

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



**“PROPUESTA DE DISEÑO DE OBRAS HIDRÁULICAS PARA
EL SISTEMA DE RIEGO EN EL DISTRITO DE HUACCHIS,
PROVINCIA DE HUARI-ANCASH”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL
PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÍCOLA**

GIANFRANCO EMIL ANDREE TORRES LAZARTE

LIMA – PERÚ

2023

TSP 2023-TORRES LAZARTE

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

18%

FUENTES DE INTERNET

6%

PUBLICACIONES

9%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	vsip.info Fuente de Internet	2%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
3	repositorio.ana.gob.pe Fuente de Internet	1%
4	dspace.utpl.edu.ec Fuente de Internet	1%
5	idoc.pub Fuente de Internet	1%
6	idl-bnc-idrc.dspacedirect.org Fuente de Internet	1%
7	repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	es.slideshare.net Fuente de Internet	<1%
9	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1%

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

**“PROPUESTA DE DISEÑO DE OBRAS HIDRÁULICAS PARA EL
SISTEMA DE RIEGO EN EL DISTRITO DE HUACCHIS, PROVINCIA
DE HUARI-ANCASH”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL TÍTULO DE:
INGENIERO AGRÍCOLA

Presentado por:

BACH. GIANFRANCO EMIL ANDREE TORRES LAZARTE

Sustentado y aprobado por el siguiente jurado:

Dr. GONZALO RAMCÉS FANO MIRANDA
Presidente

Mg.Sc. ERICK ABAD ROSALES ASTO
Asesor

Mag. SAÚL MOISÉS TORRES MURGA
Miembro

Ph.D. JOSÉ LUIS CALLE MARAVÍ
Miembro

LIMA – PERÚ

2023

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. PROBLEMÁTICA	1
1.2. OBJETIVOS.....	2
1.2.1. Objetivo general	2
1.2.2. Objetivos específicos	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Obras Hidráulicas	3
2.2. Bocatoma.....	3
2.2.1. Tipos de Bocatoma	3
2.2.2. Elementos de una Bocatoma.....	4
2.3. Desarenador.....	7
2.4. Canal principal de conducción	8
2.5. Canales de riego por su función	9
2.6. Sección transversal	10
2.7. Velocidades permisibles	10
2.8. Tipo de flujo en canales.....	11
2.9. Elementos básicos en el diseño de canales.....	13
2.9.1. Trazo de canales.....	13
III. DESARROLLO DEL TRABAJO.....	15
3.1. Datos generales.....	15
3.1.1. Ubicación.....	16
3.1.2. Población Beneficiaria.....	16
3.1.3. Hectáreas beneficiadas	16
3.1.4. Vías de acceso	17
3.2. Metodología.....	17
3.2.1. Identificación y diagnostico.....	17
3.2.2. Análisis de información existente.....	20
3.2.3. Planteamiento hidráulico	32
3.2.4. Criterios de diseño	33

3.2.5. Descripción técnica de las obras.....	39
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	41
4.1. Diseño Hidráulico de Obras	41
4.1.1. Bocatoma	41
4.1.2. Desarenador	45
4.1.3. Línea de Conducción	47
4.2. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DESARROLLADO	48
4.2.1. Evaluación de sistema de riego del sistema de riego del centro poblado de Yanas.....	48
4.2.2. Análisis de Contribución	49
4.2.3. Beneficios obtenidos por el centro laboral	50
V. CONCLUSIONES	51
VI. RECOMENDACIONES.....	52
VII. REFERENCIASBIBLIOGRÁFICAS.....	53
VIII. ANEXOS	54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Rutas a la zona del Proyecto.....	17
Tabla 2: Puntos geodésicos.....	21
Tabla 3: Calicatas línea de conducción.....	23
Tabla 4: Parámetros geomorfológicos	24
Tabla 5: Caudal disponible	25
Tabla 6: Cedula de cultivo	26
Tabla 7: Demanda Hídrica	28
Tabla 8: Comparación de caudales disponibles	29
Tabla 9: Balance hídrico	30
Tabla 10: Caudales Máximos de Avenidas	31
Tabla 11: Ubicación de La Captación en la quebrada Mataragra	39
Tabla 12: Ubicación de La Captación en la quebrada Auqui	39
Tabla 13: Ubicación del mejoramiento de la toma lateral	40
Tabla 14: Ubicación de los tramos a instalar, de la línea de conducción	40
Tabla 15: Características de Bocatoma Auqui	41
Tabla 16: Parámetros de la Bocatoma Auqui.....	42
Tabla 17: Dimensiones General Bocatoma Auqui.....	42
Tabla 18: Dimensiones de Canal Colector (Auqui).....	43
Tabla 19: Dimensiones de la Galería (Auqui)	44
Tabla 20: Dimensiones de Bocatoma Auqui.....	44
Tabla 21: Dimensiones de Desarenador Auqui.....	45
Tabla 22: Diseño Hidráulico Línea de Conducción.....	47
Tabla 23: Relación de estaciones meteorológicas próximas a la zona de estudio.....	54
Tabla 24: Precipitación promedio anual regional	59
Tabla 25: Precipitación total mensual de la microcuenca Qda. Tuya (mm)	60
Tabla 26: PP Total mensual de la microcuenca Qda. Mataragra (mm)	61
Tabla 27: PP Total mensual de la microcuenca Qda. Auqui (mm)	62
Tabla 28: PP Total mensual de la zona de riego en mm	63
Tabla 29: Precipitación media mensual de la zona de estudio mm	64
Tabla 30: Descargas históricas del Río Marañón y generadas en las Microc. Qdas. Tuya y Auqui	66

Tabla 31: Interpretación de los parámetros estadísticos para la calibración y validación...	68
Tabla 32: Cedula de cultivo	70
Tabla 33: Cálculo de la evapotranspiración potencial	71
Tabla 34: Precipitación efectiva	71
Tabla 35: Demanda Hídrica	72
Tabla 36: Datos de Ingreso al HEC-HMS Microcuenca Qbda, Tuya.....	77
Tabla 37: Datos de Ingreso al HEC-HMS Microcuenca Qbda, Auqui.....	77
Tabla 38: Datos de Ingreso al HEC-HMS Microcuenca Qbda, Mataragra	78
Tabla 39: Caudales Máximos para diferentes periodos de retorno.....	83

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Plano de planta. Partes de una Bocatoma tirolesa.....	5
Figura 2: Corte transversal. Partes de una Bocatoma tirolesa	6
Figura 3: Corte longitudinal. Partes de una Bocatoma tirolesa	7
Figura 4: Componentes de un desarenador.....	8
Figura 5: Esquema hidráulico de un sector de riego	9
Figura 6: Sección típica transversal cerrada	10
Figura 7: Curvas de igual velocidad en diferentes secciones del canal.....	11
Figura 8: Flujo en canales abiertos	13
Figura 9: Flujo en canales abiertos	13
Figura 10: Fin del tramo existente inicial.....	18
Figura 11: Tramo línea de conducción propuesta.....	19
Figura 12: Punto geodésico al inicio del canal proyectado ANC10068	20
Figura 13: Punto geodésico tramo de conducción proyectado Yanas 01.....	20
Figura 14: Curva balance hídrico	31
Figura 15: Planteamiento Hidráulico.....	33
Figura 16: Sección Transversal Azud	36
Figura 17: Formula Manning.....	38
Figura 18: Características hidráulicas de la línea de conducción	40
Figura 19: Rejilla de la Bocatoma Auqui	42
Figura 20: Dimensiones rejilla Bocatoma Tirolesa Auqui.....	44
Figura 21: Esquema del Desarenador Auqui	46
Figura 22: Ubicación de estaciones meteorológicas	55
Figura 23: Mapa de imagen de precipitación media anual.....	59
Figura 24: Estación Tingo Chico	65
Figura 25: Calibración de caudales generados de la microcuenca del Qda. Tuya.....	66
Figura 26: Calibración de Caudales Generados de la Microcuenca del Qda. Auqui.....	67
Figura 27: Resultados de los parámetros estadísticos	69
Figura 28: Balance hídrico	73
Figura 29: Modelo de Cuenca Hec-HMS. Microcuenca Qbda Tuya	78
Figura 30: Gráfico Caudal Máximo $Tr = 50$ años. Microcuenca Qbda Tuya.....	79
Figura 31: Resultados Caudal Máximo $Tr = 50$ años, Microcuenca Qbda Tuya	

Q = 6.5524 m ³ /s	79
Figura 32: Modelo de Cuenca Hec-HMS. Microcuenca Qbda Auqui.....	80
Figura 33: Grafico Caudal Máximo Tr = 50 años. Microcuenca Qbda Auqui	80
Figura 34: Resultados Caudal Máximo Tr = 50 años, Microcuenca Qbda Auqui / Q = 3.6119 m ³ /s.....	81
Figura 35: Modelo de Cuenca Hec-HMS. Microcuenca Qbda Mataragra	81
Figura 36: Grafico Caudal Máximo Tr = 50 años. Microcuenca Qbda Mataragra	82
Figura 37: Resultados Caudal Máximo Tr = 50 años, Microcuenca Qbda Mataragra / Q = 0.7287 m ³ /s	82
Figura 38: Sección transversal del cauce.....	84
Figura 39: Cálculo de coeficiente de contracción "μ"	85
Figura 40: Valores del coeficiente "β" y coeficiente X.....	85
Figura 41: Calculo de Socavación - Maza.....	86
Figura 42: Socavación para los diseños de la captación.....	87

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: HIDROLOGÍA.....	54
ANEXO 2: CALCULOS HIDRÁULICOS	84
ANEXO 3: PLANOS	88

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo es proponer el diseño de infraestructuras hidráulicas en beneficio del sistema de riego de un centro poblado del distrito de Huacchis, provincia de Huari, región Ancash. Inicialmente, se evaluó la situación actual de la infraestructura de riego del referido proyecto, en donde se identifica una infraestructura existente desde la progresiva 0+000 (quebrada Tuya) hasta la progresiva 3+708.80 (quebrada Mataragra), la cual inicia desde una bocatoma Tirolesa que capta agua para abastecer 76.5 hectáreas de riego. Además, se realizó un recorrido de toda la zona del proyecto y se identificó más áreas de riego, así como dos quebradas que podrían aumentar la oferta hídrica.

En tal sentido, se revisa y analiza la información hidrológica, topográfica, geológica y geotécnica existente de la zona de proyecto y se complementa dichos estudios, con el objetivo de sustentar técnicamente la propuesta de ampliación del sistema de riego. En la cual, se propone implementar dos infraestructuras de captación en las quebradas mencionadas, cuya oferta hídrica se adicionaría al caudal de la quebrada inicial. Además, se propone una línea de conducción de 3.1 kilómetros, así como obras de arte para inspección y distribución del caudal, para abastecer las nuevas áreas de riego.

Palabras clave: Diseño, bocatoma, línea de conducción, oferta hídrica.

ABSTRACT

The objective of this work is to propose the design of hydraulic infrastructures for the benefit of the irrigation system of a population center in the district of Huacchis, province of Huari, Ancash region. Initially, the current situation of the irrigation infrastructure of the aforementioned project was evaluated, where an existing infrastructure is identified from the progressive 0+000 (Tuya creek) to the progressive 3+708.80 (Mataragra creek), which starts from a Tyroline intake that captures water to supply 76.5 hectares of irrigation. In addition, a tour of the entire project area was carried out and more irrigation areas were identified, as well as two streams that could increase the water supply.

In this sense, the existing hydrological, topographical, geological and geotechnical information of the project area is reviewed and analyzed, and these studies are complemented, with the aim of technically supporting the proposal for the expansion of the irrigation system. In which, it is proposed to implement two catchment infrastructures in the aforementioned streams, whose water supply would be added to the flow of the initial stream. In addition, a 3.1-kilometer pipeline is proposed, as well as works of art for inspection and distribution of the flow, to supply the new irrigation areas.

Keywords: Design, intake structure, pipeline, water supply.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. PROBLEMÁTICA

Las Estructuras Hidráulicas se definen como estructuras artificiales que tienen la capacidad de captar, conducir, proteger y regular el agua para determinadas funciones en las que el ser humano puede aprovecharlas de una manera eficiente, racional y productiva. Además, existen obras como caminos de vigilancia, mantenimientos, etc. que no son hidráulicas, pero son complementarias a estas (Krochin, 1982)

Estas estructuras son de mucha importancia para regular la cantidad y el nivel del agua para poder canalizarla para un mejor aprovechamiento del Recurso Hídrico. En nuestro país, un gran porcentaje de este recurso proviene de los nevados de la sierra, dotando a las poblaciones cercanas de un gran potencial hídrico para el desarrollo de diversas actividades como: uso doméstico, agricultura, ganadería, electrificación, industria, etc.

La agricultura y la ganadería son las principales actividades económicas para muchas de estas poblaciones., pero cabe señalar que los usuarios utilizan y aprovechan el agua de manera inadecuada e ineficiente, sin alcanzar el máximo potencial de sus predios. En este contexto, en el presente trabajo se desarrollará las propuestas de diseño de obras hidráulicas para el sistema de riego que se implementará en beneficio del centro poblado de Yanas, perteneciente a la región Ancash del Perú.

La propuesta de diseño se realizará a partir de los estudios técnicos realizados por la Consultora designada de la Municipalidad Distrital de Huacchis, apoyados con el Fondo Mi Riego y la supervisión del Programa Subsectorial de Irrigaciones del Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, que tiene por finalidad formular y ejecutar proyectos de inversión pública destinados a reducir las brechas en la provisión de los servicios e infraestructura para el aprovechamiento del recurso hídrico con fines agrícolas, en las regiones andinas del País.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo general

Proponer el diseño de obras hidráulicas para el sistema de riego del centro poblado de Yanas para mejorar y ampliar el servicio de agua para riego.

1.2.2. Objetivos específicos

- Evaluar la situación actual de la infraestructura de riego del referido proyecto.
- Revisar y analizar la información hidrológica, topográfica, geológica y geotécnica existente en la zona de proyecto.
- Desarrollar el diseño de las obras hidráulicas requeridas para el sistema de riego del centro poblado de Yanas.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Obras Hidráulicas

Son estructuras artificiales que tienen la capacidad de captar, conducir, proteger y regular el agua para determinadas funciones en las que el ser humano puede aprovecharlas de una manera eficiente, racional y productiva. Además, existen obras como caminos de vigilancia, mantenimientos, etc. que no son hidráulicas, pero son complementarias a estas. (Krochin, 1982).

2.2. Bocatoma

Las obras de toma de un río o canal son estructuras hidráulicas creadas para extraer todo o parte del caudal de la corriente principal. Las obras de toma se diseñan a partir del caudal de toma, que se refiere al mayor caudal que puede admitir una estructura de toma. (Rocha, 2003).

Esta obra hidráulica es la pieza clave en un sistema de aprovechamiento hidráulico, ya que permite derivar el recurso hídrico de manera directa. Dicha obra deberá captar una cantidad de agua prácticamente constante, deberá impedir la entrada a la conducción de material sólido y hacer que este siga por el río, y por último satisfacer todas las condiciones de seguridad necesarias. Por lo cual, el diseño de la toma debe prever y asegurar que la interacción entre estructura-naturaleza no se vea afectada y además, se pueda aprovechar el agua de manera eficiente.

2.2.1. Tipos de Bocatoma

Las tomas de derivación directa se pueden dividir según la manera de captación del agua. Las tomas pueden ser: toma directa, toma tipo convencional y toma del tipo caucasiense o tirolesa. (Mansen, 1993).

a. Toma Directa

Se trata de una toma que capta el agua directamente a través de un canal lateral, que suele ser un brazo fijo del río que puede derivar un caudal superior al que se aspira. Su principal ventaja es que no requiere la construcción de barrajes ni presas. Por lo cual, esta opción es económicamente inferior a las demás. Sin embargo, los sedimentos pueden ingresar fácilmente hacia el canal de derivación y obstruir la captación, por lo que se hace muy complicado tener un servicio constante del agua.

b. Toma Convencional

Mediante una estructura denominada azud o presa de derivación, que puede ser fija o móvil según el tipo de material utilizado, una toma realiza la captación obstruyendo el cauce del río. Cuando se utiliza un elemento rígido, normalmente de concreto, será fijo; sin embargo, cuando se emplean compuertas de acero o madera, éstas serán móviles. Dependiendo del caudal y del tirante del río, esta infraestructura capta el agua a través de una ventana de captación que puede funcionar como orificio o vertedero.

c. Toma Tirolesa o Caucasiona

Este tipo de obra hidráulica posee las estructuras de captación en el mismo cuerpo del azud o barraje, protegidos por una rejilla que no permite el ingreso de piedras u otros materiales. Esta reja de fondo se ubica horizontalmente o con una pequeña inclinación en dirección a la corriente, sobre una galería hecha en el cuerpo del barraje que conecta con el canal de captación. Este tipo de obra es económicamente menor debido a que la altura del barraje es pequeña y posibilita que las piedras pasen fácilmente por encima, lo que posibilita omitir el diseño de la compuerta de purga. Además, por su baja altura también permite disminuir la longitud del zampeado o colchón aguas abajo. No obstante, las rejillas de este sistema, fácilmente se tapan si el río trae material flotante como hojas y hierbas.

2.2.2. Elementos de una Bocatoma

Los requisitos generales para el diseño de una toma incluyen asegurarse de que el caudal de diseño se desvía permanentemente, capturar la menor cantidad de sólidos y disponer de un mecanismo que permita el paso de la avenida de diseño. Debido a estos factores es que se elige los componentes que contribuyen al mejor funcionamiento de esta toma.

a. Componentes de una bocatoma tirolesa

En la Figura 1, se ilustran los elementos más importantes de una bocatoma tirolesa

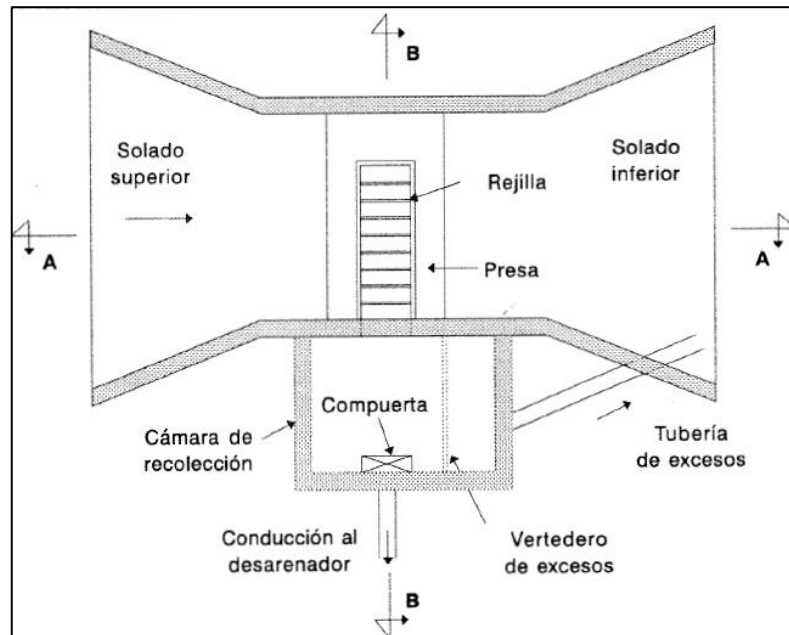


Figura 1: Plano de planta. Partes de una Bocatoma tirolesa

FUENTE: López (2000)

- **Barraje o presa**

Es un componente que obstruye el cauce del río, que generalmente está construida de concreto ciclópeo y en donde se encuentra un tramo hueco en su interior llamado canal de aducción que está cubierto por una rejilla que capta el agua y lo deriva hacia la cámara de recolección. (López ,2000).

- **Rejilla**

Es un componente que se ubica encima del canal de aducción que está dentro de la presa y su función es captar el caudal del río en cualquier momento ya que siempre va a pasar agua sobre ella.

La rejilla está compuesta de barrotes que están en dirección a la corriente y que deben tener una fuerte pendiente, mayor que la del río. También se debe analizar el espaciamiento y las dimensiones para que sea más fácil el trabajo de limpieza y mantenimiento.

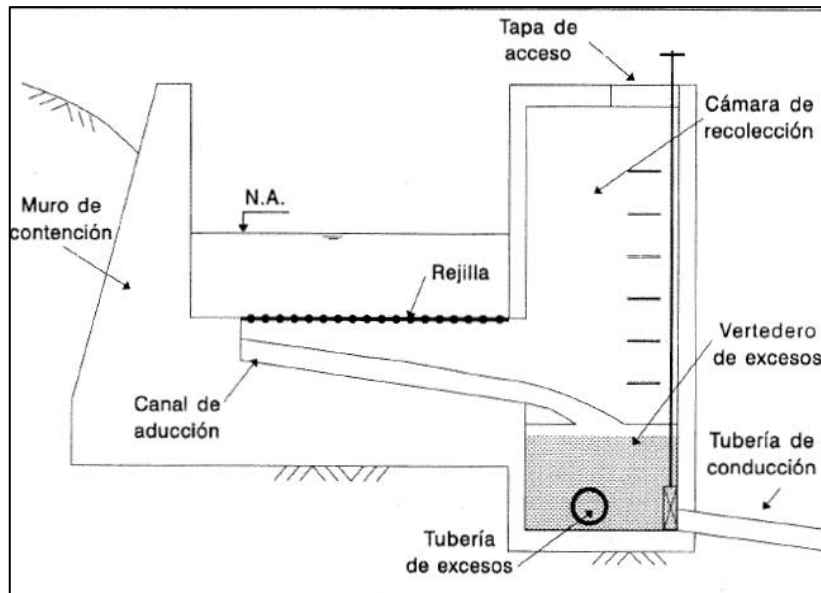


Figura 2: Corte transversal. Partes de una Bocatoma tirolesa

FUENTE: López (2000)

- **Canal de aducción**

Este canal recibe el agua por medio de la rejilla y la lleva hacia una cámara de recolección. Tiene una pendiente entre 1 y 4 por ciento, esto con el fin de dar velocidad mínima adecuada a las piedras y logren caer hacia el desripador. La sección de este canal puede ser rectangular o semicircular, pero como la sección semicircular es más eficaz, resulta más práctico construirlo con sección rectangular.

- **Cámara de recolección**

Es el componente que recibe el agua captada a través del canal de aducción, para posteriormente derivarla hacia un canal de derivación y poder eliminar los materiales gruesos del fluido captado. Generalmente es cuadrada o rectangular, con muros de concreto reforzado cuyo espesor puede ser de 30 centímetros y su altura igual a la de los muros laterales. En su interior se encuentra un vertedero de excesos lateral que entrega el agua a una tubería de excesos que regresa el agua al cauce.

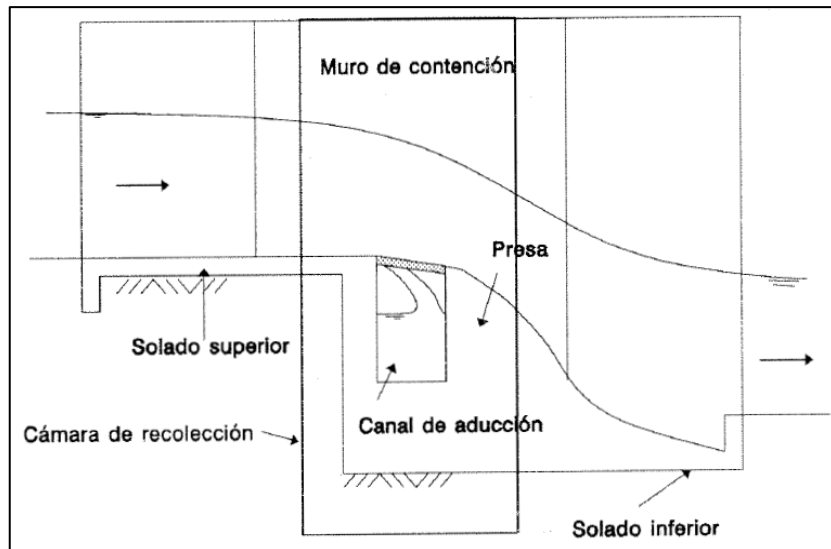


Figura 3: Corte longitudinal. Partes de una Bocatoma tirolesa

FUENTE: López (2000)

- **Muros de encauzamiento**

Son estructuras que derivan el agua hacia la rejilla para que se dirijan por los canales conductores, además protegen los taludes de la erosión.

Estos muros suelen ser de concreto ciclópeo y se debe tomar en cuenta para el diseño la tirante máxima y el borde libre.

- **Solados o zampeados**

Es un componente que se construye aguas arriba y aguas abajo del barraje, generalmente son de concreto ciclópeo, y su función es proteger la presa de la erosión.

2.3. Desarenador

Según UNATSABAR. (2005), el desarenador es una estructura diseñada con la finalidad de decantar arenas de diámetro superior a 0.2 mm, que ingresan en la captación de caudales en una Toma y que provienen del arrastre en suspensión de las partículas en el río. Esta estructura está compuesta por Naves de decantación (cámara de sedimentación) las que a su vez cuentan con una fuga de limpia al final de su longitud (compuerta de fondo). Asimismo, el agua sale por la zona de salida en donde se diseña un vertedero de rebose para mantener una velocidad que no altere el reposo de la arena sedimentada.

El desarenador es una estructura importante porque sin él, podríamos ocasionar daños en otras estructuras como disminución de sección transversal en canales, interrupción del servicio de abastecimiento. Por consiguiente, mayor costo de mantenimiento.

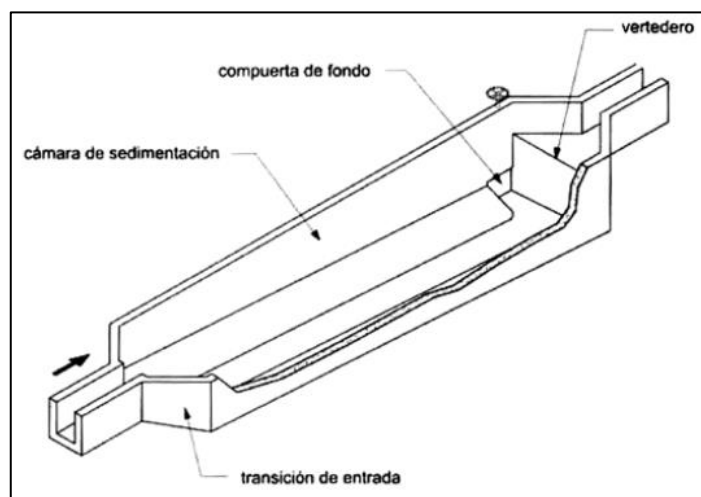


Figura 4: Componentes de un desarenador

FUENTE: PROAGRO (2010)

2.4. Canal principal de conducción

Las estructuras de conducción son tales como cruces de caminos, sifones invertidos, caídas, toboganes, canaletas, canales y tuberías que se utilizan para transportar agua de manera segura de un lugar a otro atravesando varias características topográficas naturales y artificiales existentes a lo largo del camino.

En tal sentido, un canal de conducción se utiliza con frecuencia para transportar agua para el riego de tierras de cultivo. Además de transportar agua de riego, un canal también puede transportar agua para cumplir con los requisitos para usos municipales, industriales y recreativos al aire libre. Estas estructuras deben realizar sus funciones de manera eficiente y competente con un mantenimiento mínimo, facilidad de operación y pérdida mínima de agua. (Aisenbrey *et al.*, 1978).

De acuerdo con Maximo Villon (1995), “los canales son conductos en los que el agua circula debido a la acción de gravedad y sin ninguna presión, pues la superficie libre del líquido está en contacto con la atmósfera”.

Los canales pueden ser naturales (como los ríos y arroyos) o artificiales. Los conductos cerrados que funcionan parcialmente llenos (alcantarillas, tuberías) pueden incluirse en estos últimos.

2.5. Canales de riego por su función

Se puede designar las siguientes denominaciones a los canales, según las funciones que cumplen (ANA, 2010):

- Canales de primer orden: Llamados canales madre, se trazan siempre con pendiente mínima y tienen mayor diámetro. Este se muestra en el tramo 1 de la Figura 5.
- Canales de segundo orden: Llamados laterales, son los que proceden de los canales madre, y el caudal que entra en ellos se reparte entre los sublaterales. La unidad de riego se refiere a la zona de riego a la que sirve cada lateral. Este se muestra en el tramo 2 de la Figura 5.
- Canales de tercer orden: Llamados sub laterales, son aquellos que salen de los laterales y el caudal que ingresa a ellos es repartido a la zona de riego. Este se muestra en el tramo 3 de la Figura 5.

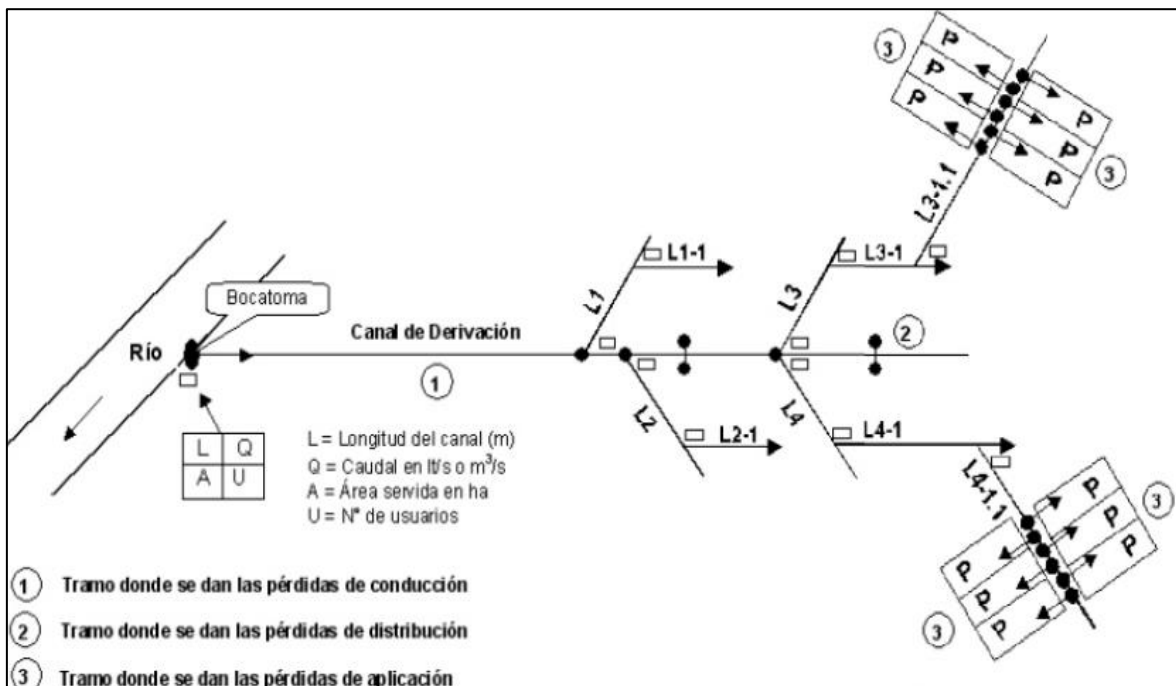


Figura 5: Esquema hidráulico de un sector de riego

FUENTE: DGIAR (2015)

2.6. Sección transversal

Cuando se realiza el diseño de un canal, los datos necesarios que se debe tener son el caudal que se desea conducir y la gradiente de la que se dispone y que puede variar dentro de ciertos límites. También se debe determinar el coeficiente de rugosidad que dependerá del tipo de revestimiento que se escoja. El área mojada se calcula en función de la velocidad aceptable en el canal. Esta generalmente varía entre 0,70 m/s y 2 m/s para evitar la sedimentación y la erosión.

Según Krochin (1982), la mejor forma de sección es la que transmite más caudal con menos superficie mojada. La sección semicircular ofrece las mejores propiedades hidráulicas, pero suele ser inestable y algo difícil de construir. Por ello, la sección trapezoidal es la más utilizada en los canales.

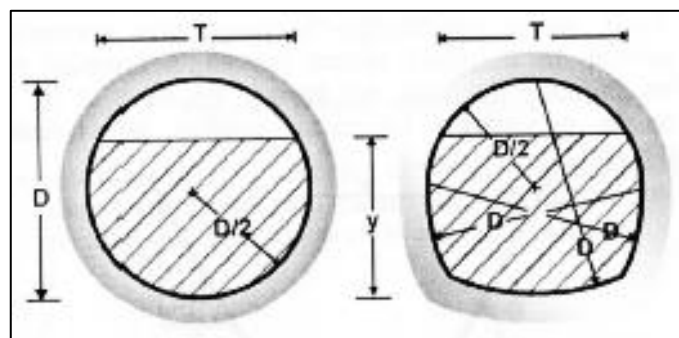


Figura 6: Sección típica transversal cerrada

FUENTE: Villón (2007)

Donde:

- D = Diámetro de la sección circular
- T = Espejo de agua, es el ancho de la superficie libre del agua.
- y = Tirante de agua, es la profundidad máxima del agua en el canal.

2.7. Velocidades permisibles

Según Sotelo (2002), La velocidad más baja con el que se evita la deposición de material en suspensión en el agua y el crecimiento de la vegetación se denomina velocidad mínima permitida. En general, la sedimentación de la carga de material en suspensión se evita con una velocidad media de 0,60 m/s en canales pequeños a 0,90 m/s en canales grandes. El

desarrollo de la vegetación, que podría reducir considerablemente la capacidad de transporte del canal, suele evitarse a una velocidad promedio de 0,75 m/s.

La distribución de velocidades en un canal no es uniforme debido a la superficie libre y a la fricción a lo largo de las paredes del canal. La velocidad más alta observada en canales normales suele producirse entre 0,05 y 0,25 de la profundidad por debajo de la superficie libre; cuanto más cerca de las orillas, más profundo se localiza este máximo (Chow, 1982). La Figura 7 muestra las curvas comunes de igual velocidad en diferentes secciones del canal en donde se evidencia que la velocidad más alta se da cerca de las paredes de la sección del canal.

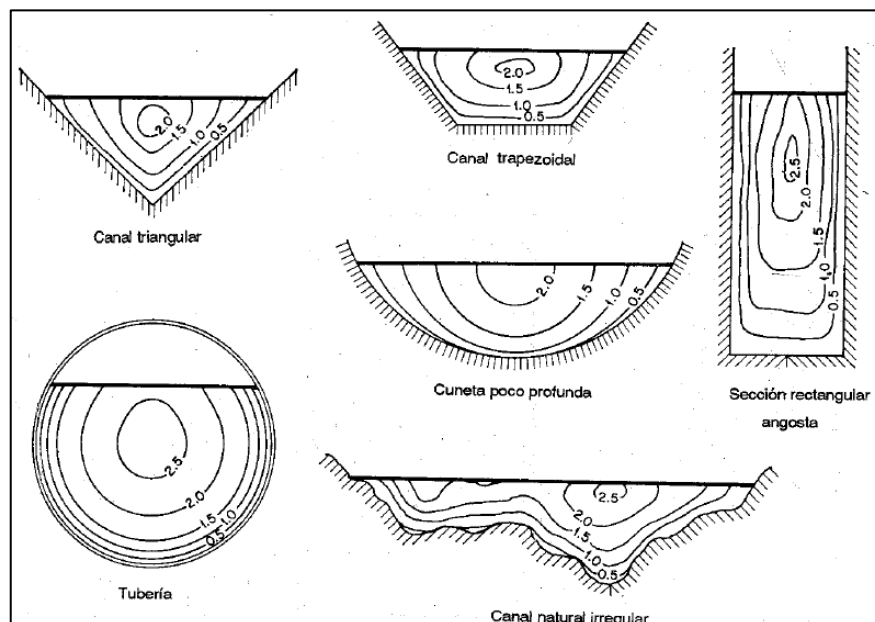


Figura 7: Curvas de igual velocidad en diferentes secciones del canal

FUENTE: Chow (1982)

2.8. Tipo de flujo en canales

Se presenta el tipo de flujos para canales abiertos ya que el canal a evaluar es un canal entubado que presenta las mismas condiciones de este referido canal debido a que presentará una superficie libre la mayor parte del tiempo.

El flujo en canales abiertos puede clasificarse y definirse de varias maneras. La siguiente clasificación se hace de acuerdo con el cambio en la profundidad de flujo con respecto al

tiempo y al espacio (Chow, 2010).

Flujo permanente y flujo no permanente: tiempo como criterio. Si la profundidad del flujo es constante o puede considerarse que lo es a lo largo del periodo de tiempo considerado, se dice que el flujo en un canal abierto es permanente. Si la profundidad fluctúa con el tiempo, el flujo es no permanente. La mayoría de los casos de canales abiertos requieren estudiar la dinámica del flujo en condiciones permanentes. Sin embargo, el flujo debe clasificarse como no permanente si el estado del flujo cambia significativamente con el tiempo.

Flujo uniforme y flujo variado: espacio como criterio. El flujo en canales abiertos es uniforme si la profundidad de flujo es igual en cada sección del canal. Un flujo uniforme puede ser permanente o no permanente, según cambie o no la profundidad con respecto al tiempo.

A. Flujo permanente

- Flujo uniforme
- Flujo variado
 - Flujo gradualmente variado
 - Flujo rápidamente variado

B. Flujo no permanente

- Flujo uniforme no permanente (raro)
- Flujo no permanente (es decir, flujo variado no permanente)
 - Flujo gradualmente variado no permanente
 - Flujo rápidamente variado no permanente

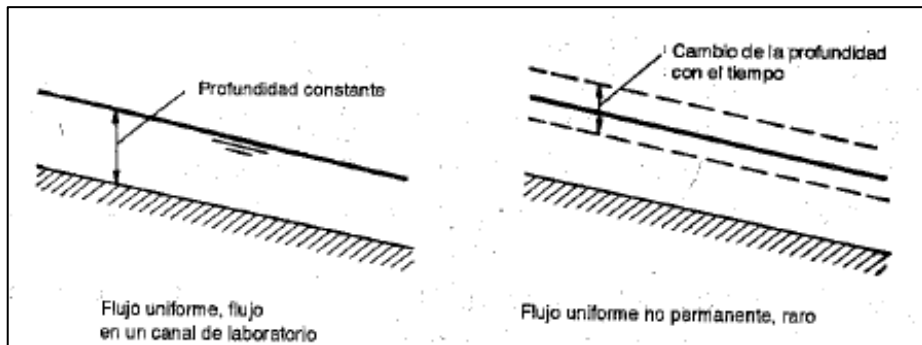


Figura 8: Flujo en canales abiertos

FUENTE: Chow (1982)

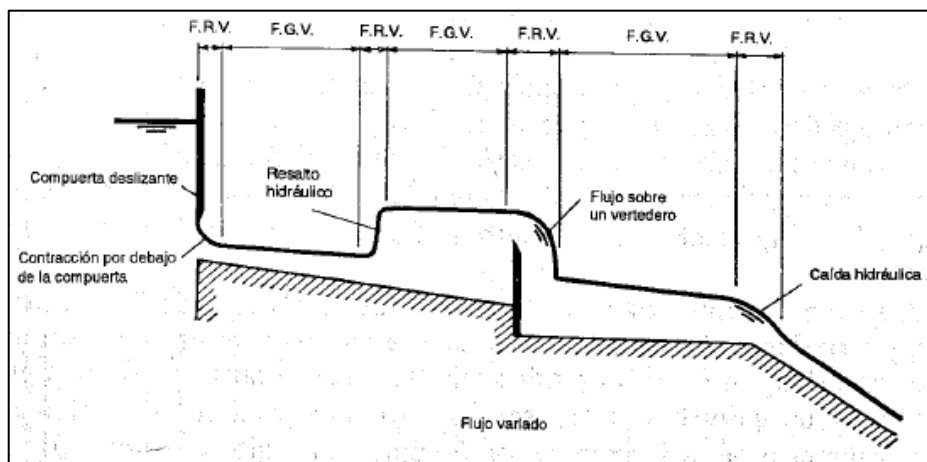


Figura 9: Flujo en canales abiertos

FUENTE: Chow (1982)

2.9. Elementos básicos en el diseño de canales

Se consideran elementos; topográficos, geológicos, geotécnicos, hidrológicos, hidráulicos, ambientales, agrológicos, entre otros. (ANA,2010).

2.9.1. Trazo de canales

Cuando se traza un canal o un sistema es necesario recolectar la siguiente información básica:

- Imágenes satelitales, Fotografías aéreas, para localizar los centros poblados, caseríos, áreas de cultivo, vías de comunicación, etc.

- Planos catastrales y topográficos.
- Estudios geológicos, salinidad, suelos y demás información que pueda conjugarse en el trazo de canales.

Tras la recogida de datos precisos, se trabaja en la oficina para crear un esquema preliminar. A continuación, este trazado se revisa y de ser el caso se replantea sobre el terreno, donde se realizan las modificaciones necesarias, lo que conduce a la creación del trazado definitivo.

Si no se facilitan datos topográficos fundamentales, se eleva el relieve del canal adoptando las siguientes medidas:

- Reconocimiento del terreno: Se recorre la zona, anotando todos los aspectos que afecten a la identificación de un posible eje de canal identificando el punto inicial y la posición final (georreferenciados).
- Trazo preliminar: A continuación, la brigada topográfica levanta la zona del proyecto, clavando en el suelo estacas para la poligonal preliminar antes de utilizar un teodolito. Tras este levantamiento, se nivelará la poligonal y se procederá al levantamiento de secciones transversales. Estas secciones se harán según criterios; si el terreno tiene un alto grado de distorsión del relieve, la sección se hará cada 5 m; si el terreno es uniforme y no presenta muchas variaciones, la sección se hará a un máximo de 20 m.
- Trazo definitivo: Con los datos se procede al trazo definitivo, la cual depende básicamente de la topografía de la zona y el nivel de detalle que se requiere:
 - Terrenos con pendiente transversal mayor a 25%, se recomienda escala de 1:500.
 - Terrenos con pendiente transversal menor a 25%, se recomienda escalas de 1:1000 a 1:2000

III. DESARROLLO DEL TRABAJO

3.1. Datos generales

El proyecto de “Ampliación del servicio de agua para riego del sistema de conducción Mataragra-Auqui en el centro poblado Yanas, distrito de Huacchis, provincia de Huari, departamento de Ancash” se formula en el marco de una mesa técnica entre AMUCEP, las entidades privadas Antamina, el Ministerio de Agricultura y Riego, los representantes del Consejo de Ministros y el Ministerio de Energía y Minas, del cual se concluye priorizar 14 proyectos de riego, dentro de los cuales está el referido proyecto.

Ante estos acuerdos formales, entre entidades privadas y el estado peruano, los habitantes del centro poblado de Yanas plantearon la problemática socioeconómica de su localidad, cuya actividad principal es la agropecuaria. Ellos indicaron que el sistema de riego que la población utiliza presenta deficiencias en su operación debido a una precaria infraestructura de riego; además, la disponibilidad hídrica depende directamente de las precipitaciones, por lo que en los meses de estiaje se evidencia la reducción de la producción agrícola, por lo que es de gran interés para ellos contar con una infraestructura más eficiente y mayor conocimiento en riego.

Los pobladores de los sectores de riego han conformado un comité de junta de usuario del centro poblado Yanas; quienes coordinan para la ejecución del proyecto con la Municipalidad Distrital de Huacchis, Autoridad Local que impulsa el desarrollo Socioeconómico dentro de su Jurisdicción, con el Fondo Mi Riego y la supervisión del Programa Subsectorial de Irrigaciones del Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego.

En tal contexto, el presente trabajo consiste en realizar la propuesta de obras hidráulicas para optimizar el sistema de riego, en la cual se realizará el diseño y análisis hidráulico de estas obras de acuerdo a las condiciones del terreno, verificación de campo y los estudios básicos obtenidos.

3.1.1. Ubicación

Departamento : Ancash

Provincia : Huari

Distrito : Huacchis

Sector : Antilpampa, Colcabamba, Pampaj, Ochataga, Huaju, Vista Alegre, Marañon y San Pedro.

La ubicación del centro Poblado Yanas, geográficamente se encuentra ubicado entre las coordenadas Norte: 8987010.15 Este: 302249.40 y se encuentra a una altitud de 3038 msnm.

3.1.2. Población Beneficiaria

La Población de Influencia

Está conformada por 1427 Habitantes que viven en el centro poblado del Distrito de Huacchis.

La Población Afectada

Está conformada por 31 unidades familiares que representan el 94% de los habitantes que se dedican a la actividad agrícola del centro poblado de Yanas.

La Población Atendida

La población Atendida Directamente está conformada por 324 usuarios.

3.1.3. Hectáreas beneficiadas

Los cultivos actuales más representativos y predominantes en las áreas del proyecto, según la información obtenida son: Cebada, trigo, papa, maíz amiláceo, quinua, habas de grano seco, alverjas y olluco en Total de 76.50 ha.

La cedula de cultivo propuesto es de 260.30has, de los cuales 175.80 has en 1er campaña y 84.50 has en la 2da campaña; en los cuales predominan los cultivos de maíz, frijol, papa, habas, trigo, olluco, cebada, grano, olluco, Hortalizas, ajos y alverjas.

3.1.4. Vías de acceso

Desde la Ciudad de Lima, se dirige por la Carretera Panamericana Norte asfaltada hasta el km 207 (altura de Pativilca), donde se inicia el desvío hacia el distrito de Huaraz, capital del departamento de Ancash; hasta por un recorrido 200 km sobre una vía asfaltada y con un tiempo promedio de viaje de 6 horas. Para llegar al sector del proyecto se siguen las siguientes rutas.

Tabla 1: Rutas a la zona del Proyecto

De	A	Distancia / Tiempo	Tipo
Huaraz	Huari	186 km (3.5horas)	Asfaltado
Huari	Huacchis	95 km (3.5horas)	Afirmado
Huacchis	Centro Poblado de Yanas (Fin) canal progresiva Km 7+940)	6.4 km (20min)	Trocha
Centro Poblado Yanas	Captación canal progresiva Km 0+000	5.2 km (15min)	Trocha

FUENTE: Elaboración propia.

3.2. Metodología

3.2.1. Identificación y diagnóstico

En esta fase se realizó la identificación de la captación principal y la línea de conducción, para poder realizar la propuesta de las obras hidráulicas que optimizarán la eficiencia del sistema de riego.

El reconocimiento consistió en verificar la infraestructura hidráulica existente y evaluar el sistema de riego en compañía de las autoridades locales y personal designado por el centro poblado de Yanas, en la cual se comprobó el estado actual de las obras y las deficiencias existentes en todo el sistema de riego. Además, se realizaron mediciones de la sección hidráulica y posteriormente actividades de apoyo en el levantamiento topográfico realizado por el equipo técnico.

Se inicio la evaluación de la infraestructura existente ubicada desde la progresiva 0+000 (quebrada Tuya) hasta la progresiva 3+708.80 (quebrada Mataragra), En donde se encuentra una captación y un canal de conducción entubado que funciona a gravedad y que está en buen estado.

Luego, se continuo con el recorrido con los representantes de la localidad y la empresa consultora, en donde se identificó la existencia de una mayor cantidad de áreas agrícolas y un camino donde se podría proyectar la ampliación de la línea de conducción para llegar a dichas zonas de riego. Además, se identificó dos fuentes hídricas (quebrada Mataragra y Auqui), que podrían incrementar el caudal para satisfacer las necesidades hídricas de las nuevas áreas de riego.

En tal sentido, luego de realizar el trabajo de campo y escuchar a los representantes de la municipalidad de Huacchis y la comunidad de Yanas, se propone un planteamiento hidráulico que consiste en la ampliación de la línea de conducción desde la infraestructura existente y la incorporación de dos fuentes hídricas (quebradas Mataragra y Auqui) para abastecer las áreas agrícolas de los ocho sectores identificados (Antilpampa, Colcabamba, Pampaj, Ochataga, Huaju, San Pedro, Vista Alegre y Marañón).

a. Identificación de la zona de captación

Se realizo una inspección del fin del tramo existente en donde se proyecta una bocatoma que derivará agua de la quebrada Mataragra, en la cual se encontró un cámara de reunión de caudales en mal estado debido a la falta de limpieza y mantenimiento. Este es el punto de inicio del sistema de riego proyectado.



Figura 10: Fin del tramo existente inicial

FUENTE: Elaboración propia.

b. Identificación tramo canal

Se realizó un recorrido por el tramo de canal existente y el propuesto, en el cual se encontró que el tramo inicial se encuentra en buen estado, hasta la progresiva 3+708.80, tal como se muestra en la Figura 11. Además, se continuo con la verificación y se encontró dos quebradas aportante al sistema de riego, denominadas, quebradas Mataragra y Auqui.



Figura 11: Tramo línea de conducción propuesta

FUENTE: Elaboración propia.

c. Trabajos de campo en la fase de identificación

El equipo de Topografía realizó un recorrido a lo largo de la zona del proyecto, estableciéndose los lugares donde se instalarán los puntos geodésicos que se solicita para georreferenciar el levantamiento topográfico.

Se colocaron tres (03) puntos geodésicos en orden C distribuidos a lo largo de los 4.1 km del proyecto (Línea de conducción proyectada, quebrada Mataragra hasta el final), lo que permitirá la posibilidad de realizar verificaciones, nivelaciones y levantamientos de información.



Figura 12: Punto geodésico al inicio del canal proyectado ANC10068

FUENTE: Elaboración propia.



Figura 13: Punto geodésico tramo de conducción proyectado Yanas 01

FUENTE: Elaboración propia.

3.2.2. Análisis de información existente

En esta fase se extrae los datos necesarios para poder sustentar el planteamiento hidráulico propuesto y desarrollar el diseño hidráulico del canal de conducción a partir de los estudios de ingeniería básica realizadas por medio de la Consultora designada por la Municipalidad Distrital de Huacchis y con la supervisión del Programa Subsectorial de Irrigaciones.

a. Evaluación Topografía

En el trabajo de topografía se realizó con el objetivo de realizar la georreferenciación y levantamiento topográfico de la zona del proyecto. Esto permitirá definir el lugar, la dirección, las pendientes y demás detalles para diseñar la línea de conducción y así tomar precaución de las construcciones existentes.

El trabajo topográfico consistió en la colocación de 03 puntos geodésicos de orden C, distribuidos a lo largo de los 4.1 km aproximadamente (dos (02) al inicio de canal de conducción proyectado y uno (01) al Final de canal de conducción proyectado).

Al momento de realizar el levantamiento de información, se hizo la instalación del equipo en el punto ANC10068, dando la vista atrás en YANAS 01, con lo cual se obtuvo un error de cierre permisible para empezar a radiar los niveles de terreno y obtener una geografía real así poder proyectar la línea de conducción. Asimismo, se distribuyeron 11 puntos de control que lo denominados BMS, la cual fue compensados mediante una hoja de cálculo y en forma Horizontal.

Tabla 2: Puntos geodésicos

PUNTOS GEODESICOS			
NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCIÓN
8987100.897	300518.297	3641.278	ANC10068
8986947.078	300643.779	3661.277	YANAS 01
8986658.837	303208.189	3274.475	YANAS 02

FUENTE: Elaboración propia.

b. Evaluación geología

La evaluación geológica tiene como finalidad determinar y evaluar las condiciones geológicas del terreno donde se proyectará el sistema de conducción Mataragra-Auqui. Así como, identificar las alternativas de tipos de estructuras y materiales a usarse para la construcción de la infraestructura propuesta y establecer la posible compatibilidad entre la estructura propuesta y las condiciones geológicas del emplazamiento considerado.

Sobre la geología local se indica lo siguiente:

Geomorfología

La Geomorfología a lo largo del canal se caracteriza por la forma topográfica del relieve moderado y cadena de cerros suaves cuya altitud va descendiendo progresivamente.

Litología y estratigrafía

En la zona de estudio se encuentra unidades Geológicas del complejo Marañón y depósitos cuaternarios.

- **Complejo Marañón (Np-cm-esq-gn)**

El complejo Marañón consiste de una potente secuencia de rocas metamórficas que afloran en el área de estudio. En general los afloramientos se encuentran en ambas márgenes del río Marañón y consiste de Esquistos micáceos, cloritosos de coloración gris y verde, los cuales están cortados por vetas de cuarzo lechoso de diferente grosor.

- **Depósito Coluvial (Qh-cl)**

Son materiales transportados por gravedad, la acción del hielo - deshielo y principalmente por el agua. Su origen es local producto de la alteración de las rocas y posterior transporte como derrubios de Acumulación de material transportado y depositado estos depósitos están formados por bloques rocosos heterométricos y homogéneos y se encuentran en las laderas.

Geología estructural

La zona de interés, ha sufrido actividad tectónica originada por movimientos orogénicos Hercinianos (Cenozoico Terciario Eoceno) y Andinos (Mesozoico Cretáceo Superior-Terciario) los que han modificado sustancialmente la forma y estructura de su forma original. Los procesos orogénicos han ocasionado plegamientos, foliaciones, lineaciones y en algunos casos metamórficos de las formaciones sedimentarios, provocando cambios en la posición y composición primaria (cobertura y geoformas modificadas).

c. Evaluación geotecnia

Con la finalidad de conocer las propiedades físicas y mecánicas del suelo de fundación de la cimentación fue necesario programar la apertura de 06 calicatas en el canal, no hay presencia de nivel freático.

El objetivo es conocer las características del suelo en donde se emplazará la cimentación y otras obras que tengan una profundidad igual de la “calicata”. En esta se pretende determinar características físicas relacionadas al color, consistencia, forma de partículas, tamaño máximo de piedras, cobertura general, etc.

Las calicatas llegaron a profundidades de 1.50, 1.20 y 1.00 m debido a que en la base de las calicatas se encontraron fragmentos de roca alterada, que corresponderían a esquistos propios del complejo metamórfico Marañón, que debido a su dureza imposibilitaba continuar con la excavación.

De las exploraciones de campo y de los resultados de ensayos de laboratorio de las muestras representativas de las calicatas, se concluye que el sub-suelo donde se cimentaran las estructuras, son gravas bien gradadas y gravas limosas (GP-GM) grava arcillosa (GM) y arcilla de baja plasticidad (CL), con presencia de gravas en mínima cantidad.

Tabla 3: Calicatas línea de conducción

CALICATA	PROG	PROF.	% GRAVA	% ARENA	% FINOS	CLASIF. SUCS	IP	%HUMEDAD
C-02	3+720	1.50	55.00	21.00	24.00	GC-GM	5.26	5.83
C-03	4+260	1.20	40.00	38.00	22.00	GM	4.83	3.92
C-05	4+840	1.50	17.00	40.00	43.00	SC	13.18	10.48
C-06	5+390	1.00	23.00	34.00	43.00	SM	16.20	13.79
C-07	5+660	1.00	44.00	28.00	28.00	GM	16.20	13.28
C-10	6+320	1.00	37.00	46.00	17.00	SM	16.27	12.79

FUENTE: Elaboración propia.

d. Evaluación hidrología

Las microcuencas de la quebradas Mataragra y Auqui, forman parte del proyecto se ubican en la vertiente oriental del sistema hidrográfico del Perú, en la margen izquierda del río Alto Marañón. Además, se analizará la oferta hídrica considerando el aporte de la quebrada Tuya, en donde se encuentra la bocatoma existente, debido que el sistema empieza desde ese punto.

La quebrada Mataragra drena sus aguas por la margen izquierda de la quebrada Auqui, para después confluir al río Marañón; aguas debajo de la confluencia de la Quebrada. Tuya.

Estas unidades hidrográficas se han delimitado a partir de sus puntos de control (PC), definidos como puntos de captación, desde los cuales estas unidades hidrográficas han sido delimitadas, con la finalidad de conocer las características de su régimen hidrológico y los volúmenes de agua para su manejo adecuado.

A continuación, se presentan los parámetros geomorfológicos de las cuencas, en donde se aprecia que al ser áreas de drenaje son bajas, por lo cual se denominan microcuencas.

Tabla 4: Parámetros geomorfológicos

NOMBRE RÍO/QDA	LONGITUD DE CAUCE		ÁREA DE DRENAJES Km ²	PERÍMETRO Km	NIVEL ALTITUDINAL			PENDIENTE CAUCE %
	CAUCE Km	TOTAL DE CAUCES Km			ALT. MEDIA msnm	MÁS BAJO msnm	MÁS ALTO msnm	
Qda. Mataragra	0.689	0.907	0.418	2.526	3918	3700	4150	65.34
Qda. Auqui	2.259	2.763	2.336	6.237	4012	3650	4250	26.56

FUENTE: Elaboración propia.

- **Oferta hídrica**

Para generar los caudales, se tomó como referencia la información de la estación pluviométrica Chavín debido a que esta estación se encuentra cercana al área del proyecto y a una altura similar.

De los análisis de caudales característicos de las quebradas Tuya, Auqui y Mataragra, se determinaron los caudales de descarga al 75% para cada fuente, obteniendo el caudal ofertado para el proyecto de forma mensualizada. Además, se sustrae el caudal ecológico al caudal ofertado en la persistencia. El volumen total ofertado es de 4,137,322.31 metros cúbicos anuales.

Tabla 5: Caudal disponible

FUENTE /QUEBRADA	UND	CAUDAL DISPONIBLE											
		ENE 31	FEB 28	MAR 31	ABR 30	MAY 31	JUN 30	JUL 31	AGO 31	SEP 30	OCT 31	NOV 30	DIC 31
Tuya	m3/s	0.157	0.183	0.214	0.131	0.055	0.039	0.022	0.015	0.027	0.070	0.098	0.133
Auqui	m3/s	0.047	0.058	0.070	0.043	0.021	0.012	0.010	0.006	0.009	0.020	0.030	0.041
Mataragra	m3/s	0.010	0.011	0.013	0.008	0.003	0.002	0.001	0.001	0.002	0.004	0.006	0.008
Caudal Ofertado Total	m3/s	0.214	0.253	0.297	0.183	0.079	0.054	0.033	0.021	0.038	0.094	0.134	0.182
	l/s	213.62	252.74	296.97	182.62	79.44	53.72	33.41	21.39	37.79	94.49	134.07	182.06
Volumen Ofertado Total	m3	572 165	611 428	795 398	473 348	212 765	139 253	89 486	57 302	97 951	253 075	347 522	487 629
	hm3	0.572	0.611	0.795	0.473	0.213	0.139	0.089	0.057	0.098	0.253	0.348	0.488

FUENTE: Elaboración propia.

- **Demanda hídrica**

Considerando que el sistema de conducción contará con mayor disponibilidad de agua para riego, se plantea dos campañas agrícolas al año (principal y rotación) para los sectores de riego. Se obtiene un área máxima de 175.8 ha en época de avenida (setiembre - abril), con cultivos de maíz amiláceo, maíz choclo, papa, trigo, quinua, olluco, cebada grano y ajo; y la segunda campaña de rotación (marzo – noviembre) implementará hasta 84.5 ha con cultivos de haba, arveja, olluco, hortaliza, frijol grano y papa. En la siguiente tabla, se muestra la cédula de cultivo para todo el proyecto.

Tabla 6: Cedula de cultivo

CULTIVO	AREA		MESES DEL AÑO												CAMPAÑAS (ha)	
	(ha)	(%)	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Primera	Segunda
Maíz Amiláceo (Cancha) / Frijol G S	62.4	35.5%	62.4 0.98	62.4 0.45		16.0 0.47	16.0 0.93	16.0 0.95	16.0 0.60		62.4 0.30	62.4 0.60	62.4 0.90	62.4 1.00	62.4	16.0
Papa / Habas	29.0	16.5%	29.0 0.68		29.0 0.30	29.0 0.77	29.0 1.00	29.0 0.55		29.0 0.25	29.0 0.40	29.0 0.90	29.0 0.95	29.0 1.00	29.0	29.0
Trigo / Olluco	22.1	12.5%	22.1 0.35	22.1 0.72	22.1 1.00	22.1 1.00	22.1 0.63		5.0 0.15	5.0 0.36	5.0 0.90	5.0 1.00	5.0 0.87	5.0 0.60	22.1	5.0
Cebada Grano / Papa	17.7	10.1%	17.7 0.36	17.7 0.83	17.7 1.00	17.7 1.00	17.7 0.50		5.0 0.25	5.0 0.45	5.0 0.90	5.0 1.05	5.0 0.95	5.0 0.65	17.7	5.0
Olluco / Hortaliza	26.8	15.2%	26.8 1.00	26.8 0.67		15.0 0.73	15.0 0.93	15.0 0.90	15.0 0.80		26.8 0.15	26.8 0.36	26.8 0.90	26.8 0.95	26.8	15.0
Ajo / Alverja	17.8	10.1%	17.8 0.90	17.8 0.78		14.5 0.30	14.5 0.77	14.5 0.84	14.5 0.55		17.8 0.65	17.8 0.93	17.8 0.98	17.8 1.00	17.8	14.5
TOTAL	175.8	100%	175.79	146.79	68.75	114.25	114.25	74.50	55.50	39.00	146.04	146.04	146.04	146.04	175.8	84.5
PORCENTAJE	100%		100%	84%	39%	65%	65%	42%	32%	22%	83%	83%	83%	83%	100%	48%
Kc ponderado			0.79	0.61	0.70	0.74	0.80	0.76	0.57	0.29	0.38	0.68	0.92	0.97		

FUENTE: Elaboración propia.

- **Eficiencia de riego**

La eficiencia de riego está determinada por la siguiente función:

$$\text{Ef. (Riego)} = \text{Ef. conducción} \times \text{Ef. distribución} \times \text{Ef. Aplicación}$$

Para la situación sin proyecto el proyecto contempla:

Eficiencia de conducción	: 70 %
Eficiencia de distribución	: 60 %
<u>Eficiencia de aplicación</u>	: 50 %
Eficiencia Total	: 21 %

Según el planteamiento hidráulico, acorde a la Acreditación Hídrica de Resolución Directoral N° 0169-2022-ANA-AAA.M que autoriza un caudal de 83.07 l/s, y además se incluye la construcción de las bocatomas en las quebradas Mataragra y Auqui, así como las tomas a lo largo del canal, mejorando su eficiencia de distribución, realizando los talleres de capacitación en Riego y Operación y mantenimiento; por lo que se analizó los resultados y se concluye que la eficiencia de riego es:

Eficiencia de conducción	: 95 %
Eficiencia de distribución	: 86 %
<u>Eficiencia de aplicación</u>	: 55 %
Eficiencia Total	: 45 %

La demanda actual del área sin proyecto es de 76.5 has, donde se siembra cebada, trigo, papa, maíz, haba y arveja. La demanda de agua para riego se ha determinado anualmente, durante los meses de diciembre a marzo con la precipitación se proyecta un área de riego de 175.8 ha, y en época de estiaje, el área bajo riego se proyecta en 84.5 ha, tal como se puede apreciar en la cédula de cultivo de la Tabla 6.

En la siguiente tabla se muestra los cálculos de demanda para los sectores mencionados.

Tabla 7: Demanda Hídrica

Descripción	Unidad	Ene 31	Feb 28	Mar 31	Abr 30	May 31	Jun 30	Jul 31	Ago 31	Set 30	Oct 31	Nov 30	Dic 31	Total
Evapotranspiración Potencial (ET _o)	mm/mes	135.47	116.97	110.21	102.68	106.48	102.28	109.73	124.81	147.74	144.56	143.25	141.11	
Coefficiente de Cultivo Ponderado (K _c)		0.79	0.61	0.70	0.74	0.80	0.76	0.57	0.29	0.38	0.68	0.92	0.97	
Evapotranspiración Cultivo (ET _c)	mm/mes	106.36	71.91	77.67	76.21	85.40	78.02	62.43	36.20	55.58	99.00	131.85	136.19	
Precipitación Efectiva (P _e)	mm/mes	82.36	86.43	102.02	65.31	26.11	10.32	5.45	8.77	30.09	64.01	64.86	78.67	
Necesidades Netas Cultivo (N _t)	mm/mes	24.00	0.00	0.00	10.90	59.29	67.70	56.97	27.43	25.49	34.99	66.99	57.52	431.28
Eficiencia de Riego (E _{fr})	%	45.44%	45.44%	45.44%	45.44%	45.44%	45.44%	45.44%	45.44%	45.44%	45.44%	45.44%	45.44%	
Necesidades Totales de cultivo (N _b)	mm/mes	52.83	0.00	0.00	23.98	130.49	149.00	125.39	60.36	56.10	77.00	147.43	126.59	949.17
	m ³ /ha	528.26	0.00	0.00	239.78	1,304.89	1,489.96	1,253.91	603.65	561.00	770.03	1,474.34	1,265.93	9,491.75
Área de Riego	ha	175.79	146.79	68.75	114.25	114.25	74.50	55.50	39.00	146.04	146.04	146.04	146.04	
Volumen Demandado Total - Mensual	m ³	97,520.54	0.00	0.00	2,954.88	146,508.48	112,829.76	71,915.04	24,239.52	84,499.20	116,135.42	215,317.44	190,728.86	1,062,649.14
	hm ³	97.52	0.00	0.00	2.95	146.51	112.83	71.92	24.24	84.50	116.14	215.32	190.73	1,062.65
Caudal Demandado Total - Mensual	l/s	34.67	0.00	0.00	10.57	55.66	42.82	25.98	8.79	31.61	41.99	83.07	69.02	33.68
	m ³ /s	0.035	0.000	0.000	0.011	0.056	0.043	0.026	0.009	0.032	0.042	0.083	0.069	0.034

FUENTE: Elaboración propia

En la siguiente tabla se muestra los caudales disponibles y los caudales acreditados según Resolución Directoral N° 0169-2022-ANA-AAA.M del 09 de marzo del 2022.

Tabla 8: Comparación de caudales disponibles

Microcuenca	Q disponible (Estudio Hidrológico) (l/s)	Q Acreditado AAA.M 2022 (l/s)
Tuya	98.00	61.16
Mataragra	6.00	3.57
Auqui	30.00	18.35

FUENTE: Elaboración propia.

Los caudales de diseño para la quebrada Tuya, Mataragra y Auqui son 61.16 l/s, 3.57 l/s y 18.35 l/s, respectivamente. Estos se han considerado como la mayor demanda mensual, la cual se ha dado en el mes de noviembre.

- **Balance hídrico**

La implementación del proyecto, Ampliación del servicio de agua del sistema de conducción de riego Mataragra-Auqui, influirá en el uso y disponibilidad del agua, beneficiando directa y efectivamente a todos los usuarios del Comité de Usuarios Yanas.

Para la situación con proyecto se puede observar en la Tabla 9, que la demanda se encuentra satisfecha todo el año, gracias al mejoramiento de la infraestructura y una cédula de cultivo más optimizada, con dos campañas agrícolas al año (principal y rotación).

Tabla 9: Balance hídrico

ITEM	Und	BALANCE OFERTA DEMANDA												
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
Demanda de agua del proyecto	m3/s	0.04	0	0	0.01	0.06	0.04	0.03	0.01	0.03	0.04	0.08	0.07	0.41
	l/s	35.47	0	0	10.81	56.95	43.81	26.58	8.99	32.34	42.96	83.07	70.62	411.6
	m3	97,520.54	0	0	2,954.88	146,508.48	112,829.76	71,915.04	24,239.52	84,499.20	116,135.42	215,317.44	190,728.86	1,062,649.14
Oferta Disponible al 75% de persistencia (quebradas Tuya, Auqui, Mataragra	m3/s	0.21	0.25	0.3	0.18	0.08	0.05	0.03	0.02	0.04	0.09	0.13	0.18	1.58
	l/s	213.62	252.74	296.97	182.62	79.44	53.72	33.41	21.39	37.79	94.49	134.07	182.06	1,582.33
	m3	572,164.63	611,427.70	795,398.28	473,348.01	212,765.28	139,253.31	89,485.85	57,301.67	97,951.23	253,075.45	347,522.35	487,628.56	4,137,322.31
B.H (m3)	m3	474,644.09	611,427.70	795,398.28	470,393.13	66,256.80	26,423.55	17,570.81	33,062.15	13,452.03	136,940.03	132,204.91	296,899.70	3,074,673.17

FUENTE: Elaboración propia.

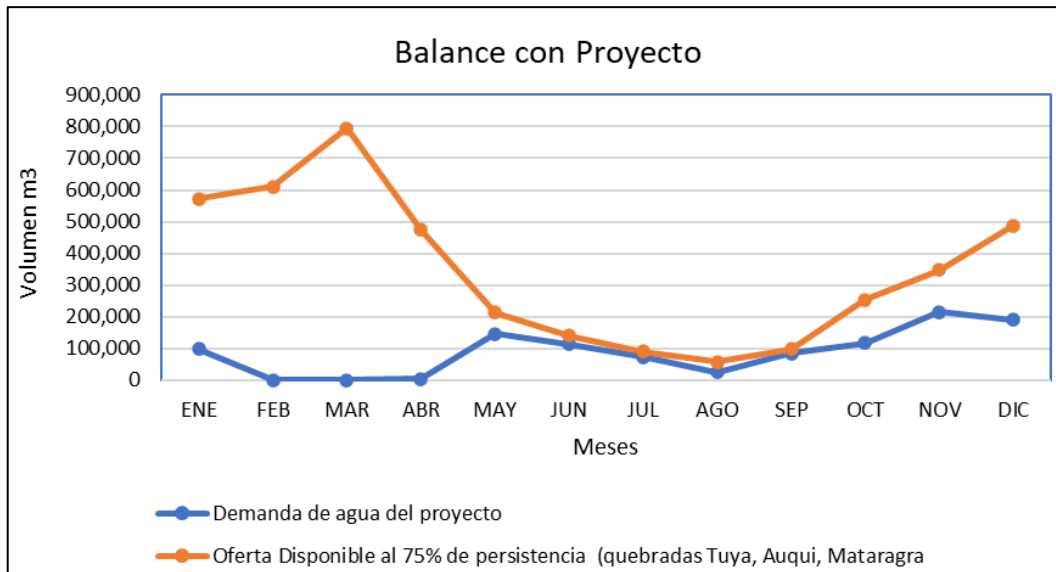


Figura 14: Curva balance hídrico

FUENTE: Elaboración propia.

- **Análisis de máximas avenidas**

Es necesario tener como información básica el cálculo de caudal máximo de todas las Microcuencas involucradas en el proyecto, con el fin de diseño de las estructuras de pase y captación en las microcuencas involucradas en el estudio.

Tabla 10: Caudales Máximos de Avenidas

TIEMPO RETORNO (años)	Caudales Máximos para diferentes Periodos de Retorno (m ³ /s)	
	Microcuenca Mataragra	Microcuenca Auqui
1000	1.642	10.851
500	1.406	8.744
200	1.118	6.384
100	0.917	4.887
50	0.729	3.612
25	0.552	2.529
20	0.501	2.219
10	0.346	1.402
5	0.207	0.748
2	0.051	0.200

FUENTE: Elaboración propia.

3.2.3. Planteamiento hidráulico

El análisis del planteamiento hidráulico se realiza desde la infraestructura existente en la quebrada Tuya, ya que la infraestructura hidráulica y la línea de conducción propuestas se abastecen desde el aporte de esta quebrada, debido que el sistema empieza desde ese punto.

El planteamiento hidráulico propuesto, consiste en la derivación del recurso hídrico desde las quebradas Mataragra y Auqui, hacia las áreas agrícolas de los sectores Antilpampa, Colcabamba, Pampaj, Ochataga, Huaju, San Pedro, Vista Alegre y Marañón, por el cual se ha considerado los caudales solicitados al ALA Alto Marañón de las quebradas Tuya (61.16 l/s), Mataragra (3.57 l/s) y Auqui (18.35 l/s).

La infraestructura hidráulica es existente desde la progresiva 0+000 hasta la progresiva 3+708.80. Por lo cual las propuestas de infraestructuras hidráulicas se darán a partir de la progresiva final. Sin embargo, el planteamiento hidráulico general y análisis de demanda hídrica se considera desde la captación existente, ya que esta quebrada Tuya tiene un aporte de 61.16 lt/seg, los cuales se incorporan en las nuevas obras propuestas.

En tal sentido se indica que desde la progresiva 0+000 hasta la progresiva 2+966.80 el caudal de diseño es de 61.16 lt/seg, en donde se encuentra una Toma Lateral Existente 01 para irrigar la parte de las áreas de Antilpampa, Colcabamba, Ochataga y Pampaj con un caudal de 16.02 lt/seg, 15.92 lt/seg, 4.35 lt/seg y 4.54 lt/seg.

Posteriormente, se continúa la línea de conducción hasta la progresiva 3+708.80, el caudal de diseño de ese tramo de la línea de conducción es de 67.08 lt/seg en esta progresiva se ubicará una toma lateral N°01 para irrigar el sector de Huaju con un caudal de 11.95 lt/seg. Dicha toma lateral también funcionará como cámara de reunión N°01, la cual incorpora un caudal de 3.60 lt/seg de la quebrada Mataragra.

Continuando hasta la progresiva 4+612.50 el caudal de diseño de dicho tramo es de 48.78 lt/seg; donde se está ubicando una cámara de reunión N° 02, que incorpora un caudal de 18.30 l/seg de la quebrada Auqui.; posteriormente se continúa la línea de conducción con un caudal de 67.08 lt/seg.

		Distribución	DEMANDA (L/s)	ACREDITADO (L/s)	CAUDAL DE DISEÑO (L/s)
TUYA	QUEBRADA TUYA $Q = 61.2$ l/s				<u>61.2</u>
	Antipampa 33.9 Ha $Q = 16.39$ l/s	TLE1	<u>16.39</u>	<u>16.02</u>	<u>45.18</u>
	Colcabamba 33.7 Ha $Q = 16.29$ l/s	MTLE1	<u>16.29</u>	<u>15.92</u>	
	Ochataga 9.2 Ha $Q = 4.64$ l/s	MTLE1	<u>4.45</u>	<u>4.35</u>	
	Pampaj 9.6 Ha $Q = 4.45$ l/s	MTLE1	<u>4.64</u>	<u>4.54</u>	
MATARAGRA	QUEBRADA MATARAGRA $Q = 3.6$ l/s				<u>48.78</u>
AUQUI	QUEBRADA AUQUI $Q = 18.3$ l/s				<u>67.08</u>
	Huaju 25.3 Ha $Q = 12.23$ l/s	TLP1	<u>12.23</u>	<u>11.95</u>	<u>50.00</u>
	Vista Alegre 16.4 Ha $Q = 7.93$ l/s	TLPO2 - TLPO5	<u>7.93</u>	<u>7.75</u>	
	San Pedro 17.2 Ha $Q = 8.31$ l/s	TLPO6 - TLPO7	<u>8.31</u>	<u>8.13</u>	<u>30.00</u>
	Maranon 30.5 Ha $Q = 14.74$ l/s	R	<u>14.74</u>	<u>14.41</u>	

Figura 15: Planteamiento Hidráulico

FUENTE: Elaboración propia.

3.2.4. Criterios de diseño

a. Bocatoma

De acuerdo a lo establecido por el Bureau of Reclamation (USBR), y por las prácticas usuales de ingeniería en proyectos similares y por la experiencia de proyecto previos se recomienda los siguientes criterios:

- El caudal adoptado corresponderá a una avenida máxima de 50, para condiciones de operación extrema, debido a la envergadura, tamaño y caudal de diseño.
- El sitio de emplazamiento de la captación es en el punto previsto, presenta buenas condiciones de emplazamiento de la captación. Evaluación geología y geotécnica.
- La base topográfica utilizada para este fin es la que corresponde al levantamiento topográfico detallado.
- Para la conformación del relleno, filtro y enrocado; el proyecto contempla utilizar los materiales de cantera ubicado próximo a la obra.
- Para atenuar el ingreso de sólidos de fondo, se puede incluir un canal de limpia gruesa o desrripiador, ubicado frente a las ventanas de captación. Completando la limpia un conducto de purga ubicado antes de las compuertas de regulación, el caudal descargará a la poza.
- La toma está formada por un dique que obstaculiza el cauce del río, haciendo que toda el agua por debajo del nivel de la cresta fluya hacia el canal de derivación mediante una ventana de captación en bocatomas convencionales o mediante una galería en bocatomas tirolesas.
- Este dique sirve de aliviadero en épocas de crecida porque permite que el agua sobrante fluya por encima de ella. Las presas de este tipo se conocen como azudes. Hay elementos de control entre la tubería y la toma para evitar que entre demasiada agua en la tubería durante las crecidas. Uno de ellos es la compuerta de toma, que permite una interrupción total del servicio para su mantenimiento o inspección.
- Se proyecta una ventana de captación el cual está protegido por una rejilla que impide conducción material solido flotante demasiado grueso. Para esto el umbral de la reja se pone a cierta altura sobre el fondo del río y la separación entre barrotes normalmente no pasa de 15 cms. Sin embargo, debido al flujo del agua, puede contener material extraño, se proyecta una estructura denominada desrripiador cuya finalidad es la decantar y eliminar las partículas mayores mediante la compuerta de limpieza, a continuación, se presenta el vertedero de excedencias el cual tiene la función de eliminar los excesos de caudal que pudiesen ingresar por el sistema de captación, a partir de este punto inicial la línea de conducción.
- Entre las obras que dan estabilidad y seguridad a la bocatoma, se proyecta un colchón de aguas al pie del azud. El agua que vierte por el azud en época de avenida cae con gran energía que erosiona el cauce y puede socavar las obras causando su destrucción.

El propósito del colchón es disipar la energía para que el agua entre al cauce sin revestimiento a velocidades lo suficientemente bajas como para evitar la erosión.

- El dique está sometida a la presión del agua que se filtra por debajo, lo que podría provocar su colapso. Se construye una zanja aguas arriba y, con frecuencia, se dejan desagües con sus correspondientes filtros debajo de la presa, con el fin de disminuir esta subpresión y reforzar el anclaje de la presa.
- Se puede ubicar una compuerta de limpia que se ubica en un extremo del azud, a continuación de la ventana de captación. El caudal de la cuenca suele reducirse considerablemente o bloquearse por completo cuando el río crece, ya que aguas arriba de la presa se acumula una enorme cantidad de piedras que pueden obstruir la rejilla de entrada.
- La finalidad de la compuerta es deshacerse de este material, la compuerta se abre cuando hay demasiada agua, lo que tiene el propósito adicional de aliviar la carga de trabajo de la presa y, en cierta medida, regular el caudal captado.

a) Toma con rejilla de fondo o tipo Tirolesa (Caso quebrada Auqui)

Los ríos de montaña o torrentes tienen las siguientes características:

- Pendientes longitudinales fuertes.
- Crecientes súbitos causadas por precipitaciones menores y que llevan gran cantidad de piedras.
- Grandes variaciones diarias de caudal cuando provienen de nevados.
- Pequeño contenido de sedimentos finos y agua relativamente limpia en estiaje.

Como se muestra en la siguiente figura, consiste en una rejilla fina de fondo ubicada horizontalmente, o con pequeña inclinación, sobre una galería hecha en el cuerpo del azud y que conecta con el canal.

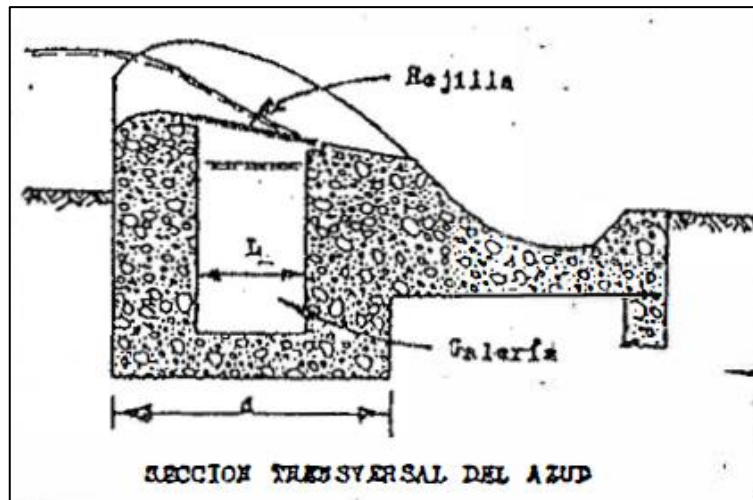


Figura 16: Sección Transversal Azud

FUENTE: Krochin (1982)

La presa que cierra el río se compone por lo tanto de tres partes:

- Un tramo en la orilla opuesta del canal que se compone de un azud macizo sobre el cual vierte el agua en creciente. Este azud debe tener un perfil hidrodinámico que normalmente se diseña con las coordenadas de Creager.
- Un tramo central con la rejilla.
- Un tramo hueco que tiene en su interior la galería que conduce al agua desde la rejilla al canal. La galería está tapada con una losa de hormigón armado y que en su parte superior sigue el mismo perfil que el azud macizo. Cuando la rejilla está pegada a la orilla, este tramo se suprime.
- Esta galería debe tener una pendiente fuerte para que el agua discurra hacia una cámara de limpia y posteriormente se derive al canal de conducción.

b. Desarenador

Son estructuras que permiten eliminar partículas sólidas transportadas por un curso de aguas mayores a cierto diámetro los desarenadores son llamados “Deposito de Sedimentación” y la eliminación de los sólidos tiene dos procesos:

Sedimentación de Sólidos: Se logra disminuyendo la velocidad del agua de forma tal que el flujo pierda su capacidad de transporte y los sólidos se depositen, este efecto se consigue aumentando el ancho del depósito con lo cual se aumenta la sección trasversal.

Evacuación de Sólidos: Se efectúan mediante compuertas de purga hacia canales de descarga.

Para el diseño: se debe tener presente los siguientes criterios:

- Análisis del material sólido en suspensión, permite el diámetro promedio, la concentración C (gr/m³) el diámetro límite por encima del cual se debe remover o evacuar.
- Determinar la velocidad de caída del particular límite, el diámetro límite depende de muchas variables: velocidad, altura, tipo de turbina, etc.
- Criterio de semejanza. Consiste en analizar el movimiento de una partícula sólida en el Desarenador y asumir semejanza entre el triángulo de velocidades y triángulo de L y h .
- Criterios de tiempos. Consiste en analizar el tiempo que necesita una partícula sólida para recorrer L y depositarse en el fondo del Desarenador.

Por lo tanto, es preferible que la escorrentía en el desarenador sea lo más uniforme posible, controlando la velocidad de caída de las partículas transportadas y preservando el equilibrio entre la velocidad de flujo y el peso de las partículas. El factor tiempo de caída es otra variable que puede utilizarse para estimar la profundidad necesaria para el desarenador.

En los proyectos de riego generalmente es suficiente eliminar partículas mayores de 0.2 mm, y algunas veces es conveniente transportar materiales finos con diámetros menores con la finalidad de mejorar los suelos del proyecto. Este debe de estar ubicado estratégicamente de manera que se genere una longitud mínima y desnivel necesario para la descarga del flujo de lodos a la quebrada que generalmente es la misma fuente.

c. Línea de Conducción

Se realiza los siguientes criterios técnicos para realizar el diseño hidráulico de la línea de conducción

- Primero se recolecta información primaria como fotografías aéreas, imágenes satelitales, vías de comunicación. Con esta información se procede hacer un trazo

preliminar de gabinete, para luego realizar la comprobación en campo. Comprobar pases, caminos, fallas geológicas, etc.

- Posteriormente, se procede a ir a campo y realizar el levantamiento topográfico del relieve de la zona en compañía del especialista diseñador.
- Visto la información de campo y el planteamiento preliminar, se optó por una sección cerrada, con la finalidad de evitar pérdidas de evaporación e infiltración.
- Debido a que se ha evidenciado zona con pendientes pronunciadas que podrían ocasionar derrumbes, se propuso una sección cerrada para evitar el bloqueo y deterioro de la sección del canal.
- Dado que hay pendientes hasta de 6%, se propone una tubería de PVC que pueda soportar velocidades altas a comparación de un canal de concreto.

En tal sentido, debido a las condiciones morfológicas de la zona, la línea de conducción será instalado enterrado con un relleno mínimo de 0.30 m encima de la clave del tubo, por lo que se requiere de un material que cumpla con estas exigencias y el material existente en el mercado que cumple con ello desde el aspecto económico (traslado e instalación) y técnico es la tubería PVC; así mismo, este material permite instalar con radio de curvatura que se adecuan a las características del terreno.

- Metodologías de Diseño

La capacidad del canal está relacionada directamente con la demanda de agua requerida. Para el diseño hidráulico de los canales se utilizó la ecuación de Manning

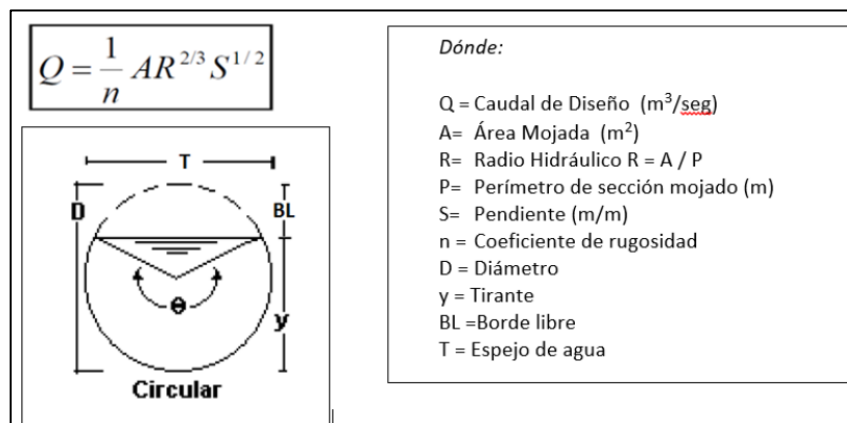


Figura 17: Formula Manning

FUENTE: Villón (2007)

En el presente proyecto se ha planteado la instalación de una línea de conducción total de 3.1 kilómetros m con tubería PVC UF, C-5 de Ø de 250 mm (2,691.20 m), 200 mm (446 m), El canal comprende el tramo:

- a) Tramo I: Diseño de canal por gravedad, tiene una longitud de 3 137.2 m y se ubica de la progresiva 3+708.80 a 6+846.00.

3.2.5. Descripción técnica de las obras

a. Construcción de la captación Mataragra

Se construirá una captación en la quebrada Mataragra, en la cual, el caudal de diseño es de 0.729 m³/s, por lo que por fines constructivos se ha dimensionado con las medidas mínimas para una captación.

Tabla 11: Ubicación de La Captación en la quebrada Mataragra

CAPTACION		COORDENADAS (UTM-WGS 84)		DESCRIPCIÓN
ESTRUCTURAS	PROGRESIVA (Km)	ESTE (m)	NORTE (m)	
CAPTACION MATARAGRA	3+714.20	300514.924	8987089.506	Quebrada Mataragra

FUENTE: Elaboración propia

b. Construcción de captación Tipo Tirolesa en la quebrada Auqui.

Se construirá una captación en la quebrada Auqui, en la cual, el caudal de diseño es de 3.612 m³/s. Esta captación incluye el dimensionamiento de sus complementos y un desarenador.

La rejilla de captación será de 1.50 m x 0.30 m con un ángulo de inclinación de 11.31°, el canal colector es de sección rectangular de base 0.30 m.

Tabla 12: Ubicación de La Captación en la quebrada Auqui

CAPTACION		COORDENADAS (UTM-WGS 84)		DESCRIPCIÓN
ESTRUCTURAS	PROGRESIVA (Km)	ESTE (m)	NORTE (m)	
CAPTACION TIPO TIROLESA	4+593.30	300964.192	8986473.864	Quebrada Auqui

FUENTE: Elaboración propia

c. Mantenimiento de una (01) toma lateral

La toma lateral 01 es existente y también funcionará como cámara de reunión de agua de la quebrada Mataragra, a la cual se le realizará mejoramiento.

Tabla 13: Ubicación del mejoramiento de la toma lateral

OBRAS DE ARTE ESTRUCTURAS	PROGRESIVA (Km)	COORDENADAS (UTM-WGS 84)		DESCRIPCIÓN
		ESTE (m)	NORTE (m)	
CÁMARA DE REUNIÓN 1 / TOMA LATERAL	3+708.80	300515.615	8987093.171	Eje de la línea de conducción existente, ubicado en la Quebrada Mataragra.

FUENTE: Elaboración propia

d. Instalación de una línea de conducción de 3.1 km con tubería PVC UF, C-5 de Ø de 250 mm (2,691.20 m), 200 mm (392.00 m)

Se instalará las líneas de conducción en los siguientes tramos:

Tabla 14: Ubicación de los tramos a instalar, de la línea de conducción

Línea de conducción proyectado	Progresiva (Km)		Longitud (m)	Coordenadas (UTM-WGS 84)				Descripción
	Inicio	Final		Inicio		Final		
				Este (m)	Norte (m)	Este (m)	Norte (m)	
LÍNEA DE CONDUCCIÓN CON TUBERÍA PVC UF Ø=250 mm.	3+708.80	6+400.00	2691.2	300515.615	8987093.171	302305.657	8986319.029	Empalme de la tubería existente
LÍNEA DE CONDUCCIÓN CON TUBERÍA PVC UF Ø=200 mm.	6+400.00	6+846.00	446.00	302305.657	8986319.029	302593.685	8986116.944	Tubería proyectada hasta la toma lateral

FUENTE: Elaboración propia

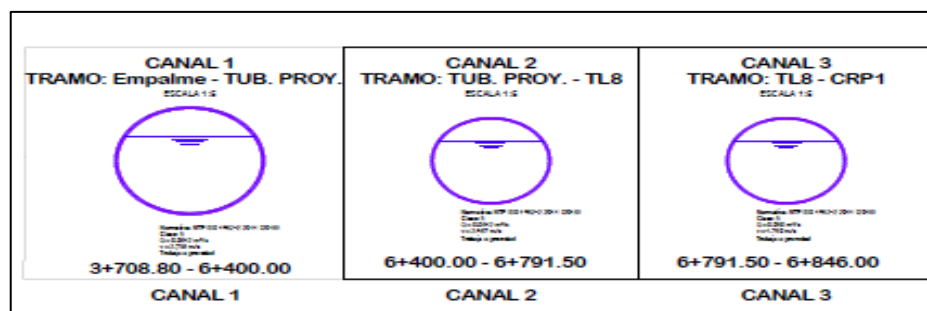


Figura 18: Características hidráulicas de la línea de conducción

FUENTE: Elaboración propia

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Diseño Hidráulico de Obras

4.1.1. Bocatoma

Se diseñó una bocatoma tipo tirolesa, cuyas dimensiones fueron calculadas a partir del caudal de máximas avenidas determinado en el estudio hidrológico. Para el caso de la bocatoma de la quebrada Auqui, se eligió un periodo de retorno de 50 años el cual tiene un valor de 3.612 m³/s y tiene un caudal promedio mensual de 0.02 m³/s.

Estimación del ancho de encauzamiento y pendiente

Se suele usar mediante tres fórmulas experimentales y mediante mediciones in situ. En nuestro caso la estimación se realizó con la información del estudio topográfico y con la verificación en campo. El resultado fue de un ancho de 3.00 metros y una pendiente de 0.33 m/m.

Tabla 15: Características de Bocatoma Auqui

Bocatoma	Caudal (m ³ /s)	Ancho de Encauzamiento (m)	Pendiente (m/m)	Tirante Estiaje (m)
Auqui	3.612	3.00	0.33	0.10

FUENTE: Elaboración propia

Dimensiones de la rejilla

El agua se capta por medio de una cámara, que se encuentra en el cuerpo del azud y se conecta con el canal colector por medio de una rejilla. Este canal colector está provisto de una rejilla inclinada que impiden el paso del material flotante y de piedras mayores al espacio entre los mismos.

Se determina mediante la siguiente formula

$$Q = \frac{2}{3} * C * \mu * b * L * \sqrt{2 * g * h}$$

Tabla 16: Parámetros de la Bocatoma Auqui

Parámetros	Valores
Tirante crítico sobre la rejilla (m)	0.03
Pendiente de rejilla (%)	20.00
Angulo de inclinación (grados)	11.31
Coficiente K	0.9
Coficiente de rejilla C	0.15
Profundidad del agua en el borde superior de la rejilla h (m)	0.03
Coficiente de descarga μ	0.7

FUENTE: Elaboración propia

En tal sentido las dimensiones son:

Tabla 17: Dimensiones General Bocatoma Auqui

Longitud Transversal B	1.5
Ancho de la rejilla L	0.3

FUENTE: Elaboración propia

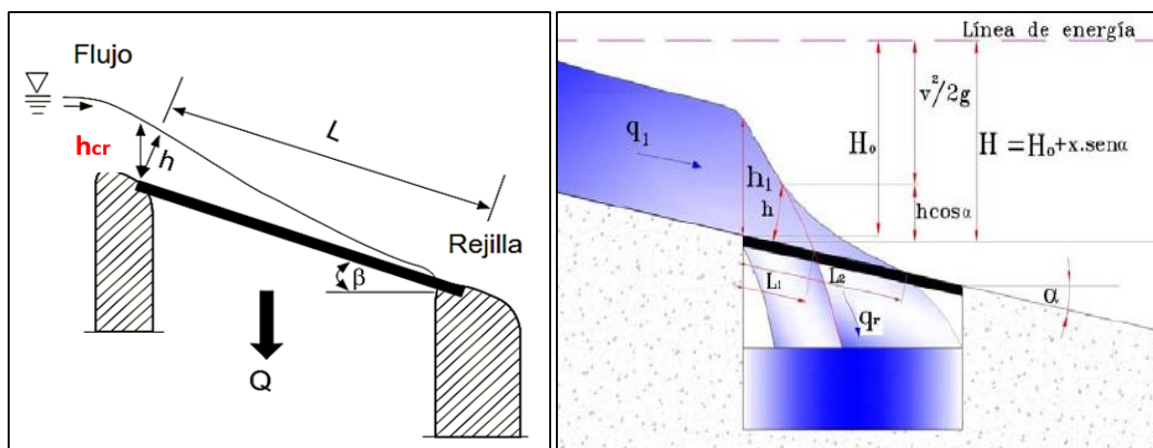


Figura 19: Rejilla de la Bocatoma Auqui

FUENTE: Elaboración propia

Dimensiones del canal colector

El canal colector tiene la función de recibir y transportar el caudal que atraviesa por la rejilla, el cual también contiene material sólido que logra pasar a través de ella. Por tal motivo, la sección de este canal colector dimensiona para evacuar el caudal de diseño de toma. Se calcula el ancho del canal colector mediante la siguiente fórmula:

$$B = L_c * \cos(\beta)$$

El cual se considera por fines constructivos de 0.30 metros.

Pendiente del canal colector

La pendiente del canal debería ser por lo menos del 3% a fin de dar al agua la fuerza tractiva necesaria para mover del canal colector el material sólido que entre por la rejilla. Para este propósito es necesaria una alta velocidad del agua, lo que depende de la pendiente del canal colector. Se asume un valor de 6.00 %

A lo largo de la rejilla el caudal se incrementa linealmente y alcanza su máximo valor al final del canal. Para simplificar los cálculos, se usa la sección transversal final para el dimensionamiento del canal.

Se utilizó la fórmula de Manning

$$Q = \frac{1}{n} * A * R^{\frac{2}{3}} * S^{1/2}$$

Tabla 18: Dimensiones de Canal Colector (Auqui)

Parámetros	Dimensiones
Tirante normal (y)	0.025 m
Área Hidráulica (A)	0.019 m ²
Perímetro mojado (P)	0.429 m ²
Espejo de agua (T)	0.300 m ²
Radio Hidráulico (R)	0.045 m ²
Número de Froude (F)	1.266
Tipo de flujo	Supercrítico
Velocidad	1.01 m
Energía específica (E)	0.116 m

FUENTE: Elaboración propia

Se halla el Tirante en el canal colector es de 0.025 metros.

El cuadro resumen de las dimensiones de la rejilla y canal conductor de la bocatoma tirolesa se muestran a continuación.

Tabla 19: Dimensiones de la Galería (Auqui)

Parámetros	Dimensiones
Altura de las barras de la rejilla	0.089 m
Longitud de la rejilla	0.296 m
Ancho del canal colector	0.300 m
Ángulo de inclinación de la rejilla	11.31 °
Desnivel por inclinación de la rejilla	0.060 m
Profundidad máx. en canal colector tramo final	0.40 m
Se adopta profundidad al inicio, práctico	0.300 m

FUENTE: Elaboración propia

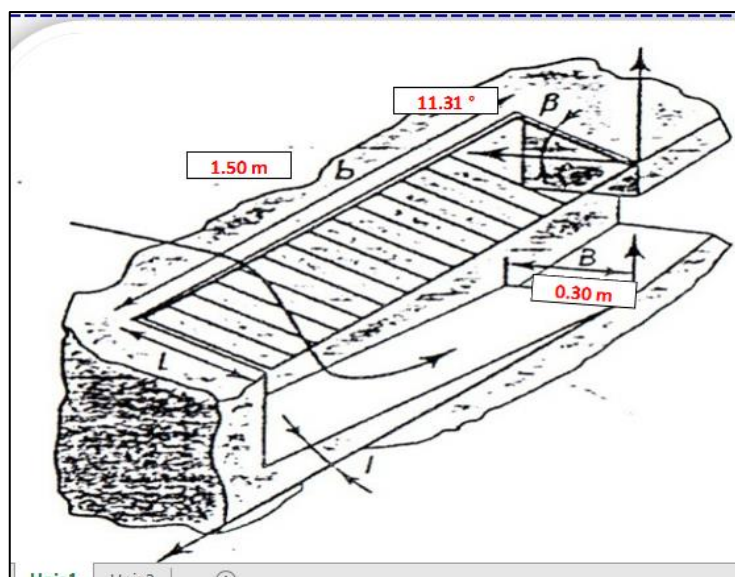


Figura 20: Dimensiones rejilla Bocatoma Tirolesa Auqui

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 20: Dimensiones de Bocatoma Auqui

Parámetros	Dimensiones
Altura de la presa	1
Ancho de la bocatoma	3.00
Longitud de la presa	5.04
Ancho del canal colector	0.300 m

«Continuación»

Altura del canal colector inicio	0.300 m
Ancho de la rejilla	0.296 m
Longitud del canal colector	1.50 m
Ángulo de inclinación de la rejilla	11.31 °
Desnivel por inclinación de la rejilla	0.060 m
Profundidad máx.en canal colector tramo final	0.40 m
Numero de barrotos	14.00

FUENTE: Elaboración propia

4.1.2. Desarenador

Se determinó el dimensionamiento final del desarenador para los caudales de 0.018 m³/s.

Tabla 21: Dimensiones de Desarenador Auqui

Parámetros	Dimensiones	
Numero De Nave	1.00	
Caudal	0.02	m ³ /seg
Velocidad Horizontal (Vt)	0.25	m/seg
Profundidad De Decantación	0.30	metros
Velocidad De Decantación (Vd)	0.05	m/seg
Factor De Seguridad	2.00	
LONGITUD Transición Ingreso (Lt)	0.50	metros
LONGITUD Transición Salida (Lc)	0.50	metros
Longitud De Decantación (Ld)	2.55	metros
Por Temas Constructivos Se Elige Ese	1.50	metros
Ancho Del Desarenador	1.00	metros
Profundidad De Recolección	0.17	metros
Por Temas Constructivos Se Elige Ese	0.40	metros

FUENTE: Elaboración propia

Deben tener una longitud y ancho adecuados para que los sedimentos se depositen, sin ser demasiado voluminosos o caros.

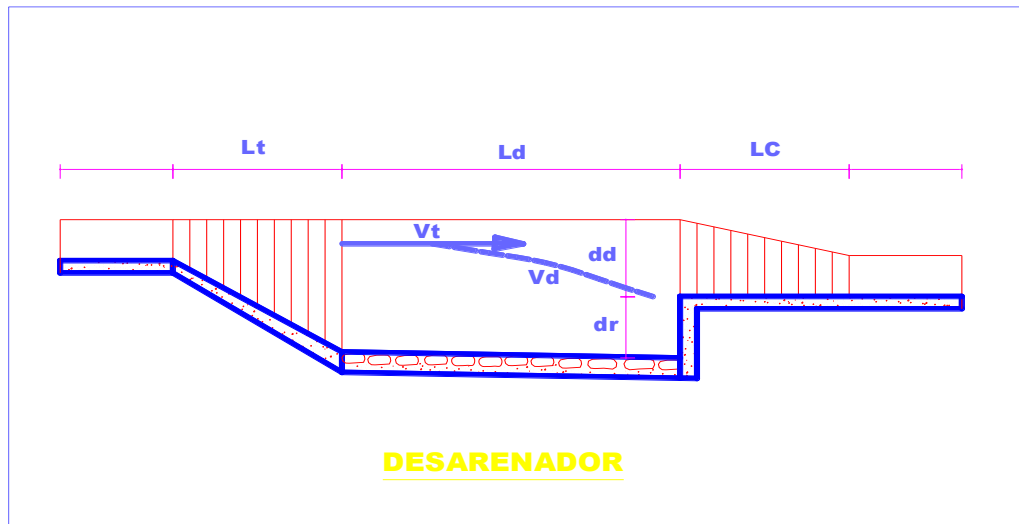


Figura 21: Esquema del Desarenador Auqui

FUENTE: Elaboración propia

4.1.3. Línea de Conducción

La capacidad del canal está relacionada directamente con la demanda de agua requerida. Para el diseño hidráulico de los canales se utilizó la ecuación de Manning.

Tabla 22: Diseño Hidráulico Línea de Conducción

TRAMO	DATOS INGRESADOS					RESULTADOS DE LOS CALCULOS									
	LONG. (m)	s (%)	Q (l/s)	n	Øint. (mm)	Øn (mm)	Y (m)	A (m ²)	T (m)	F	P (m)	R=A/P (m)	V (m/s)	E (m- kg/kg)	TIPO DE FLUJO
3+708.8 - 3+740	31.2	4.70	61.2	0.01	230.8	250	0.1025	0.018	0.229	3.894	0.337	0.053	3.411	0.696	Supercrítico
3+740 - 3+800	60	2.25	61.2	0.01	230.8	250	0.1272	0.024	0.230	2.576	0.386	0.061	2.589	0.469	Supercrítico
3+800 - 3+980	180	2.30	61.2	0.01	230.8	250	0.1264	0.023	0.230	2.609	0.385	0.061	2.611	0.474	Supercrítico
3+980 - 4+140	160	2.75	61.2	0.01	230.8	250	0.1197	0.022	0.231	2.894	0.371	0.059	2.794	0.517	Supercrítico
4+140 - 4+560	420	2.45	61.2	0.01	230.8	250	0.1239	0.023	0.230	2.707	0.380	0.060	2.674	0.488	Supercrítico
4+560 - 4+720	160	2.60	61.2	0.01	230.8	250	0.1217	0.022	0.231	2.802	0.375	0.050	2.735	0.503	Supercrítico
4+720 - 5+040	320	2.40	61.2	0.01	230.8	250	0.1247	0.023	0.230	2.675	0.381	0.061	2.653	0.484	Supercrítico
5+040 - 6+315	1275	2.46	61.2	0.01	230.8	250	0.1238	0.023	0.230	2.714	0.379	0.060	2.678	0.489	Supercrítico
6+315 - 6+340	25	6.55	61.2	0.01	230.8	250	0.0934	0.016	0.227	4.647	0.318	0.050	3.854	0.850	Supercrítico
6+340 - 6+400	60	1.25	61.2	0.01	230.8	250	0.1545	0.030	0.217	1.772	0.442	0.067	2.055	0.3699	Supercrítico
6+400 - 6+846	446	2.35	61.2	0.01	184.6	200	0.16	0.025	0.126	1.796	0.441	0.056	2.487	0.475	Supercrítico

FUENTE: Elaboración propia

En los resultados indicados, se ha podido demostrar que se ha realizado los cálculos hidráulicos, según los criterios obtenidos en la formación académica, experiencia adquirida, así como de la bibliografía señalada. Sin embargo, se ha comprobado que a pesar de la importancia de realizar los cálculos de todos los componentes de las obras hidráulicas, es también importante determinar parámetros o medidas que se encuentren acorde a la realidad constructiva.

El determinar valores acordes a la realidad constructiva, ha sido de aporte para optimizar los planos de detalle para que los metrados se hagan de manera más precisa, de tal manera que la valorización de la obra total este bien dimensionada y sustentada técnicamente.

4.2. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DESARROLLADO

4.2.1. Evaluación de sistema de riego del sistema de riego del centro poblado de Yanas

En el presente trabajo se describe las actividades que se realizaron para proponer el diseño de obras hidráulicas para el sistema de riego del centro poblado de Yanas, con el objetivo de mejorar y ampliar el servicio de agua para riego.

En primer lugar, se evaluó la situación actual de la infraestructura de riego del referido proyecto. En donde se indica que hay una infraestructura existente en buen estado desde la progresiva 0+000 (quebrada Tuya) hasta la progresiva 3+708.80 (quebrada Mataragra). Al inicio del sistema de riego se presenta una bocatoma Tirolesa con un desarenador, la cual capta un caudal de 61.2 l/s. Posteriormente, lo deriva a una línea de conducción entubada que funciona por gravedad. Las áreas de riego abastecida con este sistema son de 76.5 hectáreas. Por tal motivo, es necesario ampliar el sistema para ampliar la frontera agrícola.

Luego, se realizó un recorrido en conjunto con los especialistas del proyecto y autoridades locales, en donde se identificó ocho sectores de riego y también se encontró un camino en donde se podría proyectar la ampliación de la línea de conducción. Además, se podría aprovechar dos quebradas para aumentar la oferta hídrica, las cuales son la quebrada Mataragra y quebrada Auqui.

En tal sentido, se planteó la ampliación del sistema de riego, en la cual consiste en proponer dos infraestructuras de captación en las quebradas mencionadas, cuya oferta hídrica se adicionaría al caudal de la quebrada inicial. Además, se propone una línea de conducción desde la progresiva 3+708.80 hasta la progresiva 6+846.00, así como obras de arte para inspección y distribución del caudal.

En la fase de evaluación de gabinete, se procedió a revisar los estudios básicos de ingeniería, y se compatibilizaron con la información determinada en campo y los criterios técnicos aprendidos en la formación académica y experiencia laboral, con lo cual se pudo establecer el tipo de estructuras de captación, obras de arte, así como el material a usar en la línea de conducción.

4.2.2. Análisis de Contribución

Se determina que la contribución en la elaboración del proyecto de la ampliación del sistema de riego para la comunidad de centro poblado de Yanas, ha sido directa y puntal en referencia al tema presentado para el trabajo de suficiente profesional. En donde se demuestra el manejo de recursos hídricos, apoyados desde verificación de campo y estudios básicos de ingeniería.

El proyecto ha sido evaluado, y se ha optado por la mejor alternativa para llegar a abastecer las 175.8 hectáreas de riego. Además, se cumple con los criterios y parámetros de los manuales establecidos por las entidades del sector agrario, así como los términos de referencia que han sido proporcionados previos al desarrollo del proyecto

Asimismo, se debe resaltar que, al cambiar de tecnología en el sistema de riego, se ha propuesto implementar la partida de “Capacitación y Asistencia Técnica” donde se considera la capacitación a la nueva junta directiva del comité de usuarios de agua. Los cuáles serán los encargados de la operación y mantenimiento.

Esto permitirá supervisar y controlar el normal funcionamiento de la infraestructura hidráulica, monitorear los consumos de agua ejecutados, seguimiento del área sembrada según legislación vigente, registrar a los nuevos usuarios de agua en el ámbito de la intervención y la modificación del padrón de usuarios.

4.2.3. Beneficios obtenidos por el centro laboral

El beneficio obtenido por la empresa gracias a la contribución realizada frente al desarrollo del proyecto de ampliación del sistema de riego fueron las siguientes:

Se tuvo participación activa desde el inicio del proyecto, con lo cual me permitió tener un panorama general de como inicia un proyecto de riego, así como las actividades primarias y secundarias a realizar. Además, compatibilizar la información del campo con el gabinete te permite validar los criterios aprendidos de la formación académica

El expediente técnico del referido proyecto se encuentra en proceso de evaluación final, el cual tiene previsto la ejecución física para el año 2024. En tal sentido, se ha aportado en la elaboración de un documento oficial el cual servirá de manera tangible con el aprovechamiento del recurso hídrico.

V. CONCLUSIONES

- Se realizó la evaluación de la infraestructura existente (progresiva 0+000 - 3+708.80). En donde se identifica obras hidráulicas en buen estado, pero con falta de limpieza y mantenimiento. Además, se verificó que el aporte hídrico no era suficiente por lo cual se contribuyó técnicamente con la propuesta de ampliar el sistema de riego (progresivas 3+708.80 – 6+846.00), en donde se propuso captaciones de quebradas aledañas y la ampliación de la línea de conducción entubada, y sus respectivas obras de arte.
- Se revisó y evaluó los estudios básicos determinados tales como la topografía, hidrología, geotecnia y geología, lo cual permitió tener mayor certeza en la propuesta de las obras hidráulicas. Además, se contribuyó con la optimización de algunos estudios básicos en la etapa del desarrollo del expediente técnico del proyecto.
- Se aportó con la definición de los criterios hidráulicos que fueron considerados para la elaboración de los diseños hidráulicos de las captaciones de las quebradas y en la línea de conducción del proyecto.
- Se aportó con el planteamiento de las estructuras hidráulicas necesarias para el correcto funcionamiento del sistema de riego del proyecto.
- Se elaboraron los diseños hidráulicos de las captaciones de las quebradas Mataragra y Auqui, así como de 3.1 kilómetros de línea de conducción, determinando sus características geométricas e hidráulicas. Además, se ha aportado con sustentar las dimensiones de las obras hidráulicas técnicamente y con criterios constructivos para un mejor desarrollo de los metrados y presupuestos del proyecto.

VI. RECOMENDACIONES

- Se debe realizar los estudios de campo y gabinete siguiendo los criterios técnicos de los manuales y bibliografía descrita, así como escuchar los conocimientos empíricos de la población, ya que permite la correcta gestión del recurso hídrico en cuanto a época de siembra y cosecha, así como de las fuentes hídricas.
- Proponer tecnología que se adapten a las dificultades de la zona y que sean económicamente rentables, tales como aforadores y estaciones meteorológicas para mantener el control hídrico, así como un sistema de riego presurizado para aumentar más la eficiencia del riego.
- A nivel de mano de obra, se recomienda la participación del personal de la zona, ya que realizara los trabajos de campo en un menor tiempo y con un menor costo económico.
- Se recomienda realizar capacitación a los agricultores en temas de manejo del agua con el fin de mejorar la eficiencia de riego.
- En el proceso de construcción de las obras se debe de tener en cuenta los impactos que pudieran poner en riesgo la infraestructura de protección e hidráulica y los tramos de canal cerca de quebradas activas. Por tal motivo, se deben de implementar medidas de manejo en las etapas de pre construcción, construcción, operación y cierre ante el aumento de caudal de las quebradas y otros fenómenos climáticos.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aisenbrey, A.J., Hayes, R.B, Warren, H.J, Winsett, D.L & Young, R.B. (1978). *Design of small canal structures*. US Bureau of Reclamation. Available from http://www.usbr.gov/pmts/hydraulics_lab/pubs/manuals/SmallCanals.pdf
- Autoridad Nacional del Agua (ANA). (2010). *Criterios de Diseños de obras hidráulicas para la formulación de Proyectos Hidráulicos multisectoriales y de afianzamiento Hídrico*. Lima, Perú.
- Chow, V.T. (2010). *Hidráulica de canales abiertos*. México: Editorial Diana.
- Chow, V.T. (2010). *Hidráulica de canales abiertos* (4ta ed.). México: Mc Graw-Hill Interamerica S.A.
- Krochin S. (1982) *Diseño Hidráulico* (2da ed.). Quito, Ecuador: Escuela Politécnica Nacional.
- Krochin, S. (1986). *Diseño hidráulico* (3ra ed.). Quito, Ecuador: Editorial Escuela.
- Moriasi, D., Gitau, M., Pai, N. & Daggupati, P. (2007). Hydrologic And Water Quality Models: Performance Measures and Evaluation Criteria. *American Society of Agricultural and Biological Engineers*, 58(6): 1763-1785
- PROAGRO. (2010). *Criterios de Diseño y Construcción de Obras de Captación para Riego, Tomas Tirolesas* (2da ed.). Recuperado de <http://www.senari.gob.bo/archivos/TOMAS TIROLESAS.pdf>
- Rocha Felices, A. (2005). La Bocatoma, estructura clave en un proyecto de aprovechamiento hidráulico. *Revista técnica de la Facultas de Ingeniería Civil*, UNI.
- Sotelo, G. (2002). *Hidráulica de canales*. Universidad Nacional Autónoma de México. D.F, México.
- UNATSABAR. (2005). *Guía para el diseño de desarenadores y sedimentadores*. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. 2005. Lima, Perú.
- Villón, M. (2007). *Hidráulica de canales* (2da ed.). Lima, Perú: Editorial Villón.

VIII. ANEXOS

ANEXO 1: HIDROLOGÍA

a. Precipitación Areal

En la zona de estudio no existen estaciones que registren información hidrometeorológica, por tal motivo se ha realizado un análisis a nivel regional, para extrapolar información a la zona de interés, en donde se han inventariado 03 estaciones, de las cuales se tiene información histórica de precipitación.

En la zona de estudio existen alrededor 05 estaciones relativamente cercanas tales como, Chavín, Llata, Recuay, Yanacancha y Huari. La estación de Chavín de Huantar se ha utilizado como información base de precipitación tanto para la generación de descargas de la microcuenca y para el ámbito de riego.

Tabla 23: Relación de estaciones meteorológicas próximas a la zona de estudio

N°	Estaciones	Tipo	Latitud ° ,	Longitud ° ,	Altitud msnm	X m	y m	Distrito	Provincia	Departamento
1	Recuay	CLI	9 45	77 22	3420	229324	8924007	Recuav	Recuay	Ancash
2	Huari	CLI	9 21	77 10	3149	261666	8965719	Huari	Huari	Ancash
3	Chavin	CLI	9 35	77 10	3210	262156	8939943	Chavin de Huantar	Huari	Ancash
4	Llata	CLI	9 33	76 47	3429	304298	8943835	Llata	Huamalles	Huánuco
5	Yanacancha	CLI	9 32	77 4	4270	277040	8942161	San Marcos	Huari	Ancash

FUENTE: Elaboración propia

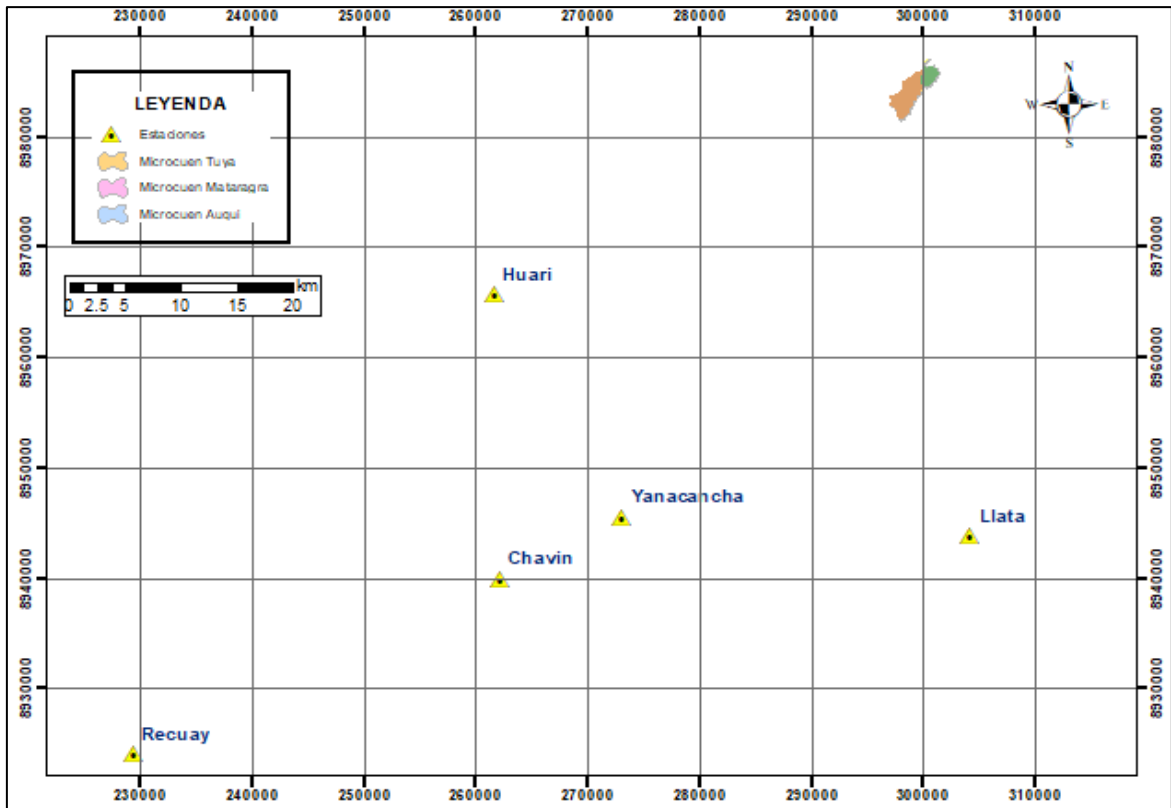


Figura 22: Ubicación de estaciones meteorológicas

FUENTE: Elaboración propia

La Precipitación Promedio Anual de la zona de estudio, se ha estimado a partir de la información completada y extendida de 03 estaciones meteorológicas: Chavín, Recuay y Llata, así como también el uso en forma referencial de la estación de Huari y Yanacancha.

Estación Chavín – Precipitación Total Mensual (mm)**Latitud:** 09° 35.2S**Longitud:** 77° 10.5W**Altitud:** 3210

msnm

ESTACION CHAVIN/000445/DRE-04**PRECIPITACION TOTAL MENSUAL (mm) SERIE COMPLETADA Y EXTENDIDA****1953/2010****Dist. :** Chavín de Huántar**Prov. :** Huari**Dpto. :** Ancash

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	Año
1989	79.40	103.50	118.60	66.10	18.80	20.30	3.70	18.30	55.80	96.20	48.40	28.70	657.80
1990	85.50	95.40	102.30	42.80	28.60	34.20	8.70	0.00	51.90	145.40	115.80	94.80	805.40
1991	107.50	88.30	188.20	44.80	23.30	4.10	2.80	0.00	31.90	75.50	83.00	44.00	693.40
1992	52.50	66.50	98.80	40.81	16.74	5.50	3.40	36.40	23.50	63.20	76.10	40.60	524.05
1993	120.90	128.10	188.60	124.90	21.10	7.90	11.00	13.90	69.50	86.60	160.90	183.10	1116.50
1994	167.10	175.80	157.90	89.50	22.70	13.40	0.00	0.00	48.20	57.60	52.90	80.10	865.20
1995	112.20	98.50	152.00	75.50	53.10	22.00	1.00	0.00	35.70	87.70	75.50	142.20	855.40
1996	107.90	141.80	147.10	139.60	34.00	2.60	0.00	19.50	22.90	41.70	33.90	60.30	751.30
1997	85.90	125.70	61.30	20.90	12.00	5.90	1.40	13.40	41.30	52.20	101.30	111.40	632.70
1998	160.90	127.40	151.80	41.20	12.20	4.60	0.00	4.20	10.90	58.20	66.70	38.90	677.00
1999	118.30	239.20	113.80	98.30	34.80	13.70	5.70	3.60	70.10	51.00	92.50	93.50	934.50
2000	75.40	124.10	112.70	100.30	34.80	11.30	6.30	34.40	24.10	13.40	40.80	85.50	663.10
2001	124.60	63.60	133.40	37.10	38.30	5.50	5.10	6.90	35.10	76.60	99.10	90.40	715.70
2002	56.70	82.50	132.40	69.60	17.10	1.80	27.70	2.60	18.50	87.30	96.80	85.00	678.00
2003	44.50	63.00	104.60	51.80	25.80	7.10	1.90	15.30	15.20	29.90	57.90	147.00	564.00
2004	33.30	80.70	53.80	22.50	12.20	12.20	21.20	5.00	38.20	89.40	87.00	93.20	548.70
2005	57.80	69.30	130.31	37.40	21.60	1.90	0.80	4.10	15.40	80.60	39.80	95.50	554.51
2006	77.90	95.50	147.30	83.50	9.30	48.10	6.80	7.10	24.30	67.40	104.00	119.10	790.30
2007	88.80	30.00	132.10	103.80	22.20	0.90	6.00	6.90	18.50	111.10	65.30	72.70	658.30
2008	100.70	96.20	105.70	89.90	28.80	16.90	2.30	13.10	27.70	108.50	84.10	61.10	735.00
2009	170.20	100.10	195.40	93.10	40.40	18.60	14.30	9.80	6.70	93.70	40.90	110.90	894.10
2010	97.70	103.60	128.90	33.30	22.60	2.90	12.00	2.50	32.10	57.40	83.70	96.10	672.80
2011	102.60	91.50	126.70	129.30	10.40	0.00	8.70	2.20	30.70	49.70	80.50	117.10	749.40
2012	87.90	121.30	90.00	120.30	21.60	7.80	0.00	5.30	20.50	56.20	62.80	123.50	717.20
2013	78.20	120.00	117.70	55.00	37.20	2.80	8.00	29.40	18.50	71.80	61.90	87.40	687.90
2014	76.40	129.40	130.80	70.40	42.10	2.60	1.10	0.00	35.60	79.50	63.90	97.80	729.60
2015	132.40	73.00	120.60	61.00	83.80	9.30	1.40	6.70	32.90	56.60	108.40	88.00	774.10
2016	45.00	114.30	82.40	63.50	10.00	4.70	2.30	5.90	27.40	74.10	23.50	105.30	558.40
2017	132.30	88.20	156.90	98.80	29.80	10.40	0.90	8.10	16.10	54.70	64.60	72.80	733.60
2018	131.30	63.90	128.30	102.50	42.00	13.20	6.60	6.20	30.00	100.80	54.70	82.90	762.40
2019	129.20	147.20	158.40	52.70	24.00	13.60	2.30	1.00	42.20	70.20	60.80	109.00	810.60
2020	83.20	67.41	138.69	110.41	23.27	11.31	1.10	3.23	43.64	71.10	63.52	95.86	712.74
N°AÑOS	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00
MEDIA	97.63	103.59	128.36	74.08	27.33	10.53	5.45	8.91	31.72	72.35	73.47	92.31	725.74

FUENTE: Elaboración propia

Estación Llanta – Precipitación Total Mensual (mm)**Latitud:** 09° 33' S**Longitud:** 76° 47' W**Altitud:** 3429

msnm

ESTACION LLATA/000461/DRE-10**PRECIPITACION TOTAL MENSUAL (mm) SERIE COMPLETADA Y EXTENDIDA****1953/2010****Dist. :**

Llata

Prov. : Huamalíes**Dpto. :** Huánuco

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	Año
1989	118.40	64.90	182.10	61.60	12.80	9.70	2.40	14.40	19.00	24.60	55.70	99.00	664.60
1990	72.00	49.70	115.60	103.90	79.30	166.00	3.40	5.70	26.00	60.30	152.10	142.70	976.70
1991	50.80	41.20	203.10	53.70	2.90	2.50	9.10	28.50	59.20	53.20	112.40	112.30	728.90
1992	83.50	69.90	238.30	36.80	0.00	12.70	2.70	46.60	29.60	24.90	57.30	28.60	630.90
1993	28.00	83.00	114.20	53.60	50.40	34.00	11.90	19.30	36.40	36.20	141.50	70.60	679.10
1994	70.40	89.60	159.90	84.40	36.90	1.40	0.00	1.80	24.50	83.80	81.40	141.70	775.80
1995	71.10	79.70	84.00	65.60	24.40	4.70	6.40	1.20	43.20	40.10	58.50	116.30	595.20
1996	48.60	61.20	142.50	116.00	51.70	3.20	6.30	29.30	11.80	26.50	97.90	68.70	663.70
1997	139.90	78.70	156.10	31.00	14.40	8.00	0.00	9.20	43.00	58.10	79.40	79.60	697.40
1998	31.40	51.80	203.00	31.60	13.90	1.40	11.00	1.30	41.10	41.30	92.50	37.30	557.60
1999	109.40	109.10	106.40	96.60	36.40	13.10	36.70	14.60	39.40	85.20	92.90	114.40	854.20
2000	73.60	71.10	177.30	58.90	40.70	39.20	6.70	33.60	38.00	43.20	75.60	130.70	788.60
2001	51.80	89.20	79.90	79.20	11.30	0.20	39.50	48.20	45.90	52.00	190.60	92.40	780.20
2002	73.10	51.20	114.40	83.60	38.30	29.50	25.50	69.80	41.40	25.80	97.50	103.00	753.10
2003	42.00	53.20	111.40	88.50	25.50	3.80	3.00	10.90	37.70	32.30	100.80	97.60	606.70
2004	31.20	64.20	85.10	65.70	31.80	7.40	13.70	29.10	34.40	82.20	58.90	184.10	687.80
2005	51.80	63.50	214.70	56.90	6.80	0.00	13.10	6.30	27.70	40.50	58.10	134.50	673.90
2006	120.00	74.80	166.20	103.90	5.40	0.90	14.80	15.40	29.20	49.20	144.50	119.90	844.20
2007	60.50	49.60	95.70	81.60	21.40	0.50	15.90	14.50	15.70	45.10	144.40	98.00	642.90
2008	62.40	71.60	133.50	67.20	18.20	19.20	6.60	6.20	13.50	26.30	96.20	109.50	630.40
2009	61.10	111.50	64.90	123.10	30.90	19.60	27.20	8.30	43.20	54.60	109.60	91.10	745.10
2010	37.60	94.80	186.20	58.00	11.60	2.40	16.50	42.50	53.60	58.40	136.50	101.70	799.80
2011	84.90	178.70	133.70	66.80	47.60	5.40	11.70	2.10	37.50	58.10	81.20	103.20	810.90
2012	50.00	74.50	123.80	111.90	8.40	6.50	14.40	3.60	43.80	73.60	150.90	129.20	790.60
2013	134.30	110.30	156.00	94.10	35.00	109.80	13.20	11.70	65.50	46.00	128.80	98.50	1003.20
2014	57.93	86.29	120.99	78.86	26.11	3.63	8.45	4.47	40.94	54.12	85.19	100.88	667.86
2015	60.54	56.03	112.91	88.33	44.14	11.69	0.20	7.53	34.73	59.75	116.40	116.74	708.99
2016	46.59	78.25	105.22	66.27	24.93	4.66	16.19	5.83	32.13	58.11	60.08	138.54	636.80
2017	57.64	65.07	177.19	87.15	20.33	7.81	0.13	9.62	35.10	37.81	124.96	117.51	740.32
2018	44.40	52.50	103.30	93.06	34.40	22.10	14.19	11.94	45.29	38.82	91.86	117.05	668.91
2019	59.72	113.46	121.15	62.97	18.63	5.01	30.17	11.53	23.83	56.88	81.82	122.55	707.72
2020	49.19	58.79	120.82	79.07	37.90	5.63	8.07	7.13	41.03	34.49	78.01	129.90	650.03
N°AÑOS	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00
MEDIA	66.68	76.48	137.80	75.93	26.95	17.55	12.16	16.63	36.04	48.80	101.05	107.74	723.82

FUENTE: Elaboración propia

Estación Recuay – Precipitación Total Mensual (mm)**Latitud:** 9° 43' S**Longitud:** 77° 27' W**Altitud:** 3394

msnm

ESTACION RECUAY/000441/DRE-04**PRECIPITACION TOTAL MENSUAL (mm.) SERIE COMPLETADA Y EXTENDIDA****1953/2010****Dist. :** Recuay**Prov. :** Recuay**Dpto. :** Ancash

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	Año
1989	177.40	140.30	137.50	82.30	33.20	7.10	0.00	22.90	38.30	137.80	40.60	9.40	826.80
1990	110.10	42.70	75.30	49.30	33.00	3.30	0.00	4.80	9.50	132.50	117.60	61.40	639.50
1991	57.60	72.00	253.66	9.40	42.10	0.00	4.70	0.00	0.00	61.50	76.00	32.90	609.86
1992	2.30	71.00	112.70	49.80	29.90	18.20	0.00	13.10	49.20	77.00	44.50	46.70	514.40
1993	150.60	132.00	247.00	155.60	28.50	0.00	5.40	0.00	47.40	152.00	128.30	181.80	1228.60
1994	135.50	144.60	253.90	112.90	40.10	3.80	0.60	4.80	36.90	52.00	56.40	82.50	924.00
1995	46.40	98.40	144.30	128.90	39.00	0.60	0.00	4.50	18.40	75.20	79.80	124.80	760.30
1996	135.20	161.00	208.80	62.10	28.20	0.00	0.00	6.80	17.80	92.00	43.20	76.90	832.00
1997	106.50	142.50	44.20	49.90	16.20	0.00	0.00	1.70	23.60	49.30	77.70	200.50	712.10
1998	246.20	203.40	173.30	138.40	30.60	15.60	0.00	5.80	38.80	150.40	26.60	39.40	1068.50
1999	132.20	213.50	129.10	104.30	62.20	9.30	0.00	0.70	62.50	47.90	96.40	111.70	969.80
2000	59.50	189.50	124.50	90.60	48.80	0.00	0.00	29.20	31.70	42.50	39.00	164.80	820.10
2001	220.70	123.20	259.10	48.20	30.60	13.90	0.00	0.10	84.40	66.80	172.40	56.00	1075.40
2002	87.30	99.10	175.30	58.80	24.70	7.70	0.00	0.00	22.00	86.70	155.30	157.00	873.90
2003	116.20	109.00	163.50	66.20	27.10	8.90	6.40	0.00	2.90	57.40	39.80	92.90	690.30
2004	47.00	126.60	119.40	84.60	24.60	4.50	0.80	0.00	59.60	105.20	110.00	155.85	838.15
2005	95.70	73.70	200.80	69.90	25.60	0.00	0.00	9.50	18.10	45.70	34.77	120.00	693.77
2006	171.90	87.10	224.60	173.30	33.00	8.30	0.00	2.30	4.00	80.40	113.20	47.60	945.70
2007	118.40	124.90	151.70	88.80	27.90	6.30	2.10	7.50	33.40	84.10	89.10	99.50	833.70
2008	111.60	116.00	121.90	75.00	7.90	5.60	13.60	11.40	13.80	144.20	30.80	54.20	706.00
2009	232.70	120.20	327.50	121.20	68.50	4.00	0.00	16.40	14.60	147.20	132.10	163.60	1348.00
2010	104.40	92.80	201.24	85.40	25.30	8.70	1.30	6.30	37.90	49.70	92.00	167.90	872.94
2011	169.40	125.94	158.58	117.27	28.54	0.06	0.05	3.80	49.04	65.65	84.07	151.31	953.71
2012	145.04	129.25	106.04	101.47	33.20	1.76	0.00	2.46	19.33	59.98	85.72	134.26	818.51
2013	124.44	135.55	151.05	70.66	38.29	0.37	0.28	1.43	29.77	78.12	67.52	93.01	790.49
2014	94.00	176.40	234.60	99.90	46.60	4.70	3.90	3.50	23.90	41.80	51.40	215.20	995.90
2015	146.10	82.40	183.40	103.00	34.10	2.00	2.40	2.50	21.20	38.60	89.10	81.20	786.00
2016	51.30	156.00	130.70	52.80	16.80	0.00	0.00	2.40	46.90	65.40	8.40	144.70	675.40
2017	117.50	191.20	292.80	177.90	73.10	4.40	0.00	3.90	33.10	82.70	47.80	156.90	1181.30
2018	181.10	94.70	248.70	152.50	57.60	7.50	0.00	5.50	17.20	77.10	111.40	116.40	1069.70
2019	127.90	180.30	161.50	75.10	26.50	11.30	1.60	0.00	23.30	49.50	88.00	217.40	962.40
2020	86.40	102.00	205.20	95.67	30.17	2.79	0.00	5.48	40.96	56.76	39.03	97.69	762.15
N°AÑOS	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00
MEDIA	122.14	126.79	178.81	92.22	34.75	5.02	1.35	5.59	30.30	79.78	77.13	114.23	868.11

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 24: Precipitación promedio anual regional

N°	ESTACIONES	ALTITUD msnm	PRECIP. ANUAL mm/año
1	Chavín	3210	725.7
2	Recuay	3394	868.1
3	Llata	3429	723.8
4	Yanacancha	4270	1224.0
5	Huari	3149.0	835.3

FUENTE: Elaboración propia

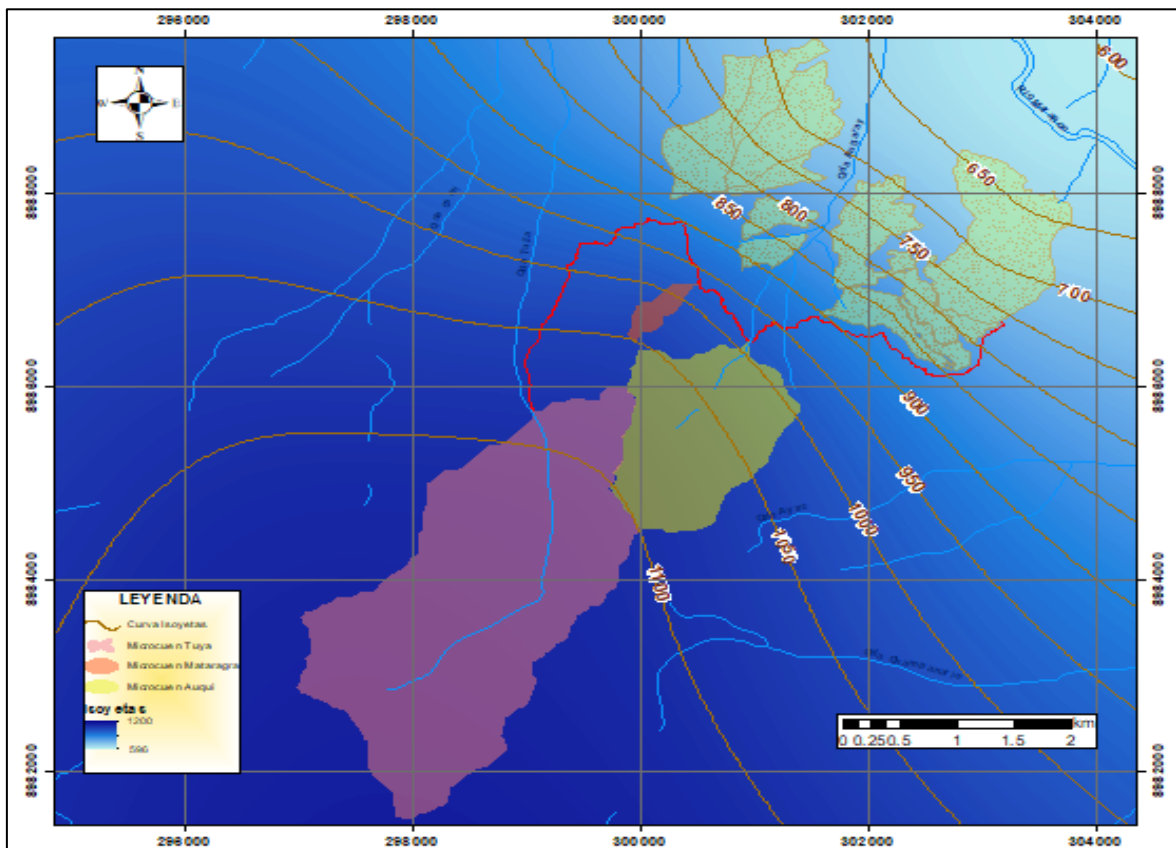


Figura 23: Mapa de imagen de precipitación media anual

FUENTE: Elaboración propia

Para obtener la precipitación media mensual de las microcuencas en estudio y de la zona de riego se ha tomado como estación referencial a la estación de Chavín tanto para las microcuencas en estudio, como para la zona de riego, por encontrarse cercana a la zona de interés. A continuación, se presenta los resultados de la precipitación media anual de las microcuencas Tuya, Mataragra y Auqui, obteniendo para las microcuencas valores de 1021.7 mm/año, 1058.2 mm/año y 1021.3 mm/año, respectivamente. Para la Zona de Riego se ha calculado un valor de precipitación media anual de 790.1 mm/año.

Tabla 25: Precipitación total mensual de la microcuenca Qda. Tuya (mm)

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	Total
1989	122.7	160.0	183.3	102.2	29.1	31.4	5.7	28.3	86.2	148.7	74.8	44.4	1016.7
1990	132.1	147.4	158.1	66.2	44.2	52.9	13.4	0.0	80.2	224.7	179.0	146.5	1244.8
1991	166.2	136.5	290.9	69.2	36.0	6.3	4.3	0.0	49.3	116.7	128.3	68.0	1071.7
1992	81.1	102.8	152.7	63.1	25.9	8.5	5.3	56.3	36.3	97.7	117.6	62.8	810.0
1993	186.9	198.0	291.5	193.0	32.6	12.2	17.0	21.5	107.4	133.8	248.7	283.0	1725.7
1994	258.3	271.7	244.0	138.3	35.1	20.7	0.0	0.0	74.5	89.0	81.8	123.8	1337.2
1995	173.4	152.2	234.9	116.7	82.1	34.0	1.5	0.0	55.2	135.5	116.7	219.8	1322.1
1996	166.8	219.2	227.4	215.8	52.6	4.0	0.0	30.1	35.4	64.5	52.4	93.2	1161.2
1997	132.8	194.3	94.7	32.3	18.5	9.1	2.2	20.7	63.8	80.7	156.6	172.2	977.9
1998	248.7	196.9	234.6	63.7	18.9	7.1	0.0	6.5	16.8	90.0	103.1	60.1	1046.4
1999	182.8	369.7	175.9	151.9	53.8	21.2	8.8	5.6	108.3	78.8	143.0	144.5	1444.4
2000	116.5	191.8	174.2	155.0	53.8	17.5	9.7	53.2	37.2	20.7	63.1	132.1	1024.9
2001	192.6	98.3	206.2	57.3	59.2	8.5	7.9	10.7	54.3	118.4	153.2	139.7	1106.2
2002	87.6	127.5	204.6	107.6	26.4	2.8	42.8	4.0	28.6	134.9	149.6	131.4	1047.9
2003	68.8	97.4	161.7	80.1	39.9	11.0	2.9	23.6	23.5	46.2	89.5	227.2	871.7
2004	51.5	124.7	83.2	34.8	18.9	18.9	32.8	7.7	59.0	138.2	134.5	144.0	848.1
2005	89.3	107.1	201.4	57.8	33.4	2.9	1.2	6.3	23.8	124.6	61.5	147.6	857.0
2006	120.4	147.6	227.7	129.1	14.4	74.3	10.5	11.0	37.6	104.2	160.7	184.1	1221.5
2007	137.2	46.4	204.2	160.4	34.3	1.4	9.3	10.7	28.6	171.7	100.9	112.4	1017.5
2008	155.6	148.7	163.4	138.9	44.5	26.1	3.6	20.2	42.8	167.7	130.0	94.4	1136.0
2009	263.1	154.7	302.0	143.9	62.4	28.7	22.1	15.1	10.4	144.8	63.2	171.4	1381.9
2010	151.0	160.1	199.2	51.5	34.9	4.5	18.5	3.9	49.6	88.7	129.4	148.5	1039.9
2011	158.6	141.4	195.8	199.8	16.1	0.0	13.4	3.4	47.4	76.8	124.4	181.0	1158.3
2012	135.9	187.5	139.1	185.9	33.4	12.1	0.0	8.2	31.7	86.9	97.1	190.9	1108.5
2013	120.9	185.5	181.9	85.0	57.5	4.3	12.4	45.4	28.6	111.0	95.7	135.1	1063.2
2014	118.1	200.0	202.2	108.8	65.1	4.0	1.7	0.0	55.0	122.9	98.8	151.2	1127.7
2015	204.6	112.8	186.4	94.3	129.5	14.4	2.2	10.4	50.9	87.5	167.5	136.0	1196.4
2016	69.6	176.7	127.4	98.1	15.5	7.3	3.6	9.1	42.3	114.5	36.3	162.8	863.1
2017	204.5	136.3	242.5	152.7	46.1	16.1	1.4	12.5	24.9	84.5	99.8	112.5	1133.8
2018	202.9	98.8	198.3	158.4	64.9	20.4	10.2	9.6	46.4	155.8	84.5	128.1	1178.4
2019	199.7	227.5	244.8	81.5	37.1	21.0	3.6	1.5	65.2	108.5	94.0	168.5	1252.9
2020	128.6	104.2	214.4	170.6	36.0	17.5	1.7	5.0	67.4	109.9	98.2	148.2	1101.6
MEDIA	150.9	160.1	198.4	114.5	42.2	16.3	8.4	13.8	49.0	111.8	113.6	142.7	1121.7

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 26: PP Total mensual de la microcuenca Qda. Mataragra (mm)

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	Total
1989	111.7	145.7	166.9	93.0	26.5	28.6	5.2	25.8	78.5	135.4	68.1	40.4	925.7
1990	120.3	134.3	144.0	60.2	40.2	48.1	12.2	0.0	73.0	204.6	163.0	133.4	1133.4
1991	151.3	124.3	264.8	63.0	32.8	5.8	3.9	0.0	44.9	106.2	116.8	61.9	975.8
1992	73.9	93.6	139.0	57.4	23.6	7.7	4.8	51.2	33.1	88.9	107.1	57.1	737.5
1993	170.1	180.3	265.4	175.8	29.7	11.1	15.5	19.6	97.8	121.9	226.4	257.7	1571.2
1994	235.2	247.4	222.2	125.9	31.9	18.9	0.0	0.0	67.8	81.1	74.4	112.7	1217.6
1995	157.9	138.6	213.9	106.2	74.7	31.0	1.4	0.0	50.2	123.4	106.2	200.1	1203.8
1996	151.8	199.5	207.0	196.5	47.8	3.7	0.0	27.4	32.2	58.7	47.7	84.9	1057.3
1997	120.9	176.9	86.3	29.4	16.9	8.3	2.0	18.9	58.1	73.5	142.6	156.8	890.4
1998	226.4	179.3	213.6	58.0	17.2	6.5	0.0	5.9	15.3	81.9	93.9	54.7	952.7
1999	166.5	336.6	160.1	138.3	49.0	19.3	8.0	5.1	98.6	71.8	130.2	131.6	1315.1
2000	106.1	174.6	158.6	141.1	49.0	15.9	8.9	48.4	33.9	18.9	57.4	120.3	933.1
2001	175.3	89.5	187.7	52.2	53.9	7.7	7.2	9.7	49.4	107.8	139.5	127.2	1007.2
2002	79.8	116.1	186.3	97.9	24.1	2.5	39.0	3.7	26.0	122.9	136.2	119.6	954.1
2003	62.6	88.7	147.2	72.9	36.3	10.0	2.7	21.5	21.4	42.1	81.5	206.9	793.7
2004	46.9	113.6	75.7	31.7	17.2	17.2	29.8	7.0	53.8	125.8	122.4	131.2	772.2
2005	81.3	97.5	183.4	52.6	30.4	2.7	1.1	5.8	21.7	113.4	56.0	134.4	780.3
2006	109.6	134.4	207.3	117.5	13.1	67.7	9.6	10.0	34.2	94.8	146.4	167.6	1112.2
2007	125.0	42.2	185.9	146.1	31.2	1.3	8.4	9.7	26.0	156.3	91.9	102.3	926.4
2008	141.7	135.4	148.7	126.5	40.5	23.8	3.2	18.4	39.0	152.7	118.3	86.0	1034.3
2009	239.5	140.9	275.0	131.0	56.9	26.2	20.1	13.8	9.4	131.9	57.6	156.1	1258.2
2010	137.5	145.8	181.4	46.9	31.8	4.1	16.9	3.5	45.2	80.8	117.8	135.2	946.8
2011	144.4	128.8	178.3	182.0	14.6	0.0	12.2	3.1	43.2	69.9	113.3	164.8	1054.6
2012	123.7	170.7	126.7	169.3	30.4	11.0	0.0	7.5	28.8	79.1	88.4	173.8	1009.3
2013	110.0	168.9	165.6	77.4	52.3	3.9	11.3	41.4	26.0	101.0	87.1	123.0	968.0
2014	107.5	182.1	184.1	99.1	59.2	3.7	1.5	0.0	50.1	111.9	89.9	137.6	1026.7
2015	186.3	102.7	169.7	85.8	117.9	13.1	2.0	9.4	46.3	79.7	152.5	123.8	1089.4
2016	63.3	160.8	116.0	89.4	14.1	6.6	3.2	8.3	38.6	104.3	33.1	148.2	785.8
2017	186.2	124.1	220.8	139.0	41.9	14.6	1.3	11.4	22.7	77.0	90.9	102.4	1032.4
2018	184.8	89.9	180.6	144.2	59.1	18.6	9.3	8.7	42.2	141.9	77.0	116.7	1072.9
2019	181.8	207.1	222.9	74.2	33.8	19.1	3.2	1.4	59.4	98.8	85.6	153.4	1140.7
2020	117.1	94.9	195.2	155.4	32.7	15.9	1.5	4.5	61.4	100.1	89.4	134.9	1003.0
MEDIA	137.4	145.8	180.6	104.3	38.5	14.8	7.7	12.5	44.6	101.8	103.4	129.9	1021.3

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 27: PP Total mensual de la microcuenca Qda. Auqui (mm)

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	Total
1989	115.8	150.9	172.9	96.4	27.4	29.6	5.4	26.7	81.4	140.3	70.6	41.8	959.1
1990	124.7	139.1	149.2	62.4	41.7	49.9	12.7	0.0	75.7	212.0	168.8	138.2	1174.4
1991	156.7	128.7	274.4	65.3	34.0	6.0	4.1	0.0	46.5	110.1	121.0	64.2	1011.0
1992	76.6	97.0	144.1	59.5	24.4	8.0	5.0	53.1	34.3	92.2	111.0	59.2	764.1
1993	176.3	186.8	275.0	182.1	30.8	11.5	16.0	20.3	101.3	126.3	234.6	267.0	1628.0
1994	243.6	256.3	230.2	130.5	33.1	19.5	0.0	0.0	70.3	84.0	77.1	116.8	1261.5
1995	163.6	143.6	221.6	110.1	77.4	32.1	1.5	0.0	52.1	127.9	110.1	207.3	1247.3
1996	157.3	206.8	214.5	203.6	49.6	3.8	0.0	28.4	33.4	60.8	49.4	87.9	1095.5
1997	125.3	183.3	89.4	30.5	17.5	8.6	2.0	19.5	60.2	76.1	147.7	162.4	922.5
1998	234.6	185.8	221.3	60.1	17.8	6.7	0.0	6.1	15.9	84.9	97.3	56.7	987.1
1999	172.5	348.8	165.9	143.3	50.7	20.0	8.3	5.2	102.2	74.4	134.9	136.3	1362.6
2000	109.9	180.9	164.3	146.2	50.7	16.5	9.2	50.2	35.1	19.5	59.5	124.7	966.9
2001	181.7	92.7	194.5	54.1	55.8	8.0	7.4	10.1	51.2	111.7	144.5	131.8	1043.6
2002	82.7	120.3	193.1	101.5	24.9	2.6	40.4	3.8	27.0	127.3	141.1	123.9	988.6
2003	64.9	91.9	152.5	75.5	37.6	10.4	2.8	22.3	22.2	43.6	84.4	214.3	822.4
2004	48.6	117.7	78.4	32.8	17.8	17.8	30.9	7.3	55.7	130.4	126.9	135.9	800.1
2005	84.3	101.0	190.0	54.5	31.5	2.8	1.2	6.0	22.5	117.5	58.0	139.2	808.5
2006	113.6	139.2	214.8	121.8	13.6	70.1	9.9	10.4	35.4	98.3	151.6	173.7	1152.3
2007	129.5	43.7	192.6	151.4	32.4	1.3	8.7	10.1	27.0	162.0	95.2	106.0	959.9
2008	146.8	140.3	154.1	131.1	42.0	24.6	3.4	19.1	40.4	158.2	122.6	89.1	1071.7
2009	248.2	146.0	284.9	135.7	58.9	27.1	20.9	14.3	9.8	136.6	59.6	161.7	1303.7
2010	142.5	151.1	187.9	48.6	33.0	4.2	17.5	3.6	46.8	83.7	122.0	140.1	981.0
2011	149.6	133.4	184.7	188.5	15.2	0.0	12.7	3.2	44.8	72.5	117.4	170.7	1092.7
2012	128.2	176.9	131.2	175.4	31.5	11.4	0.0	7.7	29.9	81.9	91.6	180.1	1045.7
2013	114.0	175.0	171.6	80.2	54.2	4.1	11.7	42.9	27.0	104.7	90.3	127.4	1003.0
2014	111.4	188.7	190.7	102.7	61.4	3.8	1.6	0.0	51.9	115.9	93.2	142.6	1063.8
2015	193.1	106.4	175.8	88.9	122.2	13.6	2.0	9.8	48.0	82.5	158.1	128.3	1128.7
2016	65.6	166.7	120.1	92.6	14.6	6.9	3.4	8.6	40.0	108.0	34.3	153.5	814.2
2017	192.9	128.6	228.8	144.1	43.5	15.2	1.3	11.8	23.5	79.8	94.2	106.1	1069.7
2018	191.4	93.2	187.1	149.5	61.2	19.2	9.6	9.0	43.7	147.0	79.8	120.9	1111.7
2019	188.4	214.6	231.0	76.8	35.0	19.8	3.4	1.5	61.5	102.4	88.7	158.9	1181.9
2020	121.3	98.3	202.2	161.0	33.9	16.5	1.6	4.7	63.6	103.7	92.6	139.8	1039.2
MEDIA	142.4	151.1	187.2	108.0	39.9	15.4	8.0	13.0	46.3	105.5	107.1	134.6	1058.2

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 28: PP Total mensual de la zona de riego en mm

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	Total
1989	86.4	112.7	129.1	72.0	20.5	22.1	4.0	19.9	60.7	104.7	52.7	31.2	716.1
1990	93.1	103.9	111.4	46.6	31.1	37.2	9.5	0.0	56.5	158.3	126.1	103.2	876.8
1991	117.0	96.1	204.9	48.8	25.4	4.5	3.0	0.0	34.7	82.2	90.4	47.9	754.9
1992	57.2	72.4	107.6	44.4	18.2	6.0	3.7	39.6	25.6	68.8	82.8	44.2	570.5
1993	131.6	139.5	205.3	136.0	23.0	8.6	12.0	15.1	75.7	94.3	175.2	199.3	1215.5
1994	181.9	191.4	171.9	97.4	24.7	14.6	0.0	0.0	52.5	62.7	57.6	87.2	941.9
1995	122.2	107.2	165.5	82.2	57.8	24.0	1.1	0.0	38.9	95.5	82.2	154.8	931.3
1996	117.5	154.4	160.1	152.0	37.0	2.8	0.0	21.2	24.9	45.4	36.9	65.6	817.9
1997	93.5	136.8	66.7	22.8	13.1	6.4	1.5	14.6	45.0	56.8	110.3	121.3	688.8
1998	175.2	138.7	165.3	44.9	13.3	5.0	0.0	4.6	11.9	63.4	72.6	42.3	737.0
1999	128.8	260.4	123.9	107.0	37.9	14.9	6.2	3.9	76.3	55.5	100.7	101.8	1017.4
2000	82.1	135.1	122.7	109.2	37.9	12.3	6.9	37.5	26.2	14.6	44.4	93.1	721.9
2001	135.6	69.2	145.2	40.4	41.7	6.0	5.6	7.5	38.2	83.4	107.9	98.4	779.2
2002	61.7	89.8	144.1	75.8	18.6	2.0	30.2	2.8	20.1	95.0	105.4	92.5	738.1
2003	48.4	68.6	113.9	56.4	28.1	7.7	2.1	16.7	16.5	32.6	63.0	160.0	614.0
2004	36.3	87.9	58.6	24.5	13.3	13.3	23.1	5.4	41.6	97.3	94.7	101.5	597.4
2005	62.9	75.4	141.9	40.7	23.5	2.1	0.9	4.5	16.8	87.7	43.3	104.0	603.7
2006	84.8	104.0	160.4	90.9	10.1	52.4	7.4	7.7	26.5	73.4	113.2	129.7	860.4
2007	96.7	32.7	143.8	113.0	24.2	1.0	6.5	7.5	20.1	121.0	71.1	79.1	716.7
2008	109.6	104.7	115.1	97.9	31.4	18.4	2.5	14.3	30.2	118.1	91.6	66.5	800.2
2009	185.3	109.0	212.7	101.4	44.0	20.2	15.6	10.7	7.3	102.0	44.5	120.7	973.4
2010	106.4	112.8	140.3	36.3	24.6	3.2	13.1	2.7	34.9	62.5	91.1	104.6	732.5
2011	111.7	99.6	137.9	140.8	11.3	0.0	9.5	2.4	33.4	54.1	87.6	127.5	815.9
2012	95.7	132.1	98.0	131.0	23.5	8.5	0.0	5.8	22.3	61.2	68.4	134.5	780.8
2013	85.1	130.6	128.1	59.9	40.5	3.0	8.7	32.0	20.1	78.2	67.4	95.2	748.9
2014	83.2	140.9	142.4	76.6	45.8	2.8	1.2	0.0	38.8	86.6	69.6	106.5	794.3
2015	144.1	79.5	131.3	66.4	91.2	10.1	1.5	7.3	35.8	61.6	118.0	95.8	842.7
2016	49.0	124.4	89.7	69.1	10.9	5.1	2.5	6.4	29.8	80.7	25.6	114.6	607.9
2017	144.0	96.0	170.8	107.6	32.4	11.3	1.0	8.8	17.5	59.6	70.3	79.3	798.7
2018	142.9	69.6	139.7	111.6	45.7	14.4	7.2	6.7	32.7	109.7	59.6	90.3	830.0
2019	140.7	160.3	172.4	57.4	26.1	14.8	2.5	1.1	45.9	76.4	66.2	118.7	882.5
2020	90.6	73.4	151.0	120.2	25.3	12.3	1.2	3.5	47.5	77.4	69.2	104.4	775.9
MEDIA	106.3	112.8	139.7	80.7	29.8	11.5	5.9	9.7	34.5	78.8	80.0	100.5	790.1

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 29: Precipitación media mensual de la zona de estudio mm

Microcuencas	Coordenadas UTM		Altitud msnm	Área Km2	Precipitación Media Anual (mm)
	X	Y			
Qda. Tuya	299090	8985786	4151	6.91	1121.7
Qda. Mataragra	300526	8987139	3918	0.418	1021.3
Qda. Auqui	301094	8986569	4012	2.336	1058.2
Área de riego			2700-3600	2700-3600	790.1

FUENTE: Elaboración propia

b. Calibración del modelo

Este proceso se realiza para determinar que los parámetros tales como el coeficiente de escorrentía y la retención de las microcuencas se ajusten a las condiciones reales mediante la información histórica de caudales. Con la calibración de los modelos se obtuvo que los coeficientes de escorrentía para ambas microcuencas fueron de 0.55 y la retención de 70 y 80 mm/año para las microcuencas Tuya y Auqui respectivamente.

Como en la zona de estudio no existen descargas históricas de cuencas menores a 100 km²; motivo por el cual se contrastó las descargas específicas de la subcuenca del río Marañón en la estación Tingo Chico que tiene un área de 4408 km², con los caudales específicos de la microcuenca de las Qdas. Tuya y Auqui que tiene un área de 6.910 km² y 2.336 km² respectivamente. El periodo de calibración de los caudales históricos del río Marañón es de 14 años 1975/1980 y 1987/1995.



Intercuenca Alto Marañón V

AAA: Marañón

ALA: Alto Marañón

Estación: Tingo Chico (Aforo); Código: 220116

Latitud: -9.633333; Longitud: -76.716667

Tipo de datos: Primarios

Variable: Caudal PRO 1MES

Estudio: Estudio hidrológico río Marañón - C.H. Chilia

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1975	136.83	128.80	183.41	104.08	104.52	42.30	24.48	19.88	30.90	61.04	62.40	79.32
1976	186.02	252.28	216.28	104.52	48.60	30.60	20.48	18.09	25.86	25.58	85.15	50.29
1977	104.11	178.94	194.84	89.46	70.67	33.78	21.73	19.68	21.24	26.89	147.35	101.77
1978	104.84	180.81	176.27	113.52	73.25	27.53	21.36	19.33	29.21	28.68	68.81	78.76
1979	186.07	142.13	234.59	149.33	46.38	26.64	20.24	20.29	23.27	29.30	51.42	64.59
1980	101.15	165.11	120.58	44.97	31.08	22.08	17.75	17.29	20.38	78.03	90.80	110.48
1987	195.61	249.91	160.72	92.83	50.48	27.16	24.01	20.89	26.79	34.53	40.52	129.41
1989	166.04	217.16	197.66	147.82	46.83	28.50	20.94	19.05	22.46	67.98	64.18	35.83
1990	148.99	112.58	134.51	79.87	39.74	53.08	27.43	22.33	24.32	134.77	136.96	98.68
1991	192.55	123.31	208.66	85.71	55.75	25.66	20.88	19.34	18.27	46.30	52.40	38.06
1992	99.25	54.47	107.15	45.90	29.33	21.96	18.73	17.85	22.14	44.86	35.33	136.55
1993	81.29	213.75	172.98	119.65	118.74	27.15	32.64	36.43	45.85	69.41	159.79	186.37
1994	167.52	250.55	205.58	320.93	129.77	30.76	22.54	18.99	19.66	27.63	45.40	49.85
1995	153.67	175.14	174.57	118.55	65.17	30.34	22.49	20.58	25.08	50.82	77.26	87.94

Figura 24: Estación Tingo Chico

FUENTE: Autoridad Nacional del Agua

Se presentan las descargas del río Marañón en la estación Tingo Chico y también los caudales generados en las microcuencas de las Qdas. Tuya y Auqui para su contraste o calibración. Así mismo se puede observar sus caudales específicos, con los cuales se ha calibrado.

Tabla 30: Descargas históricas del Río Marañón y generadas en las Microc. Qdas. Tuya y Auqui

Descripción	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Q Histórico Río Marañón Área= 4408 km2												
Q Promedio Histórico m3/s	145.26	175.14	178.97	122.66	65.2	30.34	22.49	20.58	24.83	50.82	74.15	87.94
Q específico m3/s/km2	0.03	0.04	0.04	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.006	0.01	0.02	0.02
Q Generado Tuya Área= 6.91 km2												
Q Promedio m3/s	0.22	0.28	0.29	0.20	0.08	0.05	0.03	0.02	0.04	0.11	0.14	0.20
Q específico m3/s/km2	0.03	0.04	0.04	0.03	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.02	0.02	0.02
Q Generado Auqui Área= 2.34 km2												
Q Promedio m3/s	0.07	0.09	0.09	0.07	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.03	0.04	0.06
Q específico m3/s/km2	0.03	0.04	0.04	0.03	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.02	0.02

FUENTE: Elaboración propia

Se presenta la calibración del modelo, en la Qda. Tuya, en donde se puede observar que en ambas épocas húmeda y seca, las descargas específicas generadas siguen una tendencia muy similar a la curva de los caudales específicos históricos de la estación Tingo. En el caso de la Qda. Auqui, solo en la época húmeda existe un distanciamiento mínimo y en la época de estiaje es muy semejante; sin embargo, ambas curvas cumplen con las exigencias de los parámetros estadísticos de calibración por lo que son aceptados estadísticamente; tal como se puede mostrar en el análisis estadístico de los Índices de eficiencia de Nash-Sutcliffe-NSE, Razón RMSE- desviación estándar de las observaciones (RSR) y el Sesgo porcentual (Percent bias-PBIAS).

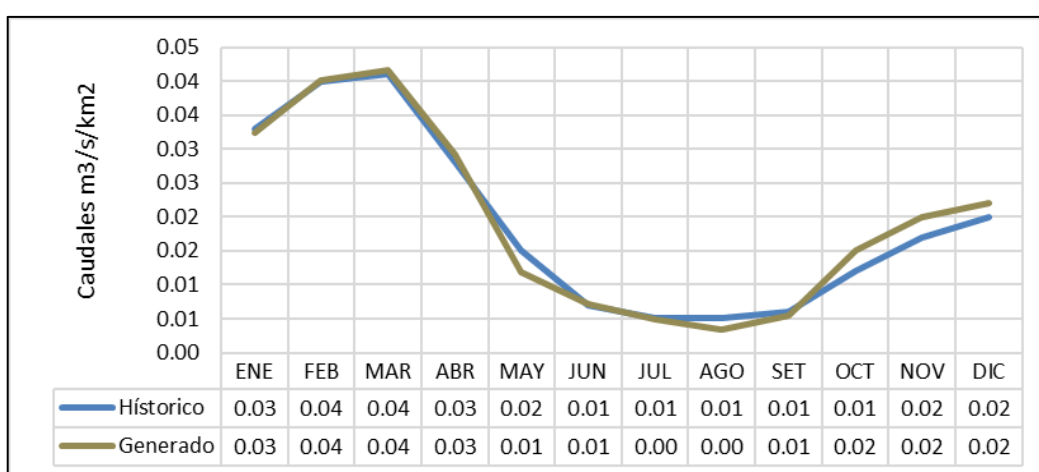


Figura 25: Calibración de caudales generados de la microcuenca del Qda. Tuya

FUENTE: Elaboración propia

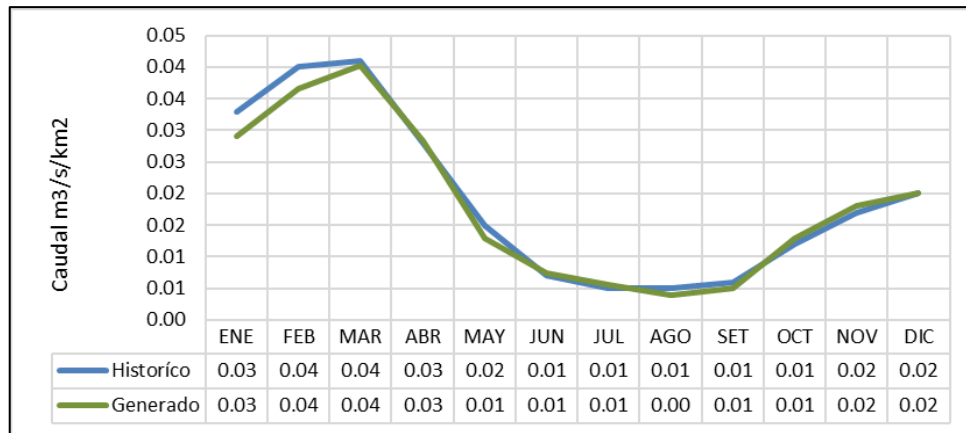


Figura 26: Calibración de Caudales Generados de la Microcuenca del Qda. Auqui

FUENTE: Elaboración propia

Se han utilizado parámetros estadísticos para evaluar los resultados de la calibración y validación, recomendados por Moriasi *et al.*, 2007; Debels, 2010, los cuales se describen a continuación:

Índice de eficiencia de Nash-Sutcliffe-NSE (1970) es un estadístico normalizado que determina la magnitud relativa de la varianza residual en comparación con la variación de los datos de medición. Este índice fue empleado como criterio para evaluar el poder reproductivo del modelo hidrológico (Debels, 2010), adoptando la interpretación recomendada por la literatura (Moriasi *et al.*, 2007), según el cuadro 9.20 detallado líneas abajo.

El Índice de eficiencia de Nash se representa en la siguiente fórmula:

$$NSE = 1 - \frac{\sum_{i=1}^N (Q_i^{\text{Observado}} - Q_i^{\text{Simulado}})^2}{\sum_{i=1}^N (Q_i^{\text{Observado}} - Q^{\text{Promedio}})^2}$$

Razón RMSE- desviación estándar de las observaciones (RSR), es una versión estandarizada del RMSE (Legates & McCabe, 1999); se calcula como el cociente entre el RMSE y la desviación estándar de los datos observados, como se muestra en la siguiente

ecuación y se interpreta basados en los criterios establecidos por Moriasi *et al.* (2007), que se resumen en el cuadro 40.

$$RSR = \frac{RMSE}{DESVEST_{obs}} = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^N (Q_i^{Observado} - Q_i^{Simulado})^2}}{\sqrt{\sum_{i=1}^N (Q_i^{Observado} - \bar{Q})^2}}$$

Sesgo porcentual (Percent bias-PBIAS) es la tendencia promedio de los datos simulados de ser mayores o menores que los datos observados (Gupta *et al.*, 1999). Se adoptan los criterios recomendados por Moriasi *et al.* (2007) para su interpretación (Tabla 33). La expresión para el cálculo es la siguiente ecuación:

$$PBIAS = \left[\frac{\sum_{i=1}^N (Q_i^{Observado} - Q_i^{Simulado})}{\sum_{i=1}^N (Q_i^{Observado})} \right] \times 100$$

Tabla 31: Interpretación de los parámetros estadísticos para la calibración y validación

PBIAS	NSE	RSR	Interpretación Modelo
PBIAS<+/-10	0.75<NSE<=1.0	0.0<RSR<=0.50	Muy Bueno
+/-10<=PBIAS<+/-15	0.65<NSE<=0.75	0.60<RSR<=0.60	Bueno
+/-15<=PBIAS<+/-25	0.50<NSE<=0.65	0.50<RSR<=0.70	Satisfactorio
PBIAS<+/-25	NSE<0.50	RSR>0.70	No satisfactorio

FUENTE: Moriasi *et al.* (2007)

En la Tabla 34, se presentan los parámetros estadísticos que relacionan los caudales observados y los generados y que de acuerdo a la tabla anterior la interpretación de los resultados de la calibración es: “Muy Bueno” y “Bueno”, para las microcuencas Tuya y Auqui, respectivamente.

MICROCROCUENCAS	PARAMETROS ESTADISTICOS		
	PBIAS	NSE	RSR
	$\pm 15 \leq \text{PBIAS} \leq \pm 25$	$0.75 < \text{NSE} \leq 1.0$	$0.0 < \text{RSR} \leq 0.5$
INTERPRETACION	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno
Qda. Tuya	4.159	0.984	0.127
INTERPRETACION	Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno
Qda. Auqui	11.135	0.933	0.258

Figura 27: Resultados de los parámetros estadísticos

FUENTE: Elaboración propia

c. Cálculo de la Demanda (Cedula de cultivo)

Considerando que el sistema de conducción contará con mayor disponibilidad de agua para riego, se plantea dos campañas agrícolas al año (principal y rotación) para los sectores de riego, obteniendo un área máxima de 175.8 ha en época de avenida (setiembre - abril), con cultivos de maíz amiláceo, maíz choclo, papa, trigo, quinua, olluco, cebada grano y ajo; y la segunda campaña de rotación (marzo – noviembre) implementará hasta 39 ha con cultivos de haba, arveja, olluco, hortaliza, frijol grano y papa.

Tabla 32: Cedula de cultivo

CULTIVO	AREA		MESES DEL AÑO												CAMPAÑAS (ha)	
	(ha)	(%)	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Primera	Segunda
Maíz Amiláceo (Cancha) / Frijol G S	62.4	35.5%	62.4 0.98	62.4 0.45		16.0 0.47	16.0 0.93	16.0 0.95	16.0 0.60		62.4 0.30	62.4 0.60	62.4 0.90	62.4 1.00	62.4	16.0
Papa / Habas	29.0	16.5%	29.0 0.68		29.0 0.30	29.0 0.77	29.0 1.00	29.0 0.55		29.0 0.25	29.0 0.40	29.0 0.90	29.0 0.95	29.0 1.00	29.0	29.0
Trigo / Olluco	22.1	12.5%	22.1 0.35	22.1 0.72	22.1 1.00	22.1 1.00	22.1 0.63		5.0 0.15	5.0 0.36	5.0 0.90	5.0 1.00	5.0 0.87	5.0 0.60	22.1	5.0
Cebada Grano / Papa	17.7	10.1%	17.7 0.36	17.7 0.83	17.7 1.00	17.7 1.00	17.7 0.50		5.0 0.25	5.0 0.45	5.0 0.90	5.0 1.05	5.0 0.95	5.0 0.65	17.7	5.0
Olluco / Hortaliza	26.8	15.2%	26.8 1.00	26.8 0.67		15.0 0.73	15.0 0.93	15.0 0.90	15.0 0.80		26.8 0.15	26.8 0.36	26.8 0.90	26.8 0.95	26.8	15.0
Ajo / Alverja	17.8	10.1%	17.8 0.90	17.8 0.78		14.5 0.30	14.5 0.77	14.5 0.84	14.5 0.55		17.8 0.65	17.8 0.93	17.8 0.98	17.8 1.00	17.8	14.5
TOTAL	175.8	100%	175.79	146.79	68.75	114.25	114.25	74.50	55.50	39.00	146.04	146.04	146.04	146.04	175.8	84.5
PORCENTAJE	100%		100%	84%	39%	65%	65%	42%	32%	22%	83%	83%	83%	83%	100%	48%
Kc ponderado			0.79	0.61	0.70	0.74	0.80	0.76	0.57	0.29	0.38	0.68	0.92	0.97		

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 33: Cálculo de la evapotranspiración potencial

Meses	Temperatura Media		Humedad Relativa %	Factor de Corrección		Factor Mensual x Latitud MF	Evapotranspiración Potencial - Eto	
	°C	°F		CH	CE		mm/mes	mm/día
Enero	14.26	57.67	72.80	0.866	1.062	2.555	135.47	4.37
Febrero	13.95	57.11	73.57	0.853	1.062	2.260	116.97	4.18
Marzo	13.41	56.14	77.70	0.784	1.062	2.358	110.21	3.56
Abril	13.62	56.52	74.75	0.834	1.062	2.051	102.68	3.42
Mayo	14.05	57.29	68.46	0.932	1.062	1.877	106.48	3.43
Junio	13.81	56.86	63.60	1.000	1.062	1.694	102.28	3.41
Julio	14.05	57.29	59.29	1.000	1.062	1.803	109.73	3.54
Agosto	14.65	58.37	57.47	1.000	1.062	2.013	124.81	4.03
Septiembre	14.82	58.68	60.98	1.000	1.062	2.371	147.74	4.92
Octubre	14.54	58.17	67.12	0.952	1.062	2.458	144.56	4.66
Noviembre	14.76	58.57	68.26	0.935	1.062	2.463	143.25	4.78
Diciembre	14.43	57.97	70.99	0.894	1.062	2.563	141.11	4.55

** Metodología Calculo Eto Hargreaves

FUENTE: Elaboración propia

Precipitación efectiva

Para estimar la precipitación efectiva se ha utilizado el método de USDA del Servicio de Conservación de Suelos de los EA, para ello se empleó la precipitación total mensual de la estación meteorológica de Chavín, aquella que está más cercana al área de riego.

Tabla 34: Precipitación efectiva

DESCRIPCIÓN	UND	PRECIPITACION EFECTIVA												TOTAL
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Días del mes	día	31.00	28.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00	
Precipitación Total Mensual	mm/mes	97.6	103.6	128.4	74.1	27.3	10.5	5.5	8.9	31.7	72.4	73.5	92.3	725.7
Precipitación efectiva Mensual	mm/mes	82.4	86.4	102.0	65.3	26.1	10.4	5.4	8.8	30.1	64.0	64.8	78.7	624.4
Precipitación efectiva Diaria	mm/día	2.7	3.1	3.3	2.2	0.8	0.3	0.2	0.3	1.0	2.1	2.2	2.5	20.6

En la siguiente tabla se muestran los cálculos de demanda para los sectores mencionados.

Tabla 35: Demanda Hídrica

Descripción	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
		31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
Evapotranspiración Potencial (ETo)	mm/mes	135.47	116.97	110.21	102.68	106.48	102.28	109.73	124.81	147.74	144.56	143.25	141.11	
Coeficiente de Cultivo Ponderado (Kc)		0.79	0.61	0.70	0.74	0.80	0.76	0.57	0.29	0.38	0.68	0.92	0.97	
Evapotranspiración Cultivo (ETc)	mm/mes	106.36	71.91	77.67	76.21	85.40	78.02	62.43	36.20	55.58	99.00	131.85	136.19	
Precipitación Efectiva (Pe)	mm/mes	82.36	86.43	102.02	65.31	26.11	10.32	5.45	8.77	30.09	64.01	64.86	78.67	
Necesidades Netas Cultivo (Nt)	mm/mes	24.00	0.00	0.00	10.90	59.29	67.70	56.97	27.43	25.49	34.99	66.99	57.52	431.28
Eficiencia de Riego (Efr)	%	45.44%	45.44%	45.44%	45.44%	45.44%	45.44%	45.44%	45.44%	45.44%	45.44%	45.44%	45.44%	
Necesidades Totales de cultivo (Nb)	mm/mes	52.83	0.00	0.00	23.98	130.49	149.00	125.39	60.36	56.10	77.00	147.43	126.59	949.17
	m3/ha	528.26	0.00	0.00	239.78	1,304.89	1,489.96	1,253.91	603.65	561.00	770.03	1,474.34	1,265.93	9,491.75
Área de Riego	ha	175.79	146.79	68.75	114.25	114.25	74.50	55.50	39.00	146.04	146.04	146.04	146.04	
Volumen Demandado Total - Mensual	m3	97,520.54	0.00	0.00	2,954.88	146,508.48	112,829.76	71,915.04	24,239.52	84,499.20	116,135.42	215,317.44	190,728.86	1,062,649.14
	hm3	97.52	0.00	0.00	2.95	146.51	112.83	71.92	24.24	84.50	116.14	215.32	190.73	1,062.65
Caudal Demandado Total - Mensual	l/s	34.67	0.00	0.00	10.57	55.66	42.82	25.98	8.79	31.61	41.99	83.07	69.02	33.68
	m3/s	0.035	0.000	0.000	0.011	0.056	0.043	0.026	0.009	0.032	0.042	0.083	0.069	0.034

FUENTE: Elaboración propia

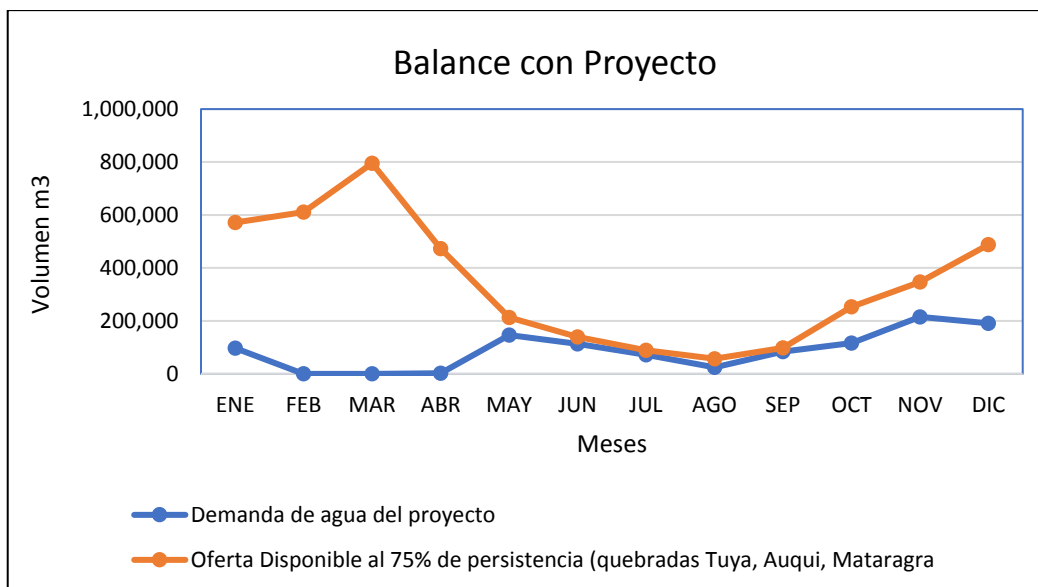


Figura 28: Balance hídrico

FUENTE: Elaboración propia

En el balance hídrico considerando el caudal disponible al 75% de probabilidad en las fuentes, se observa que en todos los meses del año hay excedente del recurso hídrico para atender la demanda de agua en la situación con proyecto.

Los caudales de diseño para la quebrada Tuya, Mataragra y Auqui son 61.16 l/s, 3.57 l/s y 18.35 l/s, respectivamente. Estos se han considerado como la mayor demanda mensual, la cual se ha dado en el mes de noviembre.

d. Documentación presentada al ANA

Para conseguir la aprobación de estudios de aprovechamiento de recursos hídricos para la obtención de la licencia de uso de agua subterránea o superficial (acreditación de disponibilidad hídrica), se solicita a la autoridad nacional del agua, a través de la autoridad administrativa del agua, a solicitud de parte, la siguiente información indicada en el Formato Anexo N°06 de la RJ N° 007-2015-ANA,

FORMATO ANEXO N° 06
ESTUDIO HIDROLÓGICO PARA LA ACREDITACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD HÍDRICA SUPERFICIAL

El contenido mínimo es el siguiente:

RESUMEN EJECUTIVO

Comprende una descripción de las principales características y justificación del proyecto, ubicación política, geográfica, hidrográfica y administrativa; asimismo, los principales resultados, conclusiones y recomendaciones.

I. ASPECTOS GENERALES

1.1 INTRODUCCIÓN

Brindar, en forma clara y sencilla, información del contenido del documento.

1.2 ANTECEDENTES

Detallar, en orden cronológico, la información recabada para la elaboración del estudio, experiencia obtenida en otros proyectos similares y toda información que aporta a este componente.

1.3 OBJETIVO

Señalar claramente el propósito del estudio.

II. EVALUACIÓN HIDROLÓGICA

2.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA CUENCA Y DEL CURSO PRINCIPAL DE LA FUENTE NATURAL

a) Ubicación y delimitación del área de estudio

Mencionar la ubicación hidrográfica (Unidad Hidrográfica), geográfica, política y administrativa del punto de captación y devolución (cuando corresponda) del recurso hídrico y del lugar donde se desarrollará la actividad.

La delimitación del área de estudio es la representación mediante mapas o planos a escala adecuada que permita visualizar el área colectora, áreas de trasvase, punto de captación y devolución (cuando corresponda) del recurso hídrico, lugar donde se desarrollará la actividad.

b) Fisiografía y geología del área de estudio

Describir brevemente las características geomorfológicas, ecológicas y geológicas de la unidad hidrográfica.

Considerar las principales características de la Unidad Hidrográfica como área total, perímetro, índice de compacidad, factor de forma, altitud media de la cuenca, pendiente del cauce principal, rectángulo equivalente y tiempo de concentración.

c) Inventario de las fuentes de agua e infraestructura hidráulica del área de estudio

Realizar un inventario de fuentes de agua en el área de estudio, en función del reconocimiento de campo y de la información cartográfica existente.

Realizar un inventario de la infraestructura hidráulica para el aprovechamiento del agua superficial y subterránea.

d) Accesibilidad – Vías de comunicación

Describir las vías de acceso al área de estudio que comprenda el estado y los tiempos de desplazamiento.

e) Calidad del agua

Describir la clasificación del cuerpo de agua superficial o marino-costero, según corresponda, aprobados por la ANA.



2.2 ANÁLISIS Y TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN METEOROLÓGICA E HIDROMÉTRICA

a) Análisis de las variables meteorológicas

Realizar un análisis de las variables meteorológicas: temperatura, humedad relativa, radiación solar, evaporación, viento, precipitación y evapotranspiración potencial.

b) Tratamiento de la Información pluviométrica e hidrométrica

Realizar los análisis siguientes:

- **Análisis de consistencia de la Información pluviométrica e hidrométrica** que consiste en evaluar la consistencia de la información pluviométrica e hidrométrica, identificar los posibles fenómenos de no homogeneidad e inconsistencia de los datos, los que se reflejan como "Saltos" y/o "Tendencias" en las series de tiempo históricos.
- **Completación y extensión de la información pluviométrica e hidrométrica** que consiste en completar datos faltantes en la serie consistente mediante modelos estadísticos.

2.3 OFERTA HÍDRICA

Determinar los caudales y volúmenes mensuales naturalizados en el punto de captación del proyecto al 75% de persistencia, para los usos consuntivos.

Cuando existen obras de regulación efectuar un balance hídrico para determinar volúmenes de escurrimiento en relación con la operación de la presa. Asimismo deberá tomar en cuenta las consideraciones siguientes:

- La oferta en reservorios debe incluir el análisis de la capacidad de almacenamiento, hidrograma unitario y tránsito de avenidas.
- De no existir información hidrométrica, se deberá generar basándose en modelos matemáticos (determinísticos, estocásticos y sistemas optimizados) los que serán calibrados con información registrada en la cuenca.
- Si el proyecto abarca la captación de agua de distintas cuencas, presentar la hidrología de cada una de ellas.

En esta sección también se presentan datos de caudales máximos para distintos periodos de retorno, que se usan para el diseño de las obras mayores (presa, vertedero de excedencias y bocatoma), y datos de arrastre de sedimentos.

2.4 USOS Y DEMANDAS DE AGUA

Tener en cuenta los caudales y volúmenes disponibles para el uso de agua requerida del proyecto; asimismo, evaluar los derechos de uso de agua otorgados y sus efectos con la disponibilidad de agua.

Calcular el caudal ecológico, en concordancia con lo dispuesto por la ANA.

Plantear la demanda futura de agua, de forma mensualizada, para el proyecto.

2.5 BALANCE HÍDRICO MENSUALIZADO

El balance hídrico del proyecto busca determinar la disponibilidad en el punto de captación, lo cual se obtiene relacionando la oferta y demanda de agua.

2.6 DESCRIPCIÓN DEL PLAN DE APROVECHAMIENTO E INGENIERIA DEL PROYECTO

Plantear de manera general las obras civiles a ejecutar y cómo se utilizará el agua para desarrollar la actividad. No es necesario presentar cálculos justificativos de los diseños.

III. ANEXOS

- Cuadros, gráficos, diagramas
- Información hidrometeorológica e hidrométrica histórica, completada y sintética
- Mapas de la Unidad Hidrográfica de estudio
- Mapa base de la cuenca y la unidad hidrográfica del proyecto
- Mapa ecológico, hidrográfico y clasificación ordinal de ríos



- Mapa de estaciones hidrométricas y pluviométricas
- Mapa de Isoyetas, Isotermas, Isotermas promedio mensual y anual
- Propuesta de esquema hidráulico de la cuenca

NOTA

1. El presente formato es el equivalente al formato 4 de la Resolución Jefatural N° 579-2010-ANA, que se menciona en el Decreto Supremo N° 054-2013-PCM
2. La ubicación geográfica será expresada en coordenadas UTM, Datum WGS 84, Zona 17 o 18 o 19 Sur según corresponda.
3. El área de estudio corresponde al vaso colector del punto de captación y, cuando corresponda, desde el punto de devolución.
4. El formato se aplica: para el uso de agua poblacional mayores a 2 000 habitantes y las clases de uso de agua con fines productivos cuyo punto de captación correspondan a ríos o sus afluentes. Cuando la fuente de agua es un manantial o puquial o su equivalente se utilizará el formato Anexo 07.
5. El estudio se presenta visado y firmado por un ingeniero habilitado y colegiado, en original, copia simple y digital.



e. Análisis de máximas avenidas

En las siguientes tablas se muestran los datos ingresados al HEC-HMS, para las microcuencas Qbda Tuya, Qbda, Auqui y Qbda. Mataragra.

Tabla 36: Datos de Ingreso al HEC-HMS Microcuenca Qbda, Tuya

Lugar	Periodo de Retorno (Años)	PP max 24 hr (mm)	Área (Km ²)	CN	S (mm)	Tc (hr)	SCS Lag (hr)
Microcuenca Qbda. Tuya	1000	66.55	6.910	77	15.17	0.45	0.27
	500	62.83	6.910	77	15.17	0.45	0.27
	200	57.98	6.910	77	15.17	0.45	0.27
	100	54.37	6.910	77	15.17	0.45	0.27
	50	50.82	6.910	77	15.17	0.45	0.27
	25	47.29	6.910	77	15.17	0.45	0.27
	20	46.15	6.910	77	15.17	0.45	0.27
	10	42.59	6.910	77	15.17	0.45	0.27
	5	38.89	6.910	77	15.17	0.45	0.27
	2	33.32	6.910	77	15.17	0.45	0.27

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 37: Datos de Ingreso al HEC-HMS Microcuenca Qbda, Auqui

Lugar	Periodo de Retorno (Años)	PP max 24 hr (mm)	Area (Km ²)	CN	S (mm)	Tc (hr)	SCS Lag (hr)
Microcuenca Qbda. Auqui	1000	77.45	2.336	77	15.17	0.21	0.12
	500	70.65	2.336	77	15.17	0.21	0.12
	200	62.55	2.336	77	15.17	0.21	0.12
	100	57.03	2.336	77	15.17	0.21	0.12
	50	51.99	2.336	77	15.17	0.21	0.12
	25	47.36	2.336	77	15.17	0.21	0.12
	20	45.95	2.336	77	15.17	0.21	0.12
	10	41.76	2.336	77	15.17	0.21	0.12
	5	37.80	2.336	77	15.17	0.21	0.12
	2	32.53	2.336	77	15.17	0.21	0.12

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 38: Datos de Ingreso al HEC-HMS Microcuenca Qbda, Mataragra

Lugar	Periodo de Retorno (Años)	PP max 24 hr (mm)	Area (Km ²)	CN	S (mm)	Tc (hr)	SCS Lag (hr)
Microcuenca Qbda. Mataragra	1000	65.42	0.418	77	15.17	0.06	0.03
	500	61.77	0.418	77	15.17	0.06	0.03
	200	56.99	0.418	77	15.17	0.06	0.03
	100	53.45	0.418	77	15.17	0.06	0.03
	50	49.96	0.418	77	15.17	0.06	0.03
	25	46.49	0.418	77	15.17	0.06	0.03
	20	45.37	0.418	77	15.17	0.06	0.03
	10	41.87	0.418	77	15.17	0.06	0.03
	5	38.23	0.418	77	15.17	0.06	0.03
2	32.75	0.418	77	15.17	0.06	0.03	

FUENTE: Elaboración propia

Así también en las figuras precedentes se muestran las capturas del software HEC-HMS, correspondiente al modelo de Basin, el gráfico resultante y el caudal resultante para un periodo de retorno de 50 años.

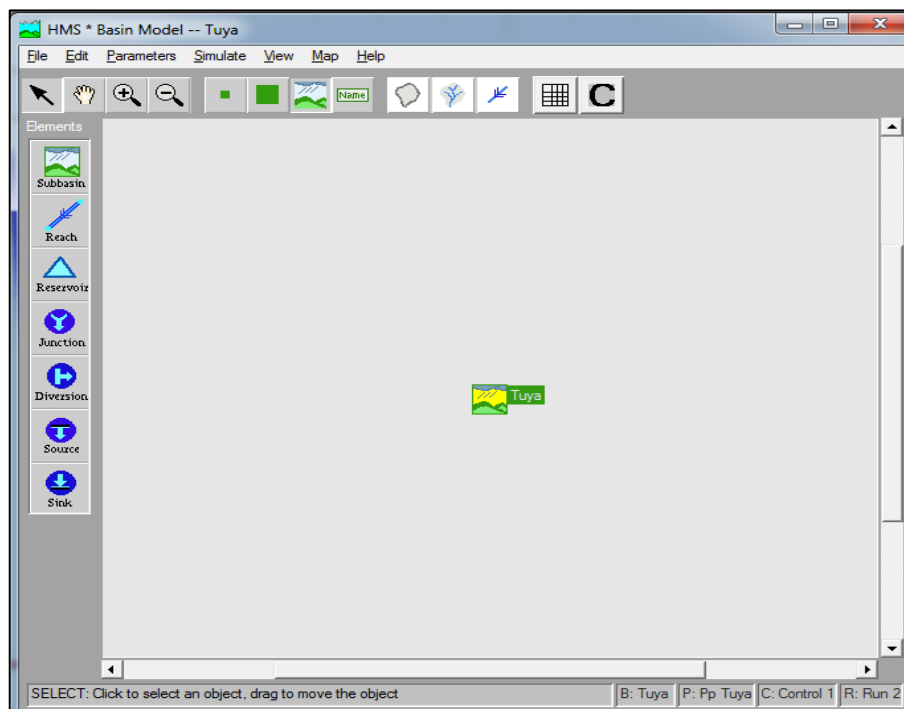


Figura 29: Modelo de Cuenca Hec-HMS. Microcuenca Qbda Tuya

FUENTE: Elaboración propia

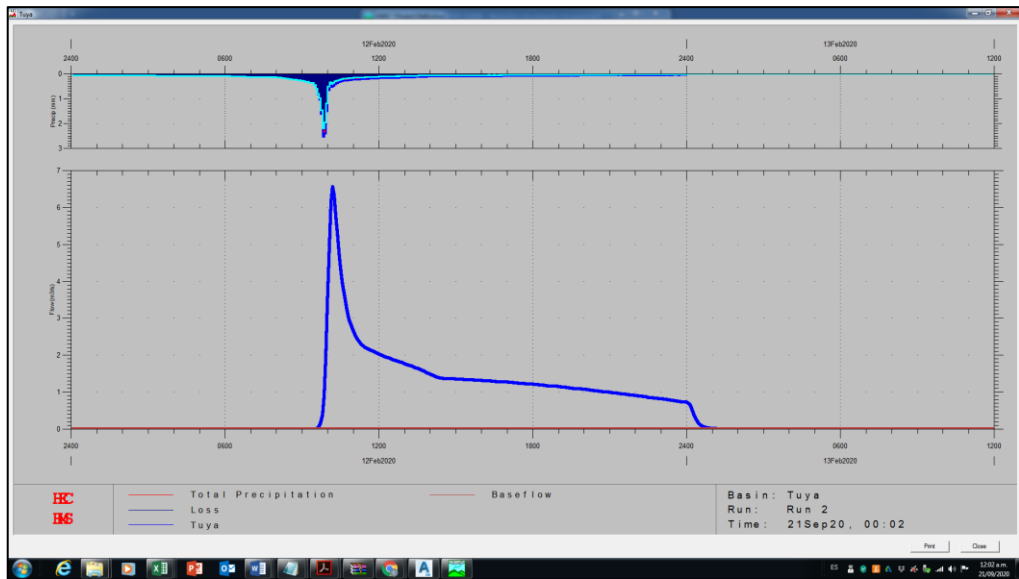


Figura 30: Gráfico Caudal Máximo $Tr = 50$ años. Microcuenca Qbda Tuya

FUENTE: Elaboración propia

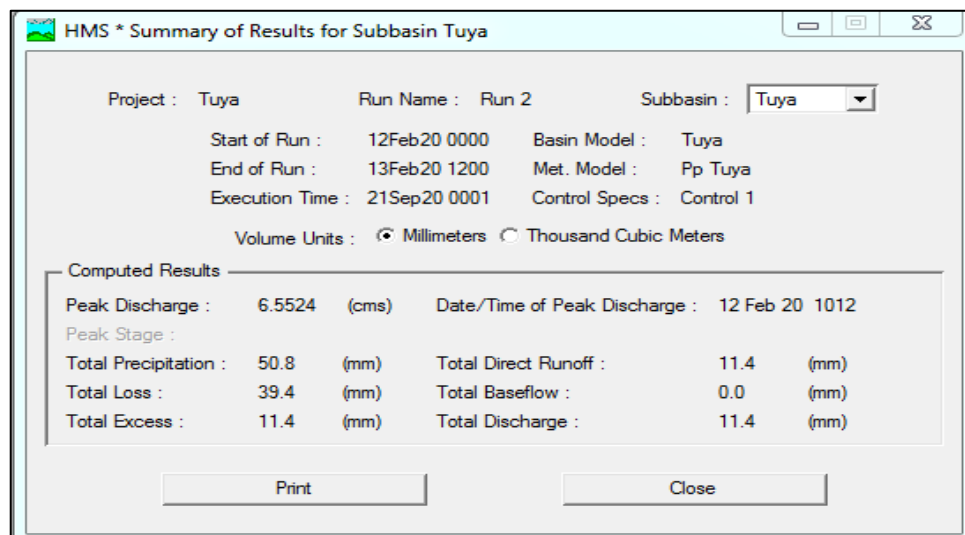


Figura 31: Resultados Caudal Máximo $Tr = 50$ años, Microcuenca Qbda

Tuya $Q = 6.5524$ m³/s

FUENTE: Elaboración propia

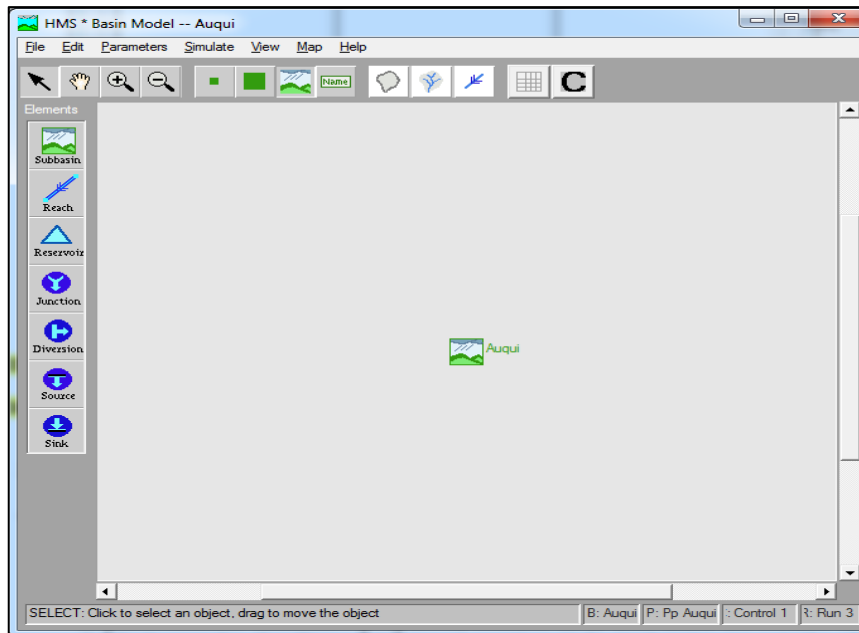


Figura 32: Modelo de Cuenca Hec-HMS. Microcuenca Qbda Auqui

FUENTE: Elaboración propia

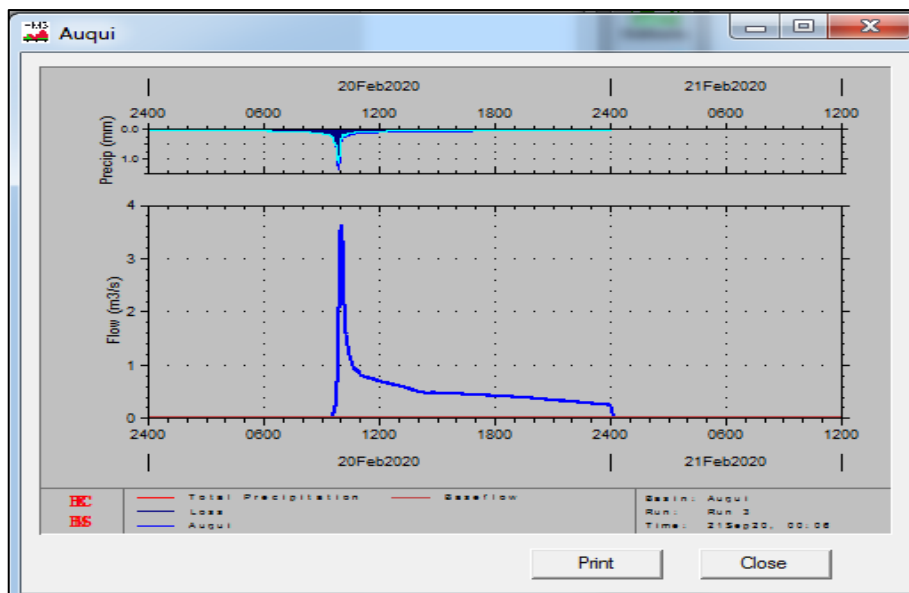


Figura 33: Grafico Caudal Máximo $T_r = 50$ años. Microcuenca Qbda Auqui

FUENTE: Elaboración propia

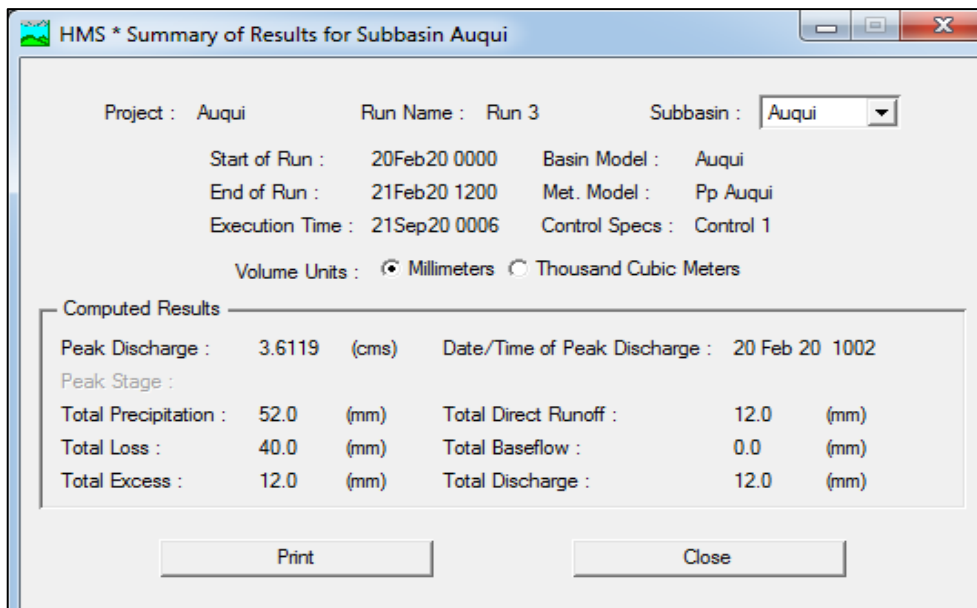


Figura 34: Resultados Caudal Máximo $T_r = 50$ años, Microcuenca Qbda Auqui / $Q = 3.6119$ m³/s

FUENTE: Elaboración propia

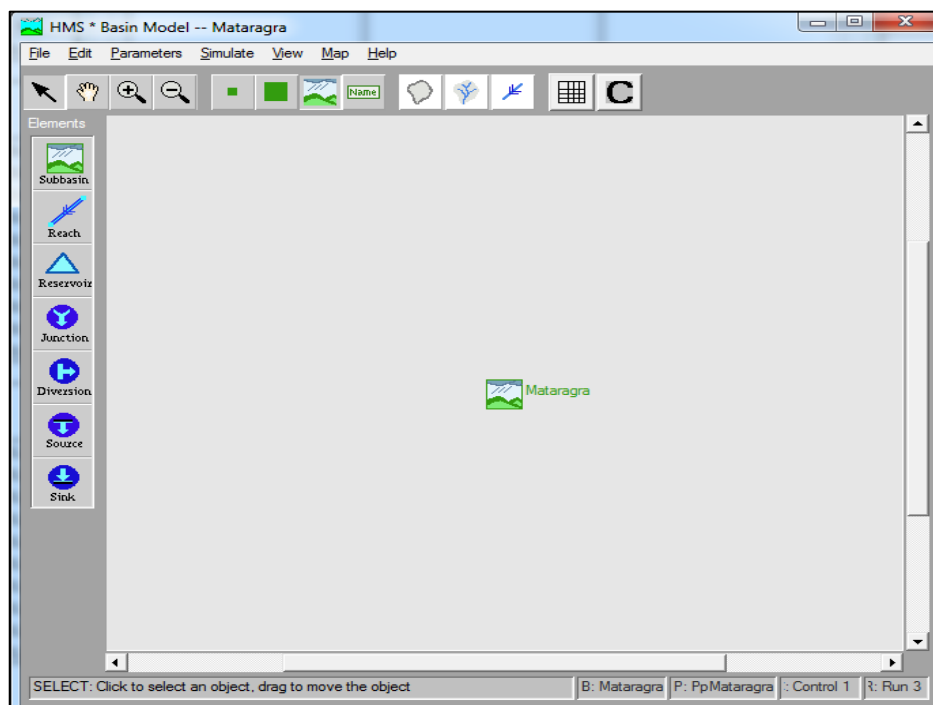


Figura 35: Modelo de Cuenca Hec-HMS. Microcuenca Qbda Mataragra

FUENTE: Elaboración propia

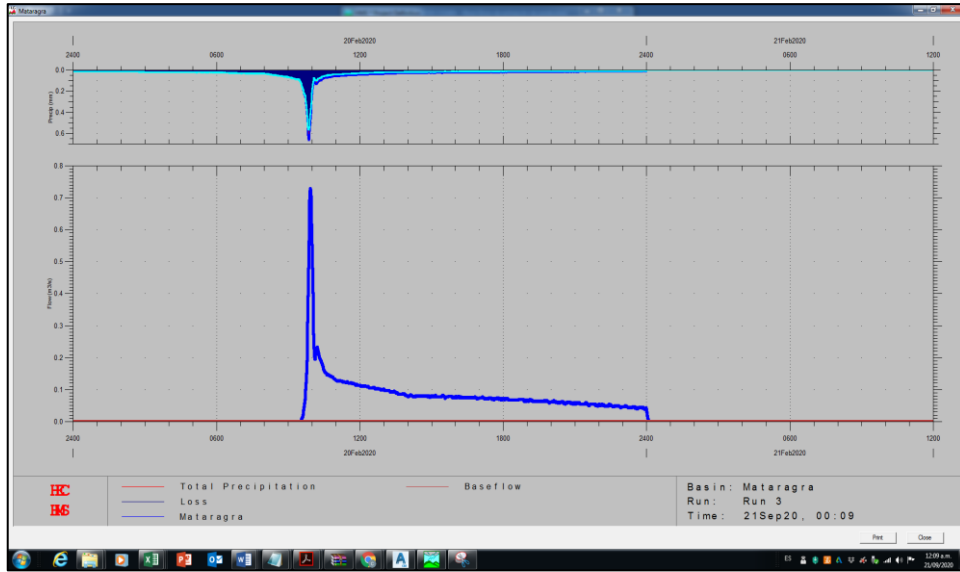


Figura 36: Grafico Caudal Máximo Tr = 50 años. Microcuenca Qbda Mataragra

FUENTE: Elaboración propia

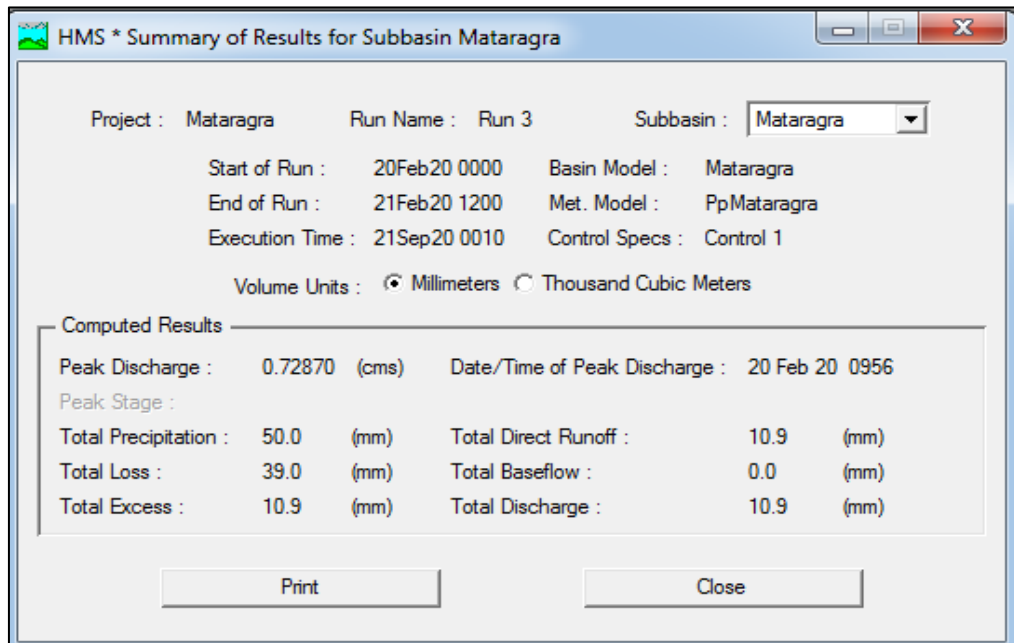


Figura 37: Resultados Caudal Máximo Tr = 50 años, Microcuenca Qbda Mataragra / Q = 0.7287 m3/s

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 39: Caudales Máximos para diferentes periodos de retorno

TIEMPO RETORNO (años)	Caudales Máximos para diferentes Periodos de Retorno (m ³ /s)	
	Microcuenca Mataragra	Microcuenca Auqui
1000	1.642	10.851
500	1.406	8.744
200	1.118	6.384
100	0.917	4.887
50	0.729	3.612
25	0.552	2.529
20	0.501	2.219
10	0.346	1.402
5	0.207	0.748
2	0.051	0.200

FUENTE: Elaboración propia

ANEXO 2: CALCULOS HIDRÁULICOS

a. Cálculo de socavación

DATOS DE CALCULO		
CAUDAL MÁXIMO	$Q_{\text{máx}}[\text{m}^3/\text{s}] =$	3.61 m ³ /s
PERIODO DE RETORNO	$T =$	50.00 años
ANCHO DE CAUCE DE RIO	$b_0 \text{ (m)} =$	3.00 m
TIRANTE NORMAL MÁXIMA AVENIDA	$y_o =$	0.800 m

Para determinar la socavación emplearemos el método de Lischtvan – Levediev

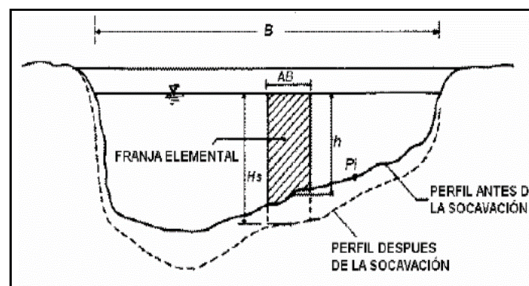


Figura 38: Sección transversal del cauce

FUENTE: Juarez y Rico (1992)

$$d_s = \left[\frac{a + y_o^{\frac{5}{3}}}{0.68 * D_m^{0.28} * \beta} \right]^{\frac{1}{1+x}} \dots \text{Ec. (01)}$$

D_m : Diámetro característico del lecho (mm)

y_o : Tirante de agua (m)

β : Coeficiente de frecuencia.

a : Constante en función del caudal, ancho de cauce y tirante.

$$a = \frac{Q}{y_o^{\frac{5}{3}} * \beta * \mu} \dots \text{Ec. (02)}$$

b_0 : Ancho de Cauce.

μ : Factor de corrección por contracción del cauce

Q : Caudal máximo del cauce.

Velocidad Media en la Sección En m/s	Longitud libre entre pilas en m.							
	10	18	25	30	52	63	106	200
Menor de 1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.00	0.96	0.98	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00
1.50	0.94	0.97	0.98	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00
2.00	0.93	0.96	0.97	0.98	0.99	0.99	0.99	1.00
2.50	0.90	0.95	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	1.00
3.00	0.89	0.94	0.96	0.96	0.98	0.98	0.99	0.99
3.50	0.87	0.93	0.95	0.96	0.98	0.98	0.99	0.99
4.00 o mayor	0.85	0.92	0.94	0.95	0.97	0.98	0.99	0.99

Figura 39: Cálculo de coeficiente de contracción " μ "

FUENTE: Manual de carreteras (2012)

Periodo de Retorno en años	Coefficiente	Dm. En mm.	X	Dm. En mm.	X
1	0.77	0.05	0.43	40.00	0.30
2	0.82	0.15	0.42	60.00	0.29
5	0.86	0.50	0.41	90.00	0.28
10	0.90	1.00	0.40	140.00	0.27
20	0.94	1.50	0.39	190.00	0.26
50	0.97	2.50	0.38	250.00	0.25
100	1.00	4.00	0.37	310.00	0.24
500	1.05	6.00	0.36	370.00	0.23
1000	1.07	8.00	0.35	450.00	0.22
		10.00	0.34	570.00	0.21
		15.00	0.33	750.00	0.20
		20.00	0.32	1000.00	0.19
		25.00	0.31		

Figura 40: Valores del coeficiente " β y coeficiente X

FUENTE: Manual de carreteras (2012)

Como datos de entrada, se tiene:

Dm = 2.50 mm	Determinado del estudio granulométrico.
Y _o = 0.800 m	Calculado del modelamiento hidráulico.
Q _{máx} [m ³ /s] = 3.61 m ³ /s	Caudal máximo
Velocidad (m/s) = 1.01 m/s	Velocidad en sección de río para Q _{máx}
b _o (m) = 3.00 m	Ancho de Cauce
μ = 0.95	Calculado de la tabla 01
x = 0.35	Calculado de la tabla 03
β = 0.97	Calculado de la tabla 02

SOCAVACIÓN GENERAL (SUELOS HETEROGÉNEOS)		
AUTOR	ECUACIÓN	OBSERVACIONES
<i>Maza (1968)</i>	Para estratos cohesivos: $H_s = \left(\frac{\alpha H_o^{5/3}}{0,60 \beta \gamma_s^{1,18}} \right)^{\frac{1}{1+x}}$	$\alpha = \left(\frac{Q}{H_m^{5/3} W_e \mu} \right)$
	Para estratos no cohesivos: $H_s = \left(\frac{\alpha H_o^{5/3}}{0,68 \beta d_m^{0,28}} \right)^{\frac{1}{1+x}}$	
d_m :	Diámetro medio de las partículas (mm)	
H_o :	Es la diferencia entre el nivel del fondo antes de la avenida (pto de análisis) y el nivel máximo de agua (m)	
H_m :	Profundidad media de la sección (m)	
H_s :	Profundidad de socavación en el punto de análisis (m)	
Q :	Caudal de diseño (m ³ /s)	
W_e :	Ancho efectivo que depende de la dirección de las pilas (m)	
α :	Coeficiente de distribución de gasto	
γ_s :	Peso específico seco del material (t/m ²)	
β :	Coeficiente de paso, depende de la frecuencia de la avenida (-). Ver [5]	
μ :	Factor de contracción. Ver [5]	
$1/(1+x)$:	Depende del tipo de material. Ver [5]	

Figura 41: Calculo de Socavación - Maza

Entonces:

Para el cálculo de “a” se reemplaza los datos en la ecuación Ec.

(02):

$$a = \quad \quad \quad \mathbf{1.84}$$

Finalmente:

$$Y_s = \quad \quad \quad \mathbf{0.60}$$

Siguiendo el proceso, se calcula ds, reemplazando “a” en la ecuación Ec. (01):

$$Y_t = Y_s + Y_{n_o} \quad \quad \quad Y \text{ total} = \quad \quad \quad \mathbf{1.50}$$

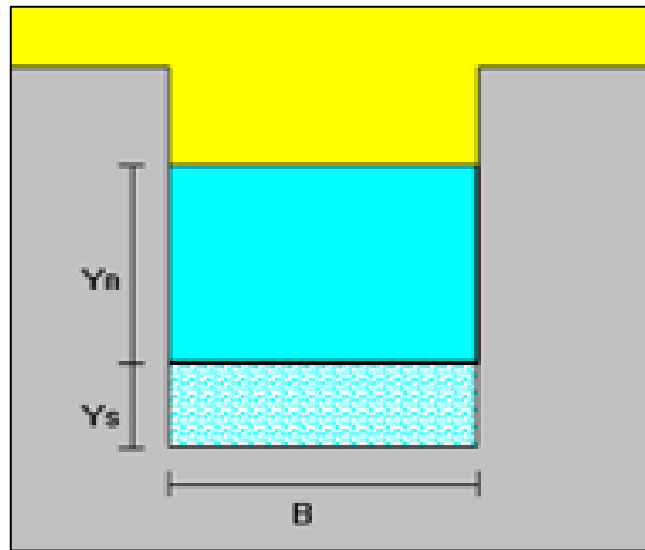
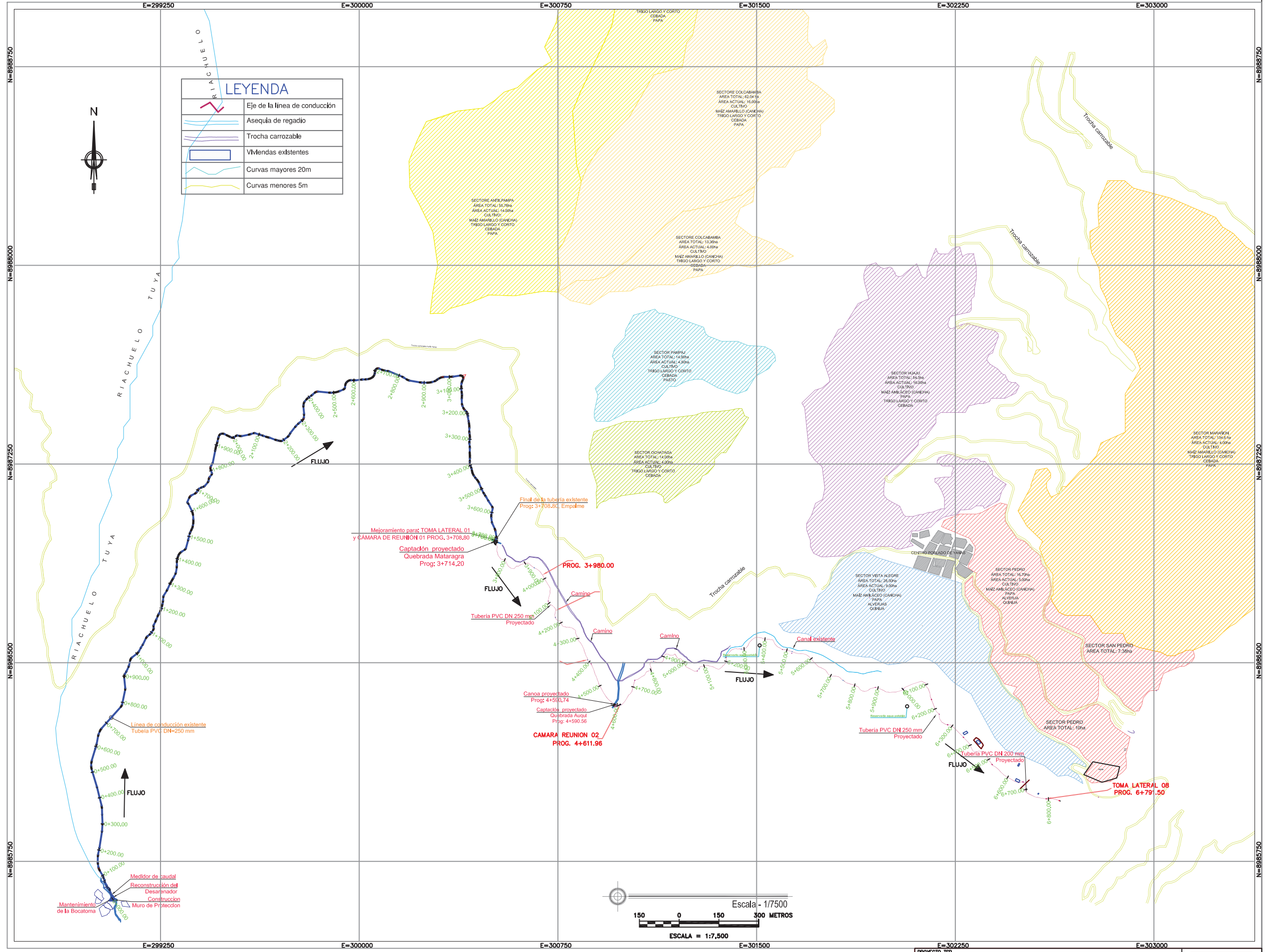


Figura 42: Socavación para los diseños de la captación

ANEXO 3: PLANOS

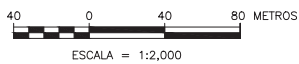
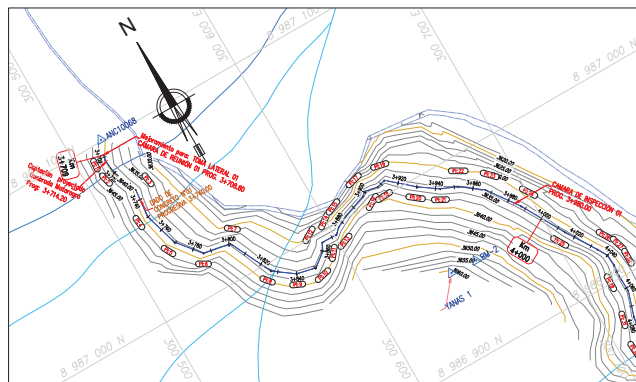
- 1. Planteamiento Hidráulico**
- 2. Perfil de Tubería de Conducción**
- 3. Secciones de Tubería de Conducción**
- 4. Bocatoma Auqui**
- 5. Desarenador Auqui**



PROYECTO TSP			
‘PROPUESTA DE DISEÑO DE OBRAS HIDRÁULICAS PARA EL SISTEMA DE RIEGO EN EL DISTRITO DE HUACCHIS, PROVINCIA DE HUARI-ANCASH’			
PLANO			
PLANTA_GENERAL			
ESCALA INDICADA	NUMERO PLANO	REV.	
	NUMERO_1	A	



VISTA EN PLANTA

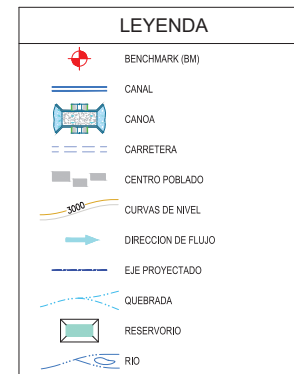


OBRAS DE ARTE			
ESTRUCTURA	PROGRESIVA (Km)	COORDENADAS (UTM-WGS 84)	
		ESTE (m)	NORTE (m)
CÁMARA DE REUNIÓN 1.	3+708.80	300515.615	8987093.171
CAPTACION MATARAGRA	3+714.20	300514.924	8987089.506
TOMA LATERAL 1	3+708.80	300515.615	8987093.171
CÁMARA DE INSPECCIÓN DADO DE CONCRETO N°01	3+980.00	300689.178	8986965.175
	3+740.00	300920.439	8987063.116

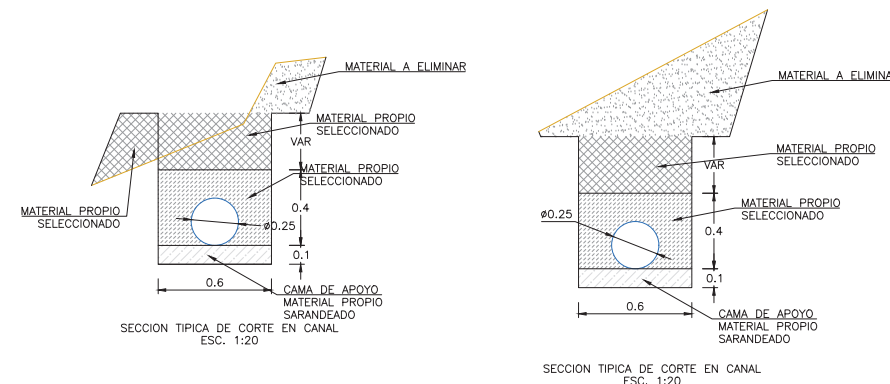
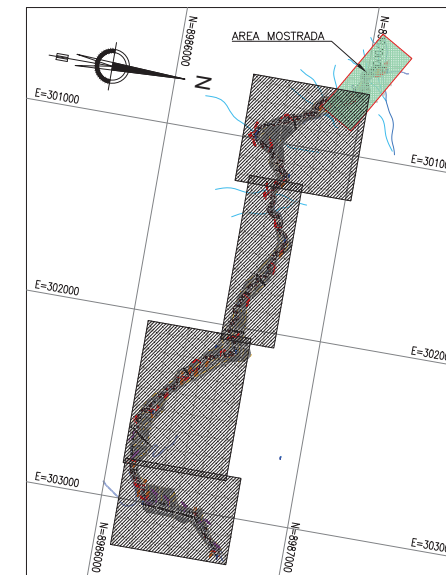
TRAMO	DATOS INGRESADOS					RESULTADOS DE LOS CALCULOS										TIPO DE FLUJO
	LONG. (m)	s (%)	Q (l/s)	n	Øint. (mm)	Øn. (mm)	Y (m)	A (m ²)	T (m)	F	P (m)	R=A/P (m)	V (m/s)	E (m·kg/kg)		
3+708.8 - 3+740	31.2	4.70	Ø1.2	0.009	230.8	250	0.1025	0.018	0.229	3.894	0.337	0.053	3.411	0.696	Supercrítico	
3+740 - 3+800	60	2.25	Ø1.2	0.009	230.8	250	0.1272	0.024	0.230	2.578	0.388	0.061	2.589	0.469	Supercrítico	
3+800 - 3+980	180	2.30	Ø1.2	0.009	230.8	250	0.1264	0.023	0.230	2.609	0.385	0.061	2.611	0.474	Supercrítico	

LINEA DE CONDUCCIÓN PROYECTADO					
DESCRIPCIÓN	PROGRESIVA (Km)		LONGITUD (m)	TIPO DE MATERIAL	MEDIDAS
	INICIO	FINAL			
LINEA DE CONDUCCIÓN CON TUBERIA PVC UF Ø=250 mm.	3+708.80	4+700.00	991.2	MATERIAL CONGLOMERADO	b=0.6m, h=0.8m, z=0
	4+700.00	5+400.00	700	MATERIAL DE ROCA SUELTA	b=0.6m, h=0.8m, z=0
	5+400.00	6+400.00	1000		
LINEA DE CONDUCCIÓN CON TUBERIA PVC UF Ø=200 mm.	6+400.00	6+792.00	392	MATERIAL CONGLOMERADO	b=0.6m, h=0.8m, z=0

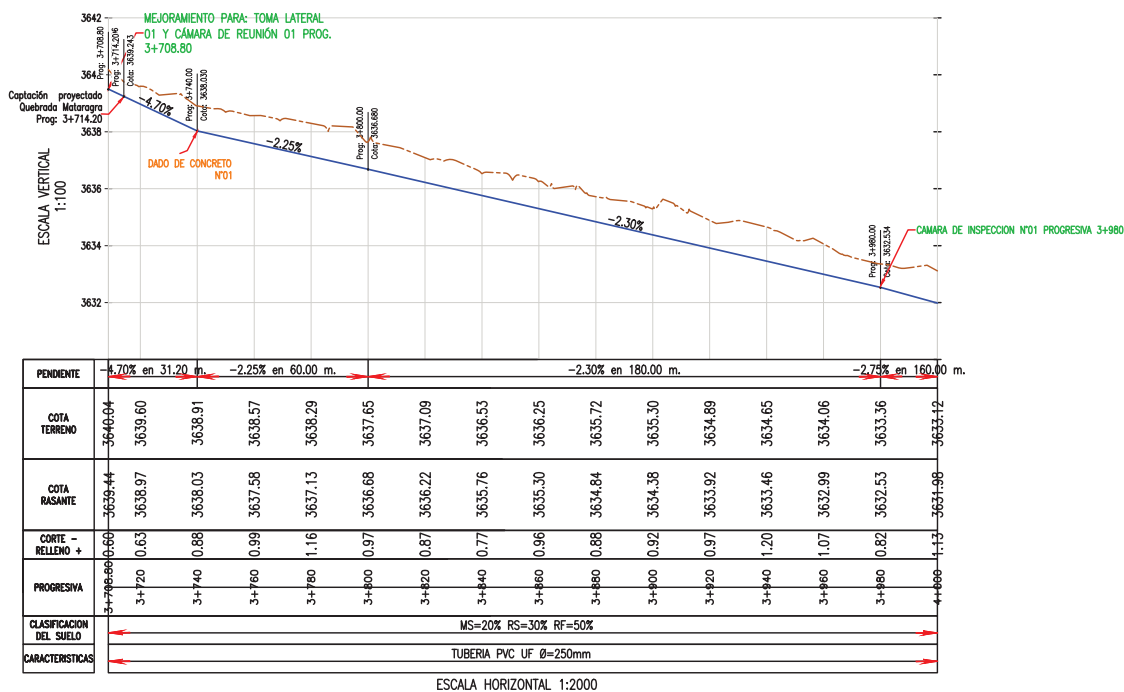
UBICACIÓN DE PUNTOS BMS Y PUNTOS GEODESICOS				
DESCRIPCIÓN	ESTE	NORTE	COTA	UBICACIÓN
ANC10068	300518.297	8987100.997	3641.278	Linea de Conducción existente Lado Derecho
BM-2	300658.371	8986946.246	3654.608	Linea de Conducción a proyectar Lado Derecho
YANAS 1	300643.840	8986947.003	3661.277	Linea de Conducción a proyectar Lado Derecho
BM-3	301158.763	8986685.176	3600.978	Linea de Conducción a proyectar Lado Izquierdo
BM-5	302124.729	8986568.977	3578.851	Linea de Conducción a proyectar Lado Izquierdo
BM-6	302112.348	8986461.500	3610.945	Linea de Conducción a proyectar Lado Derecho
BM-7	302517.035	8986192.738	3562.644	Linea de Conducción a proyectar Lado Izquierdo
BM-8	302996.365	8986221.159	3518.494	Linea de Conducción a proyectar Lado Derecho
BM-9	302636.420	8986898.447	3331.051	Linea de Conducción a proyectar Lado Izquierdo
YANAS 02	303208.189	8986658.837	3274.475	Linea de Conducción a proyectar Lado Derecho (Reservorio Marafon)
BM-4	301500.139	8986721.253	3603.477	Linea de Conducción a proyectar Lado Derecho
BM-1	299089.724	8985745.166	3795.772	Captación Tuya Lado Derecho
YANAS 3	299062.971	8985775.957	3792.585	Linea de Conducción existente Lado Derecho



- ESPECIFICACIONES TECNICAS**
- LAS TUBERIAS PVC-U, DN=250, 200, 160 mm CLASE C-5(NTP 1452-2: 2015).
 - LOS ACCESORIOS SERAN DE PVC DE ACUERDO A LOS DIAMETROS Y LA NORMA DE LA TUBERIA (NTP 1452-2: 2015).
 - EL FONDO DE LA ZANJA DEBE SER CONTINUA, PLANA Y LIBRE DE PIEDRAS, TRONCO O MATERIAL DURO.
 - ANTES DE COLOCAR EL LECHO DE MATERIAL FINO, EL FONDO DE LA ZANJA DEBE SER PERFILADO CORRECTAMENTE, ELIMINANDO PIEDRAS, RAICES, AFLORAMIENTOS ROCOSOS, ETC.



VISTA EN PERFIL LONGITUDINAL



Alignment - (1)												
Número	Sentido	Radio	Delta	Tangente	Longitud	Externa	PC/TS/CS	PI	Norte	Este		
Pl:1	1	4.277	20.105	0.758	1.501	0.067	3+711.050	3+712.551	3+711.808	8987090.261	300514.852	
Pl:2	1	19.285	16.423	2.783	5.528	0.200	3+716.688	3+722.216	3+719.471	8987082.617	300515.577	
Pl:3	8	2.669	28.004	0.666	1.305	0.082	3+733.523	3+734.827	3+734.188	8987068.920	300521.066	
Pl:4	1	12.853	22.527	2.560	5.054	0.252	3+747.268	3+752.322	3+749.828	8987053.345	300519.384	
Pl:5	1	9.217	22.515	1.835	3.622	0.181	3+767.461	3+771.083	3+769.295	8987034.602	300524.887	
Pl:6	1	4.184	40.925	1.561	2.989	0.282	3+784.349	3+787.338	3+785.910	8987021.631	300535.345	
Pl:7	8	3.628	53.799	1.840	3.406	0.440	3+799.058	3+802.464	3+800.898	8987018.954	300550.227	
Pl:8	1	18.120	27.812	4.486	8.796	0.547	3+822.037	3+830.833	3+828.523	8986995.676	300561.582	
Pl:9	1	7.267	23.424	1.507	2.971	0.155	3+838.490	3+841.461	3+839.996	8986987.617	300572.599	
Pl:10	1	4.992	51.008	2.382	4.444	0.539	3+848.388	3+852.832	3+850.769	8986985.228	300583.147	
Pl:11	1	6.757	24.968	1.496	2.945	0.164	3+858.397	3+861.342	3+859.893	8986991.073	300590.563	
Pl:12	8	1.784	64.990	1.137	2.024	0.331	3+863.349	3+865.373	3+864.486	8986995.215	300592.654	
Pl:13	1	2.399	46.844	1.039	1.961	0.215	3+871.842	3+873.803	3+872.881	8986994.948	300601.294	
Pl:14	8	5.020	17.678	0.781	1.549	0.060	3+876.070	3+877.619	3+876.851	8986997.841	300604.181	
Pl:15	8	19.093	8.366	1.396	2.788	0.051	3+882.241	3+885.028	3+883.637	8987000.969	300610.217	
Pl:16	1	2.472	21.902	0.478	0.945	0.046	3+897.122	3+898.067	3+897.600	8987005.522	300623.422	
Pl:17	8	1.292	52.312	0.634	1.180	0.147	3+899.824	3+901.003	3+900.458	8987007.402	300625.590	
Pl:18	1	2.778	27.643	0.683	1.340	0.083	3+907.237	3+908.577	3+907.920	8987005.912	300632.993	
Pl:19	8	1.247	57.513	0.685	1.252	0.175	3+912.003	3+913.255	3+912.687	8987007.254	300637.595	
Pl:20	1	20.972	6.253	1.146	2.289	0.031	3+929.143	3+931.431	3+930.288	8986995.570	300650.915	
Pl:21	1	20.996	12.108	2.227	4.437	0.118	3+940.299	3+944.736	3+942.525	8986988.550	300660.941	
Pl:22	8	8.506	14.219	1.061	2.111	0.066	3+951.051	3+953.162	3+952.112	8986984.814	300669.788	
Pl:23	8	7.344	17.299	1.117	2.217	0.084	3+965.574	3+967.791	3+966.691	8986976.011	300681.423	
Pl:24	8	17.173	6.323	0.949	1.895	0.026	3+986.463	3+988.358	3+987.411	8986959.147	300693.491	

'PROPUESTA DE DISEÑO DE OBRAS HIDRÁULICAS PARA EL SISTEMA DE RIEGO EN EL DISTRITO DE HUACCHIS, PROVINCIA DE HUARI-ANCASH'

PLANO

PLANO PERFIL LÍNEA CONDUCCIÓN

ESCALA INDICADA

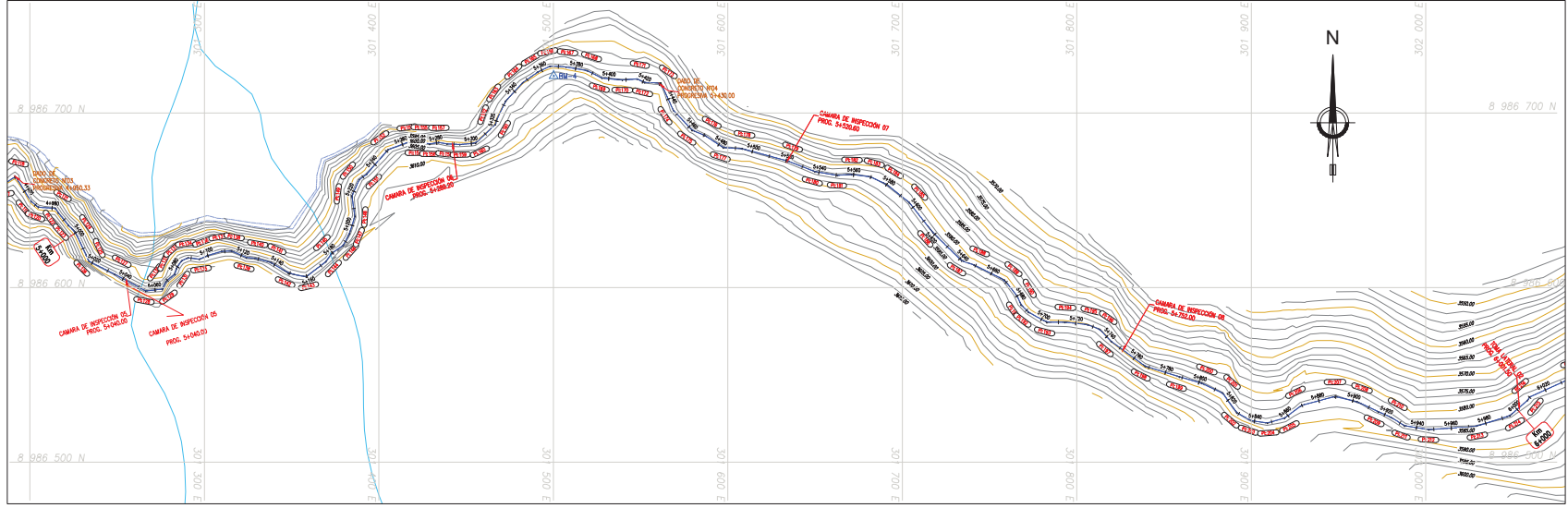
NUMERO PLANO

NUMERO_1

REV.

A

VISTA EN PLANTA

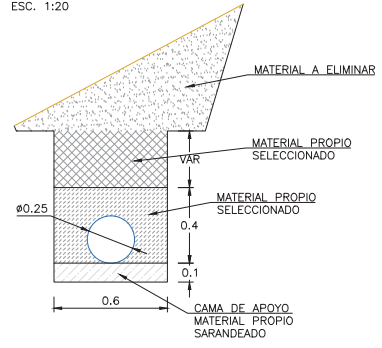
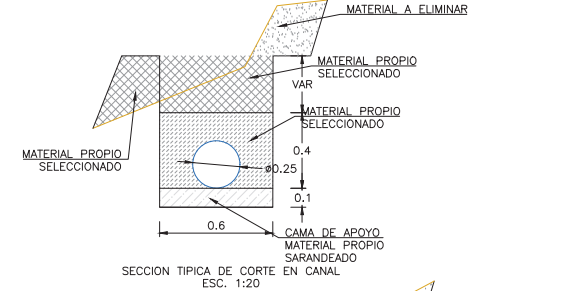


ESCALA = 1:2,000

DESCRIPCION	ESTE	NORTE	COTA	UBICACION
ANC 10009	300518.297	8967100.897	3841.278	Línea de Conducción existente Lado Derecho
BM-2	300559.371	8986946.246	3854.808	Línea de Conducción a proyectar Lado Derecho
YANAS 1	300643.840	8986947.003	3861.277	Línea de Conducción a proyectar Lado Derecho
BM-3	301158.763	8986949.176	3800.978	Línea de Conducción a proyectar Lado Izquierdo
BM-5	302124.729	8986958.977	3578.851	Línea de Conducción a proyectar Lado Izquierdo
BM-6	302112.348	8986461.500	3810.945	Línea de Conducción a proyectar Lado Derecho
BM-7	302517.035	8986192.738	3562.844	Línea de Conducción a proyectar Lado Izquierdo
BM-8	302996.365	8986221.159	3518.494	Línea de Conducción a proyectar Lado Derecho
BM-9	302636.420	8986988.447	3331.051	Línea de Conducción a proyectar Lado Izquierdo
YANAS 02	303208.189	8986658.837	3274.475	Línea de Conducción a proyectar Lado Derecho (Reservorio Marañón)
BM-4	301500.139	8986721.253	3803.477	Línea de Conducción a proyectar Lado Derecho
BM-1	298089.724	8985745.166	3795.772	Captación Tuya Lado Derecho
YANAS 3	298062.971	8985775.957	3792.585	Línea de Conducción existente Lado Derecho

LÍNEA DE CONDUCCIÓN PROYECTADO				
DESCRIPCION	PROGRESIVA (Km)		LONGITUD (m)	TIPO DE MATERIAL
	INICIO	FINAL		
LÍNEA DE CONDUCCIÓN CON TUBERÍA PVC UF Ø=250 mm.	3+700.00	4+700.00	997.2	MATERIAL CONGLOMERADO b=0.6m, h=0.8m, z=0
LÍNEA DE CONDUCCIÓN CON TUBERÍA PVC UF Ø=200 mm.	4+700.00	6+400.00	1000	MATERIAL DE ROCA SUelta b=0.6m, h=0.8m, z=0
LÍNEA DE CONDUCCIÓN CON TUBERÍA PVC UF Ø=200 mm.	6+400.00	6+792.00	392	MATERIAL CONGLOMERADO b=0.6m, h=0.8m, z=0

Alignment - (1)														
Número	Sentido	Radio	Deflex	Tangente	Longitud	Extrema	PC/TS/CS	PT/SC/ST	PI	Nota	Este			
PL181	1	10.000	13.664	1.175	2.339	0.069	5+549.487	5+552.602	8986664.333		301662.715			
PL182	8	33.786	11.349	3.357	6.692	0.196	5+555.426	5+562.118	8986664.887		301670.826			
PL183	8	8.078	17.167	1.219	2.420	0.092	5+568.407	5+570.828	8986663.479		301681.603			
PL184	8	20.000	14.047	2.464	4.903	0.151	5+577.332	5+582.226	8986659.241		301690.857			
PL185	8	10.000	13.242	1.161	2.311	0.067	5+595.352	5+597.663	8986648.778		301703.936			
PL186	8	73.078	7.429	4.745	8.476	0.154	5+613.539	5+623.015	8986631.638		301717.378			
PL187	1	5.637	25.904	1.298	2.551	0.147	5+640.227	5+642.777	8986615.349		301733.973			
PL188	8	12.607	7.791	0.859	1.714	0.029	5+648.168	5+649.882	8986612.949		301741.128			
PL189	8	14.701	25.477	3.323	6.537	0.371	5+665.146	5+671.683	8986604.323		301758.556			
PL190	8	10.000	13.836	1.213	2.415	0.073	5+678.877	5+681.292	8986595.102		301765.808			
PL191	1	10.000	20.454	1.804	3.570	0.181	5+683.764	5+687.334	8986589.101		301768.072			
PL192	1	10.000	16.525	1.452	2.884	0.105	5+689.961	5+692.846	8986585.927		301772.218			
PL193	1	10.000	29.192	2.604	5.095	0.334	5+700.904	5+705.999	8986580.115		301782.848			
PL194	8	23.403	6.668	1.363	2.724	0.040	5+712.246	5+714.970	8986580.208		301793.062			
PL195	8	12.702	14.946	1.666	3.313	0.109	5+725.080	5+728.393	8986578.802		301806.126			
PL196	8	8.846	28.890	2.115	4.151	0.249	5+732.315	5+736.466	8986576.030		301813.313			
PL197	1	8.918	9.069	0.707	1.422	0.028	5+743.164	5+744.576	8986568.084		301819.819			
PL198	1	10.742	19.078	1.805	3.577	0.151	5+768.018	5+769.595	8986554.837		301838.150			
PL199	1	14.364	1.039	1.309	2.619	0.026	5+787.025	5+789.624	8986548.894		301854.765			
PL200	8	19.870	8.312	1.618	3.229	0.066	5+799.956	5+803.188	8986545.221		301871.508			
PL201	8	3.464	28.788	0.889	1.740	0.112	5+814.086	5+815.826	8986538.472		301883.618			
PL202	1	6.534	25.813	1.487	2.944	0.189	5+827.269	5+830.213	8986528.258		301891.711			
PL203	1	6.544	20.300	1.530	3.027	0.136	5+836.826	5+839.853	8986522.678		301900.193			
PL204	1	5.910	24.264	1.271	2.503	0.135	5+846.221	5+848.724	8986522.391		301909.271			
PL205	1	4.165	20.654	0.759	1.502	0.069	5+857.035	5+858.577	8986525.275		301919.201			
PL206	8	8.170	21.940	1.584	3.129	0.152	5+868.241	5+871.369	8986524.499		301928.841			
PL207	8	5.631	28.201	1.414	2.772	0.175	5+888.191	5+890.962	8986522.805		301947.993			
PL208	8	30.464	11.923	1.181	6.339	0.186	5+899.391	5+905.731	8986522.797		301960.669			
PL209	1	75.422	1.377	0.906	1.822	0.005	5+914.992	5+916.804	8986528.917		301972.746			
PL210	8	22.990	8.285	1.665	3.334	0.060	5+922.156	5+925.481	8986525.715		301979.993			
PL211	1	7.390	23.175	1.515	2.989	0.154	5+935.520	5+934.509	8986520.813		301987.801			
PL212	1	19.219	12.683	2.136	4.254	0.118	5+944.987	5+949.241	8986518.615		302001.759			
PL213	1	30.793	13.746	3.712	7.388	0.223	5+970.174	5+977.562	8986520.359		302028.482			
PL214	1	10.000	23.687	2.097	4.134	0.218	5+992.458	5+994.555	8986526.579		302048.231			



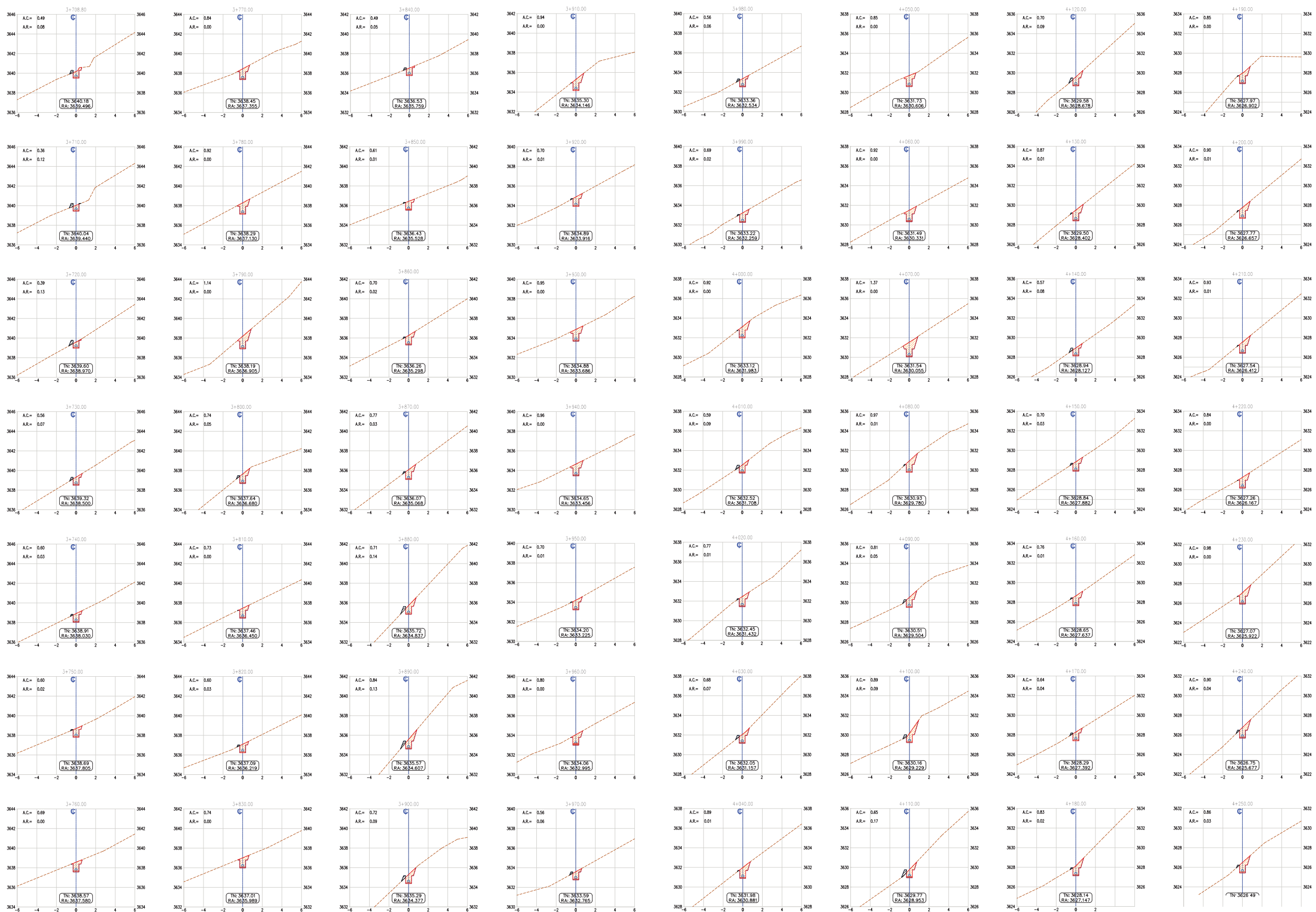
ESPECIFICACIONES TECNICAS

- LAS TUBERIAS PVC-U, DN=250, 200, 160 mm CLASE C-5(NTP 1452-2: 2015).
- LOS ACCESORIOS SERAN DE PVC DE ACUERDO A LA TUBERIA (NTP 1452-2: 2015).
- EL FONDO DE LA ZANJA DEBE SER CONTINUA, PLANA Y LIBRE DE PIEDRAS, TRONCO O MATERIAL DURO.
- ANTES DE COLOCAR EL LECHO DE MATERIAL FINO, EL FONDO DE LA ZANJA DEBE SER PERFILEADO CORRECTAMENTE, ELIMINANDO PIEDRAS, RAICES, AFLORAMIENTOS ROCOSOS, ETC.

LEYEND

- BENCHMARK (BM)
- CANAL
- CANCHA
- CARRETERA
- CENTRO POBLADO
- CURVAS DE NIVEL
- DIRECCION DE FLUJO
- EJE PROYECTADO
- QUEBRADA
- RESERVORIO
- RIO

Alignment - (1)														
Número	Sentido	Radio	Deflex	Tangente	Longitud	Extrema	PC/TS/CS	PT/SC/ST	PI	Nota	Este			
PL124	8	16.673	20.410	3.003	5.942	0.268	4+996.512	5+002.454	4+999.515	8986631.870	301225.919			
PL125	8	26.079	0.564	0.138	0.277	0.000	5+013.563	5+013.840	8986631.702	8986619.000	301232.039			
PL126	1	0.342	38.363	0.119	0.229	0.020	5+017.892	5+018.121	8986619.090	8986615.090	301233.801			
PL127	8	61.474	2.254	0.860	1.750	0.038	5+033.703	5+036.420	8986607.631	8986607.631	301248.537			
PL128	1	3.022	34.959	0.465	1.825	0.145	5+053.803	5+056.634	8986598.038	8986598.038	301256.307			
PL129	1	0.709	58.243	0.395	0.720	0.163	5+063.855	5+064.575	8986599.134	8986599.134	301275.894			
PL130	8	5.138	25.866	1.181	2.321	0.134	5+067.895	5+070.218	8986597.076	8986593.565	301277.977			
PL131	1	1.975	34.709	0.817	1.196	0.094	5+074.985	5+076.182	8986597.693	8986597.693	301283.094			
PL132	8	5.737	17.409	0.878	1.743	0.067	5+078.293	5+080.530	8986597.171	8986591.153	301284.100			
PL133	8	2.493	31.117	0.694	1.354	0.005	5+083.078	5+084.862	8986597.202	8986591.347	301286.903			
PL134	8	4.458	32.041	1.280	2.493	0.180	5+086.950	5+089.443	8986593.330	8986587.072	301290.500			
PL135	1	1.574	30.586	0.430	0.840	0.058	5+094.303	5+095.143	8986594.734	8986594.281	301297.103			
PL136	8	18.481	6.677	1.078	2.154	0.021	5+098.022	5+100.775	8986593.700	8986588.283	301300.671			
PL137	8	5.094	14.570	0.715	1.422	0.048	5+107.644	5+108.876	8986593.758	8986593.758	301308.772			
PL138	8	6.819	25.973	1.526	3.001	0.174	5+112.325	5+115.325	8986592.999	8986592.999	301315.457			
PL139	1	2.760	18.600	0.452	0.896	0.017	5+122.677	5+123.573	8986591.271	8986591.271	301324.011			
PL140	8	8.843	8.897	0.766	1.528	0.033	5+127.368	5+128.806	8986591.134	8986586.838	301328.005			
PL141	8	14.715	17.213	2.145	4.258	0.141	5+135.495	5+139.753	8986591.640	8986591.401	301338.197			
PL142	1	24.384	20.797	4.475	8.801	0.407	5+144.839	5+153.790	8986588.134	8986588.134	301348.202			
PL143	1	3.283	48.170	1.502	2.817	0.327	5+158.109	5+160.928	8986588.123	8986588.123	301358.300			
PL144	1	3.397	16.580	0.495	0.983	0.036	5+173.291	5+174.274	8986588.947	8986588.947	301369.832			
PL145	8	7.136	20.015	1.259	2.493	0.110	5+178.425	5+180.918	8986588.438	8986584.754	301373.061			
PL146	1	2.922	27.500	0.715	1.402	0.086	5+186.836	5+188.238	8986585.221	8986584.221	301379.567			
PL147	1	26.053	13.963	2.671	5.296	0.127	5+192.502	5+197.826	8986585.204	8986585.204	301383.161			
PL148	8	6.274	25.336	1.433	2.818	0.139	5+204.018	5+206.838	8986584.801	8986584.801	301386.192			
PL149	1	5.179	32.474	1.508	2.935	0.215	5+215.696	5+218.621	8986584.481	8986584.481	301394.509			
PL150	8	1.621	29.123	0.421	0.824	0.054	5+226.882	5+227.706	8986584.771	8986584.771	301398.697			
PL151	1	3.108	12.526	0.341	0.680	0.019	5+233.328	5+233.670	8986584.982	8986584.982	301399.019			
PL152	8	5.091	28.710	1.303	2.551	0.164	5+246.879	5+252.430	8986584.985	8986584.985	301405.133			
PL153	8	2.736	26.961	0.656	1.288	0.078	5+							



Progresiva	Área De Corte	Área De Relleno	Volumen De Corte	Volumen De Relleno	Acumulado Vol. Corte	Acumulado Vol. Relleno
3+708.80	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3+710.00	0.12	0.36	0.12	0.51	0.12	0.51
3+720.00	0.13	0.39	0.25	1.74	1.34	4.25
3+730.00	0.07	0.56	0.08	4.75	2.32	8.99
3+740.00	0.03	0.60	0.50	5.79	2.82	14.79
3+750.00	0.02	0.60	0.25	6.04	3.07	20.82
3+760.00	0.00	0.69	0.10	6.50	3.17	27.33
3+770.00	0.00	0.84	0.00	7.67	3.17	34.99
3+780.00	0.00	0.92	0.00	8.77	3.17	43.76
3+790.00	0.00	1.14	0.00	10.36	3.17	54.12
3+800.00	0.05	0.74	0.25	9.35	3.42	63.47
3+810.00	0.00	0.73	0.26	7.30	3.67	70.77
3+820.00	0.03	0.60	0.17	6.63	3.85	77.39
3+830.00	0.00	0.74	0.16	6.68	4.01	84.08
3+840.00	0.05	0.49	0.26	6.16	4.27	90.24
3+850.00	0.01	0.61	0.32	5.52	4.59	95.75
3+860.00	0.02	0.70	0.17	4.57	4.76	102.32
3+870.00	0.03	0.77	0.24	7.25	5.00	109.57
3+880.00	0.14	0.71	0.81	7.44	5.81	117.61
3+890.00	0.13	0.84	1.35	7.74	7.56	124.75
3+900.00	0.09	0.72	1.10	7.84	8.26	132.59
3+910.00	0.00	0.94	0.48	8.27	8.74	140.86
3+920.00	0.01	0.70	0.07	8.08	8.81	148.94
3+930.00	0.00	0.95	0.06	8.26	8.87	157.20
3+940.00	0.00	0.96	0.00	9.56	8.87	166.76
3+950.00	0.01	0.70	0.03	8.30	8.90	175.56
3+960.00	0.00	0.80	0.04	7.49	8.94	182.55
3+970.00	0.06	0.56	0.29	6.78	9.23	189.33
3+980.00	0.06	0.56	0.56	5.59	9.79	194.92
3+990.00	0.02	0.69	0.37	6.25	10.16	201.18
4+000.00	0.00	0.92	0.10	8.05	10.27	209.22
4+010.00	0.09	0.59	0.47	7.53	10.74	216.75
4+020.00	0.01	0.77	0.51	6.79	11.25	223.54
4+030.00	0.07	0.68	0.41	7.23	11.66	230.76
4+040.00	0.01	0.89	0.39	7.80	12.05	238.56
4+050.00	0.00	0.85	0.03	8.67	12.08	247.23
4+060.00	0.00	0.92	0.00	8.87	12.08	256.10
4+070.00	0.00	1.37	0.00	11.39	12.08	267.49
4+080.00	0.01	0.97	0.05	11.74	12.13	279.23
4+090.00	0.05	0.81	0.31	8.93	12.44	288.15
4+100.00	0.09	0.89	0.69	8.64	13.13	296.80
4+110.00	0.17	0.65	1.26	7.74	14.38	304.54
4+120.00	0.09	0.70	1.28	6.73	15.67	311.27
4+130.00	0.01	0.87	0.50	7.84	16.17	319.10
4+140.00	0.08	0.57	0.47	7.19	16.64	326.30
4+150.00	0.03	0.70	0.57	6.37	17.21	332.67
4+160.00	0.01	0.76	0.22	7.34	17.43	340.01
4+170.00	0.04	0.64	0.28	7.01	17.71	347.02
4+180.00	0.02	0.83	0.32	7.40	18.03	354.43
4+190.00	0.00	0.85	0.13	8.50	18.16	362.92
4+200.00	0.01	0.90	0.09	8.62	18.25	371.54
4+210.00	0.01	0.93	0.08	9.10	18.33	380.64
4+220.00	0.00	0.84	0.03	8.97	18.36	389.61
4+230.00	0.00	0.98	0.01	9.13	18.38	398.74
4+240.00	0.04	0.90	0.19	9.38	18.57	408.12
4+250.00	0.03	0.86	0.34	8.76	18.91	416.88

“PROPUESTA DE DISEÑO DE OBRAS HIDRÁULICAS PARA EL SISTEMA DE RIEGO EN EL DISTRITO DE HUACCHIS, PROVINCIA DE HUARI-ANCASH”

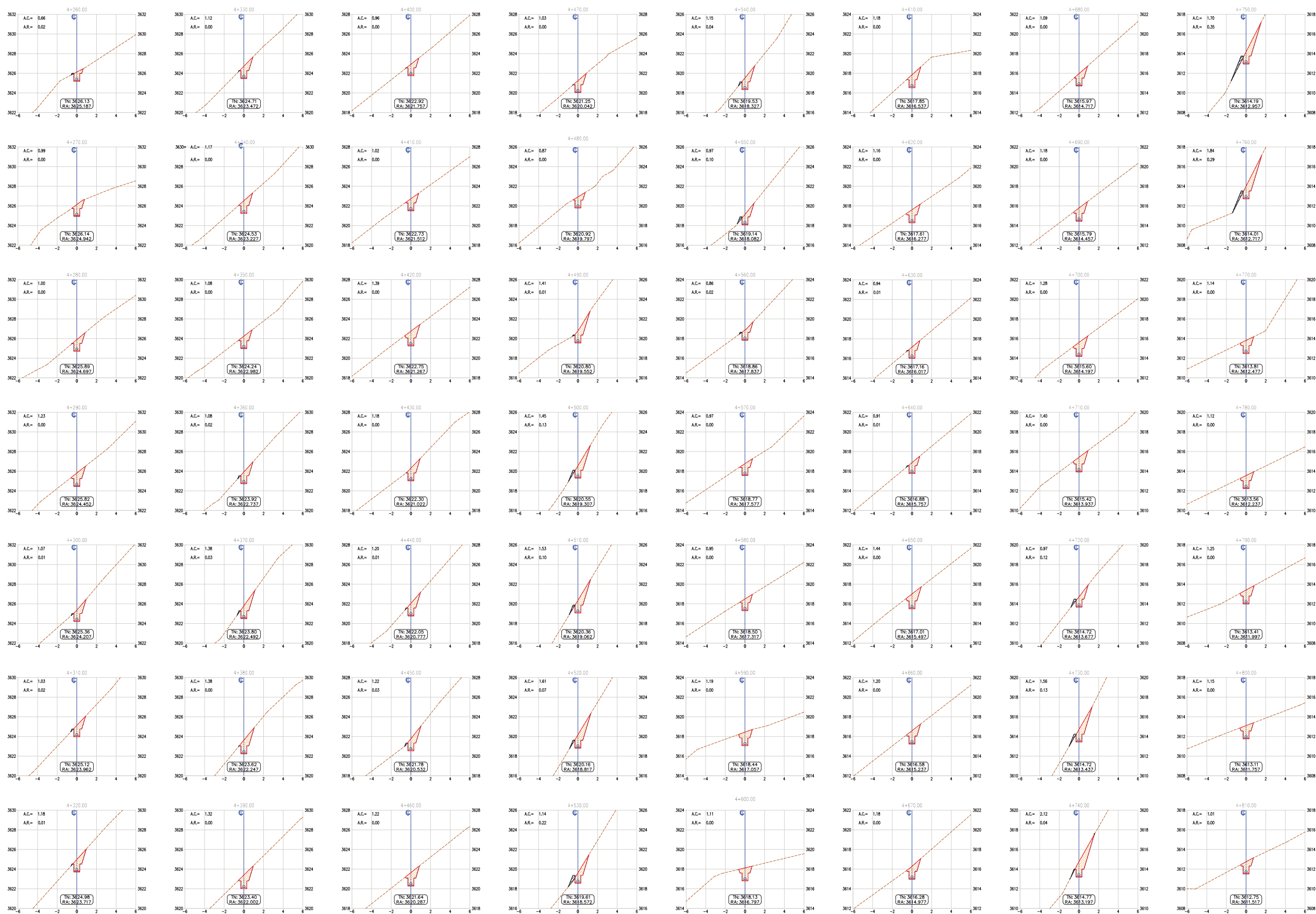
PLANO

SECCIONES TRASVERSALES

ESCALA INDICADA

NUMERO PLANO NUMERO_1

REV. A



Proyección	Area De Corte	Area De Riego	Volumen De Relleno	Volumen De Corte	Acumulado Vol. Relleno	Acumulado Vol. Corte
4+260.00	0.66	0.02	0.66	0.24	7.58	19.15
4+270.00	0.99	0.00	0.99	0.09	8.16	19.24
4+280.00	1.23	0.00	1.23	0.00	10.05	19.25
4+290.00	1.07	0.07	1.14	0.07	11.42	19.32
4+300.00	1.03	0.18	1.03	0.18	12.32	19.50
4+310.00	1.18	0.15	1.18	0.15	13.50	19.65
4+320.00	1.12	0.05	1.12	0.05	14.48	19.70
4+330.00	1.17	0.02	1.17	0.02	15.65	19.72
4+340.00	1.08	0.00	1.08	0.00	16.73	19.72
4+350.00	1.02	0.10	1.02	0.10	17.75	19.84
4+360.00	1.38	0.28	1.38	0.28	19.13	20.12
4+370.00	1.38	0.16	1.38	0.16	20.51	20.28
4+380.00	1.32	0.00	1.32	0.00	21.83	20.28
4+390.00	0.96	0.00	0.96	0.00	22.79	20.29
4+400.00	1.02	0.00	1.02	0.00	23.81	20.29
4+410.00	1.19	0.00	1.19	0.00	24.90	20.29
4+420.00	1.18	0.00	1.18	0.00	26.08	20.29
4+430.00	1.20	0.04	1.20	0.04	27.28	20.33
4+440.00	1.22	0.18	1.22	0.18	28.50	20.51
4+450.00	1.22	0.13	1.22	0.13	29.72	20.64
4+460.00	1.03	0.00	1.03	0.00	30.75	20.64
4+470.00	0.87	0.00	0.87	0.00	31.62	20.65
4+480.00	1.41	0.05	1.41	0.05	33.03	20.70
4+490.00	1.45	0.70	1.45	0.70	34.48	21.39
4+500.00	1.53	1.14	1.53	1.14	35.99	22.54
4+510.00	1.61	0.84	1.61	0.84	37.55	23.38
4+520.00	1.14	1.46	1.14	1.46	39.17	24.84
4+530.00	1.15	1.29	1.15	1.29	40.86	26.14
4+540.00	0.97	0.67	0.97	0.67	41.83	26.81
4+550.00	0.86	0.57	0.86	0.57	42.69	27.38
4+560.00	0.97	0.09	0.97	0.09	43.66	27.47
4+570.00	1.19	0.00	1.19	0.00	44.75	27.47
4+580.00	1.11	0.00	1.11	0.00	45.86	27.47
4+590.00	1.18	0.11	1.18	0.11	47.04	27.47
4+600.00	1.18	0.00	1.18	0.00	48.22	27.47
4+610.00	0.94	0.03	0.94	0.03	49.16	27.50
4+620.00	0.91	0.07	0.91	0.07	50.07	27.57
4+630.00	1.44	0.04	1.44	0.04	51.51	27.61
4+640.00	1.20	0.00	1.20	0.00	52.71	27.61
4+650.00	1.18	0.00	1.18	0.00	53.89	27.61
4+660.00	1.09	0.11	1.09	0.11	55.00	27.61
4+670.00	1.18	0.00	1.18	0.00	56.18	27.61
4+680.00	1.28	0.13	1.28	0.13	57.46	27.61
4+690.00	1.40	0.00	1.40	0.00	58.86	27.61
4+700.00	1.25	0.00	1.25	0.00	60.11	27.61
4+710.00	1.25	0.00	1.25	0.00	61.36	27.61
4+720.00	1.32	0.09	1.32	0.09	62.68	27.61
4+730.00	1.56	0.13	1.56	0.13	64.04	27.61
4+740.00	1.35	0.00	1.35	0.00	65.39	27.61
4+750.00	1.29	0.00	1.29	0.00	66.68	27.61
4+760.00	1.14	0.00	1.14	0.00	67.82	27.61
4+770.00	1.12	0.00	1.12	0.00	68.94	27.61
4+780.00	1.25	0.00	1.25	0.00	70.19	27.61
4+790.00	1.15	0.00	1.15	0.00	71.34	27.61
4+800.00	1.01	0.00	1.01	0.00	72.35	27.61
4+810.00	1.01	0.00	1.01	0.00	73.36	27.61

"PROPUESTA DE DISEÑO DE OBRAS HIDRÁULICAS PARA EL SISTEMA DE RIEGO EN EL DISTRITO DE HUACCHIS, PROVINCIA DE HUARI-ANCASH"

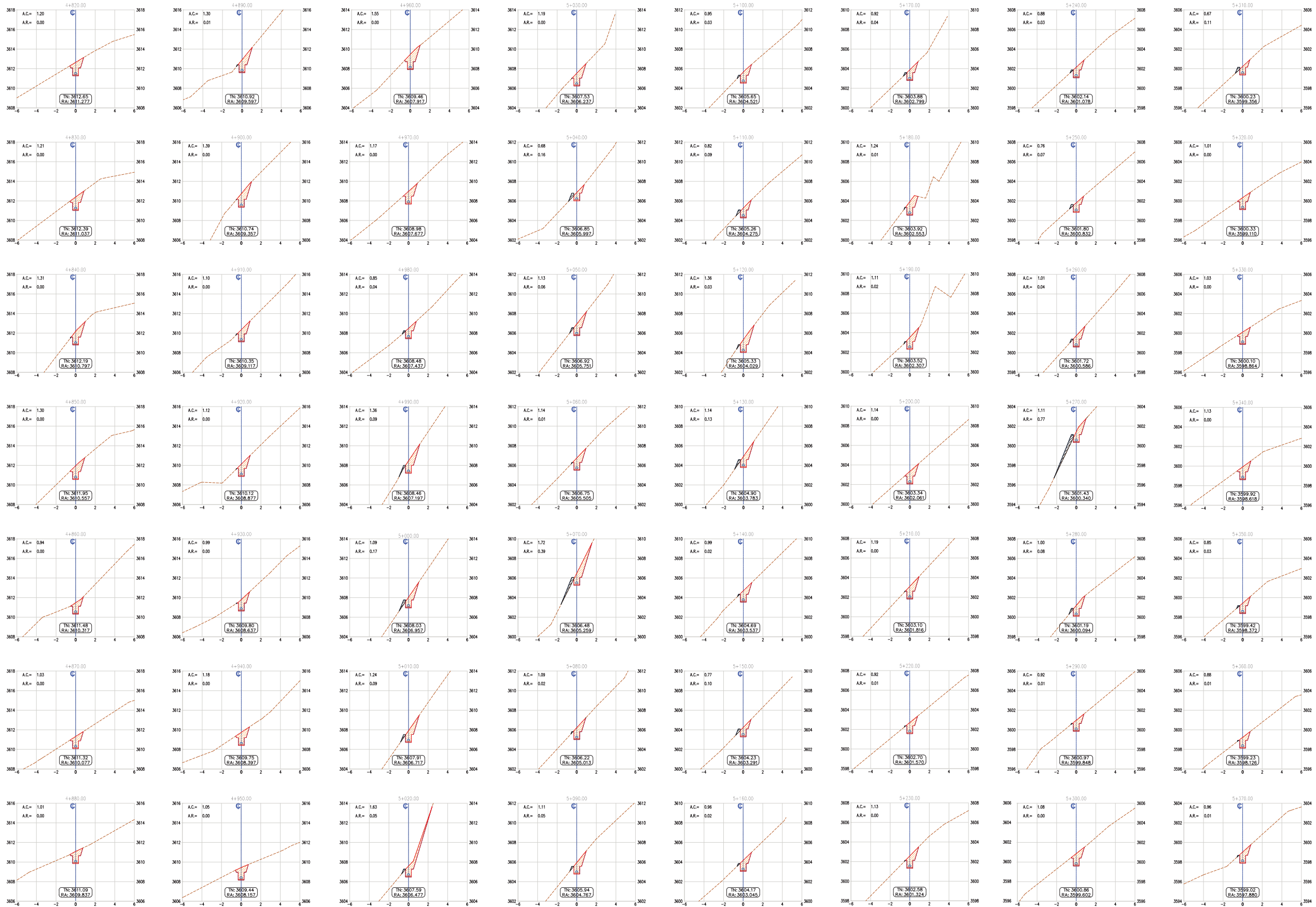
SECCIONES TRASVERSALES

NUMERO PLANO: NUMERO_2


ESCALA: INDICADA

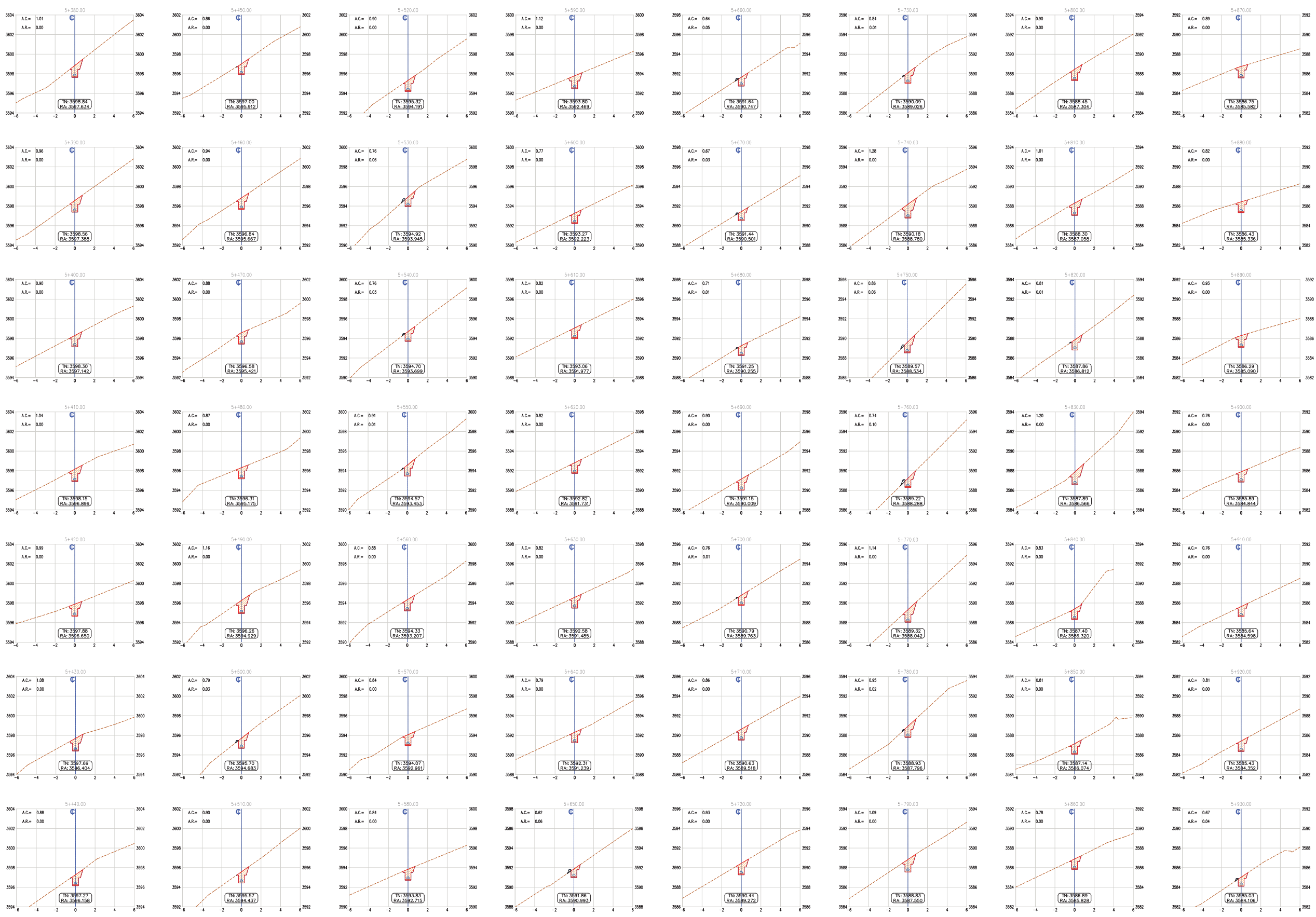
REV. A

HOMINEM
COLEGIO AGRARIO LA MOLINA
Universidad Nacional Agraria La Molina



CUADRO DE MOVIMIENTO DE TIERRA Aligamiento - (1)						
Proyectivo	Area De Reteno	Area De Corte	Volumen De Reteno	Volumen De Corte	Acumulado Vol. Reteno	Acumulado Vol. Corte
4+820.00	0.00	1.20	0.00	11.03	36.85	1597.08
4+830.00	0.00	1.21	0.00	11.97	36.85	1109.05
4+840.00	0.00	1.31	0.01	12.35	36.86	1121.39
4+850.00	0.00	1.30	0.01	12.90	36.88	1134.29
4+860.00	0.00	0.94	0.00	11.28	36.88	1145.57
4+870.00	0.00	1.03	0.00	9.85	36.88	1155.41
4+880.00	0.00	1.01	0.00	10.27	36.88	1165.68
4+890.00	0.01	1.30	0.03	11.78	36.91	1177.47
4+900.00	0.00	1.39	0.04	13.35	36.94	1190.82
4+910.00	0.00	1.10	0.02	12.32	36.97	1203.14
4+920.00	0.00	1.12	0.03	10.89	37.00	1214.03
4+930.00	0.00	0.99	0.02	10.55	37.02	1224.58
4+940.00	0.00	1.18	0.01	10.89	37.03	1235.47
4+950.00	0.00	1.05	0.00	11.16	37.03	1246.63
4+960.00	0.00	1.55	0.00	12.78	37.03	1259.42
4+970.00	0.00	1.17	0.00	13.66	37.03	1273.08
4+980.00	0.04	0.85	0.19	10.20	37.22	1283.28
4+990.00	0.09	1.36	0.68	10.85	37.90	1294.14
5+000.00	0.17	1.09	1.29	12.22	39.19	1306.36
5+010.00	0.09	1.24	1.27	11.59	40.46	1317.95
5+020.00	0.05	1.63	0.67	14.77	41.13	1332.72
5+030.00	0.00	1.19	0.26	14.11	41.39	1346.84
5+040.00	0.16	0.68	0.78	9.36	42.17	1356.20
5+050.00	0.06	1.13	1.06	9.06	43.23	1365.26
5+060.00	0.01	1.14	0.30	11.52	43.53	1376.78
5+070.00	0.39	1.72	1.87	14.61	45.40	1391.39
5+080.00	0.02	1.09	1.97	14.19	47.37	1405.58
5+090.00	0.05	1.11	0.35	10.73	47.72	1416.31
5+100.00	0.03	0.95	0.39	10.39	48.11	1426.70
5+110.00	0.09	0.82	0.59	8.85	48.70	1435.55
5+120.00	0.03	1.36	0.60	10.80	49.30	1446.34
5+130.00	0.13	1.14	0.80	12.54	50.10	1458.88
5+140.00	0.02	0.99	0.73	10.61	50.84	1469.49
5+150.00	0.10	0.77	0.58	8.85	51.42	1478.34
5+160.00	0.02	0.96	0.60	8.72	52.02	1487.06
5+170.00	0.04	0.82	0.29	9.40	52.31	1497.46
5+180.00	0.01	1.24	0.23	10.81	52.54	1507.27
5+190.00	0.02	1.11	0.12	11.83	52.66	1519.10
5+200.00	0.00	1.14	0.08	11.25	52.74	1530.35
5+210.00	0.00	1.19	0.01	11.73	52.75	1542.08
5+220.00	0.01	0.82	0.04	10.45	52.79	1552.54
5+230.00	0.00	1.13	0.05	10.18	52.84	1562.72
5+240.00	0.03	0.88	0.17	10.09	53.01	1572.81
5+250.00	0.07	0.76	0.49	8.18	53.50	1580.99
5+260.00	0.04	1.01	0.53	8.81	54.03	1589.80
5+270.00	0.77	1.11	4.14	10.55	58.17	1600.35
5+280.00	0.08	1.00	4.22	10.53	62.38	1610.88
5+290.00	0.01	0.82	0.42	9.54	62.80	1620.42
5+300.00	0.00	1.08	0.03	10.01	62.83	1630.43
5+310.00	0.11	0.67	0.54	8.85	63.37	1639.28
5+320.00	0.00	1.01	0.54	8.48	63.92	1647.77
5+330.00	0.00	1.03	0.00	10.18	63.92	1657.95
5+340.00	0.00	1.13	0.00	10.78	63.92	1668.73
5+350.00	0.03	0.85	0.14	9.88	64.06	1678.61
5+360.00	0.01	0.88	0.18	8.62	64.24	1687.23
5+370.00	0.01	0.96	0.09	9.11	64.32	1696.34

"PROPUESTA DE DISEÑO DE OBRAS HIDRÁULICAS PARA EL SISTEMA DE RIEGO EN EL DISTRITO DE HUACCHIS, PROVINCIA DE HUARI-ANCASH"
 PLANO
SECCIONES TRASVERSALES
 ESCALA INDICADA | NUMERO PLANO | NUMERO_3 | REV. A




Progresivo	Area De Retorno	Area De Corte	Vol. De Corte	Vol. De Relleno	Acumulado Vol. Relleno	Acumulado Vol. Corte
S+380.00	0.00	1.01	0.05	9.82	64.38	1706.16
S+390.00	0.00	0.96	0.00	9.81	64.38	1715.97
S+400.00	0.00	0.90	0.00	9.34	64.38	1725.31
S+410.00	0.00	1.04	0.00	9.70	64.39	1735.01
S+420.00	0.00	0.99	0.00	10.08	64.38	1745.09
S+430.00	0.00	1.08	0.00	10.34	64.38	1755.43
S+440.00	0.00	0.88	0.00	9.74	64.38	1765.17
S+450.00	0.00	0.86	0.01	8.71	64.39	1773.88
S+460.00	0.00	0.94	0.00	8.98	64.39	1782.85
S+470.00	0.00	0.88	0.00	9.10	64.39	1791.96
S+480.00	0.00	0.87	0.00	8.71	64.39	1800.67
S+490.00	0.00	1.16	0.00	10.21	64.39	1810.87
S+500.00	0.03	0.79	0.14	9.75	64.53	1820.62
S+510.00	0.00	0.90	0.14	8.49	64.67	1829.11
S+520.00	0.00	0.90	0.00	9.02	64.68	1838.13
S+530.00	0.06	0.76	0.29	8.30	64.97	1846.43
S+540.00	0.03	0.76	0.44	7.66	65.41	1854.09
S+550.00	0.01	0.91	0.19	8.36	65.60	1862.45
S+560.00	0.00	0.88	0.04	8.95	65.64	1871.39
S+570.00	0.00	0.84	0.00	8.58	65.64	1879.98
S+580.00	0.00	0.84	0.00	8.40	65.64	1888.37
S+590.00	0.00	1.12	0.00	9.79	65.64	1898.16
S+600.00	0.00	0.77	0.00	9.39	65.64	1907.55
S+610.00	0.00	0.82	0.00	7.91	65.64	1915.46
S+620.00	0.00	0.82	0.00	8.17	65.64	1923.63
S+630.00	0.00	0.82	0.00	8.18	65.64	1931.81
S+640.00	0.00	0.79	0.00	8.06	65.64	1939.87
S+650.00	0.06	0.82	0.31	7.10	65.95	1946.97
S+660.00	0.05	0.84	0.54	6.32	66.49	1953.30
S+670.00	0.03	0.67	0.38	6.54	66.87	1959.84
S+680.00	0.01	0.71	0.22	6.88	67.09	1966.72
S+690.00	0.00	0.90	0.07	8.03	67.16	1974.75
S+700.00	0.01	0.76	0.04	8.31	67.21	1983.06
S+710.00	0.00	0.86	0.04	8.13	67.25	1991.19
S+720.00	0.00	0.83	0.00	8.94	67.25	2000.13
S+730.00	0.01	0.84	0.06	8.84	67.31	2008.97
S+740.00	0.00	1.28	0.06	10.52	67.37	2019.49
S+750.00	0.06	0.86	0.27	10.72	67.65	2030.20
S+760.00	0.10	0.74	0.78	8.04	68.41	2039.24
S+770.00	0.00	1.14	0.48	9.46	68.89	2047.70
S+780.00	0.02	0.95	0.08	10.44	68.97	2056.13
S+790.00	0.00	1.09	0.08	10.20	69.04	2064.33
S+800.00	0.00	0.90	0.00	9.97	69.04	2072.30
S+810.00	0.00	1.01	0.00	9.56	69.04	2080.86
S+820.00	0.01	0.81	0.04	9.04	69.08	2089.90
S+830.00	0.00	1.20	0.04	10.07	69.12	2100.97
S+840.00	0.00	0.83	0.00	10.19	69.12	2112.16
S+850.00	0.00	0.81	0.00	8.22	69.12	2123.38
S+860.00	0.00	0.78	0.00	7.96	69.12	2134.34
S+870.00	0.00	0.89	0.00	8.35	69.12	2145.69
S+880.00	0.00	0.82	0.00	8.53	69.12	2156.22
S+890.00	0.00	0.83	0.00	8.73	69.12	2166.95
S+900.00	0.00	0.76	0.00	8.48	69.12	2177.82
S+910.00	0.00	0.76	0.00	7.64	69.12	2188.92
S+920.00	0.00	0.81	0.00	7.86	69.12	2199.24
S+930.00	0.04	0.67	0.21	7.38	69.33	2209.31

"PROPUESTA DE DISEÑO DE OBRAS HIDRÁULICAS PARA EL SISTEMA DE RIEGO EN EL DISTRITO DE HUACCHIS, PROVINCIA DE HUARI-ANCASH"

SECCIONES TRASVERSALES

NUMERO_ 4

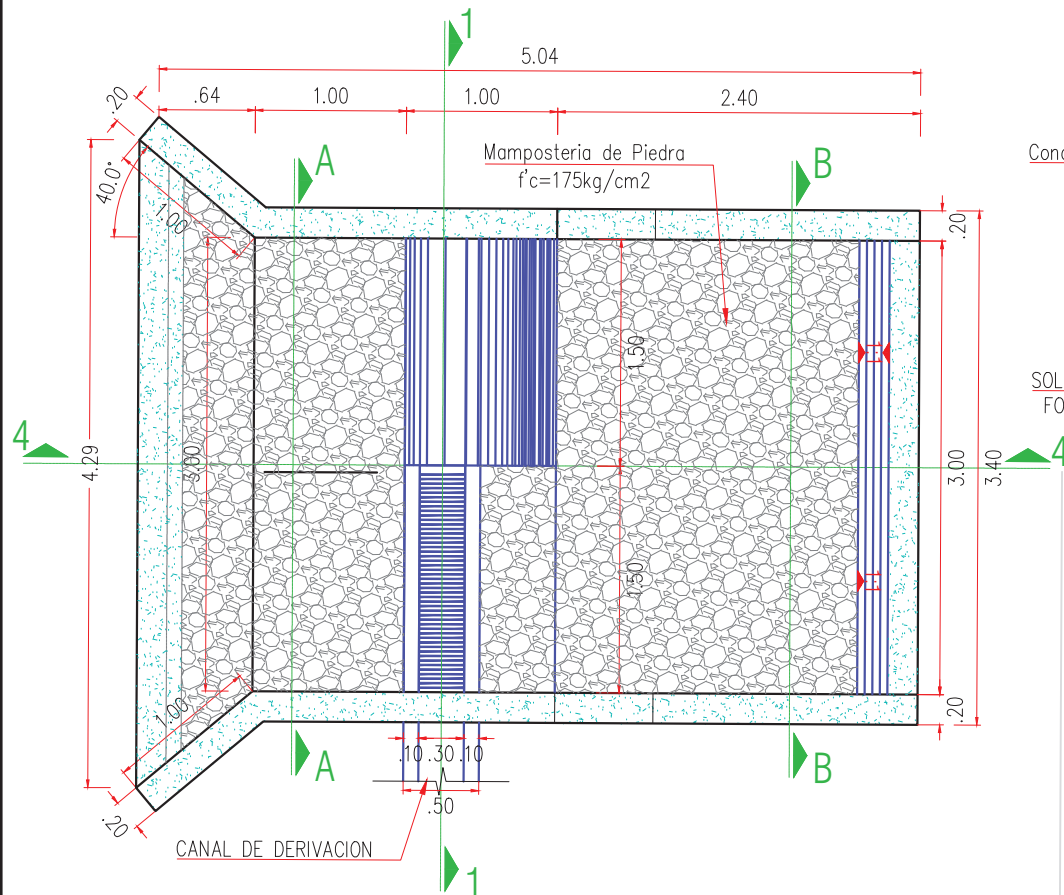
ESCALA INDICADA

REV. A



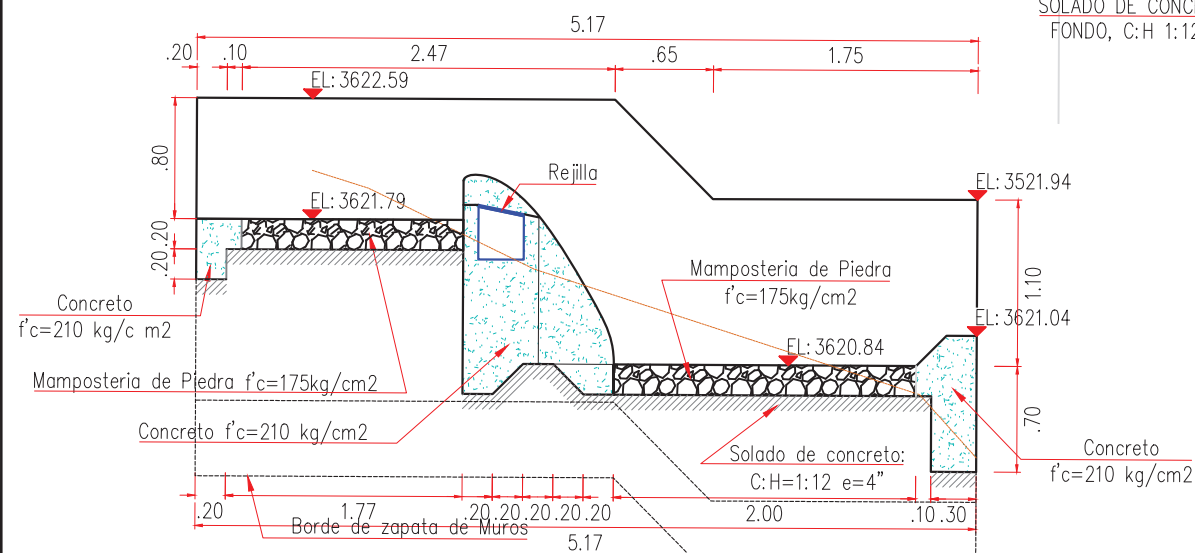
BOCATOMA (AUQUI)

ESCALA: 1:50



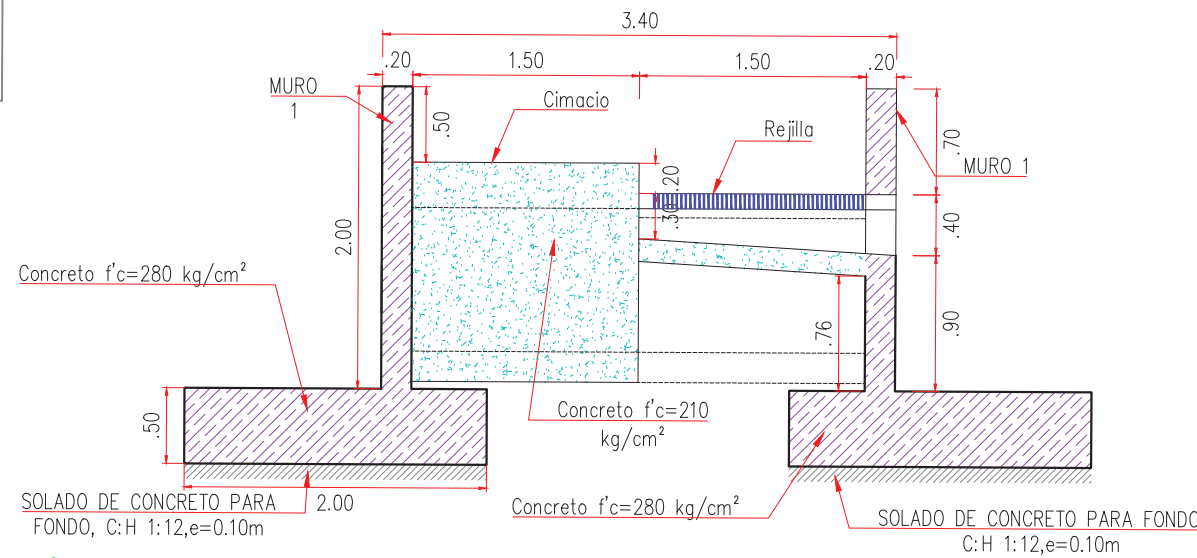
CORTE 4-4

ESCALA: 1:50



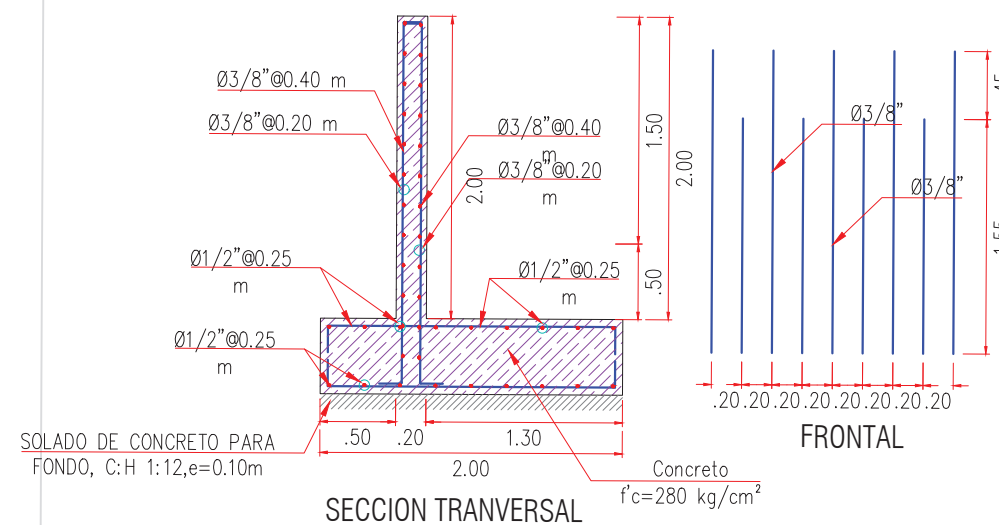
CORTE 1-1

ESCALA: 1:50



MURO CONCRETO ARMADO

ESCALA: 1:50



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

1.- CONCRETO :

- Solado (C:H=1:10) : $f'c = 80\text{ kg/cm}^2$
- Concreto armado : $f'c = 280\text{ Kg/cm}^2$
- Cemento Portland : Tipo I
- Máxima relación Agua/Cemento : $a/c = 0,50$

2.-ACERO :

- Barras corrugadas con resaltes Grado 60 ASTM A615 : $f_y = 4\ 200\text{ kg/cm}^2$

3.-RECUBRIMIENTOS :

- Superficie sobre el terreno : 7,5 cm
- Superficies en contacto con el terreno : 5,0 cm
- Superficie a la intemperie : 4,0 cm

CORTE A-A_MUROS ENTRADA

ESCALA: 1:50

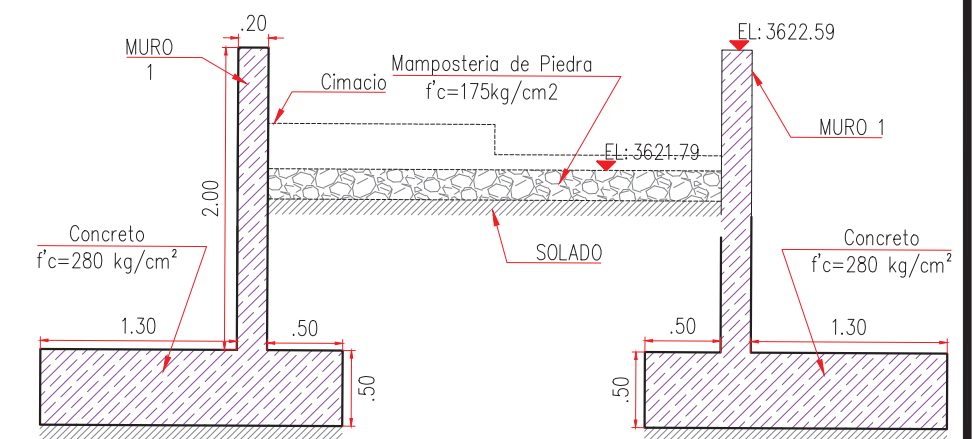


Tabla: Coordenadas del perfil

Punto	%	Δx	x (m)	y (m)
A	-		-0.085	-0.038
B	-		-0.053	-0.010
0	0	0.000	0.000	0.000
1	5	0.045	0.045	-0.005
2	5	0.045	0.091	-0.016
3	10	0.091	0.181	-0.059
4	10	0.091	0.272	-0.124
5	10	0.091	0.362	-0.211
6	10	0.091	0.453	-0.319
7	10	0.091	0.544	-0.447
8	10	0.091	0.634	-0.594
9	10	0.091	0.725	-0.761
10	10	0.091	0.815	-0.946
11	10	0.091	0.906	-1.150

"PROPUESTA DE DISEÑO DE OBRAS HIDRÁULICAS PARA EL SISTEMA DE RIEGO EN EL DISTRITO DE HUACCHIS, PROVINCIA DE HUARI-ANCASH"

PLANO

BOCATOMA AUQUI

ESCALA

INDICADA

NUMERO PLANO

...

REV.

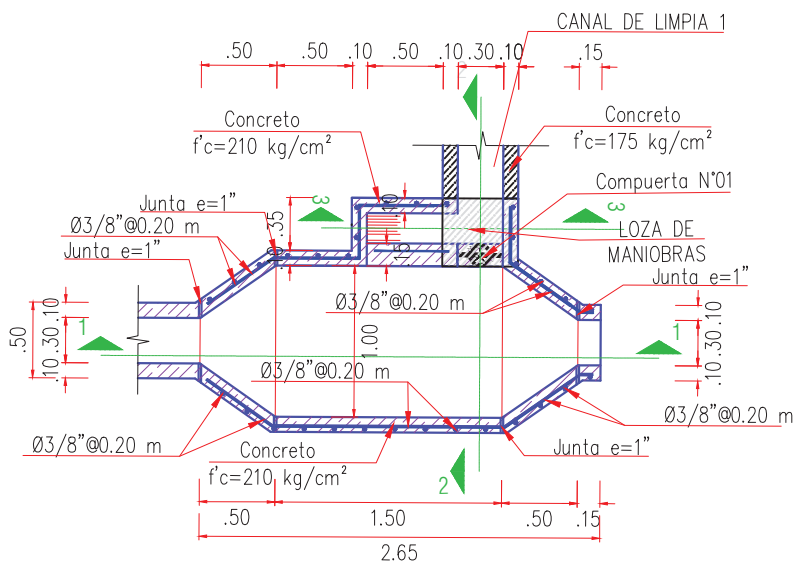
-



Universidad Nacional Agraria La Molina

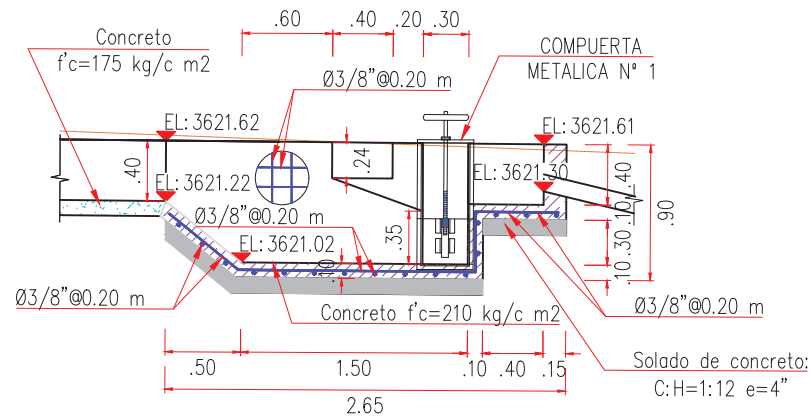
DESARENADOR PLANTA

ESCALA: 1:50



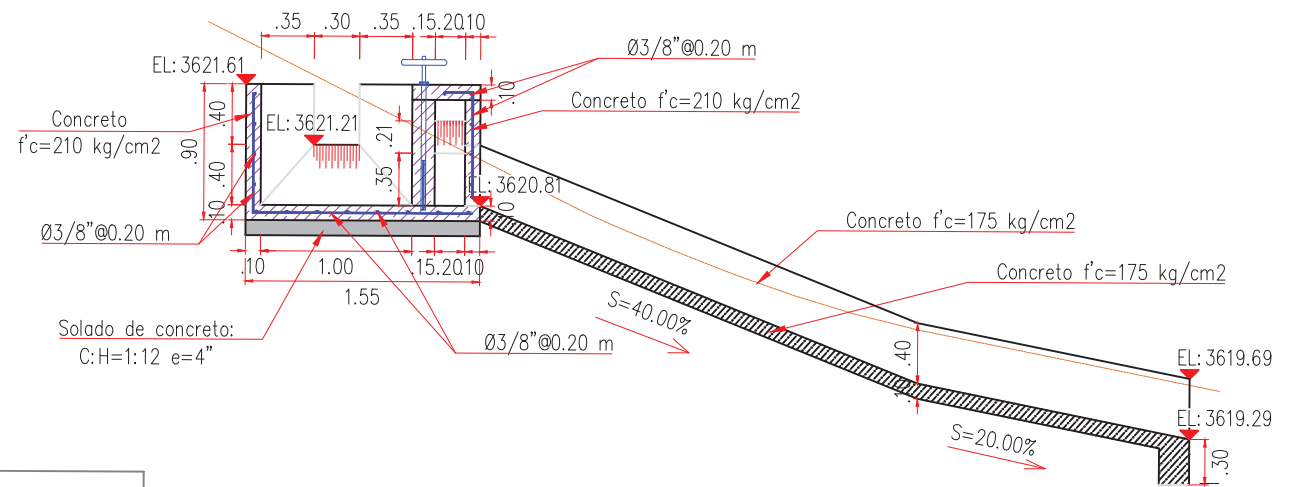
CORTE 1-1

ESCALA: 1:50



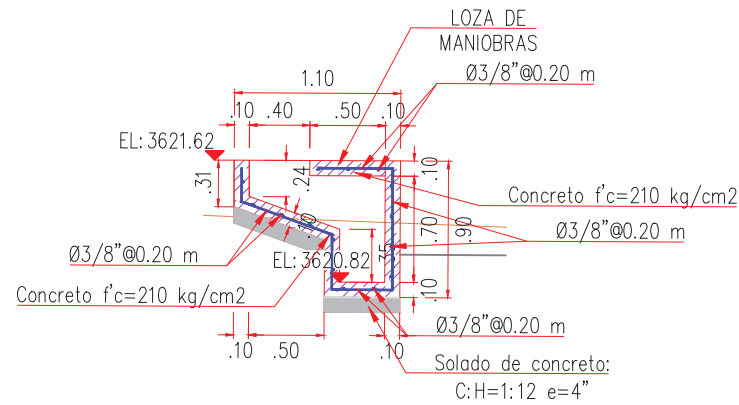
CORTE 2-2

ESCALA: 1:50



CORTE 3-3

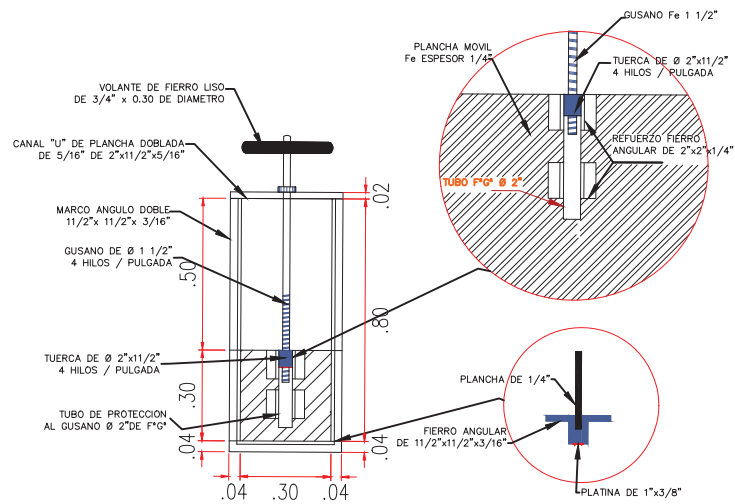
ESCALA: 1:50



CUADRO DE GANCHOS STANDARD EN VARILLAS DE FIERRO CORRUGADAS

\varnothing	d (mm)	l_g (cm)
1/4"	38	10
3/8"	57	15
1/2"	76	17
5/8"	95	20
3/4"	114	25

NOTA: EL ACERO DE REFUERZO UTILIZADO EN FORMA LONGITUDINAL EN ZAPATA, CONTRAFUERTE, EN LA PANTALLA DEBERAN TERMINAR EN GANCHOS STANDARD, LOS CUALES SE ALOJARAN EN EL CONCRETO CON LAS DIMENSIONES ESPECIFICADAS EN EL CUADRO MOSTRADO.



COMPUERTA N° 01

TIPO ARMCO

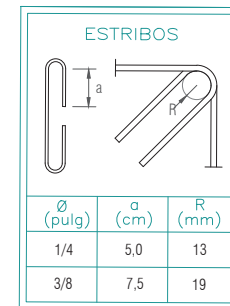
ESCALA 1:25

DETALLE VOLANTE

ESCALA 1:5

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- CONCRETO :**
 - Solado (C:H=1:10) : $f'c = 80 \text{ kg/cm}^2$
 - Concreto armado : $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
 - Cemento Portland : Tipo I
 - Máxima relación Agua/Cemento : $a/c = 0,50$
- ACERO :**
 - Barras corrugadas con resaltes Grado 60 ASTM A615 : $f_y = 4\ 200 \text{ kg/cm}^2$
- RECUBRIMENTOS :**
 - Superficie sobre el terreno : 7,5 cm
 - Superficies en contacto con el terreno : 5,0 cm
 - Superficie a la intemperie : 4,0 cm



"PROPUESTA DE DISEÑO DE OBRAS HIDRÁULICAS PARA EL SISTEMA DE RIEGO EN EL DISTRITO DE HUACCHIS, PROVINCIA DE HUARI-ANCASH"

PLANO

DESARENADOR AUQUI

ESCALA INDICADA

NUMERO PLANO

REV.

