.87	59.50	32.83	12.13	0.00	60.50	78.63	91.70	134.37	1345.00
13	2002	72.00	221.50	235.13	139.53	46.10	18.37	15.97	0.00	33.27	109.50	128.90	133.57	1153.83
14	2003	96.80	173.67	216.20	135.97	26.27	13.07	12.50	13.97	20.77	80.97	29.73	117.87	937.77
15	2004	65.97	189.87	197.27	77.80	39.83	21.27	16.20	10.50	64.80	119.17	153.10	148.23	1104.00
16	2005	142.93	142.93	239.07	120.90	30.10	5.27	12.27	11.73	13.33	101.73	56.27	138.47	1015.00
17	2006	158.97	213.73	300.17	128.67	26.83	34.63	11.70	19.43	62.33	91.77	132.97	131.80	1313.00
18	2007	256.90	125.13	312.87	213.93	78.90	13.87	15.63	18.60	32.93	160.20	103.30	120.10	1452.37
19	2008	171.37	201.07	234.73	126.20	51.77	30.00	15.87	14.40	56.47	94.73	78.03	59.97	1134.60
20	2009	235.97	126.03	207.93	199.57	38.03	20.90	17.37	16.00	30.23	123.33	177.43	164.73	1357.53
21	2010	141.23	172.67	224.67	214.60	99.00	18.67	15.27	5.93	32.37	61.13	75.70	113.40	1174.63
22	2011	108.57	109.20	248.57	220.47	44.37	10.70	16.57	6.97	41.23	44.33	60.87	140.63	1052.47
23	2012	237.97	283.30	340.00	287.70	94.90	23.43	18.13	32.37	89.47	147.17	153.10	159.30	1866.83
Nº Datos		23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00
Suma		3320.46	4252.49	5386.52	3820.18	1622.49	545.46	281.17	290.89	1235.65	2219.05	2127.84	3018.72	28120.92
Media		144.37	184.89	234.20	166.09	70.54	23.72	12.22	12.65	53.72	96.48	92.51	131.25	1222.65
Desviación Standar		65.69	58.07	60.37	64.47	40.97	12.24	5.91	9.36	28.72	27.62	41.27	40.63	212.76
Precip. Confiable al 75%		95.10	141.33	188.92	117.74	39.82	14.54	7.80	5.63	32.19	75.76	61.56	100.78	1063.08

3.3.2. Temperatura media de la cuenca

Para el registro de temperaturas medias se tomó de la estación de Cachicadan, que se encuentra más cercana al área de estudio, que se encuentran en el distrito de Cachicadan, lo que se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 14. Temperatura media en la zona de estudio

N°	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1	2001	13.13	13.76	13.44	14.03	13.96	13.35	13.50	14.17	13.57	14.27	14.05	14.08	13.78
2	2002	13.98	13.94	14.06	13.60	14.04	13.23	13.72	14.21	14.99	13.82	13.87	14.47	13.99
3	2003	15.24	14.98	14.23	14.30	14.21	14.92	14.53	14.46	15.25	14.01	15.30	15.46	14.74
4	2004	15.19	14.89	15.58	15.68	15.88	15.75	15.95	15.98	15.97	14.13	14.86	14.20	15.34
5	2005	14.71	15.24	14.20	14.94	14.38	14.65	14.16	14.56	14.93	14.35	14.54	13.62	14.52
6	2006	14.11	14.31	14.17	13.53	13.21	13.13	13.68	14.26	13.89	14.30	14.29	14.18	13.92
7	2007	14.87	13.77	13.87	13.42	13.65	13.93	13.50	13.69	13.93	13.69	14.12	13.55	13.83
8	2008	13.26	13.25	12.36	13.16	12.52	12.33	12.31	13.29	14.37	14.15	14.14	14.19	13.28
9	2009	13.86	13.18	13.38	13.41	13.27	12.94	12.93	14.04	14.72	14.62	14.62	14.76	13.81
10	2010	15.04	15.06	15.55	14.71	14.05	13.77	13.95	13.40	13.49	13.45	13.11	14.20	14.15
11	2011	14.26	14.31	13.60	13.44	14.56	15.31	14.21	14.26	14.54	14.13	14.29	14.33	14.27
12	2012	13.93	12.87	11.89	11.76	13.80	13.87	14.20	14.54	14.54	14.46	14.67	14.17	13.73
13	2013	14.65	14.45	14.18	14.92	15.20	14.62	13.93	14.27	14.84	14.26	13.89	13.59	14.40
Máximo		15.24	15.24	15.58	15.68	15.88	15.75	15.95	15.98	15.97	14.62	15.30	15.46	15.34
Promedio		14.33	14.15	13.88	13.91	14.06	13.98	13.89	14.24	14.54	14.13	14.29	14.22	14.13
Mínimo		13.13	12.87	11.89	11.76	12.52	12.33	12.31	13.29	13.49	13.45	13.11	13.55	13.28

3.3.3. Evapotranspiración potencial

Para la obtención de la evapotranspiración potencial se ha utilizado datos de la estación meteorológica Cachicadan, que se tiene en la zona de estudio. Los resultados se muestran en el cuadro siguiente.

Cuadro Nº 15. Evapotranspiración potencial corregida

Item	Referencia		Obs.	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	set	oct	nov	dic
1	Temperatura Media mensual	°C	Información meteorológica	14.33	14.15	13.88	13.91	14.06	13.98	13.89	14.24	14.54	14.13	14.29	14.22
2	Temperatura Media mensual	°F		57.79	57.48	56.99	57.05	57.30	57.17	57.00	57.63	58.18	57.43	57.72	57.59
3	Número de horas de sol mensual	n	Información meteorológica	135.90	133.30	159.10	193.40	231.70	234.20	246.97	234.40	205.20	195.60	186.70	160.10
4	Número de días del mes	#		31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
5	Número de horas de sol máxima media diaria probable	L	Tabla (función latitud)	12.49	12.36	12.10	11.87	11.71	11.61	11.67	11.84	12.00	12.26	12.49	12.59
6	Número de horas de sol máxima probable mensual	N		387.34	346.22	375.10	356.11	362.86	348.16	361.78	366.89	360.00	380.21	374.84	390.44
7	Porcentaje de horas de sol mensual referido al máximo probable	S		35.1%	38.5%	42.4%	54.3%	63.9%	67.3%	68.3%	63.9%	57.0%	51.4%	49.8%	41.0%
8	Radiación extraterrestre diaria	RMD	Tabla (función latitud)	16.36	16.28	15.50	14.22	12.84	12.05	12.44	13.52	14.81	15.89	16.18	16.18
9	Radiación extraterrestre mensual	RMM		507.26	455.71	480.50	426.74	397.94	361.47	385.54	419.26	444.37	492.52	485.26	501.44
10	Radiación solar incidente en equivalente de evaporación en mm.	RMS		225.35	212.08	234.70	235.86	238.49	222.35	238.91	251.34	251.62	264.95	256.85	240.82
11	Factor de corrección altura.	FA	Altitud (función de cota)	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23
12	Evapotranspiración Potencial mes corregida en mm	EVP		120.30	112.61	123.57	124.30	126.24	117.44	125.81	133.82	135.23	140.55	136.96	128.12

3.3.4. Coeficiente de escurrimiento

Para la obtención del coeficiente de escurrimiento se usó la fórmula de L. Turc, los resultados se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 16. Cálculos de coeficiente de escorrentía

Precipitación Media Anual	P	1222.65	mm
Temperatura Media Anual	T	14.22	°C
Coeficiente de temperatura	L	799.03	
Déficit de escurrimiento	D	679.10	mm/año
Coeficiente de escorrentía	C	0.44	

3.3.8. Generación de caudales mensuales para un año promedio

Los resultados de la generación de caudales mensuales para un año promedio se presentan en el cuadro N° 17, en ella se observa una variación de los caudales mensuales durante el año.

Cuadro N° 17. Caudales generados para un año promedio

Mes	Nro. días del mes	PRECIPITACION MENSUAL					CONTRIBUCIONES DE LA RETENCION				CAUDAL GENERADO	
		P total	Efectiva				Gasto		Abastecimiento		mm/mes	m3/s
			PE I	PE II	PE III	PE	bi	Gi	ai	Ai		
		mm/mes		mm/mes	mm/mes	mm/mes		mm/mes		mm/mes		
1	2	3		4	5	6	7	8	9	10	11	12
Enero	30	95.10	5.53	18.06	30.11	42.90			0.14	5.83	37.07	0.239
Febrero	28	141.33	24.22	52.29	78.37	73.30			0.23	9.96	63.34	0.437
Marzo	31	188.92	55.00	89.00	118.00	101.70			0.32	13.82	87.88	0.548
Abril	30	117.74	11.33	29.58	48.82	34.40	0.33825	2.416			36.82	0.237
Mayo	31	39.82	0.05	3.09	6.18	5.50	0.159884	1.142			6.64	0.041
Junio	30	14.54	0.00	1.06	2.12	2.50	0.454545	3.247			5.75	0.037
Julio	31	7.80	0.00	0.09	0.18	1.50	0.6	4.286			5.79	0.036
Agosto	31	5.63	0.00	0.07	0.14	1.20	0.8	5.715			6.91	0.043
Setiembre	30	32.19	0.01	3.02	6.04	4.40	3.666667	26.193			30.59	0.197
Octubre	31	75.76	3.08	10.34	10.51	12.00			0.04	1.63	10.37	0.065
Noviembre	30	61.56	1.59	5.12	14.25	11.80			0.04	1.60	10.20	0.066
Diciembre	31	100.78	8.00	23.00	39.00	25.30			0.08	3.44	21.86	0.136
		881.17	108.81	234.72	353.72	316.50	6.02	43.00	0.84	36.27	323.23	0.174

3.4. Demanda de agua

3.4.1. Cedula de cultivo y calendario de siembra

Con el presente estudio se pretende regar un área de 68.58 hectáreas, los que se encuentran en la parte inferior del canal, y que tienen condiciones para ser regados por gravedad o por aspersión, la mayoría utiliza el riego por gravedad.

Cuadro N° 18. Cultivos en el área de riego

ESPECIE	Áreas (Ha)
Papa blanca	25.70
Papa amarilla	29.78
Alfalfa	6.02
Maiz amiláceo	2.37
Haba	1.33
Cebada	0.83
Avena forrajera	0.48
Avena grano	0.28
Otros	1.79
Total	68.58

Fuente: elaboración propia

En el siguiente cuadro se muestra la cedula de cultivo, y tiene el siguiente detalle:

Cuadro Nº 19. Cedula de cultivo en el área de influencia

CULTIVO PRINCIPAL			CALENDARIO AGRICOLA											
ESPECIE	%	Áreas	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Papa blanca	37.48%	3.87	2.01	2.01	2.01								2.01	2.01
		21.84				21.84	21.84	21.84	21.84	21.84				
Papa amarilla	43.42%	15.65	15.65	15.65	15.65								15.65	15.65
		14.13				14.13	14.13	14.13	14.13	14.13				
Alfalfa	8.78%	0.52	0.52	0.52	0.52								0.52	0.52
		5.50				5.50	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50		
Maiz amiláceo	3.46%	0.03	0.03	0.03	0.75								0.75	0.75
		2.34				2.34	2.34	2.34	2.34	2.34				
Haba	1.94%	0.81	0.81	0.81									0.81	0.81
		0.52			0.52	0.52	0.52	0.52						
Cebada	1.21%	0.35	0.35	0.35	0.35								0.35	0.35
		0.48				0.48	0.48	0.48	0.48	0.48				
Avena forrajera	0.71%	0.38	0.38	0.38	0.38								0.38	0.38
		0.10				0.10	0.10	0.10	0.10	0.10				
Avena grano	0.40%	0.14	0.14	0.14	0.14								0.14	0.14
		0.14				0.14	0.14	0.14	0.14	0.14				
Otros	2.60%	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42							0.42	0.42
		1.37					1.37	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37		
Area Cultivada por mes (Has)	100.00%	68.58	20.30	20.30	20.73	45.46	46.42	46.42	45.90	45.90	6.87	6.87	21.02	21.02

3.4.2. Kc de cultivos

Cuadro Nº 20. Kc de cultivos

CULTIVO PRINCIPAL			CALENDARIO AGRICOLA											
ESPECIE	%	Áreas	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Papa blanca	37.48%	3.87	1.15	1.15	0.84								0.84	0.79
		21.84				0.50	0.79	1.15	1.15	0.80				
Papa amarilla	43.42%	15.65	1.15	1.15	0.84								0.84	0.79
		14.13				0.50	0.79	1.15	1.15	0.80				
Alfalfa	8.78%	0.52	0.86	0.86	0.86								0.86	0.86
		5.50				0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90		
Maiz amiláceo	3.46%	0.03	1.19	0.88	0.75								0.30	0.77
		2.34				0.30	0.77	1.19	0.88	0.75				
Haba	1.94%	0.81	1.19	0.88									0.30	0.77
		0.52			0.30	0.77	1.19	0.88						
Cebada	1.21%	0.35	0.73	0.87	0.92								0.50	0.62
		0.48				0.50	0.62	0.73	0.87	0.92				
Avena forrajera	0.71%	0.38	0.73	0.87	0.92								0.50	0.62
		0.10				0.50	0.62	0.73	0.87	0.92				
Avena grano	0.40%	0.14	0.73	0.87	0.92								0.50	0.62
		0.14				0.50	0.62	0.73	0.87	0.92				
Otros	2.60%	0.42	0.85	0.85	0.85	0.85							0.85	0.00
		1.37					0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86		
Area Cultivada por mes (Has)	100.00%	68.58	20.30	20.30	20.73	45.46	46.42	46.42	45.90	45.90	6.87	6.87	21.02	21.02
Kc ponderado			1.23	1.22	0.88	0.54	0.81	1.10	1.09	0.81	0.89	0.89	0.85	0.81

3.4.3. Demanda hídrica

Cuadro Nº 21. Demanda de agua de los cultivos

Parametro	%	Áreas	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Área Cultivada por mes (Has)	100.00%	68.58	20.30	20.30	20.73	45.46	46.42	46.42	45.90	45.90	6.87	6.87	21.02	21.02
Coefficiente ponderado (Kc ponderado)	--		1.23	1.22	0.88	0.54	0.81	1.10	1.09	0.81	0.89	0.89	0.85	0.81
Evapotranspiración Potencial (Eto)	mm		120.30	112.61	123.57	124.30	126.24	117.44	125.81	133.82	135.23	140.55	136.96	128.12
Evapotranspiración Real (UC)	mm		147.42	137.22	108.33	67.67	101.74	129.68	137.53	108.81	120.63	125.38	116.50	103.94
Precipitación efectiva P 75% persistencia	mm		95.10	141.33	188.92	117.74	39.82	14.54	7.80	5.63	32.19	75.76	61.56	100.78
Requerimiento de agua (Req)	mm		52.32	-4.12	-80.60	-50.07	61.92	115.14	129.74	103.18	88.44	49.61	54.94	3.16
Req. Vol. bruto de agua (Req. Vol. Bruto)	m3/ha		523.20	-41.17	-805.96	-500.74	619.24	1,151.40	1,297.37	1,031.79	884.40	496.13	549.41	31.60
Eficiencia de riego (Ef. riego)			0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
Req. Vol. Neto de agua (Req. Vol. Neto)	m3/ha		1,308.01	-102.92	-2,014.89	-1,251.85	1,548.11	2,878.50	3,243.43	2,579.48	2,211.00	1,240.32	1,373.51	78.99
Número de horas de riego por día	h		12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
Numero de días del mes			31.00	28.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00
módulo de riego (MR)	lt/s/ha		0.98	-0.09	-1.50	-0.97	1.16	2.22	2.42	1.93	1.71	0.93	1.06	0.06
Caudal disponible a la demanda (Q dem)	lt/s		19.83	-1.73	-31.19	-43.91	53.66	103.10	111.16	88.41	11.72	6.36	22.28	1.24

3.5. Balance hídrico

Cuadro N° 22. Balance hídrico

PARAMETRO	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
DEMANDA DE AGUA	m3/mes	53,116.19	-4,179.46	-83,533.74	-113,825.78	143,719.88	267,227.78	297,740.19	236,791.07	30,382.38	17,043.79	57,741.68	3,320.63
	l/s	19.83	-1.73	-31.19	-43.91	53.66	103.10	111.16	88.41	11.72	6.36	22.28	1.24
	MMC	0.0531	-0.0042	-0.0835	-0.1138	0.1437	0.2672	0.2977	0.2368	0.0304	0.0170	0.0577	0.0033
OFERTA DE AGUA	m3/mes	63,915.25	94,990.98	126,974.57	79,133.29	26,761.00	9,770.49	5,239.46	3,784.22	21,633.10	50,920.92	41,377.00	67,733.76
	l/s	23.86	39.27	47.41	30.53	9.99	3.77	1.96	1.41	8.35	19.01	15.96	25.29
	MMC	0.064	0.095	0.127	0.079	0.027	0.010	0.005	0.004	0.022	0.051	0.041	0.068
BALANCE	m3/mes	10,799.06	99,170.44	210,508.31	192,959.07	-116,958.88	-257,457.29	-292,500.73	-233,006.85	-8,749.28	33,877.13	16,364.67	64,413.13
	l/s	4.03	40.99	78.59	74.44	-43.67	-99.33	-109.21	-86.99	-3.38	12.65	-6.31	24.05
	MMC	0.01	0.10	0.21	0.19	-0.12	-0.26	-0.29	-0.23	-0.01	0.03	-0.02	0.06

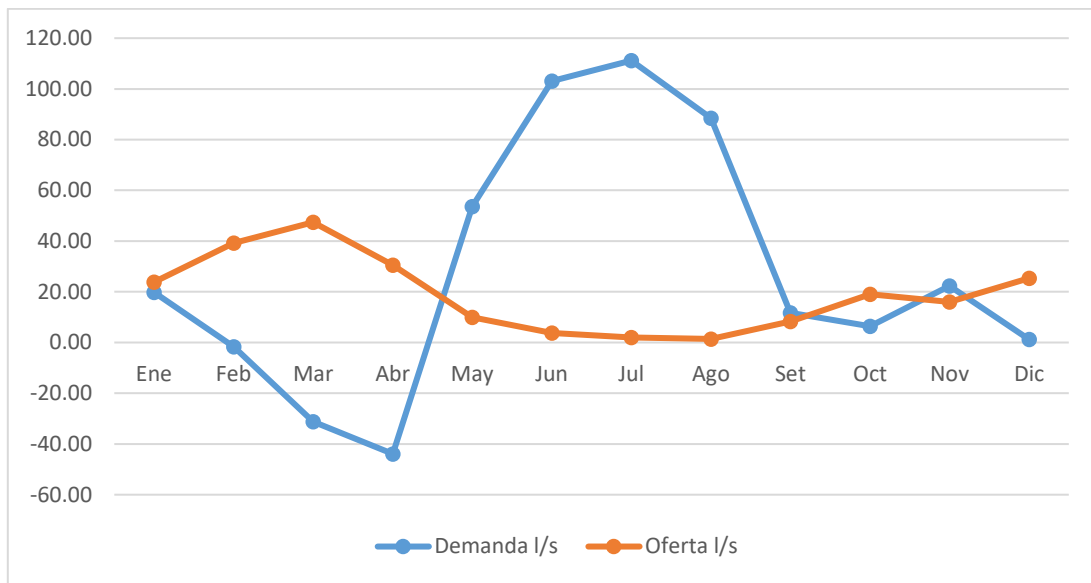


Figura N° 09. Balance de demanda y oferta hídrica.

3.6. Regulación de descargas

3.6.1. Determinación del volumen útil

La capacidad mínima del embalse es de 0.68 MMC

Cuadro N° 23. Determinación de la capacidad de embalse

Periodo	Nro de días	IGRESO (OFERTA)		EGRESO (DEMANDA)		Volumen de diferencia	Diferencias acumuladas	Volúmenes disponibles acumulados	Volúmenes demanda acumuladas	Volúmenes actuales de embalse
		Q0	Volumen	Qr	Volumen					
		m3/s	MMC	m3/s	MMC	MMC	MMC	MMC	MMC	MMC
Enero	31	0.23895	0.64000	0.01983	0.05312	0.58688	0.00	0.64000	0.05312	0.05312
Febrero	28	0.43744	1.05824	0.00000	0.00000	1.05824	0.00	1.69824	0.05312	0.00000
Marzo	31	0.54819	1.46826	0.00000	0.00000	1.46826	0.00	3.16650	0.05312	0.00000
Abril	30	0.23730	0.61509	0.00000	0.00000	0.61509	0.00	3.78160	0.05312	0.00000
Mayo	31	0.04143	0.11097	0.05366	0.14372	-0.03275	-0.03	3.89257	0.19684	0.17647
Junio	30	0.03704	0.09602	0.10310	0.26723	-0.17121	-0.20	3.98858	0.46406	0.47119
Julio	31	0.03609	0.09667	0.11116	0.29774	-0.20107	-0.41	4.08525	0.76180	0.70277
Agosto	31	0.04313	0.11553	0.08841	0.23679	-0.12126	-0.53	4.20078	0.99860	0.76309
Setiembre	30	0.19719	0.51112	0.01172	0.03038	0.48074	-0.05	4.71190	1.02898	0.07594
Octubre	31	0.06468	0.17325	0.00636	0.01704	0.15620	0.00	4.88515	1.04602	0.01704
Noviembre	30	0.06572	0.17036	0.02228	0.05774	0.11262	0.00	5.05551	1.10376	0.05774
Diciembre	31	0.13637	0.36526	0.00124	0.00332	0.36194	0.00	5.42077	1.10708	0.00332

3.6.2. Determinación del volumen muerto

Teniendo en cuenta el volumen útil del embalse, el volumen muerto se puede determinar entre un 8% y un 15 % del volumen útil.

$$VM = 0.15 \times VU$$

$$VM = 0.15 \times 0.68$$

$$VM = 0.102 \text{ MMC}$$

3.6.2. Determinación del volumen total de almacenamiento

El volumen de almacenamiento total de la represa ha sido hallado teniendo en cuenta la suma del volumen muerto y volumen útil, obteniendo un volumen de 0.782 MMC.

3.6.3. Altura de presa

Cuadro Nº 24. Relación área – volumen del embalse

Cota	Profundidad - Altura	Area	Vol. Parcial	Vol. Acum.	Vol. Acum.
msnm	m	m2	m3	m3	MMC
3451	0	29,414.480			
3452	1	32,336.160	32,336.16	32,336.16	0.0323362
3453	2	37,093.880	37,093.88	69,430.04	0.0694300
3454	3	40,883.460	40,883.46	110,313.50	0.1103135
3455	4	43,524.430	43,524.43	153,837.93	0.1538379
3456	5	46,662.880	46,662.88	200,500.81	0.2005008
3457	6	50,072.455	50,072.46	250,573.27	0.2505733
3458	7	53,820.604	53,820.60	304,393.87	0.3043939
3459	8	57,126.758	57,126.76	361,520.63	0.3615206
3460	9	60,061.165	60,061.17	421,581.79	0.4215818
3461	10	63,975.741	63,975.74	485,557.53	0.4855575
3462	11	67,440.928	67,440.93	552,998.46	0.5529985
3463	12	71,378.144	71,378.14	624,376.61	0.6243766
3464	13	74,935.956	74,935.96	699,312.56	0.6993126
3465	14	78,354.665	78,354.67	777,667.23	0.7776672
3465.1	14.1	81,978.019	8,197.80	785,865.03	0.7858650

Fuente: Elaboración propia, según información de campo

3.7. Planteamiento de represa

Con la implementación de una adecuada infraestructura de represamiento en la presa Pay Ball se estaría almacenando una cantidad de 787,497 m³ de agua, los que será utilizadas para el riego, se estima que el dique tendrá una altura de 15.6 metros, y una longitud de 124.1 metros.

Características Geométricas de la Presa

Las características principales de la presa conformada por materiales sueltos en base a las siguientes normas y determinaciones adjuntas:

Cuadro Nº 25. Ancho de la corona

FUENTE	RECOMENDACIÓN	CARACTERES MNEMOTÉCNICOS
Diseño de Presas Pequeñas del USBR	$w = z/5 + 10$ (pies) = 19.252 pies = 5.87 m	w, ancho de la corona z, altura de corona = 14.1m = 46.26 pies
Reglamento Italiano	$w = z / 5$ = 2.82 m	
Se selecciona $w = 5.00$ m		

Cuadro Nº 26. Bordo Libre

FUENTE	RECOMENDACIÓN	CARACTERES MNEMOTÉCNICOS
Código de Presas de Arizona	Por Stevenson: $h = 0.76 + 0.34 F^{1/2} - 0.26 F^{1/4}$ = 0,77m $h_1 = 1.5 h = 1.15$ m	h, altura de la ola (m) F, longitud máxima del embalse (Km) = 0.41 Km h_1 , bordo libre (m)
Iribarren	$h_1 = 1.2 F^{1/4} = 0.96$ m	
Gómez Navarro	$h_1 = 1,50$ mínimo para presas de tierra	
Se selecciona $h_1 = 1,50$ m		

Altura de Coronación.

La altura de coronación de la presa será el NAMO (cota 3465.10m) más el resguardo que asegure que las olas que es 1.50m, en el momento que se produce el NAME, no se desborden sobre la represa proyectada.

ALTURA TOTAL DE REPRESA = 3466.60.m.

Anteproyecto para la presa de tierra con núcleo de arcilla

Ubicación de la presa de Pay Ball:

Coordenadas norte : 9087,564.06

Coordenadas este : 790,182.23;

Altura : 3,250 m.s.n.m.

La presa Pay Ball es una estructura de 15.6 m de altura, la cresta se encuentra a una elevación de 3466.60 m.s.n.m. Estará compuesta por 6 zonas, se presenta la sección transversal característica para este tipo de presa. Uno de los principales criterios de diseño es que la permeabilidad de la estructura debe disminuir desde el talud aguas arriba hacia el núcleo impermeable, por lo tanto, la granulometría de los materiales irá de mayor a menor de izquierda a derecha, la vida útil mínima debería ser 35 años.

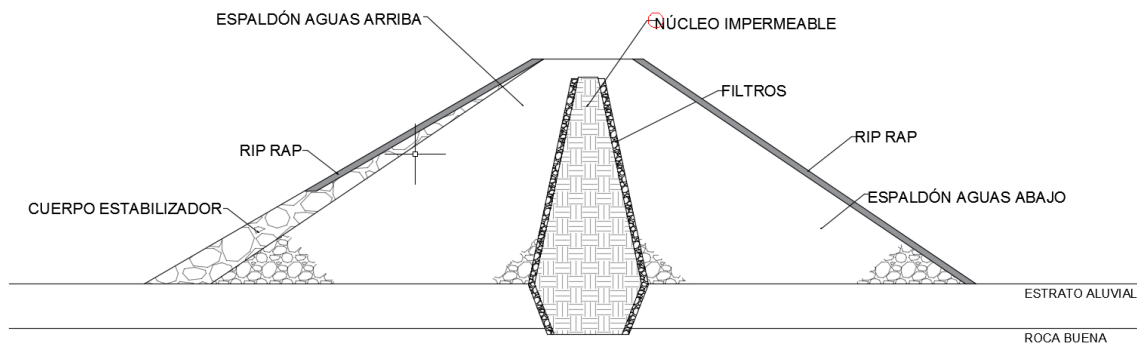


Figura N° 10. Sección Transversal Presa de Tierra

Zonificación de los materiales y dimensionamiento

Núcleo Impermeable

Se construye de arcilla. El espesor mínimo de la base del núcleo se calcula mediante la siguiente ecuación, donde h_{max} es igual a la carga máxima de agua

$$E_{min} = \frac{1}{3} \cdot h_{max}$$

Otra recomendación es que el espesor mínimo del núcleo debe ser igual o mayor al 25% de la altura de agua en la presa

$$E_{min} = 25\% \cdot h_{max}$$

Siendo 14.1 m la carga máxima de agua (cuando se alcanza el NAME), se eligió conservadoramente un espesor de 7.0 m para la base del núcleo de arcilla, esto con el objetivo de que disminuyan las pérdidas por filtración y la tendencia al sifonamiento. Es importante que el núcleo se apoye sobre el estrato de roca buena, por lo tanto, debe eliminarse el estrato de material aluvial, así como una parte del estrato rocoso (roca alterada).

Además, la corona del núcleo debe estar ubicada por encima de la cota NAME para garantizar la impermeabilidad de la estructura en cualquier condición, por ello se determinó que el límite superior del núcleo se ubicaría 1.50 m por encima del nivel NAME. Se recomienda que la dimensión mínima en la corona sea de 5.00 m con el objetivo de garantizar los trabajos de compactación hasta el nivel de coronamiento, de acuerdo a proyectos recientes de presas de tierra de similar altura y debido al tamaño de la estructura se optó por considerar una longitud de 5.00m. los taludes escogidos para el núcleo son de 0.25:1.00 (H:V) con el objetivo de que tenga la robustez necesaria, la validez de estos taludes se verificará con el análisis de estabilidad de taludes y filtraciones.

Espaldones

(RAMIREZ, 2015) La función del espaldón es dar estabilidad a la estructura, el espaldón aguas abajo recibe todo el empuje como carga horizontal, por el contrario, el talud aguas arriba no recibe presión (por ser permeable toda la presión va al núcleo) pero debe resistir su peso propio. Ambos irán asentados directamente sobre el lecho aluvial de la Quebrada. En el caso del espaldón aguas abajo, irá asentado sobre una capa de drenaje de 4.00m de espesor aproximadamente. Ambos espaldones tienen drenaje libre, permitiendo garantizar la estabilidad de la presa. Los taludes de los espaldones dependen de la calidad de material disponible (pudiendo ser de hasta 2.20:1.00 H/V cuando los materiales son buenos), la Tabla IV-6 muestra las siguientes recomendaciones.

Cuadro N° 27. Taludes recomendados

Altura de la presa (m)	Talud	
	Aguas arriba	Agua abajo
< 5.00	2.00 : 1.00	1.50 : 1.00
5.00 a 10.00	2.50 : 1.00	2.00 : 1.00
10.00 a 15.00	2.75/3.00 : 1.00	2.50 : 1.00
15.00 a más	3:00/3.50:1.00	2.50 /2.75 :1.00

Fuente: Ramirez, 2015

Sin embargo, estos taludes son aplicables a estructuras que no llevarán enrocado de protección, según el manual de diseño de la Universidad del Cauca (2007), para presas con enrocado de protección, los taludes pueden ser más inclinados llegando al orden de 1.50:1.00 a 2.00:1.00 (H/V). Siguiendo estos criterios, se propone un talud de 2.00:1.00 (H/V) para los espaldones tanto aguas arriba como aguas abajo.

Cuerpo Estabilizador

Su función será estabilizar el talud aguas arriba de la presa; estará compuesto por bloques de tamaño promedio 24" de esta manera se pretende cumplir con el criterio de permeabilidad que establece que debe ir de más a menos desde la parte externa de la presa hacia la zona del núcleo. Tendrá un talud de 2.50:1.00 (H/V).

Filtros

Los filtros tienen como función evitar la tubificación a través del cuerpo de la presa, dado que los espaldones son porosos, el agua filtrada a través de estos arrastra partículas finas formando tubos a través del cuerpo de la presa, lo cual puede conducir a un fallo catastrófico. Por lo tanto, se requiere instalar entre los

espaldones y el núcleo un material granular con una granulometría característica que deje pasar el agua pero que retenga las partículas. El filtro colocado aguas arriba proporciona protección contra el vaciado rápido y el de aguas abajo evita una eventual erosión retrogresiva de los finos. Se recomienda utilizar un espesor mínimo de filtros de 3.00 m, se optó por seguir esta recomendación, este filtro se colocará tanto aguas arriba como aguas abajo del núcleo arcilloso.

Dren:

Su función es recoger el agua que por alguna razón pudiera atravesar el núcleo de arcilla y conducirla aguas abajo a través de su cuerpo permeable, evitando la tubificación del espaldón aguas abajo y previniendo el fallo de la presa. Tendrá un espesor de 4.00 m aproximadamente.

RIP RAP de protección

Es el material comúnmente más utilizado para la protección de los taludes de la presa y está compuesto por una mezcla de diámetros variables. En el talud aguas arriba esta protección se coloca aproximadamente hasta el nivel NAMI, cuya área de la cara de la presa pudiera quedar expuesta al descender el nivel del agua. En el talud aguas abajo, irá a lo largo de toda la cara de la estructura. El espesor de Rip Rap será de 0.50 m para ambas caras.

3.8. Mejoramiento de canal principal

3.8.1. Caudal de diseño

Canal Pay Ball: Inicia en la fuente de agua del río Acapalla, con una longitud de 02+113 ml. Con concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$. Con espesor 0.10

m, sección rectangular. Para mejorar las condiciones de conducción del agua y minimizar las pérdidas de agua, se tienen que mejorar 2,113.01 m de canal principal con concreto simple.

El caudal de diseño debe de estar relacionado con el balance de demanda de agua total máxima.

Planteamiento hidráulico

El proyecto indicado que contempla el mejoramiento de la infraestructura de riego de los sectores Pay Ball, con el mejoramiento de servicios de agua para riego con la adecuada infraestructura de represamiento y conducción.

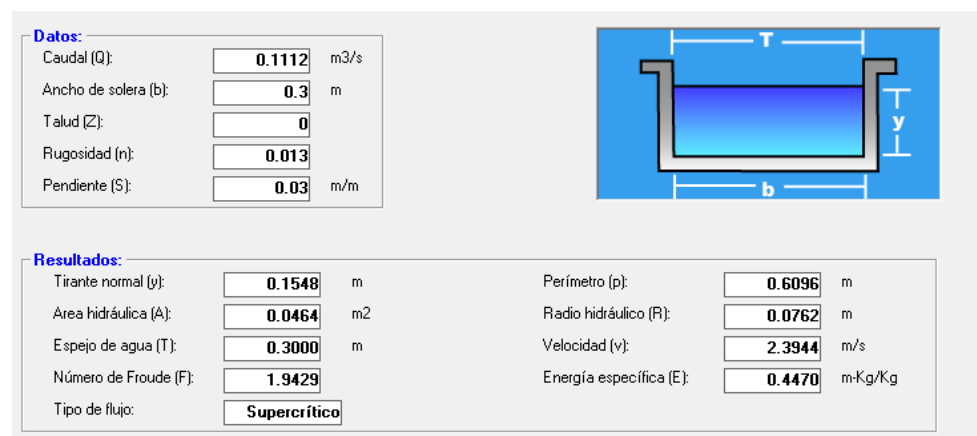


Figura N° 11. Diseño de canal de conducción de agua

IV. DISCUSIÓN

- Teniendo en consideración la zona de influencia del proyecto, posee potencial agrícola de suelos que no vienen siendo aprovechados adecuadamente por el déficit hídrico existente como consecuencia de la deficiente infraestructura de conducción y distribución de agua de riego, es posible que con la ejecución del proyecto pueda mejorarse la dotación de agua para una mayor área agrícola.
- El Problema Central identificado se ha definido como la DEFICIENTE PROVISIÓN DE AGUA PARA RIEGO en la zona agrícola en los sectores de Pay Ball del Distrito de Huaso, todo esto conlleva a bajos niveles de oferta de productos agrícolas y bajos ingresos de los agricultores; traduciéndose todo esto en el retraso socioeconómico.
- En el presente trabajo de investigación se establecerán bases para el diseño de la represa, para ello se han tomado en cuenta diferentes referencias de trabajos del mismo tipo.
- Se determinó el tamaño de la represa y el mejoramiento del canal, con la finalidad de que los usuarios de agua para el riego puedan incrementar la productividad en sus cultivos y en la ganadería.

V. CONCLUSIONES

Se evaluó la solución para evitar el problema de escasez de agua en el Sector Pay Ball, donde se optó por la instalación del sistema de riego Pay Ball, mediante la construcción de una presa de 15.6 m de altura y canal de riego.

La actividad principal es la agropecuaria de autoconsumo, producción de pastos cultivados y pastos naturales para la alimentación del ganado. La tenencia de tierras es de tipo parcela con propiedades individuales, se cuenta con junta administradora de riego. La población económicamente activa es 35%, el comercio se desenvuelve por el sistema de autoconsumo sin tener una actividad extensiva, el bajo ingreso familiar solamente permite que tengan una economía de subsistencia.

La disponibilidad de agua de la quebrada Acapalla es de un caudal promedio de $0.174\text{m}^3/\text{s}$ y el área beneficiada será de 68.58 has, en la que se tiene una demanda de que genera una demanda de agua de 50 l/s, de acuerdo a los cultivos la mini presa almacenara aproximadamente 0.782 MMC anuales y podremos cubrir la demanda todo el año.

VI. RECOMENDACIONES

Se debe complementar el diseño de un sistema de riego con mayor detalle, por parte de las instituciones competentes tomando en cuenta los resultados obtenidos y también considerar la sensibilización a los beneficiarios en el uso eficiente del agua.

Se debe complementar un diseño estructural más detallado para asegurarnos de que la obra no corra ningún peligro, con estudios complementarios de suelos con calicatas y perforaciones, también se deben realizar diseño de obras de arte como saltos, cruces peatonales, desarenador, compuertas, obras de aforo, transiciones y otros.

Capacitar a los pobladores del sector Pay Ball para el mantenimiento y conservación de la presa y de los canales de riego, para su adecuado uso y sostenibilidad del proyecto.

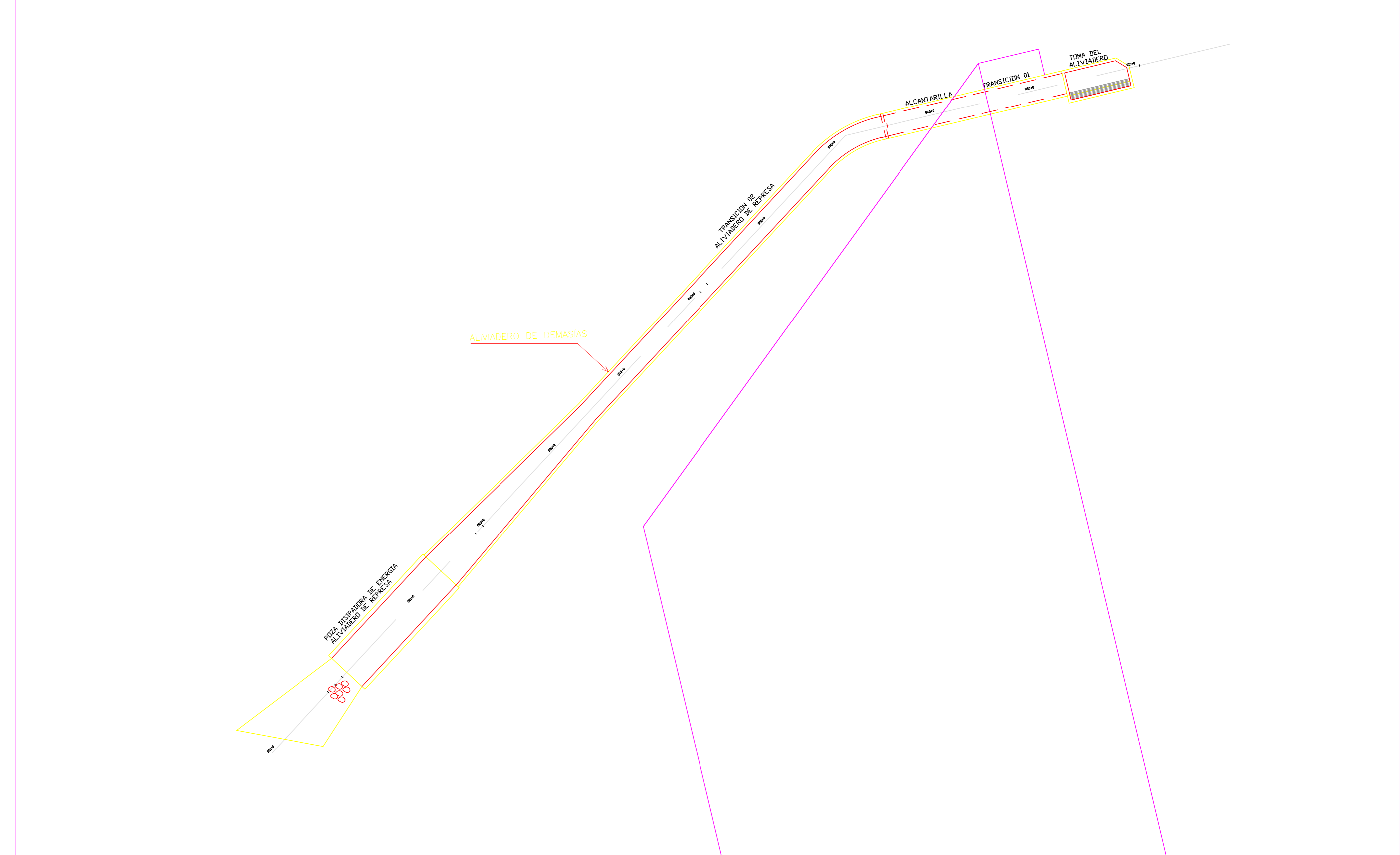
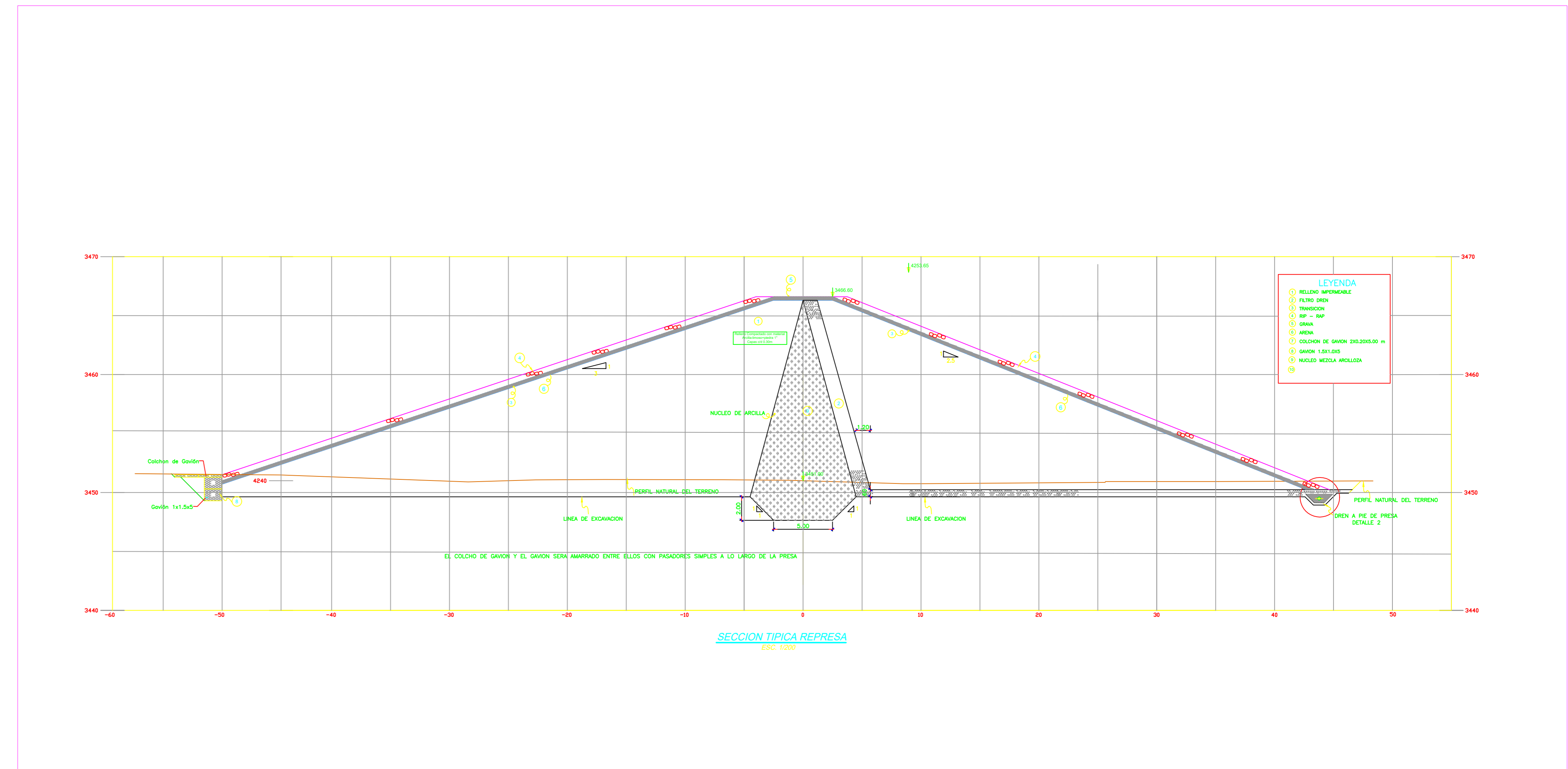
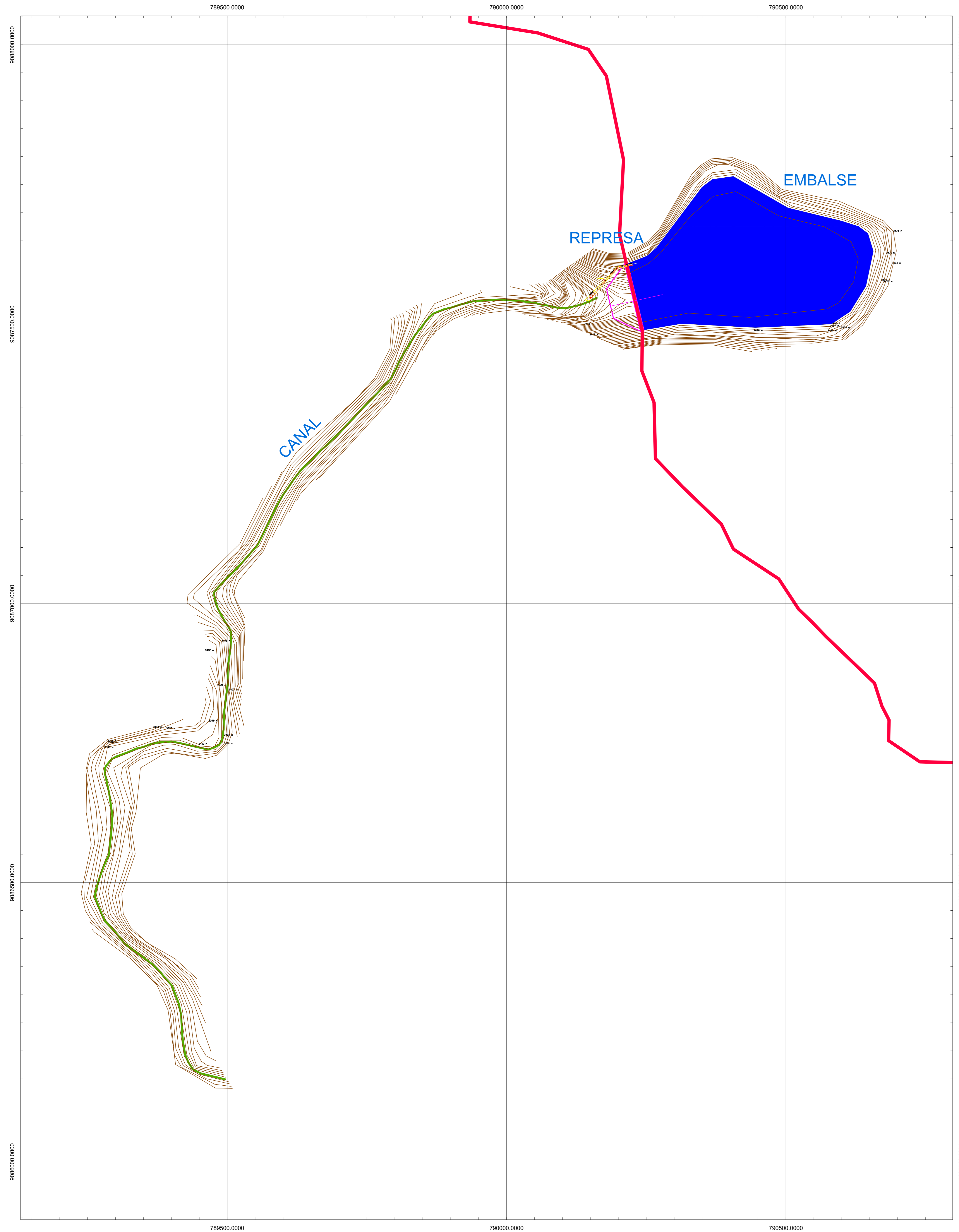
Realizar adecuadamente trabajos de transferencia tecnológica moderna sobre sistemas de riego, para dar un uso óptimo del agua y de acuerdo a la necesidad de la cedula de cultivos.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

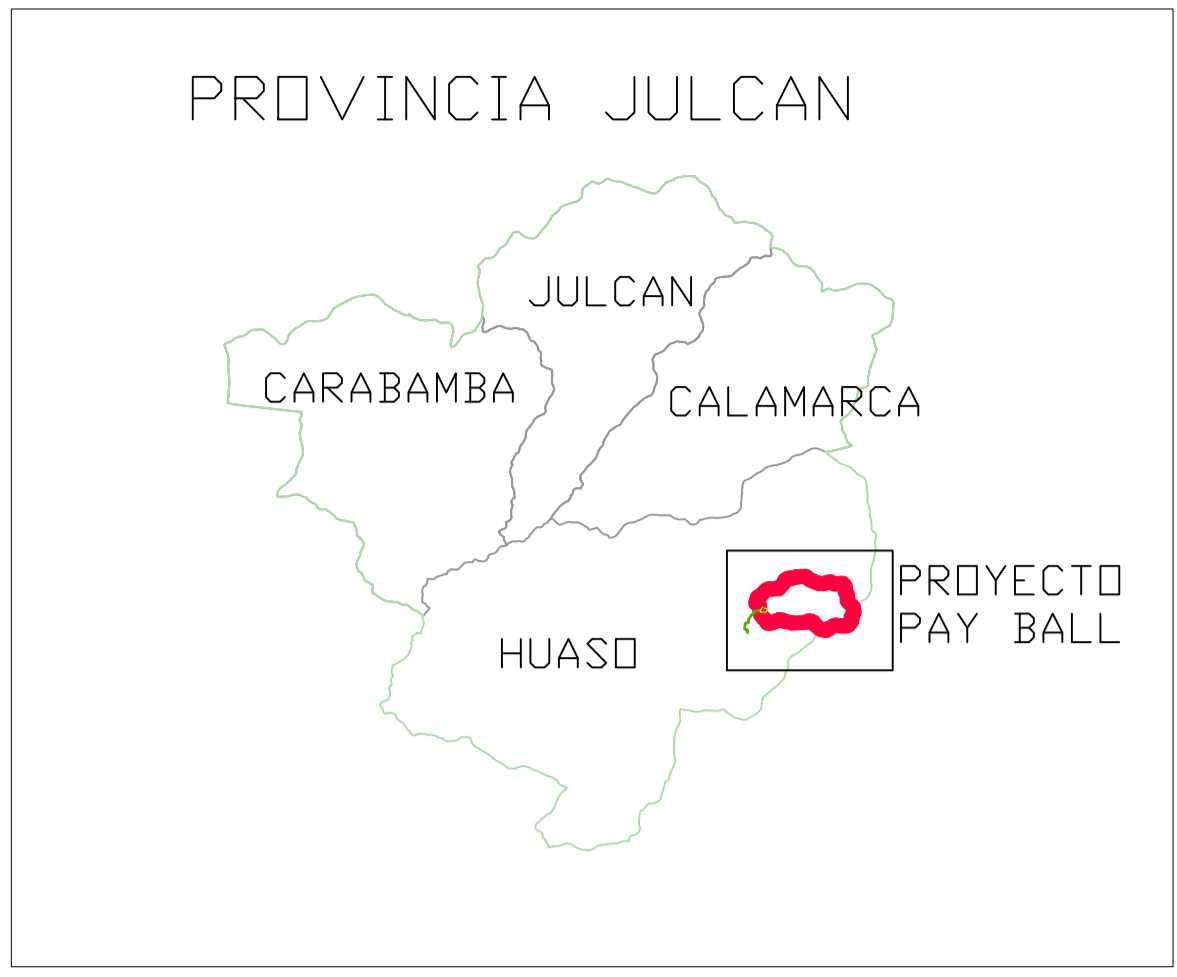
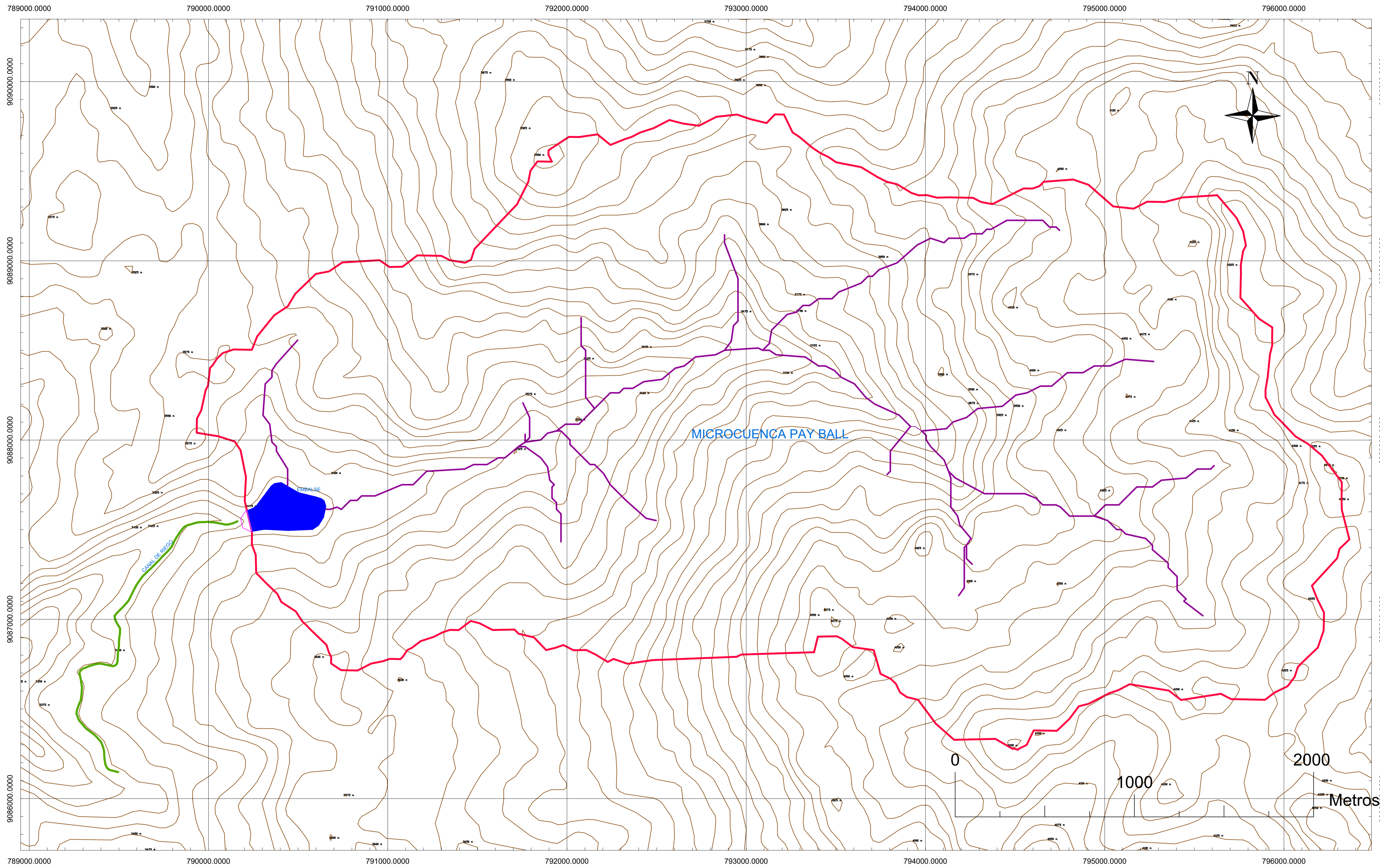
- Ainzua, A. (2007). *Embalses por causas naturales*. de Monografias.com: <http://www.monografias.com>.
- Alayo, A. (2017). *ESTUDIO HIDROLÓGICO PARA EL DISEÑO DE LA REPRESA LAS COMBAS EN EL CASERIO DE COCHAPAMPA - SANTA CRUZ DE CHUCA - SANTIAGO DE CHUCO - REGION LA LIBERTAD*. Trujillo: UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO.
- Albites, J. V., & Alvitez, C. d. (2015). *Diseño de un sistema de riego por goteo para el cultivo de palta Hass en parcela de 22 ha del subsector de riego Ferreñafe*. Lambayeque Peru.: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- ANA, A. N. (2010). *MANUAL: Criterios de diseño de obras hidráulicas para la formulación de proyectos hidráulicos multisectoriales y de afianciamento hidrico*. Lima - Peru: Direccion de estudio de proyectos hidráulicos multisectoriales.
- Buguña, N. (2019). *APLICACION DE MODELOS HIDROLOGICOS PARA LA ESTIMACION DE CAUDALES MENSUALES EN LA SUB CUENCA DEL RIO BIGOTE*. Piura: UNIVERSIDAD DE PIURA.
- Bustamante, J. (1996). *Manual de obras menores de riego*. Santiago de Chile: Antartico.
- Cordova, J. (2015). *Diseño de embalse teniendo en consideracion los impactos ambientales*. Piura - Peru: Universidad de Piura.
- Gamarra, H. (2018). *APLICACIÓN DEL MODELO HIDROLOGICO LUTZ SCHOLZ PARA DETERMINAR CAUDALES MEDIOS MENSUALES EN LA SUB CUENCA DEL RIO QUIROZ*. Piura: UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA.
- Gandarillas, H. (2002). *Concepto de proyecto*. Cochabamba, Bolivia.
- Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones. (2012). *Presas de Hormigon*. España: Colegio de Ingenieros de caminos, canales y puertos.
- Lopez, J. (2006). *Hidraulica General*. Lima Peru: Universidad Agraria La Molina.

- RAMIREZ, P. (21 de 23 de 2015). *Academia.edu*. Obtenido de *Academia.edu*:
https://www.academia.edu/30210036/PRESAS_DE_MATERIALES_SUELTOS
- Reyes, T. A., Ulises, B. F., & Carvajal, E. (2010). *Guía Básica para la*. Cali: Universidad del Valle.
- Roldan, G., & Ramirez, J. J. (2008). *Fundamentos de limonología neotropical*. Medellín, Colombia: Universidad Antioquia.
- Sullcahuaman, R. (2018). *DISEÑO A NIVEL DE PREFACTIBILIDAD DEL SISTEMA DE REPRESAMIENTO ACOPRO PARA EL AFIANZAMIENTO HIDRICO DEL SISTEMA DE RIEGO CHULLUHUAYCO AYACUCHO*. Lima: UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA.
- Villón, M. (1995). *Hidraulica de canales*. Lima: Editorial Villón.

VIII. ANEXOS



PROYECTO: RIEGO PAY BALL				
CLIENTE: "SECTOR PAY BALL"				
UBICACION	DISTRITO	PROVINCIA	REGION	FECHA
	HUASO	JULCAN	LA LIBERTAD	ENE/2021
ESPECIALIDAD	RESPONSABLE			PLANO
UBICACION				E 1



PROYECTO:				
RIEGO PAY BALL				
CLIENTE: "SECTOR PAY BALL"				ESCALA:
				•
UBICACIÓN	DISTRITO	PROVINCIA	REGION	FECHA
	HUASO	JULCAN	LA LIBERTAD	
ESPECIALIDAD	RESPONSABLE			PLANO
UBICACIÓN				E1