

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERIA CIVIL**



**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

---

**Proyecto hidráulico y estructural para irrigación de área agrícola en  
la comunidad de Acpitán, Distrito Coyllurqui – Región Apurímac**

---

**Línea de Investigación:** Ingeniería Civil

**Sub línea de Investigación:** Hidráulica

**Autor:**

Vargas Correa, Pedro Ángel

**Jurado Evaluador:**

**Presidente** : Cabanillas Quiroz, Guillermo Juan

**Secretario** : Salazar Perales, Álvaro Fernando

**Vocal** : Chuquilín Delgado, María Florencia

**Asesor:**

Narváez Aranda, Ricardo Andrés

**Código ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-0505-3163>

**TRUJILLO – PERÚ**

**2024**

**Fecha de sustentación: 2024/10/30**



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERIA CIVIL**



**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

---

**Proyecto hidráulico y estructural para irrigación de área agrícola en  
la comunidad de Acpitán, Distrito Coyllurqui – Región Apurímac**

---

**Línea de Investigación:** Ingeniería Civil

**Sub línea de Investigación:** Hidráulica

**Autor:**

Vargas Correa, Pedro Ángel

**Jurado Evaluador:**

**Presidente** : Cabanillas Quiroz, Guillermo Juan

**Secretario** : Salazar Perales, Álvaro Fernando

**Vocal** : Chuquilín Delgado, María Florencia

**Asesor:**

Narváez Aranda, Ricardo Andrés

**Código ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-0505-3163>

**TRUJILLO – PERÚ**

**2024**

**Fecha de sustentación: 2024/10/30**

# Proyecto hidráulico y estructural para irrigación de área agrícola en la comunidad de Acpitán, Distrito Coyllurqui – Región Apurímac

## INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>8%</b>	<b>9%</b>	<b>5%</b>	<b>3%</b>
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>bvpad.indeci.gob.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>2</b>	<b>vsip.info</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>3</b>	<b>repositorio.lamolina.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>4</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>REYES DIAZ KARIM ROXANA. "Informe de Gestión Ambiental del Proyecto Instalación del Servicio de Agua para Riego en las Comunidades de Chiscahuaylla y Chuylullo, Distrito de Coyllurqui - Cotabambas - Apurímac-IGA0013051", R.D.G. N° 152-2017-MINAGRI-DVDIAR-DGAAA, 2021</b> Publicación	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>dokumen.tips</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>



Dr. RICARDO ANDRES NARVAEZ ARANDA  
CIP 58776 - ASESOR

**7** Submitted to udep 1 %  
Trabajo del estudiante

---

**8** Submitted to Universidad Privada Antenor Orrego 1 %  
Trabajo del estudiante

---

**9** cdn.www.gob.pe 1 %  
Fuente de Internet

---

**10** tesis.usat.edu.pe 1 %  
Fuente de Internet

---

Excluir citas Activo

Excluir bibliografía Activo

Excluir coincidencias < 1%



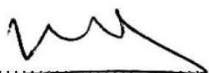
**Dr. RICARDO ANDRES NARVAEZ ARANDA**  
CIP 58776 - ASESOR

## DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

Yo, **Narváez Aranda, Ricardo Andrés**, docente del Programa de Estudio de Ingeniería Civil de la Universidad Privada Antenor Orrego, asesor de la tesis de investigación titulada: **“Proyecto hidráulico y estructural para irrigación de área agrícola en la comunidad de Acpitan, Distrito Coyllurqui – Región Apurímac”**, del autor **Vargas Correa, Pedro Ángel**, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud del 8%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software Turnitin el día 17 de Octubre del 2024
- He revisado con detalle dicho reporte de la tesis: **“Proyecto hidráulico y estructural para irrigación de área agrícola en la comunidad de Acpitan, Distrito Coyllurqui – Región Apurímac”**, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las normas establecidas por la Universidad.

Trujillo, 24 de Octubre del 2024



.....  
**Vargas Correa, Pedro Ángel**  
**DNI: 47520855**



.....  
**Narváez Aranda, Ricardo Andrés**  
**DNI: 18181220**  
**ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0505-3163>**



Dedicado a mis familiares, especialmente a mis padres Angel y Nelida que siempre estuvieron presentes y me inculcaron buenos valores, sentimientos y educación; con su apoyo me permitió lograr todas mis objetivos y metas propuesta.





## **AGRADECIMIENTO**

Primeramente, agradece a nuestro creador dios por darnos la vida y a su vez guiarnos por el buen sendero de la rectitud.

A mis padres por inculcarme el valor de esfuerzo y el apoyo para seguir adelante en el cumplimiento de mis objetivos y metas.

Y a todos mis familiares que estuvieron presentes durante el transcurso de mi vida como estudiante de ingeniería.

A mi asesor Ing. Narváz Aranda, Ricardo Andrés por su apoyo y guía con su conocimiento como investigador para la elaboración de la presente tesis.

## RESUMEN

El proyecto de investigación corresponde a las áreas de cultivo de la Comunidad agrícola de Acpitan, Distrito Coyllurqui – Región Apurímac, realizando un levantamiento topográfico en la zona de estudio desde la captación en el riachuelo Huagere ubicado en la cota 3045 msnm, el canal con una longitud de 1560 m desde la cota 3044.19 msnm a la cota final de 3037.52 msnm para la irrigación

Se realizó el estudio de mecánica de suelos, considerando 4 calicatas, dos en la zona de la bocatoma y dos en el tramo de canal: en la calicata 1, según la clasificación SUCS es tipo ML, en la calicata 2, clasificación SUCS es tipo SC en la calicata 3, clasificación SUCS es tipo GC, en la calicata 4, clasificación SUCS es tipo GP.

Para el cálculo del caudal de diseño se empleó información proveniente de estación pluviométrica Curahuasi y empleando métodos de distribución probabilísticos y programas de cálculo y modelamiento hidráulico Hec HMS y Qgis se obtiene un caudal máximo de 23.00 m<sup>3</sup>/seg.

Los cultivos comunes de la zona son maíz, papa, trigo, cebada y otros con un área de cultivo del sector 1 de 41.20 Has y sector 2 de 18.5 Has. siendo un área total de 59.70 hectáreas, se calculó el caudal de demanda se aplicó método Hagreaves Modificado, consideran los datos climatológicos fueron regionalizados de las estaciones meteorológicas de Kayra, Perayoc y Abancay, considerando el sector 1 de riego, un caudal de demanda de 20 L/seg. y para el sector de riego 2 de 9.63 L/seg, asumiendo un total de caudal de demanda de 30 L/seg.

Se realizó el planteamiento hidráulico según la topografía de la zona, desde la captación en el riachuelo Huagere: una bocatoma con su barraje y muro de encauzamiento. Luego para el diseño de un desarenador para controlar el material que pueda ingresar por el flujo turbulento. Para la conducción del agua se considera un canal de sección rectangular de 1560 m inicialmente de concreto con tomas laterales para el riego de las parcelas de los usuarios, realizándose

el diseño hidráulico y estructural de las estructuras hidráulicas planteadas: bocatoma con un ancho de 7:00m, caudal máximo 23 m<sup>3</sup>/seg. obteniendo una altura de barraje de 0.60 m. Se analizó la estabilidad del barraje con su poza de disipación considerando las fuerzas de empuje de agua y supresión, logrando un factor de seguridad de volteo de 24.66 mucho mayor a lo establecido de 2, se chequeó por deslizamiento y por flotación. Se realizó el diseño del desarenador para un caudal de 30 L/seg. Se logró una longitud de 2.00m con un ancho de 1.20 m y una profundidad total en la zona de decantación de 0.90. Como el caudal es de 30 L/seg, se consideró un canal de sección rectangular con pendientes variables para 8 tramos de canal con una longitud de 1560 m desde la cota 3044.19 msnm a la cota final de 3037.52 msnm.

Palabras Claves: Área agrícola, diseño hidráulico, bocatoma, desarenador, canal.

## ABSTRACT

The research project corresponds to the crop areas of the Acpitán agricultural community, Coyllurqui District – Apurímac Region, carrying out a topographic survey in the study area from the catchment in the Huagere stream located at an elevation of 3045 meters above sea level, the channel with a length of 1560 m from the elevation of 3044.19 meters above sea level to the final elevation of 3037.52 meters above sea level for irrigation

The soil mechanics study was carried out, considering 4 pits, two in the intake area and two in the canal section: in pit 1, according to the SUCS classification it is type ML, in pit 2, SUCS classification is type SC in pit 3, SUCS classification is type GC, in pit 4, SUCS classification is type GP.

To calculate the design flow, information from the Curahuasi rainfall station was used and using probabilistic distribution methods and hydraulic calculation and modeling programs Hec HMS and Qgis, a maximum flow of 23.00 m<sup>3</sup>/sec was obtained.

The common crops in the area are corn, potatoes, wheat, barley and others with a cultivation area of sector 1 of 41.20 Has and sector 2 of 18.5 Has. With a total area of 59.70 hectares, the demand flow was calculated, the Modified Hagreaves method was applied, considering the climatological data were regionalized from the Kayra, Perayoc and Abancay meteorological stations, considering irrigation sector 1, a demand flow of 20 l./sec. and for irrigation sector 2 of 9.63 L/sec, assuming a total demand flow of 30 l/sec.

The hydraulic approach was carried out according to the topography of the area, from the catchment in the Huagere stream: an intake with its barrage and channeling wall. Then for the design of a sand trap to control the material that may enter through the turbulent flow. For the conduction of water, a rectangular section canal of 1560 m is considered, initially made of concrete with lateral intakes for the irrigation of the users' plots, being carried out the hydraulic and structural design of the proposed hydraulic structures: intake with a width of 7:00m, maximum flow 23 m<sup>3</sup> /sec. obtaining a boom height of 0.60 m. The

stability of the boom with its dissipation pool was analyzed considering the forces of water impingement and suppression, achieving a tipping safety factor of 24.66 much higher than the established 2, it was checked for slippage and flotation. The design of the sand trap was carried out for a flow rate of 30 l/sec. A length of 2.00m was achieved with a width of 1.20m and a total depth in the settling area of 0.90. As the flow rate is 30 l/sec, a rectangular section channel with variable slopes was considered for 8 sections of channel with a length of 1560 m from the elevation of 3044.19 meters above sea level to the final elevation of 3037.52 meters above sea level.

Keywords: Agricultural area, hydraulic design, intake, sand trap, canal.

## PRESENTACION

Distinguidos miembros del jurado:

En cumpliendo con el Reglamento de Grados y Títulos que confiere la “Universidad Privada Antenor Orrego”, a través de la Facultad de Ingeniería, para la obtención del Título Profesional, presento mi tesis titulada: Proyecto hidráulico y estructural para irrigación de área agrícola en la comunidad de Acpitan, Distrito Coyllurqui – Región Apurímac

La presente tesis fue desarrollada considerando los conocimientos adquiridos durante el proceso de mi formación profesional en la Universidad Privada Antenor Orrego, el cual fueron fortalecidas por bibliografías e investigaciones realizadas relacionadas a mi proyecto y con la orientación de mi asesor el Dr. Ricardo Narváez Aranda.

Atentamente,

Br. Vargas Correa, Pedro Ángel

## INDICE DE CONTENIDO

<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>iv</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>v</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>viii</b>
<b>PRESENTACION.....</b>	<b>x</b>
<b>I. INTRODUCCION.....</b>	<b>16</b>
1.1 Problema de investigación .....	16
1.2 Objetivo .....	19
1.3 Justificación del estudio .....	19
<b>II. MARCO DE REFERENCIAL.....</b>	<b>20</b>
2.1 Antecedentes .....	20
2.2 Marco teórico .....	22
2.3 Marco Conceptual .....	38
2.4 Sistema de Hipótesis.....	39
<b>III. METODOLOGIA EMPLEADA.....</b>	<b>41</b>
3.1 Tipo y nivel de investigación.....	41
3.2 Población y muestra de estudio .....	42
3.3 Diseño de investigación .....	42
3.4 Técnicas e instrumentos de investigación.....	42
3.5 Procesamiento y análisis de datos.....	43
<b>IV. PRESENTACION DE RESULTADOS.....</b>	<b>45</b>
4.1 Análisis e interpretación de resultados.....	45
4.2 Docimasia de Hipótesis.....	99
<b>V. DISCUSION DE RESULTADOS .....</b>	<b>100</b>
5.1 CONCLUSIONES.....	102
5.2 RECOMENDACIONES .....	104
5.3 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	105
5.4 ANEXO.....	110

## INDICE DE TABLAS

Tabla 01: Coeficiente Kd (Ven Te Chow) .....	37
Tabla 02: Operacionalización de las Variables.....	40
Tabla 03: Técnicas e instrumentos de investigación .....	43
Tabla 04: Superficie y Altitud de Distritos de la Provincia de Cotabambas.....	49
Tabla 05: Clasificación del Área por Uso Mayor de Suelo.....	51
Tabla 06: Área de Cultivos Actual Comunidad .....	52
Tabla 07: Análisis Granulométrico C-1 .....	52
Tabla 08: Limite líquido y limite plástico-C1.....	53
Tabla 09: Análisis Granulométrico C-2.....	55
Tabla 10: Limite líquido y limite plástico-C2.....	56
Tabla 11: Análisis Granulométrico C-3.....	57
Tabla 12: Limite líquido y limite plástico-C3.....	58
Tabla 13: Análisis Granulométrico C-4 .....	60
Tabla 14: Limite líquido y limite plástico-C4.....	61
Tabla 15: Tamaño y orden de cuenca .....	64
Tabla 16: Uso de tierra según grupo hidrológico del suelo.....	64
Tabla 17: Factor de forma .....	65
Tabla 18: Parámetros geomorfológicos de la cuenca hidrográfica .....	65
Tabla 19: Precipitación máxima en 24 hrs (mm) .....	66
Tabla 20: Prueba de datos dudosos. Logaritmo de precipitación máxima 24hr	67
Tabla 21: Valores Kn para prueba de datos dudosos.....	67
Tabla 22: Parámetros estadísticos .....	68
Tabla 23: Valores ajustados .....	70
Tabla 24: Numero de intervalos OMM.....	71
Tabla 25: Prueba de bondad de ajuste.....	71
Tabla 26: Periodo de retorno.....	72
Tabla 27: Numero de curva según grupo hidrológico y uso de suelo .....	73
Tabla 28: Distribución de probabilidades pluviométricas mediante Gumbel.....	73
Tabla 29: Distribución diarias probables para distintas frecuencias .....	74
Tabla 30: Modelo Dick Peshke .....	75
Tabla 31: Intensidad de precipitación .....	76
Tabla 32: Hietograma .....	78
Tabla 33: Numero de curva según grupo hidrológico y uso de suelo .....	80



Tabla 34: Parámetros Tc y Tlag .....	80
Tabla 35: Resultados de la modelación (tr=50años) .....	81
Tabla 36: Evapotranspiración Potencial .....	84
Tabla 37: Precipitación Efectiva .....	84
Tabla 38: Demanda de agua sector 1 .....	85
Tabla 39: Demanda de agua sector 2 .....	85

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Partes de una bocatoma .....	23
Figura 2: Desarenador.....	27
Figura 3: Sección Transversal de un canal trapezoidal .....	30
Figura 4: Tomas Laterales para Riego .....	34
Figura 5: Toma Lateral Tubular .....	34
Figura 6: Toma Lateral Tubular - Pérdidas de Carga .....	35
Figura 7: Tomas Lateral No Tubular - Vista Planta.....	36
Figura 8: Tomas Lateral No Tubular - Vista Perfil.....	36
Figura 9: Punto Geodésico Coyllurqui CYQ1 .....	47
Figura 10: El Tiempo en Coyllurqui (Octubre 2015) .....	49
Figura 11: Curva granulométrica C-1 .....	53
Figura 12: Limite liquido C-1.....	54
Figura 13: Perfil estratigráfico C-1 .....	54
Figura 14: Curva granulométrica C-2 .....	55
Figura 15: Limite liquido C-2.....	56
Figura 16: Perfil estratigráfico C-2.....	57
Figura 17: Curva granulométrica C-3 .....	58
Figura 18: Limite liquido C-3.....	59
Figura 19: Perfil estratigráfico C-3.....	59
Figura 20: Curva granulométrica C-4 .....	60
Figura 21: Limite liquido C-4.....	61
Figura 22: Perfil estratigráfico C-4.....	62
Figura 23: Area de estudio .....	63
Figura 24: Delimitación de cuenca .....	63
Figura 25: Coeficiente de sesgo .....	68
Figura 26: Test de datos dudosos de precipitación máx. 24 hrs.....	69
Figura 27: Gráfico Gumbel Max - hydrognomon.....	72
Figura 28: Curva intensidad Duracion - Frecuencia .....	77
Figura 29: Verificacion de resultado por Hidroesta.....	79
Figura 30: Hietograma de Precipitacion .....	79
Figura 31: Modelo de cuenca HEC HMS.....	80
Figura 32: Resultado de modelo de cuenca por HEC HMS .....	81

Figura 33: Grafico caudal maximo Tr=50 años .....	82
Figura 34: Diseño de barrage de bocatoma .....	86
Figura 35: Detalles de barrage de bocatoma.....	89
Figura 36: Sección Típica.....	94
Figura 37: Vista principal del programa Hcanales .....	94

## I. INTRODUCCION

### 1.1 Problema de investigación

La agricultura ha sido y es uno de los pilares fundamentales en el desarrollo del ser humano incidiendo en factores económicos, sociales y culturales a lo largo de la historia. Siendo el Perú uno de los países con mayor diversidad de climas y suelos en el continente, contribuyendo con una gran variedad de productos alimenticios. Desde la antigüedad los métodos empleados para la captación de agua e irrigación han ido cambiando conforme la humanidad ha ido progresando en el descubrimiento de nuevas técnicas; desde uso de andenes como método de distribución de agua hasta el uso de tecnologías modernas y aplicables para su captación, almacenamiento y distribución.

En la actualidad el abastecimiento de agua para uso agrícola en los diversos sistemas de riego viene a ser un factor indispensable para asegurar los niveles de producción y calidad de productos agroalimenticios, pues el agua; un líquido vital, representa un papel importante en la seguridad alimenticia. Por lo tanto, la necesidad de promover el desarrollo de sistemas de riego sostenibles y su mantenimiento viene a ser uno de los objetivos primordiales en el sector agroalimentario.

Sin embargo, debido a las deficiencias tanto en el diseño como en el mantenimiento del sistema de riego, las pérdidas y su vulnerabilidad de las mismas afectan el correcto suministro y abastecimiento de agua. Teniendo en cuenta, además, que las tomas rústicas e improvisadas en conjunto con la accidentada topografía del terreno e inexistencias o precarias estructuras hidráulicas (Obras de arte) conllevan a un ineficiente sistema de riego generando pérdidas agrícolas y económicas y subsecuentemente afectando la calidad de vida de sus habitantes. En conclusión, la deficiente utilización de sistemas de riego genera pérdidas hídricas conllevando a bajo rendimiento en la productividad agrícola. Esto

en conjunto con actividades de riesgo realizadas por el ser humano de forma directa e indirecta, como incendios forestales, conllevan a la destrucción e inoperatividad de estructuras de obras destinadas al suministro y abastecimiento de agua

Cada año entre los meses de agosto y octubre se suscitan incendios forestales, esto como resultado de la quema de maleza para preparar la superficie del suelo para su posterior uso agrícola, siendo esta actividad común en muchas regiones del país. Sin embargo, su uso, poco control del mismo y la naturaleza incontrolable del fuego a terreno abierto propicia la creación de incendios forestales de mediana y gran envergadura teniendo efectos devastadores a su paso.

En la comunidad de Acpitan en el año 2022 correspondiente en el mes de octubre, suscito un incendio forestal teniendo como origen la actividad humana afectando grandes áreas agrícolas, flora, fauna y viviendas de la zona. Asimismo, el paso del fuego afectó gravemente la línea de conducción del sistema de riego existente, dejando su estado inoperable; del mismo modo, el reservorio construido con geomembrana como material de almacenamiento hídrico quedo en estado de abandono. Del recorrido insitu del terreno y verificación de obras de arte se verifica la inexistencia de la captación, pues según lo indicado por los comuneros, esta fue realizada de forma rustica y consistía en el uso de una canastilla de pvc unida a una tubería HDPE que estaba fijada con el peso de las rocas a un embalsamiento natural formado por el riachuelo Huagere, esto ha conllevado en una baja productividad de productos agrícola y por ende bajo ingreso económicos a las familias y su integración en el mercado.

En la actualidad no existe un adecuado servicio de agua de riego para los productores agrícolas de la comunidad, por otro lado, los usuarios desconocen las técnicas y formas adecuadas de operación del sistema de riego y producción agrícola, teniendo una limitada capacidad, logística, técnica y administrativa en la operación y mantenimiento.

En la zona de influencia del proyecto, la población se dedica en su mayoría a la actividad agrícola solo la primera campaña del año, y la producción es sólo para autoconsumo, pues las áreas cultivables se aprovechan simplemente en los meses de lluvia y existe una gran necesidad hídrica debido al estiaje motivo por el cual los terrenos son abandonados y la población migra. Por otro lado, los rendimientos de los cultivos son muy bajos debido a la falta de agua, lo que obliga a un alto porcentaje de terrenos sean trabajados en seco; también se unen a estos problemas la presencia de enfermedades y plagas, falta de asistencia técnica en manejo de cultivos. Con respecto a la actividad pecuaria es mínima.

La población afectada corresponde a familias que habitan en las diferentes parcelas, ascendiendo a un total de 531 usuarios (Fuente: Dirección Nacional de Censos y Encuestas del INEI 2022), con un total de 59.70 hectáreas. Actualmente cada familia obtiene el recurso hídrico por métodos de captación rústicos desde riachuelo o manantes cercanos a sus parcelas, no estableciendo métodos técnicos y efectivos de captación y riego.

Por lo indicado, el presente estudio tiene como finalidad solucionar los problemas existentes de captación y distribución de agua para riego, con planteamiento hidráulico de acuerdo a la topografía, considerando una bocatoma, desarenador, canal de conducción revestido de concreto para evitar las pérdidas por filtración, se evitará el efecto en caso de ocurrir nuevamente incendios forestales.

## 1.2 Objetivo

### Objetivo General

Realizar el Diseño del Proyecto hidráulico y estructural para irrigación de área agrícola en la comunidad de Acpitan, Distrito Coyllurqui – Región Apurímac

### Objetivos Específicos

- Realizar el levantamiento topográfico mediante estación total para determinar el perfil topográfico del terreno, desde la captación hasta el canal proyectado.
- Realizar el estudio de mecánica de suelos en el área donde se ejecutará la captación.
- Determinar el aforo (Medición del caudal) de aporte del riachuelo de Huagere en el periodo actual de estiaje de julio a noviembre.
- Realizar el planteamiento hidráulico con las obras de arte según la topografía de la zona.
- Realizar el diseño hidráulico y estructural de las estructuras hidráulicas planteadas.
- Dibujar las estructuras hidráulicas consideradas en el planteamiento hidráulico, presentar los planos.

## 1.3 Justificación del estudio

El proyecto de investigación presenta el diseño de la infraestructura de Irrigación Agrícola de la Comunidad de Acpitan, Distrito Coyllurqui – Region Apurímac con la necesidad de optimizar la disponibilidad del recurso hídrico e irrigar en el periodo de estiaje principalmente, con lo cual se pretende el incremento de la producción agrícola cuando se ejecute el proyecto.

Desde el punto de vista técnico, se justifica porque con un sistema de riego a gravedad con el diseño de bocatoma, canales y obras de arte:

iniciando en la captación del riachuelo Huagere, desarenador, canal de conducción revestido de concreto para evitar las pérdidas por filtración, se evitará el efecto en caso de ocurrir nuevamente incendios forestales.

## II. MARCO DE REFERENCIAL

### 2.1 Antecedentes

#### A nivel internacional

Díaz (2019), presente en su tesis: Análisis de estabilidad y diseño estructural de la bocatoma del P.H. Paso Ancho en la Facultad de Ingeniería, México. La Universidad Nacional Autónoma de México sostiene que, el diseñador es de vital importancia para el cálculo de estabilidad de una estructura, para lo cual, guiados de su experiencia y el apoyo con base en manuales y textos de diseño y cálculo permitirá verificar los factores que intervengan para la estabilización de una estructura, determinando así un sistema estable, eficiente y además económicamente factible. Por lo tanto, el diseño para una óptima estabilidad de una estructura depende de la combinación de conocimientos teóricos y experiencia en el campo de diseño, garantizando la durabilidad y seguridad de la estructura.

#### A nivel Nacional

Martínez & Capcha (2021) presenta en su tesis: "Evaluación de eficiencia hidráulica de canales de riego por gravedad - canal Huayao, Chupaca, Junín 2021", El objetivo de la investigación es determinar la eficiencia hidráulica del canal de riego denominado Huayao, ubicado en Chupaca, en el departamento de Junín. Para lo cual, se realizó la toma de datos del canal, enfocándose en un tramo. Se utilizó el método experimental mediante un diseño no experimental; teniendo los siguientes resultados: Desde el punto 0+000 km hasta 2+0.22 km del canal trapezoidal en dos días fue de 58.36% y 71.53%. Así mismo, para el canal rectangular desde el punto 0+000 km hasta 0+100km se obtuvo una eficiencia de 95.14%, 92.33%, 94.93% y 95.6%. Los resultados obtenidos pueden emplearse



para el uso óptimo del recurso hídrico, conllevando a la reducción de pérdidas de agua y subsecuentemente mejorando la producción agrícola.

Vargas & Salvador (2020) presentan su tesis “Diseño Hidráulico De La Bocatoma En La Quebrada San Francisco Y Estructuras De Conducción Para El Riego Por Gravedad En El Caserío Pampamarca -Santiago De Chuco” Se desarrolló un trabajo de investigación para mejorar el acceso al recurso hídrico en la comunidad campesina de Pampamarca, que carecía de infraestructura hidráulica para abastecer a 96 Ha de áreas agrícolas. Se realizó análisis de datos para determinar la demanda de agua según diferentes tipos de cultivos. Para lo cual, se utilizó método de Hargreaves para calcular la evapotranspiración, obteniendo un caudal de demanda de 138 l/seg. Luego, se realizó el planteamiento hidráulico de la bocatoma y desarenador, considerando criterios establecidos en el Manual Diseños de Obras Hidráulicas para la Formulación de Proyectos Hidráulicos Multisectoriales y de Afianzamiento Hídrico. Este estudio permitió: Identificar la demanda hídrica de la comunidad, diseñar una solución eficiente para el abastecimiento de agua y mejorar la productividad agrícola en la zona. Los resultados plantean una base de información para la implementación de proyecto hidráulico que cumpla con abastecer la demanda de agua de la comunidad con fines agrícolas.

A nivel local

Oliva & Silva (2021) presentan su tesis “Diseño de estructuras complementarias de las bocatomas Chiclin y Chicamita para estabilizar el río Chicama sector Chicama” teniendo como fin el modelamiento y diseño de infraestructura hidráulica a lo largo de 2.58 km del cauce del río Chicama, para el diseño de la bocatoma del río Chicamita se calculó un caudal de 1400 m<sup>3</sup>/s obteniendo resultados con base a criterios de diseño de obras hidráulicas: 100 m para la longitud de barraje fijo, del mismo modo, 100 m para barraje móvil, demostrándose la estabilidad del cauce como consecuencia de que las velocidades en la poza disipadora son

bajas tanto para el caudal promedio 25 m<sup>3</sup>/s y caudales máximos recurrente de 400 m<sup>3</sup>/s.

Alcas & Lizarzaburu (2023) presentan su tesis “Diseño y Modelamiento hidráulico de una bocatoma para mejorar el sistema de riego en el Centro Poblado – Buena Vista, Distrito de Chao, Virú 2021” el objetivo de la investigación es presentar un solución a la problemática de recurso hídrico como consecuencia de la inexistencia de infraestructura hidráulica para su captación y luego derivarla a las áreas agrícolas del centro poblado Buena vista en el sector de San Roberto para lo cual se plantea el diseño de una bocatoma que satisfaga las necesidades de demanda de agua, tomando en consideración los Criterios de Diseños de Obras Hidráulicas para la Formulación de Proyectos Hidráulicos Multisectoriales y de Afianzamiento Hídrico

## 2.2 Marco teórico

### Bocatoma

Según Vargas (2013) se puede definir a la bocatoma como aquella estructura hidráulica que tiene como principal función derivar el caudal de un río parcialmente o por completo y así poder utilizar sus aguas para múltiples propósitos, siendo algunos de estos el de abastecer de agua potable a la población, irrigación de cultivos, generación de energía eléctrica, entre otros.

### Características

Según Mansen (2010) durante el proceso constructivo de una bocatoma, se distinguen tres etapas que se caracterizan por los materiales y equipos utilizados en estos, dividiéndose de la siguiente manera:

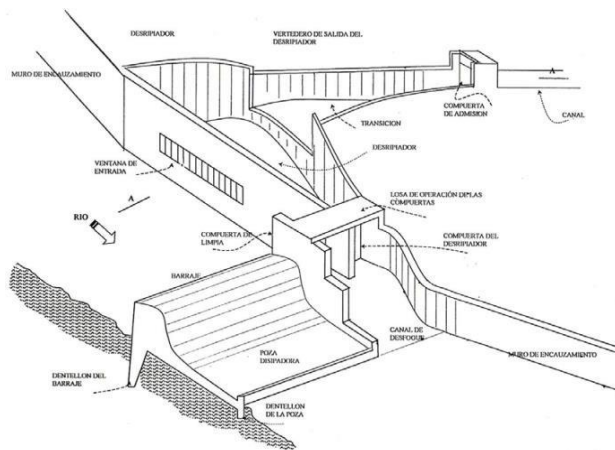
- Empleo de madera y piedras
- Empleo del acero y el concreto
- Empleo de maquinaria pesada

Según la Autoridad Nacional del Agua (2010) las principales partes que conforman una bocatoma son las siguientes:

- Dique, Barraje, Presa o Azud
- Rejilla
- Zampeado y colchón al pie de azud
- Compuerta de purga

**Figura 1**

*Partes de una bocatoma*



*Nota.* Criterios de diseños de obras hidráulicas para la formulación de proyectos hidráulicos de ANA (Autoridad Nacional del Agua)

Cabe resaltar que también existen otras estructuras de captación que se complementan con la bocatoma y estas son las siguientes:

- Poza disipadora: se define a la estructura que cumple la función de generar pérdidas hidráulicas considerables en el flujo de agua que van a una alta velocidad.
- Muros de encauzamiento: se definen como aquellas estructuras que se encargan de encerrar el flujo de un río dentro de unos límites, con el propósito de generar las condiciones de diseño preestablecidas, además, se utilizan como defensa ribereña.

- Barraje: se define como la estructura construida en una parte del río, con la finalidad de incrementar el nivel del agua y así formar una carga de agua necesaria en la bocatoma. Se clasifica como fijo, móvil o mixto.

#### Tipos de diseño o sección

Según Mansen (2010), una bocatoma puede clasificarse según la sección o diseño por el cual se ha construido, siendo las cuatro clasificaciones principales las siguientes:

- Toma Directa
- Toma Mixta o Convencional
- Toma Móvil
- Toma Tirolesa o Caucásiana

#### Criterios de diseño

En base a los puntos anteriores, los criterios de diseño a tomarse en cuenta de una determinada bocatoma dependen de estos en su mayoría. No obstante, se consideran los siguientes criterios generales:

- Garantizar la derivación constante tanto del caudal de diseño como de los que sean requeridos.
- Proponer un sistema que permita el pase a la avenida de diseño, el cual trae consigo una cantidad considerable de sedimentos.
- Captar un menor número de sedimentos y contar con un sistema adecuado para la evacuación de estos.
- Realizar la ubicación de la bocatoma en un lugar estratégico que permita mayor facilidad estructural y constructiva.
- Conservar un mayor volumen aguas abajo para un transporte eficiente y prevenir la sedimentación.

- El proyecto de construcción de la bocatoma debe ejecutarse teniendo en cuenta un costo razonable.

#### Fórmulas de diseño

- a) Dimensión del orificio y conducto

$$Q = CA\sqrt{2gh}$$

- b) Determinación de las dimensiones y número de compuertas

$$A = Q/(C\sqrt{2gh})$$

Donde:

Q= Gasto de derivación o gasto normal en la toma (m<sup>3</sup>/seg)

C = Coeficiente de descarga (C = 0.80) considerado para orificio ahogado en anteproyectos

A = Área del orificio (m<sup>2</sup>)

G = 9.81 m/seg<sup>2</sup>

h = Carga del orificio en m.

#### Consideraciones ambientales y de seguridad

Por lo general, estas consideraciones se aplican siguiendo los criterios anteriormente mencionados. Sin embargo, también se llevan a cabo en base a las funciones asignadas a la bocatoma y las principales de estas son las siguientes:

- Obras de toma para abastecimiento público
- Obras de toma para irrigación
- Obras de toma para centrales hidroeléctricas
- Obras de toma para industria y minería
- Obras de toma para otros propósitos
- Obras de toma para uso múltiples

## Mantenimiento y operación

Al igual que el resto de estructuras hidráulicas, la bocatoma se va desgastando con el tiempo y, en consecuencia, su rendimiento disminuye. Por este motivo, algunas acciones que se pueden realizar para minimizar este impacto son las siguientes:

- Colocar muros de piedra en los bordes del río.
- Aplicar trabajos de reparación en los daños menores tras haberse generado.
- Prolongar los muros de contención utilizando algunos materiales que se encuentran alrededor de la zona (piedra, cal, arcilla).
- Aplicar trabajos de engrasamiento, pintado y limpieza en las compuertas de la bocatoma para evitar su oxidación.
- Revisar y limpiar constantemente las partes de la rejilla y el canal colector de una bocatoma de tipo tirolesa.

## Desarenador

OPS (2005) define como un componente diseñado para eliminar las arenas y sólidos suspendidos en el agua mediante sedimentación. Su función principal es separar la arena y partículas gruesas del agua cruda, con el objetivo de prevenir la formación de depósitos en estructuras de conducción, proteger las bombas contra la abrasión y evitar sobrecargas en los procesos de tratamiento posteriores. Usualmente, el proceso de desarenado se enfoca en la eliminación de partículas que tienen un tamaño superior a 0,2 mm.

## Características

- Eficiencia de remoción
- Diseño de flujo
- Capacidad de retención de sólidos
- Tamaño y capacidad

### Tipos de diseño o sección

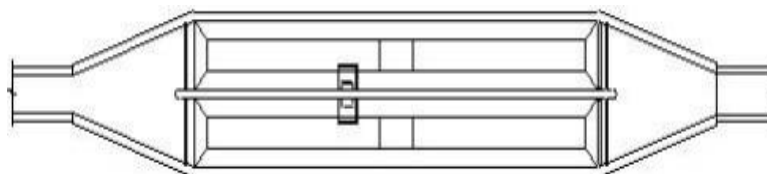
- Desarenadores de sedimentación
- Desarenadores ciclónicos
- Desarenadores hidro ciclónicos
- Desarenadores de aireación
- Desarenadores de alta velocidad
- Desarenadores de flujo continuo
- Desarenadores de lecho fluidizado

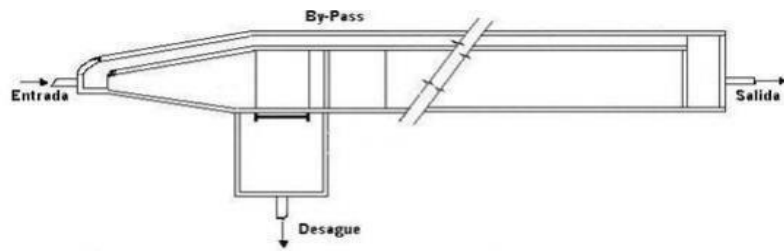
### Criterios de diseño

- Flujo y Velocidad del Líquido
- Dimensiones del Desarenador
- Geometría del Desarenador
- Entrada y Distribución del Flujo
- Salida de Líquido Clarificado
- Materiales de Construcción
- Facilidad de Mantenimiento y Limpieza
- Unidades mínimas de By-pass

### **Figura 2**

*Desarenador*





Nota. Vista de planta y perfil de un desarenador- OPS

Fórmulas de diseño

$$V_s = \frac{1}{18} g \left( \frac{\rho_s - 1}{\eta} \right) d^2$$

Donde:

$V_s$  = Velocidad de sedimentación (cm/seg)

$D$  = Diámetro de la partícula (cm)

$\eta$  = Viscosidad cinemática del agua (cm<sup>2</sup>/seg)

$$Re = \frac{V_s \times d}{\eta}$$

Donde:

$Re$  = Número de Reynolds

$$C_D = \frac{24}{R} + \frac{3}{\sqrt{R}} + 0.34$$

Donde:

$C_D$  = Coeficiente de arrastre

$$V_s = \sqrt{\frac{4}{3} \times \frac{g}{C_D} (\rho_s - 1) \times d} , V_s = \frac{Q}{As}$$

Donde:

$V_s$  = Velocidad de sedimentación



$$V'_s = \left( \frac{Q \times \text{coefic. segur}}{A_s} \right), V_d = \sqrt{\frac{8k}{f} g(\rho - 1)d}$$

Donde:

K = Factor de forma (0.04, arenas unigranulares no adheribles)

Vd = Velocidad de desplazamiento (cm/seg)

F = Factor de rugosidad de la cámara

$$R = \frac{4R_m \times V_h}{\eta} \rightarrow \frac{4R_m}{K}$$

Donde:

K = 1\*10<sup>-1</sup> cm

Vh = Velocidad horizontal (cm/seg)

Rm = Radio medio hidráulico(cm)

$$V_h = \frac{Q}{A_t}$$

Donde:

Vh = Velocidad horizontal (cm/seg)

Consideraciones ambientales y de seguridad

- Prevención de la contaminación del agua
- Eficiencia energética y uso de recursos
- Diseño seguro del equipo
- Capacitación y procedimientos de trabajo seguro

Mantenimiento y operación

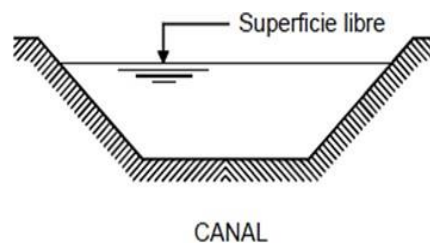
- Inspecciones regulares
- Limpieza
- Monitoreo del rendimiento
- Cumplimiento de los procedimientos operativos

## Canal

Según la Real Academia Española (RAE, 2023), un canal se refiere al curso de agua, natural o artificial, utilizado para dirigir el flujo de agua con diversos propósitos. Desde la perspectiva de la Ingeniería Civil, se considera una infraestructura vital para el transporte seguro y eficiente de dicho recurso hídrico, por ende, contribuyendo al desarrollo y sostenibilidad de diversas actividades humanas. En efecto, su importancia radica en: suministro de agua, apoyo a la agricultura, generación de energía, control de inundaciones, navegación, transporte y entre otras.

### Figura 3

*Sección Transversal de un canal trapezoidal*



Nota. Hidráulica de tuberías y canales

### Características Hidráulicas

El canal hidráulico es fundamental en la ingeniería civil para conducir agua con diversos propósitos. Sus características físicas y ubicación influyen en su diseño y funcionamiento eficiente. Por lo tanto, comprender estas características es esencial para gestionar adecuadamente el agua y la infraestructura hidráulica.

Dentro de este contexto, daremos a conocer sus características fundamentales como geometría, diseño hidráulico, materiales de construcción, entre otros.

Los canales corresponden al tipo de obra lineal, puesto que, son obras complejas que atraviesan linealmente una amplia y diversa geografía.

Los canales pueden variar en su sección transversal para asegurar un flujo óptimo, por ende, reducir la pérdida de energía y entre otros tipos de operaciones de las estructuras hidráulicas.

La elección de los materiales para la construcción de canales depende de una serie de factores. Sin embargo, se tiene que tener en cuenta la aplicación de estos, puesto que, de esto depende la durabilidad y rendimiento óptimo.

- Los canales corresponden al tipo de obra lineal, puesto que, son obras complejas que atraviesan linealmente una amplia y diversa geografía.
- Los canales pueden tener diferentes formas de sección transversal para garantizar un flujo eficiente y minimizar pérdidas de energía.
- Los materiales utilizados en la construcción del canal pueden variar según las condiciones locales y las necesidades del proyecto.

Tipos de diseño o sección

La Autoridad Nacional del Agua (ANA, 2010) determina consideraciones más importantes en el diseño de canales es la selección adecuada de la sección transversal, que determina la forma y las dimensiones del canal. La sección transversal de un canal puede variar según una serie de factores. En este contexto, es fundamental comprender los diferentes tipos de secciones transversales disponibles para los canales. En efecto, las secciones más comunes son las siguientes:

- Secciones abiertas:
  - Sección trapezoidal
  - Sección rectangular

- Sección triangular
- Sección parabólica
- Secciones cerradas:
  - Sección circular
  - Sección parabólica

#### Criterios de diseño

Es importante considerar una serie de criterios que aseguren su funcionalidad, eficiencia y seguridad. Por lo tanto, la Autoridad Nacional del Agua (ANA, 2010) manifiesta que, se debe tener en cuenta ciertos factores, tales como: tipo de material del cuerpo del canal, coeficiente de rugosidad, velocidad máxima y mínima permitida, pendiente del canal, taludes, entre otros.

La ecuación más utilizada es la de Manning:

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

Donde:

Q= caudal (m<sup>3</sup>/s)

n = rugosidad

A = área (m<sup>2</sup>)

R = radio hidráulico (m) = Área de la sección mojada/Perímetro mojado

En el diseño de canales se deben considerar diversos elementos como caudal, sección hidráulica, materiales, topografía, geología, costos, tecnología y aspectos socioeconómicos para lograr una solución óptima.

Consideraciones ambientales y de seguridad

Las consideraciones ambientales y de seguridad son aspectos fundamentales a tener en cuenta en el diseño, construcción y operación de un canal hidráulico. A continuación, se detallan algunas de estas consideraciones:

- Control de la erosión: el diseño del canal debe estimar medidas para controlar la erosión del suelo en las márgenes y el fondo del canal. Esto puede lograrse mediante la estabilización de las márgenes con revestimientos resistentes.
- Prevención de inundaciones: el diseño del canal debe incluir medidas para prevenir inundaciones y proteger las áreas circundantes de posibles daños.

#### Mantenimiento y operación

El mantenimiento de un canal implica actividades regulares para preservar su integridad estructural y asegurar que funcione correctamente. Incluye limpieza de sedimentos y vegetación, reparación de daños estructurales.

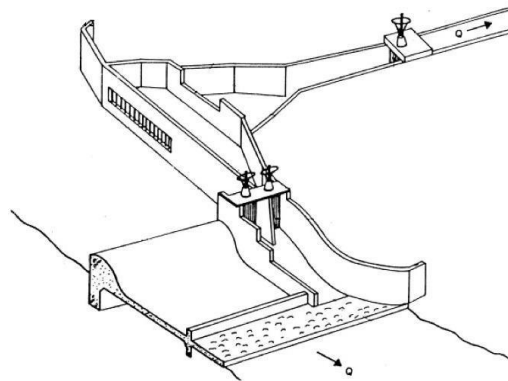
La operación del canal incluye la gestión del flujo de agua de acuerdo con las necesidades del proyecto, como la regulación del flujo para el suministro de agua potable, riego agrícola y otros fines.

#### Tomas laterales

De acuerdo con Torres (2024) las tomas laterales se definen como infraestructuras de captación superficiales, que están diseñadas para extraer agua de un río y regular su flujo hacia un sistema de canales de riego. Estas estructuras se ubican al inicio de un canal principal y su función principal es desviar el agua hacia canales laterales o sub laterales, los cuales a su vez distribuyen el agua hacia ramales específicos destinados al riego de cultivos. Para controlar el flujo de agua, las tomas laterales suelen estar equipadas con compuertas o válvulas.

## Figura 4

### *Tomas Laterales para Riego*



Nota. Tomas Laterales en Canales de Riego

### Características

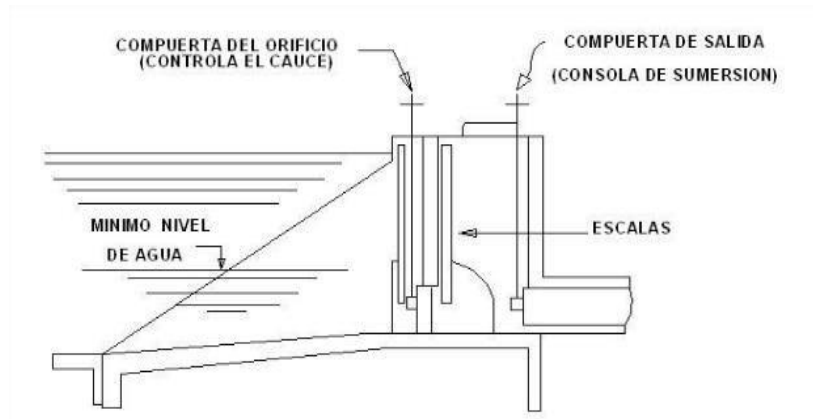
- Diseñadas para soportar los efectos de las inundaciones y reducir los inconvenientes ocasionados por la acumulación de sedimentos.
- Las tomas laterales son construcciones sólidas, comúnmente fabricadas de concreto reforzado, y suelen estar equipadas con válvulas o compuertas para eliminar cualquier sedimento que pueda acumularse.

### Tipos de diseño o sección

#### Tomas Laterales Tubulares

Según Parra (2024) las tomas tubulares son utilizadas para cuantificar el flujo de agua que fluye a través de ellas y tener mediciones precisas de caudales específicos. Por lo tanto, estas tomas se diseñan con dos juegos de compuertas, la compuerta de orificio y la compuerta de toma, separadas por una cámara de regulación.

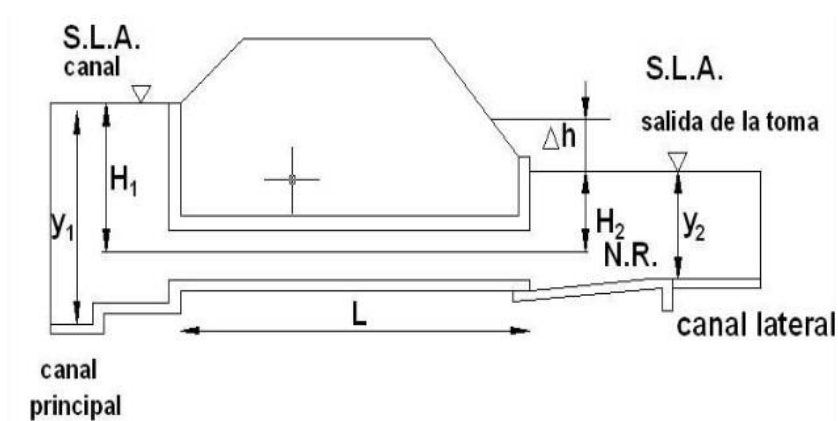
#### **Figura 5:** Toma Lateral Tubular



*Nota.* Tomas Laterales en Canales de Riego

**Figura 6**

*Toma Lateral Tubular - Pérdidas de Carga*



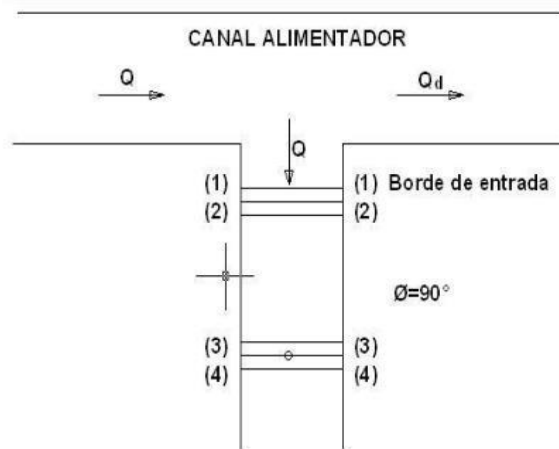
*Nota.* Tomas Laterales en Canales de Riego

Tomas Laterales No Tubulares

Según Parra (2024) están diseñadas para adaptarse a las condiciones topográficas de los canales que las alimentan y reciben el agua. Además, el dimensionamiento de estas estructuras hidráulicas se lleva a cabo mediante un estudio de las pérdidas de carga para determinar los niveles de energía necesarios.

**Figura 7**

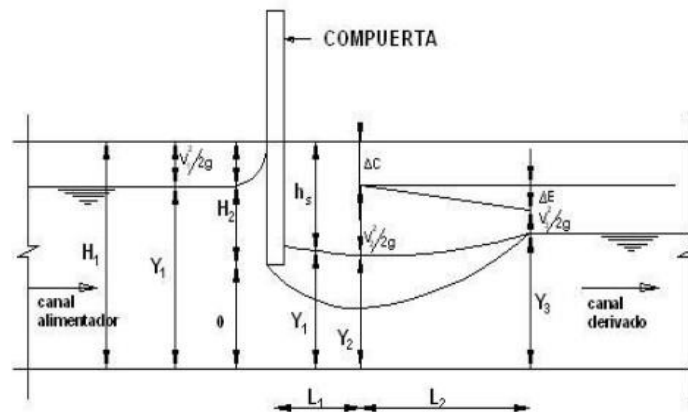
*Tomas Lateral No Tubular - Vista Planta*



Fuente: Tomas Laterales en Canales de Riego

**Figura 8**

*Tomas Lateral No Tubular - Vista Perfil*



*Nota.* Tomas Laterales en Canales de Riego

Criterios de diseño

La Autoridad Nacional del Agua (ANA, 2010), el diseño adecuado y previamente planificado puede ayudar a maximizar la eficiencia de captación y la vida útil del sistema hidráulico. Algunas de estas consideraciones son las siguientes:

- Dimensionamiento adecuado: esto implica tener en cuenta la cantidad de agua disponible en el canal, así como la capacidad de



las estructuras de toma para gestionar ese flujo sin bloqueos.

- Rejilla de entrada: las tomas laterales deben estar equipadas con dispositivos como compuertas o rejillas para controlar el flujo de agua y prevenir la entrada de sedimentos. Es importante que la rejilla se coloque en la parte superior del azud.

#### Fórmulas de diseño

#### Pérdidas de Carga

$$h = \frac{k \times v^2}{2 \times g}$$

Donde:

k = coeficiente de pérdida

v = velocidad

#### Pérdidas por Derivación

Según Ven Te Chow, este fenómeno es complicado por las diferentes variables que en él intervienen, a continuación, se presentan algunos valores del coeficiente ( $K_d$ ), para un ángulo de derivación de  $90^\circ$ :

**Tabla 1**

*Coeficiente  $K_d$  (Ven Te Chow)*

$Q - \frac{Q_0}{Q}$	0.65 a 0.75	0.75 a 0.80	0.80 a 0.85	0.85 a 0.95	0.95 a 0.98
$K_d$	0.87	0.88	0.89	0.90	0.96

$$pd = kd \frac{v^2}{2 \times g}$$

Donde:

kd = Coeficiente de pérdida por derivación

$v$  = Velocidad correspondiente al canal alimentador

### Consideraciones ambientales y de seguridad

Es fundamental diseñar las salidas de agua laterales siguiendo la normativa y criterios correspondientes de la Ingeniería Civil, para que estas causen la menor perturbación posible al hábitat acuático que las rodea, lo cual significa la instalación de dispositivos de protección, como rejillas o filtros, para garantizar que cualquier salida de agua no afecte negativamente al entorno.

### Mantenimiento y operación

El mantenimiento adecuado de las tomas laterales no solo garantiza su funcionamiento óptimo, sino que también contribuye a la protección del medio ambiente y al cumplimiento de las regulaciones y normativas ambientales y de seguridad aplicables.

## 2.3 Marco Conceptual

**Canal:** Los canales son cauces artificiales por donde se conduce el agua para darle salida o para otros usos (Villon, 2002).

**Rugosidad:** Esta depende del cauce y el talud, dado a las paredes laterales del mismo, vegetación, irregularidad y trazado del canal, radio hidráulico y obstrucciones en el canal.

**Muros de encauzamiento:** Son muros de piedra o de concreto que encauzan las aguas del río/quebrada, sirven como defensa de la ribera del río y protegen la ventana de captación.

**Desarenador:** Los desarenadores son obras hidráulicas que sirven para separar (decantar) y remover (evacuar) después, el material sólido que lleva el agua de un canal (Rocha, 2005).

**Topografía:** Es un conjunto de métodos y procedimientos a seguir para la determinación de ubicación de un punto en la superficie terrestre, empleándose herramientas y equipos. Los puntos obtenidos son representados mediante las siguientes medidas:

- Dos distancias y una elevación

- Una distancia, una elevación y una dirección

Empleándose diferentes unidades de medidas de longitud para resultados de distancias y elevaciones y para direcciones los grados sexagesimales y sus conversiones.

Caudal: “Cantidad de agua que pasa por un punto específico en un sistema hidráulico en un momento o período dado.”

Aliviadero: Son estructuras ubicadas en la pared o talud de un determinado canal, cumple la función de controlar el exceso de caudal de agua, con el objetivo de evitar desbordes con subsecuentes daños a las áreas colindantes. Su ubicación es determinada en zonas de riesgo. Su uso previene de desbordes, redirecciona el agua excedente hacia un curso natural, y protege la integridad a del canal.

Bocatomas: Estructuras hidráulicas construidas sobre un río o canal con el objeto de captar, es decir, extraer una parte o la totalidad del caudal de la corriente principal. El éxito de una obra hidráulica depende básicamente de una buena y eficaz obra de toma o captación del agua” (Rocha, 2005).

Desarenador: Es un tanque de mayor dimensión a la obra de conducción en el que las partículas en suspensión pierden velocidad y son decantadas, cayendo al fondo (Rocha, 2005).

## 2.4 Sistema de Hipótesis

Las dimensiones de las estructuras hidráulicas cumplirán los criterios técnicos de diseño para la infraestructura de irrigación de La Comunidad de Acpitan, Distrito Coyllurqui – Región Apurímac

Variable independiente:

Variable Independiente (VI): Topografía de la comunidad de Acpitan

Variable independiente:

Diseño del proyecto hidráulico y estructural para irrigación del área agrícola

Operacionalización de variables:

**Tabla 2**

*Operacionalización de las Variables*

VARIABLE INDEPENDIENTE					
VARIABLE	CONCEPTO	DIMENSIONES	INDICADORES	UND	
Topografía de la comunidad de Acpitan	La Topografía tiene como objetivo utilizar diversos métodos para representar de forma gráfica una porción de un terreno en una superficie plana.	Perfil del terreno	Caudal de Captación	Caudal	m <sup>3</sup> /s
			Perfil topográfico	Altura, longitud y pendientes	m, km
			Cuenca de estudio	Área	m <sup>2</sup>
			Registro de precipitaciones de estaciones pluviométricas.	Aforo	mm m <sup>3</sup> /s
VARIABLE DEPENDIENTE					
VARIABLES	CONCEPTO	DIMENSIONES	INDICADORES	UND	
Diseño del proyecto hidráulico y estructural para irrigación del área agrícola	Calculo y dimensionamiento o estructural de obras hidráulicas	Diseño hidráulico y estructural de estructuras como: bocatoma, canal de conducción, vertederos, etc.	Rejilla de captación	Altura	m
				Ancho	m
				Ancho del desarenador	m
			Desarenador (Dimensione)	Longitud del desarenador	m
				Profundidad del desarenador	m
				Características hidráulicas del canal de desvío (derivación)	Tirante
		Velocidad de flujo	m/s		

VARIABLE DEPENDIENTE				
VARIABLES	CONCEPTO	DIMENSIONES	INDICADORES	UND
			Régimen de flujo	Froude
			Ancho	m
		Características geométricas del canal de derivación	canal	m
			Pendiente	m/m
			Altura	m
		Barraje Hidráulico	Longitud	m
			Longitud del colchón disipador	m

### III. METODOLOGIA EMPLEADA

#### 3.1 Tipo y nivel de investigación

El presente trabajo de tesis realizado es de tipo cuantitativo, debido a que se obtiene datos de campo (topografía, caudales, área de parcelas, tipos de cultivo etc.) para luego realizar un procesamiento y análisis de los resultados considerando una estadística descriptiva.

Es de tipo aplicada porque considera la aplicación de conocimientos básicos de ingeniería para realizar diseños hidráulicos y proponer soluciones prácticas para el riego de las parcelas, como en este caso aplicado para riego.

Es de tipo descriptiva porque describe las características de relieve topográfico y demanda de agua para riego considerando evitar pérdidas por filtración, y realizando un aprovechamiento hídrico mucho más eficiente.

### 3.2 Población y muestra de estudio

Población:

Según Hernández (2018) la población se conforma de elementos con similares en características en base a tiempo, lugar y contenido (Hernández, 2018).

En este caso las Comunidades del Distrito Coyllurqui – Region Apurímac

Muestra:

Según Hernández (2018) la muestra lo constituye un subgrupo de la población del cual se determinan los datos más representativos de la zona de estudio, considerando datos de campo necesarios para realizar la propuesta mediante un diseño hidráulico de riego por aspersión.

En este caso la muestra considera Comunidad de Acpitan, Distrito Coyllurqui – Region Apurímac

### 3.3 Diseño de investigación

El tipo de diseño a utilizar es el descriptivo, siendo presentado por el diseño de una casilla, como se muestra en el gráfico, ya que se iniciará con una inspección en la zona de captación en el riachuelo Huagere, para luego aplicar el análisis hidráulico y estructural, seguido de un procedimiento analítico con la información de campo.

Donde:  $M \longrightarrow O$

M: es la muestra

O: es la variable (estructuras hidráulicas)

### 3.4 Técnicas e instrumentos de investigación

**Tabla 3***Técnicas e instrumentos de investigación*

<b>TECNICAS</b>	<b>INSTRUMENTOS</b>	<b>USOS</b>
Levantamiento Topográfico	Equipo topográfico: estación total	Recolectar información respecto al relieve del terreno en el que se encuentra involucrado el problema planteado.
Estudio Hidrológico	Registro histórico de caudales del riachuelo de determinación de caudales mediante aforos, cartas nacionales, registro de precipitaciones de estaciones climáticas aledañas del Distrito de Coyllurqui	Estimaremos los caudales que proporciona el riachuelo bajo las mayores condiciones límites posibles, estimando máxima avenida con periodo de 50 años.

**3.5 Procesamiento y análisis de datos**

Se aplicarán diferentes softwares para el desarrollo del trabajo de investigación:

- Microsoft Word: Su utilidad es para desarrollar y presentar el informe de la presente investigación.
- Microsoft Excel: Se utilizará para elaborar cuadros y hojas de cálculo.
- Análisis topográfico: Se utilizará el programa técnico de modelamiento AutoCAD Civil 3D, debido a que es una herramienta ideal para plasmar la realidad de un perfil topográfico.
- Procesamiento de los modelos hidráulicos: Los programas ideales a utilizar es Qgis, Hec HMS, WMS e Hydrognomom.
- Los resultados serán sometidos a análisis rigurosos con el objetivo de verificar que las dimensiones mínimas resultantes del cálculo

hidráulico cumplan con un desempeño eficiente no presentado fallas que conlleven complicaciones durante el funcionamiento de la estructura.



## IV. PRESENTACION DE RESULTADOS

### 4.1 Análisis e interpretación de resultados

#### Ubicación de la zona de estudio

##### Ubicación Política:

Le sector de riego los Eucaliptos tiene la siguiente ubicación Política:

Región : Apurímac  
Provincia : Contambas  
Distrito : Coyllurqui  
Comunidad Campesina: Acpitan

##### Ubicación Geográfica:

El proyecto geográficamente se encuentra comprendido entre las coordenadas

Abcisa 777908.36 E;  
Norte 8469214.61 S

Topografía : relieve accidentado con pendientes pronunciadas y Moderadas

Altitud : Entre 2376 y 4870 msnm.

#### Actividad Socio Económica Coyllurqui:

El distrito de Coyllurqui viene experimentando recientes cambios en su dinámica socio económica, influenciada probablemente por el desarrollo de la actividad minera en zonas cercanas como en las Bambas.

La presencia de esta actividad importante en sus cercanías, no solamente está permitiendo el retorno de algunas personas de las ciudades, sino también la intensificación de la actividad agrícola, lo cual se traduce en la necesidad de uso de agua.

#### Resultados topográficos

La topografía del lugar se caracteriza por presentar un relieve muy accidentado con presencia de varias quebradas.

#### Equipos y personal empleado en los trabajos de campo

##### Equipos

- 02 estaciones Totales Topcon
- GPS
- Camioneta Zuzuki Grand Vitara

##### Personal

- 02 topógrafos
- 02 ayudantes
- Chofer

#### Control planimétrico y altimétrico

La combinación de las dos perspectivas, tanto satelital como terrestre para la topografía, permite la elaboración o confección de un "plano topográfico" propiamente dicho, donde se muestra tanto la posición en planta como la elevación de cada uno de los diferentes puntos del terreno. La elevación o altitud de los diferentes puntos del terreno se representa mediante las curvas de nivel. Las curvas de nivel sirven para reproducir en el dibujo la configuración topográfica o relieve del terreno.

#### Trabajos preliminares

Consistió en la recopilación de toda la información posible como: visitas previas a la zona de proyecto, descarga de imágenes Satelitales (Google Earth Pro y Aerial Imaging). Toda esta información nos permitió hacer una planeación de los puntos claves para hacer el levantamiento.

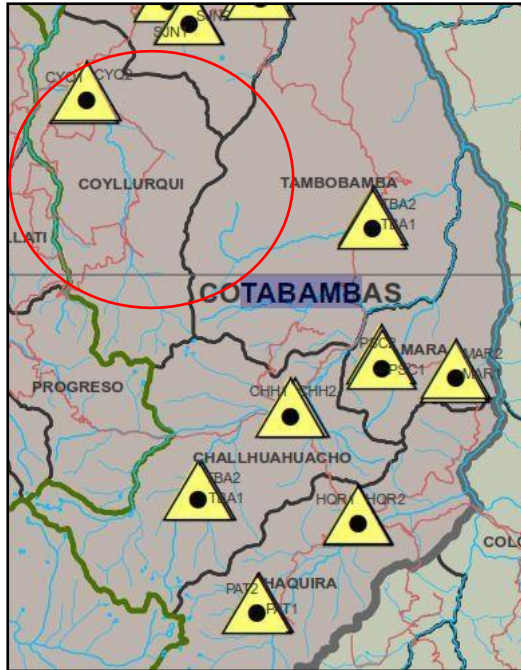
#### **Ubicación de la red de apoyo para levantamientos topográficos**

Para la Georreferenciación del proyecto de investigación se ubica el Punto Geodésico CYQ1 (IGP) ubicado en la plaza de armas del distrito de Coyllurqui y el CYQ2 (IGP) ubicado en el mirador de Santa Cruz en el distrito de Coyllurqui. Donde se procede a estacionar la Base de GPS y

estación total, del cual se realiza el Post Proceso para enlazar los puntos respectivos; y a su vez, este punto sirve de base para proceder a dejar la red de Control terrestre.

### Figura 9

*Punto Geodésico Coyllurqui CYQ1*



*Nota.* Base de GPS

#### Levantamientos Topográficos

Como se mencionó anteriormente, adicionalmente al levantamiento topográfico terrestre se hizo uso del GPS y estación total e información geoespacial.

#### Levantamiento Topográfico detallado

En base a los Hitos de Control ya registrados, se identificaron las características físicas del área del proyecto, empleando 02 brigadas topográficas para el desarrollo de los trabajos de campo, realizando las siguientes actividades:

Levantamientos topográficos detallados de la captación, alineamiento del canal de conducción, parcelas y reservorio proyectado para la comunidad

De los trabajos topográficos realizados en la zona podemos concluir lo siguiente:

- Como parte del trabajo en campo se revisó si las curvas a nivel corresponden a la topografía del terreno mediante inspección visual generadas y se verificó que las curvas de nivel reflejan la topografía real de la zona. Esto permitirá realizar el diseño de infraestructura de manera adecuada.
- El levantamiento con estación total y gps nos permitió tener dos fuentes de información que nos dieron mayor precisión al momento de procesar la información.
- Los resultados del presente trabajo pueden ser usados como base para cualquier tipo de Estudio de Ingeniería ha a realizarse posteriormente.

## Fisiografía y Climatología

### Clima

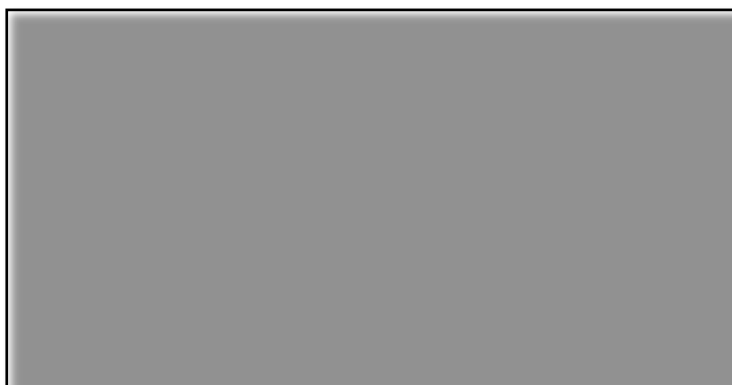
Muestra un clima que varía entre el cálido seco en los valles interandinos a frío intenso, en las partes cordilleranas. Desde luego la variabilidad climática (Microclima) está en función a su caprichosa y heterogénea orografía: cálido a templado en la zona baja, próxima a la ribera del río Vilcabamba, templado a frío, en la zona media por encima de los 3300 m.s.n.m y sumamente frío, en la zona cordillerana por encima de los 4000 m.s.n.m.

### Temperatura

Varía entre los 8 y 28 grados; promedio anual (aproximación de acuerdo a la altitud y humedad y los datos obtenidos del boletín informativo del SENAMHI) siendo las más bajas en los meses de mayo a Julio y las más altas de octubre a diciembre.

## Figura 10

*El Tiempo en Coyllurqui (Octubre 2015)*



*Nota.* página web del SENAMHI

## Fisiografía

El territorio de Coyllurqui comprende tres regiones naturales: valle interandino o quechua bajo, quechua ysuni. Tiene una superficie total de 415.96 Km<sup>2</sup>.

## Tabla 4

*Superficie y Altitud de Distritos de la Provincia de Cotabambas*

<b>Distritos</b>	<b>Superficie</b>	<b>Altitud</b>	<b>Capital</b>
Tambobamba	722.23	3250	Tambobamba
Cotabambas	331.96	3425	Cotabambas
Coyllurqui	415.96	3165	Coyllurqui
Haquira	475.45	3671	Haquira
Mara	224.17	3770	Mara
Challhuahuacho	439.96	3698	Challhuahuacho
<b>Total</b>	<b>2612.73</b>		

*Nota.* PDC COYLLURQUI al 2021

## Recursos Agua y Suelo

Hidrografía distrital

El Distrito de Coyllurqui presenta un drenaje hidrográfico orientado de sur-oriente a nor-occidente, con todos sus ríos y riachuelos convergiendo hacia la cuenca del Río Vilcabamba, que fluye hacia el río Apurímac. El distrito se divide en dos microcuencas:

o Microcuenca del río Ñahuinlla: Nace en las explanadas y bofedales de Huancuire, Pamputa y Anchapillay. Sus riachuelos (Ccayarani, Pamputa y Anchapillay) confluyen y forman el río Ñahuinlla, que recibe tributarios como el riachuelo de Huaqere y la Laguna de Ccomerccochoa.

o Microcuenca del río Pallcca: Nace en los acuíferos de Pallcca (Distrito de Progreso) y se une en Usnobamba con el río que nace en los bofedales de Sorcco y Ayahuillca.

Ambas microcuencas drenan hacia el río Vilcabamba. La Laguna de Ccomerccochoa es un cuerpo de agua importante en la parte sur-oriental del distrito, utilizado para fines consuntivos y agropecuarios.

Características clave:

- Orientación del drenaje: Sur-oriente a nor-occidente
- Cuenca principal: Río Vilcabamba
- Microcuencas: Ñahuinlla y Pallcca
- Tributarios: Riachuelos y lagunas
- Importancia de la Laguna de Ccomerccochoa

Este estudio hidrográfico es fundamental para entender la gestión de recursos hídricos en el Distrito de Coyllurqui y su relación con la cuenca del Río Apurímac.

Suelos del distrito

El Distrito Coyllurqui, tiene una extensión total de 418.95 kilómetros cuadrados; de los cuales el 19% con 80.44 kilómetros cuadrados, pertenece a tierras de labranza, el 1% con 3.35 Km<sup>2</sup> a cultivos permanentes; 65% con 62.84 Km<sup>2</sup> a pastos naturales y, el 65% de las tierras con 272.32 Km<sup>2</sup>, son de protección.

La diversidad de suelos que presenta el distrito en cuanto a su posición topográfica y características intrínsecas, determinan

potencialidades y limitaciones para su aprovechamiento, las cuales pueden ser interpretadas de acuerdo a la clasificación de uso mayor de los suelos, el uso actual y el conflicto de usos que pueda existir, en esta oportunidad nuestro análisis abarcará al uso Mayor de los suelos puesto que el uso actual amerita un estudio a más detalle que sería necesario realizarlo.

Según la clasificación que hace el INEI – 2012 en el IV Censo Agropecuario, el área del Distrito está clasificada por uso mayor de los suelos. Podemos apreciar en el siguiente cuadro.

**Tabla 5**

*Clasificación del Área por Uso Mayor de Suelo*

<b>CATEGORIA</b>	<b>AREA(ha)</b>	<b>%</b>
Superficie	4,695	11%
Pastos Naturales	27,458	63%
Montes y Bosques	159	4%
Superficies dedicadas a otros usos	11,581	26%
<b>TOTAL</b>	<b>43,893</b>	<b>100%</b>

*Nota.* INEI -IV censo nacional Agropecuario 2018

#### Cedula de Cultivos

Estos terrenos no cuentan con agua para riego, por tanto, solo se siembra en la época de lluvia primera campaña, coberturando el maíz el 90% de los terrenos, y el resto de terrenos se siembra con papa, trigo, habas u otros en menor cantidad.

**Tabla 6**

*Área de Cultivos Actual Comunidad*

CULTIVOS PRINCIPALES	TOTAL	
	AREA HAS	%
	<b>24.0</b>	<b>100</b>
- Maíz Amiláceo	17.0	70.8
- Papa	3.5	14.6
- Trigo	2.4	10.0
- Cebada y otros	1.1	4.6
Intensidad de uso de suelo frente al área propuesta	0.80	----

*Nota.* Elaboración propia

### Resultados del estudio de Mecánica de suelos

Se realizaron 4 calicatas, 2 en el eje de bocatoma, y en tramo del canal

**Tabla 7: Análisis Granulométrico C-1**

**ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN  
(ASTM D 422, D 4318, D 2487, D 2216, D 4254, D 854, D 1557)**

Proyecto **hidráulico y estructural para irrigación de área agrícola en la comunidad de Acpitan, Distrito Coyllurqui – Región Apurímac**

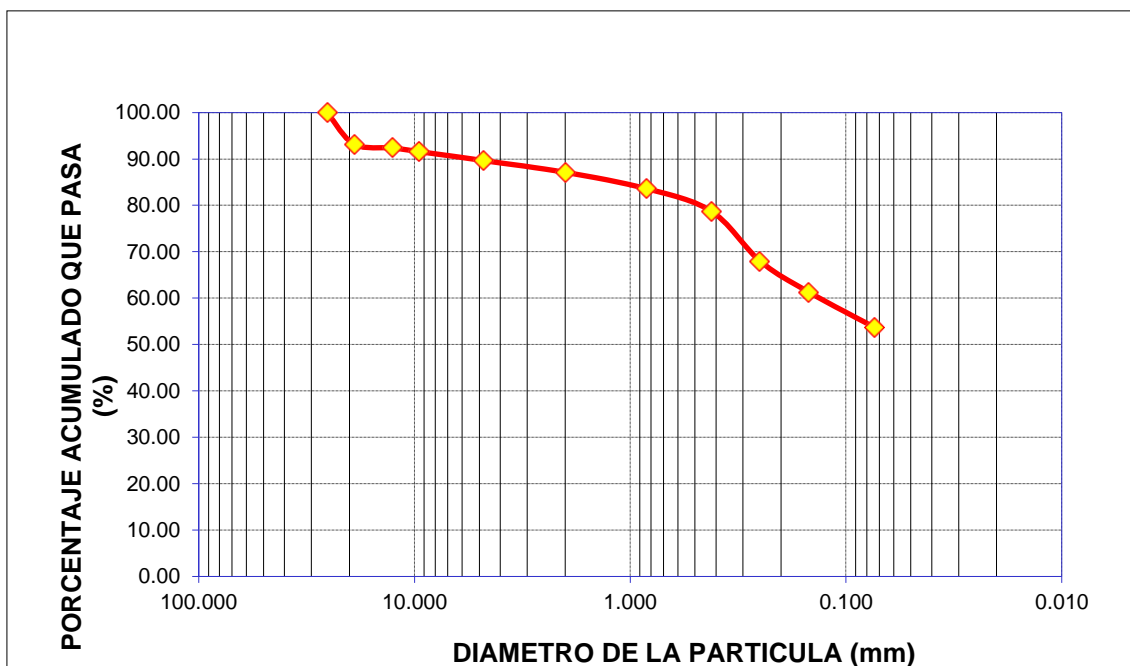
Ubicación **Eje de bocatoma**  
 Descripción : **Calicata C1**  
 Profundidad : **De 0.10m a 2.00m.**  
 Estrato : **A**

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	TAMIZAS TM	Abertura (mm)	PESO RETENIDO (gr)	% RETEN PARCIAL	% RETEN ACUMULADO	% QUE PASA	NOTAS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
		3"	76.200				
	2 1/2"	63.500					
	2"	50.800					Peso seco inicial 512.00
	1 1/2"	38.100					Peso seco lavado 239.00
	1"	25.400				100.0	Pérdida por lavado 273.00
	3/4"	19.050	35.00	6.84	6.8	93.2	
	1/2"	12.700	4.00	0.78	7.6	92.4	
	3/8"	9.525	4.00	0.78	8.4	91.6	
	1/4"	6.350					<b>ENSAYOS ESTANDAR</b>
	Nº 4	4.760	10.00	1.95	10.4	89.6	Límite Líquido 29.82
	Nº 8	2.380					Límite Plástico NP
	Nº 10	2.000	13.00	2.54	12.9	87.1	Índice de Plasticidad NP
	Nº 16	1.190					Clasificación SUCS ML
	Nº 20	0.840	18.00	3.52	16.4	83.6	Contenido de humedad
	Nº 30	0.590					Mínima Densidad (gr./cm <sup>3</sup> ) 1.382
	Nº 40	0.420	25.00	4.88	21.3	78.7	Peso Especifico de los sólidos 2.500
	Nº 50	0.297					Máxima Densidad Seca (gr./cm <sup>3</sup> )
	Nº 60	0.250	55.00	10.74	32.0	68.0	Humedad Óptima
	Nº 80	0.177					
	Nº 100	0.149	34.00	6.64	38.7	61.3	
	Nº 200	0.074	39.00	7.62	46.3	53.7	
	Fondo		2.00	0.39	46.7	53.3	
	Lavado		273.00	53.32	100.0		
	Pasa Tamiz Nº 200		275.00	53.71			



**Figura 11**

Curva granulométrica C-1



**Tabla 8**

*Limite líquido y limite plástico-C1*

**LIMITE LÍQUIDO Y PLÁSTICO**

(ASTM D 4318)

**LIMITE LIQUIDO**

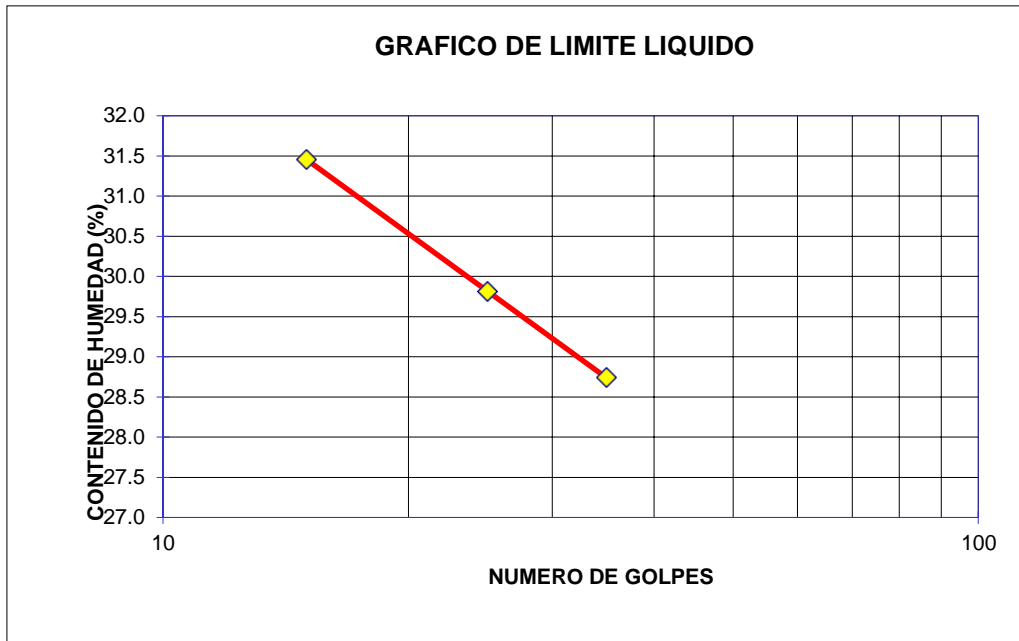
Muestra	C1 "B"	
N° tarro	41	42
T+S húmedo	43.84	41.98
T+S seco	39.63	37.85
Agua	4.21	4.13
Peso del tarro	24.98	24.72
Suelo seco	14.65	13.13
% humedad	28.7	31.5
N° golpes	35	15

**LIMITE PLASTICO**

Calicatas	C1 "B"	
N° Tarro		
T+S húmedo		
T+S seco		
Agua		
Peso del tarro	NP	NP
Suelo seco		
% humedad		

**Figura 12**

*Limite liquido C-1*



Calicata Muestra	C1 "B"
LL	29.8
LP	NP
IP	NP

**Figura 13**

*Perfil estratigráfico C-1*

CLASIFICACION SUCS		PROFUNDIDAD				DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL
SÍMBOLO	GRÁFICO	METROS	ESTRATO	DENSIDAD HÚMEDA (gr/cc)	HUMEDAD (%)	
OH		0.00	A			<b>Estrato "A":</b> - Profundidad de 0.00 a 0.10m. Material de cobertura. Suelo limoso con materia orgánica, de color marrón claro.
ML		0.10	B			<b>Estrato "B":</b> - Profundidad de 0.10 a 2.00m.  -Compuesto por material aluvial y fluvial del riachuelo: Limo arenoso inorgánico, de color marrón claro y baja plasticidad que envuelve a gravillas y gravas con tamaño máximo de 1". La matriz limosa tiene características no plásticas, una baja compresibilidad y se encuentra en estado de Compacidad : Medio a Denso. Proviene de la alteración del material denominado conglomerado y arenisca, conformado en delgados estratos superpuestos horizontalmente y cementado con sales carbonatadas. El nivel freático se encontro a 1.00 m. de la superficie del terreno.
		2.00				

**Tabla 9**

*Análisis Granulométrico C-2*

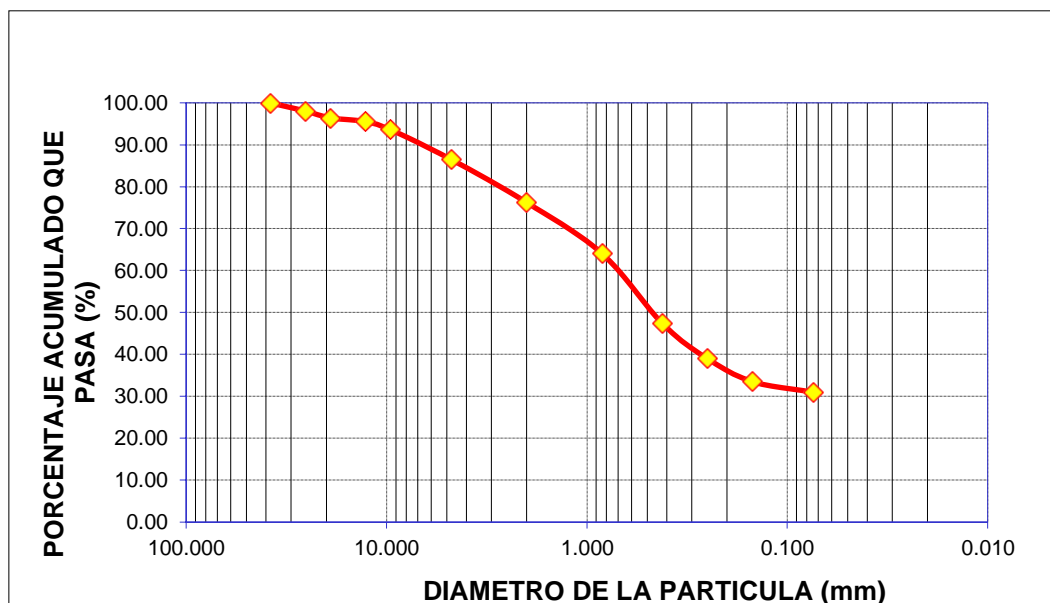
**ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN**  
(ASTM D 422, D 4318, D 2487, D 2216, D 4254, D 854, D 1557)

Proyecto **Proyecto hidráulico y estructural para irrigación de área agrícola en la comunidad de Acpitan,**  
 Ubicación **Eje de bocatoma**  
 Descripción : **Calicata C2**  
 Profundidad : **De 0.10m a 2.00m.**  
 Estrato : **B**

	TAMIZ	Ab e r t u r a	P E S O	% RETEN	% RETEN	% QUE	DATOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
	AS TM	(mm)	RETENIDO (g r	P A R C I A L	ACUMULADO	P A S A	
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	3"	76.200					<b>PESOS (gr)</b> Peso seco inicial 917.00 Peso seco lavado 635.00 Pérdida por lavado 282.00
	2 1/2"	63.500					
	2"	50.800					
	1 1/2"	38.100				100.0	
	1"	25.400	18.00	1.96	2.0	98.0	
	3/4"	19.050	15.00	1.64	3.6	96.4	
	1/2"	12.700	8.00	0.87	4.5	95.5	<b>ENSAYOS ESTANDAR</b> Límite Líquido 34.27 Límite Plástico 23.01 Índice de Plasticidad 11.26 Clasificación SUCS SC Contenido de humedad Mínima Densidad (gr./cm <sup>3</sup> ) 1.452 Peso Especifico de los sólidos 2.570 Máxima Densidad Seca (gr./cm <sup>3</sup> ) Humedad Óptima
	3/8"	9.525	18.00	1.96	6.4	93.6	
	1/4"	6.350					
	Nº 4	4.760	65.00	7.09	13.5	86.5	
	Nº 8	2.380					
	Nº 10	2.000	94.00	10.25	23.8	76.2	
	Nº 16	1.190					
	Nº 20	0.840	112.00	12.21	36.0	64.0	
	Nº 30	0.590					
	Nº 40	0.420	153.00	16.68	52.7	47.3	
	Nº 50	0.297					
	Nº 60	0.250	77.00	8.40	61.1	38.9	
	Nº 80	0.177					
	Nº 100	0.149	50.00	5.45	66.5	33.5	
Nº 200	0.074	23.00	2.51	69.0	31.0		
Fondo		2.00	0.22	69.2	30.8		
Lavado		282.00	30.75	100.0			
	Pasa Tamiz Nº 200		284.00	30.97			

**Figura 14**

*Curva granulométrica C-2*



**Tabla 10**

*Limite líquido y limite plástico-C2*

**LIMITE LÍQUIDO Y PLÁSTICO**  
(ASTM D 4318)

**LIMITE LIQUIDO**

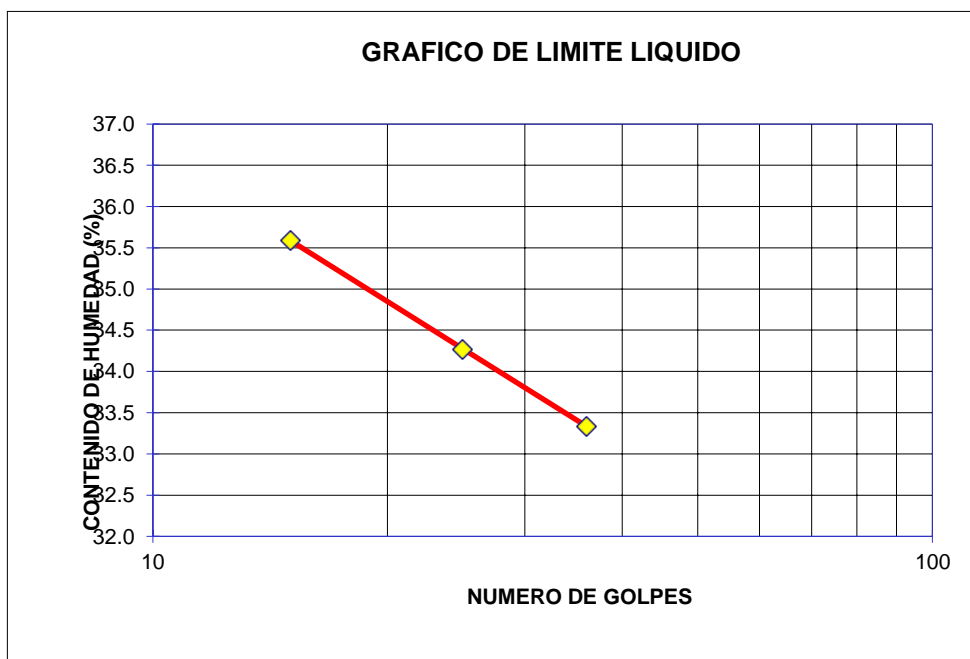
Muestra	C2 "B"	
	Nº tarro	47
T+S húmedo	43.10	41.31
T+S seco	38.45	37.05
Agua	4.65	4.26
Peso del tarro	24.50	25.08
Suelo seco	13.95	11.97
% humedad	33.3	35.6
Nº golpes	36	15

**LIMITE PLASTICO**

Calicatas	C2 "B"	
	Nº Tarro	14
T+S húmedo	9.28	9.59
T+S seco	8.25	8.50
Agua	1.03	1.09
Peso del tarro	3.69	3.85
Suelo seco	4.56	4.65
% humedad	22.6	23.4

**Figura 15**



*Limite liquido C-2*



Calicata Muestra	C2 "B"
LL	34.3
LP	23.0
IP	11.3

**Figura 16**

**Perfil estratigráfico C-2**

CLASIFICACION SUCS		PROFUNDIDAD				DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL
SÍMBOLO	GRÁFICO	METROS	ESTRATO	DENSIDAD HÚMEDA (gr/cc)	HUMEDAD (%)	
OH		0.00	A			Estrato "A": - Profundidad de 0.00 a 0.10m.: Material de cobertura. Suelo arcilloso con materia orgánica, presencia de raíces vegetales, en estado de Compacidad: Suelto y de color marrón claro.
		0.10				
SC			B			Estrato "B": - Profundidad de 0.10 a 2.00m.  - Compuesto por material alterado procedente de las areniscas y conglomerados gris rojizo que afloran marcadamente en este sector: Arena arcillosa inorgánica, de color rojizo y baja plasticidad que envuelve a algunas gravillas y gravas con tamaño máximo de 1.5". La matriz arcillosa es ligeramente plástica, tiene una baja compresibilidad y se encuentra en estado de Compacidad: Muy Denso a Rígido. Proviene de la alteración del material denominado arenisca y conglomerado, conformado en delgados estratos superpuestos horizontalmente y cementado con sales carbonatadas. El nivel freático se encontró a 0.50 m. de la superficie del terreno.
		2.00				

**Tabla 11**

**Análisis Granulométrico C-3**

**ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN**

(ASTM D 422, D 4318, D 2487, D 2216, D 4254, D 854, D 1557)

Proyecto hidráulico y estructural para irrigación de área agrícola en la comunidad de Acpitan, Distrito Coyllurqui – Región Apurímac

Proyecto

Ubicación **KM 00+300 canal**

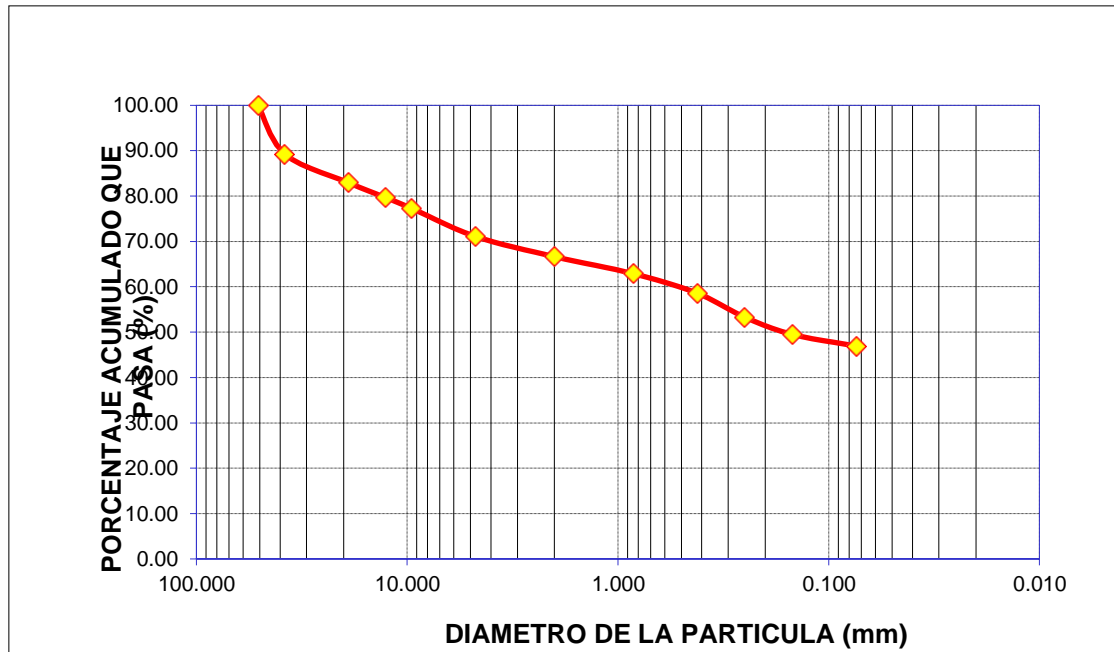
Descripción: **Calicata C3**

Profundidad: **De 0.30m a 2.00m.**

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	TAMIZ	Abertura (mm)	PESO RETENIDO (gr)	% RETEN PARCIAL	% RETEN ACUMULADO	% QUE PASA	DATOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	
								<b>PESOS (gr)</b>
	3"	76.200						
	2 1/2"	63.500						
	2"	50.800				100.0	Peso seco inicial	1004.00
	1 1/2"	38.100	108.00	10.76	10.8	89.2	Peso seco lavado	534.00
	1"	25.400					Pérdida por lavado	470.00
	3/4"	19.050	63.00	6.27	17.0	83.0		
	1/2"	12.700	33.00	3.29	20.3	79.7		
	3/8"	9.525	24.00	2.39	22.7	77.3		
	1/4"	6.350					<b>ENSAYOS ESTANDAR</b>	
	Nº 4	4.760	62.00	6.18	28.9	71.1	Límite Líquido	30.86
	Nº 8	2.380					Límite Plástico	20.70
	Nº 10	2.000	45.00	4.48	33.4	66.6	Índice de Plasticidad	10.16
	Nº 16	1.190					Clasificación SUCS	GC
	Nº 20	0.840	38.00	3.78	37.2	62.8	Contenido de humedad	
	Nº 30	0.590					Mínima Densidad (gr./cm³)	1.384
	Nº 40	0.420	43.00	4.28	41.4	58.6	Peso Especifico de los sólidos	2.550
	Nº 50	0.297					Máxima Densidad Seca (gr./cm³)	
	Nº 60	0.250	53.00	5.28	46.7	53.3	Humedad Optima	
	Nº 80	0.177						
	Nº 100	0.149	38.00	3.78	50.5	49.5		
	Nº 200	0.074	26.00	2.59	53.1	46.9		
	Fondo		1.00	0.10	53.2	46.8		
	Lavado		470.00	46.81	100.0			
	Pasa Tamiz Nº 200		471.00	46.91				

**Figura 17**

*Curva granulométrica C-3*



**Tabla 12**

*Límite líquido y límite plástico-C3*

**LÍMITE LÍQUIDO Y PLÁSTICO**  
(ASTM D 4318)

**LÍMITE LÍQUIDO**

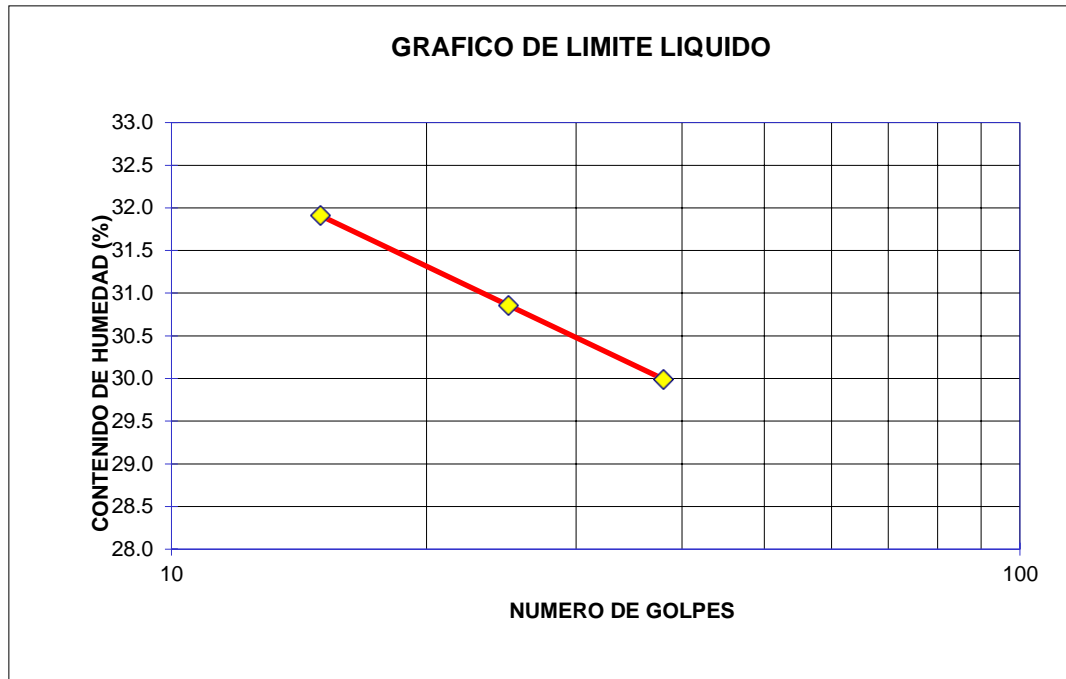
Muestra N° tarro	C3 "B"	
	53	54
T+S húmedo	43.64	43.85
T+S seco	39.21	39.30
Agua	4.43	4.55
Peso del tarro	24.44	25.04
Suelo seco	14.77	14.26
% humedad	30.0	31.9
N° golpes	38	15

**LÍMITE PLÁSTICO**

Calicatas N° Tarro	C3 "B"	
	11	12
T+S húmedo	9.41	8.99
T+S seco	8.46	8.08
Agua	0.95	0.91
Peso del tarro	3.82	3.72
Suelo seco	4.64	4.36
% humedad	20.5	20.9

**Figura 18**

*Limite liquido C-3*



<b>Calicata</b>	
<b>Muestra</b>	
LL	30.9
LP	20.7
IP	10.2

**Figura 19**

*Perfil estratigráfico C-3*

CLASIFICACION SUCS		PROFUNDIDAD				DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL
SIMBOLO	GRÁFICO	METROS	ESTRATO	DENSIDAD HUMEDA (gr/cc)	HUMEDAD (%)	
OH	[Patrón de líneas diagonales]	0.00 0.30	A			<b>Estrato "A":</b> - Profundidad de 0.00 a 0.30m.: Material de cobertura. Suelo limoso con materia orgánica, presencia de raíces vegetales, en estado de Compacidad: Suelto y de color marrón claro.
GC	[Patrón de puntos]	2.00	B			<b>Estrato "B":</b> - Profundidad de 0.30 a 2.00m.  - Compuesto por material coluvial cementado procedente de las areniscas y conglomerados: Grava - arcillosa inorgánica, de color marrón claro a rojizo y baja plasticidad que envuelve a gravas y gravillas con tamaño máximo hasta de 3". La matriz arcillosa es ligeramente plástica, tiene una baja compresibilidad y se encuentra en estado de Compacidad : Medio. Proviene de la alteración y redeposición del material denominado conglomerado y areniscas.

**Tabla 13**

*Análisis Granulométrico C-4*

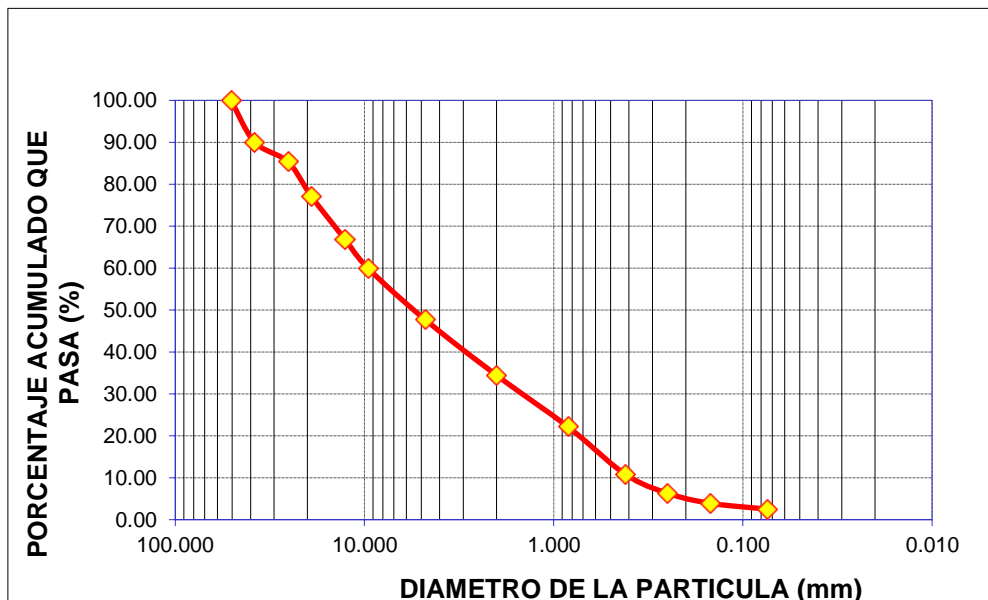
**ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN**  
(ASTM D 422, D 4318, D 2487, D 2216, D 4254, D 854, D 1557)

Proyecto **Proyecto hidráulico y estructural para irrigación de área agrícola en la comunidad**  
Ubicación **KM 00+800 canal**  
Descripción: **Calicata C4**  
Profundidad: **De 0.30m a 2.00m.**

TAMIZ AS TM	Abe rtura (mm)	PES O RETENIDO (g r	% RETEN P ARCIAL	% RETEN ACUMULADO	% QUE PAS A	DATOS
3"	76.200					
2 1/2"	63.500					
2"	50.800					1
1 1/2"	38.100	105.00	10.00	10.0		
1"	25.400	49.00	4.67	14.7		
3/4"	19.050	87.00	8.29	23.0		
1/2"	12.700	107.00	10.19			
3/8"	9.525	74.00	7.05			
1/4"	6.350					
Nº 4	4.760	128.00	12.1			
Nº 8	2.380					
Nº 10	2.000	139.00				
Nº 16	1.190					
Nº 20	0.840	129				
Nº 30	0.590					
Nº 40	0.420					
Nº 50	0.297					
Nº 60	0.					
Nº 80						
Nº 100						
Nº 200						
F						

**Figura 20**

*Curva granulométrica C-4*





**Tabla 14**

*Limite líquido y limite plástico-C4*

**LIMITE LÍQUIDO Y PLÁSTICO**  
(ASTM D 4318)

**LIMITE LIQUIDO**

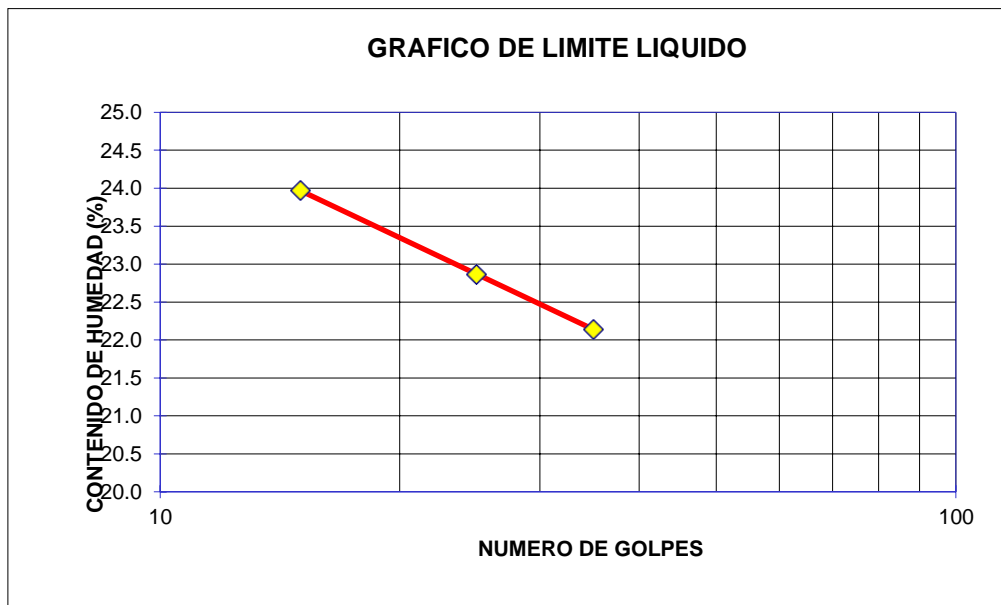
Muestra N° tarro	C4 "B"	
	55	56
T+S húmedo	39.46	40.52
T+S seco	36.75	37.50
Agua	2.71	3.02
Peso del tarro	24.51	24.90
Suelo seco	12.24	12.60
% humedad	22.1	24.0
N° golpes	35	15

**LIMITE PLÁSTICO**

Calicatas N° Tarro	C4 "B"	
	T+S húmedo	
T+S seco		
Agua		
Peso del tarro	NP	NP
Suelo seco		
% humedad		

**Figura 21**



*Limite liquido C-4*



Calicata Muestra	C4 "B"
LL	22.9
LP	NP
IP	NP

**Figura 22**

*Perfil estratigráfico C-4*

CLASIFICACION SUCS		PROFUNDIDAD				DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL
SÍMBOLO	GRÁFICO	METROS	ESTRATO	DENSIDAD HUMEDA (gr/cc)	HUMEDAD (%)	
OH		0.00	A			<b>Estrato "A":</b> - Profundidad de 0.00 a 0.30m.: Material de cobertura. Suelo limoso con materia orgánica, presencia de raíces vegetales, en estado de Compacidad: Suelto y de color marrón claro.
		0.30				
GP			B			<b>Estrato "B":</b> - Profundidad de 0.30 a 2.00m.  - Compuesto por material alterado superficialmente y coluvial cementado: Grava arenosa pobremente graduada, de color gris claro y baja plasticidad que envuelve a gravillas y gravas con tamaño máximo hasta de 2". La matriz arenosa muy limpia es de características no plásticas, tiene una baja compresibilidad y se encuentra en estado de Compacidad : Muy Denso. Proviene de la alteración del material denominado conglomerado, conformado en delgados estratos superpuestos horizontalmente y cementado con sales carbonatadas.
		2.00				

**Planteamiento Hidráulico**

Las estructuras que se adaptan para este diseño de abastecimiento de agua para riego son mediante la captación de agua de riego del riachuelo Huagere, con su barraje y muro de encauzamiento. Luego para el diseño de un desarenador para controlar el material que pueda ingresar por el flujo turbulento. Para la conducción del agua se considera un canal de sección rectangular de 1560 m inicialmente de concreto con tomas laterales para el riego de las parcelas de los usuarios.

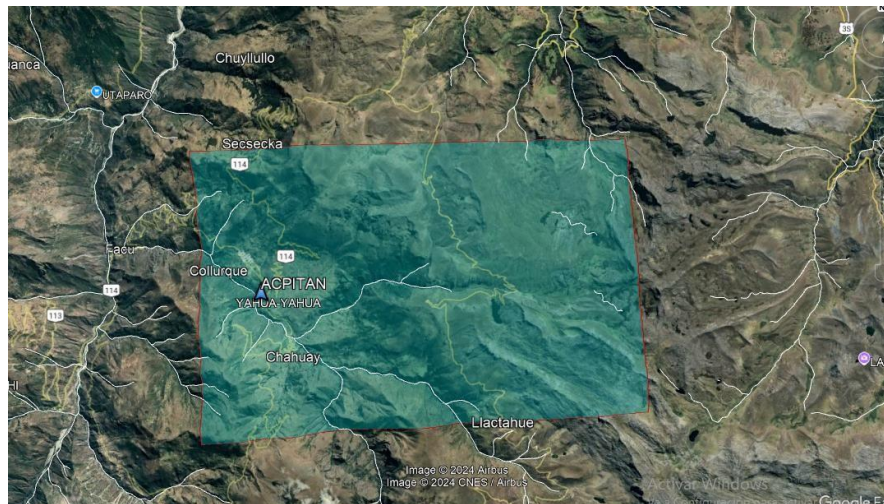
**Determinación del caudal máximo**

Para el diseño de la bocatoma se es necesario determinar el caudal máximo de diseño de tomando en cuenta el periodo de retorno, para lo cual, se toman datos provenientes de pluviómetros para el registro de precipitaciones, asimismo, se debe tener consideraciones la delimitación de la cuenca, características y dimensiones.

Una forma factible de obtener datos de precipitaciones hidrológicas es mediante la plataforma del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología SENAMHI.

**Figura 23**

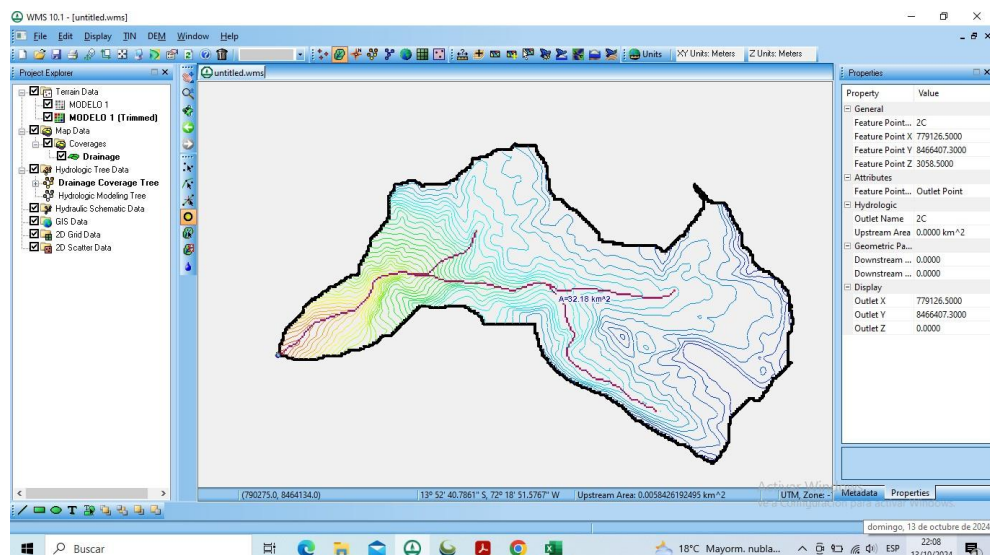
*Area de estudio*



Fuente: Google Earth

**Figura 24**

*Delimitación de cuenca*



*Nota.* Delimitación de cuenca mediante el software de simulación y modelado de cuencas hidrográficas WMS.

## Parámetros de cuenca

**Tabla 15**

### Tamaño y orden de cuenca

#### Parámetros físicos - morfometría

Descripción	Tamaño de la Cuenca (km <sup>2</sup> )		Orden
Muy pequeña	0	25	1° Orden
Pequeña	25	250	2° Orden
Intermedia pequeña	250	500	3° Orden
Intermedia - grande	500	2500	4° Orden
grande	2500	5000	5° Orden
Muy grande	5000	10000000000	6° Orden

*Nota.* Descripción de tamaño y orden de cuenca

La tabla 15 indica el tamaño de cuenca en km<sup>2</sup> y su número de orden; según la información obtenida mediante el software WMS, se determina que la cuenca tiene un área de 32.18 km<sup>2</sup> siendo descrita como pequeña y de segundo orden 2°orden.

**Tabla 16**

### Uso de tierra según grupo hidrológico del suelo

Uso del suelo o Cubierta	Tratamiento o práctica	Condición hidrológica	Grupo de suelo Hidrológico			
			A	B	C	D
Barbecho	Surco recto	Mala	77	86	91	94
Cultivos en surcos	Surco recto	Mala	72	81	88	91
	Surco recto	Buena	67	78	4.48*2.4/48	89
	En contorno	Mala	70	79	84	88
	En contorno	Buena	65	75	82	86
	En contorno y terracedo	Mala	66	74	80	82
	En contorno y terracedo	Buena	62	71	78	81
Granos pequeños	Surco recto	Mala	65	76	84	88
	Surco recto	Buena	63	75	83	87
	En contorno	Mala	63	74	82	85
	En contorno	Buena	61	73	81	84
	En contorno y terracedo	Mala	61	72	79	82
	En contorno y terracedo	Buena	59	70	78	81
Leguminosas de siembra densa o praderas de rotación	Surco recto	Mala	66	77	85	89
	Surco recto	Buena	58	72	81	85
	En contorno	Mala	64	75	83	85
	En contorno	Buena	55	69	78	83
	En contorno y terracedo	Mala	63	73	80	83
	En contorno y terracedo	Buena	51	67	76	80
Praderas o pastizales		Mala	68	79	86	89
		Aceptable	49	69	79	84
		Buena	39	61	74	80
	En contorno	Mala	47	67	81	88
	En contorno	Aceptable	25	59	75	83
	En contorno	Buena	6	35	70	79
Praderas (permanente)		Buena	30	58	71	78
Bosques (en predios agrícolas)		Mala	45	66	77	83
		Aceptable	36	60	73	79
		Buena	25	55	70	77
Parques, patios			59	74	82	86

La Tabla 16 indica los valores del uso de tierra según grupo hidrológico del suelo. Se determina valores dependiendo de las capacidades de

producir escorrentía en terrenos verticales, para el presente caso el uso del suelo es praderas o pastizales perteneciente el grupo de suelo hidrología A. obteniendo el número de curva NC=68.

**Tabla 17**

*Factor de forma*

Factor de forma (valores aproximados)	Forma de la cuenca
<0.22	Muy alargada
0.22 a 0.30	Alargada
0.30 a 0.37	Ligeramente alargada
0.37 a 0.45	Ni alargada ni ensanchada
0.45 a 0.60	Ligeramente ensanchada
0.60 a 0.80	Ensanchada
0.80 a 1.20	Muy ensanchada
>1.20	Rodeando el desagüe

*Nota.* Fuente: Perez, 1979

**Tabla 18**

*Parámetros geomorfológicos de la cuenca hidrográfica.*

CUENCA HIDROGRAFICA - PARAMETROS GEOMORFOLOGICOS					
TIPO	PARAMETRO		SIMBOLO	DATOS	UNIDAD
P. Básicos	Área (km <sup>2</sup> )		A	32.18	km <sup>2</sup>
	Tamaño			Pequeña	
	Perímetro		P	41.26	km
	Coeficiente de compacidad o índice de Gravelius		Kc	2.04	
P. Forma	Rectángulo	equivalente	L	18.93	km
	longitud mayor				
	Rectángulo	equivalente	I	1.70	km
	longitud menor				
	Factor de forma		Ks	0.040237152	km
	Altitud	Máxima del cauce principal		4611.25	msnm
P. Red Hidrográfica	Altitud	Mínima del cauce principal		3045.00	msnm
	Longitud del cauce principal		Lcp	28.28	km
	Pendiente del cauce principal		Scp	37.93%	%
	Tiempo de concentración (Kirpich)		tc	1.26	hr

En la tabla 18 se aprecian los datos obtenidos de las características geomorfológicas de la cuenca hidrográfica, mediante el uso de programas de sistemas de modelación geografía y modelamiento hidrológico: Qgis y Hec-Hms.

**Tabla 19**

*Precipitación máxima en 24 hrs (mm)*

*Nota.* Se presenta el registro de precipitación de 24 horas para la estación pluviométrica de Abancay – curahuasi en los últimos 15 años.

En la tabla 19 se precisan datos de precipitación máxima de 24hrs de la estación pluviométrica de Abancay curahuasi desde el año 1996 hasta el 2010; siendo un tiempo de 15 años.

Análisis de datos dudosos.

**Tabla 20**

*Prueba de datos dudosos. Logaritmo de precipitación máxima 24hr*

Año	Pmax24	Log(P24hr)
1996	227.0	2.36
1997	205.0	2.31
1998	280.0	2.45
1999	177.0	2.25
2000	234.0	2.37
2001	294.0	2.47
2002	260.0	2.41
2003	226.0	2.35
2004	256.0	2.41
2005	210.0	2.32
2006	210.0	2.32
2007	216.0	2.33
2008	205.0	2.31
2009	237.0	2.37
2010	229.0	2.36

En la tabla 20 se tiene los valores de precipitación máxima de 24hrs Pmax24 de cada año, en un periodo de 15 años, aplicando logaritmo base 10 para aplicarlos en los parámetros estadísticos.

**Tabla 21**

*Valores  $K_n$  para prueba de datos dudosos*

Valores $K_n$ para la prueba de datos dudosos							
Tamaño de muestra $n$	$K_n$	Tamaño de muestra $n$	$K_n$	Tamaño de muestra $n$	$K_n$	Tamaño de muestra $n$	$K_n$
10	2.036	24	2.467	38	2.661	60	2.837
11	2.088	25	2.486	39	2.671	65	2.866
12	2.134	26	2.502	40	2.682	70	2.893
13	2.175	27	2.519	41	2.692	75	2.917
14	2.213	28	2.534	42	2.700	80	2.940
15	2.247	29	2.549	43	2.710	85	2.961
16	2.279	30	2.563	44	2.719	90	2.981
17	2.309	31	2.577	45	2.727	95	3.000
18	2.335	32	2.591	46	2.736	100	3.017
19	2.361	33	2.604	47	2.744	110	3.049
20	2.385	34	2.616	48	2.753	120	3.078
21	2.408	35	2.628	49	2.760	130	3.104
22	2.429	36	2.639	50	2.768	140	3.129
23	2.448	37	2.650	55	2.804		

*Fuente:* U. S. Water Resources Council, 1981. Esta tabla contiene valores de  $K_n$  de un lado con un nivel de significancia del 10% para la distribución normal.

*Nota.* Los valores  $K_n$  para prueba de datos dudosos dependen del tamaño de la muestra

La tabla 21 establece valores de  $K_n$  para prueba de datos dudosos con un nivel de significancia del 10% de la información. Tales valores son utilizados para la detección de datos dudosos.

### Figura 25

#### Coeficiente de sesgo

<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Si la asimetría de estación es mayor que +0.4, se consideran primero las pruebas para detectar datos dudosos altos.</li> </ul>	Coeficiente de Sesgo: 1.2387
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Si la asimetría de estación es menor que -0.4, primero se consideran pruebas para detectar datos dudosos bajos</li> </ul>	Coeficiente de Sesgo: -1.4832
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cuando la asimetría de la estación esta entre -0.4 y +0.4, deben aplicarse pruebas para detectar datos dudosos altos y bajos antes de eliminar cualquier dato dudoso del conjunto de datos</li> </ul>	Coeficiente de Sesgo: 0.3890

### Tabla 22

#### Parámetros estadísticos

PARÁMETROS ESTADÍSTICOS	P24hr	Log(P24hr)
Número de datos (N)	15.00	15.000
Sumatoria	3466.00	35.403
Valor Máximo	294.00	2.468
Valor Mínimo	177.00	2.248
Media:	231.07	2.360
Varianza:	950.07	0.003
Desviación Estándar:	30.82	0.057
Coeficiente Variación:	0.13	0.024
Coeficiente de Sesgo:	0.54	0.1912
Se Considera:	<b>Aplicar pruebas para detectar datos dudosos altos y bajos</b>	



$n = 15.00$   
 $K_n = 2.247$   
 $K_n$ : Valor recomendado, varía según el valor de  $n$   
 (significancia: 10%)

Umbral de datos dudosos altos ( $x_H$ : unidad. Logarítmicas)

$$x_H = \bar{x} + k_n \cdot S \quad x_H = 2.49 \quad \text{Aplicamos}$$

Precipitación máxima aceptada

$$PH = 10^{x_H} \quad PH = 308.07 \text{ mm}$$

**NO EXISTEN DATOS DUDOSOS ALTO DE LA MUESTRA**

Umbral de datos dudosos bajos ( $x_L$ : unidad. Logarítmicas)

$$x_L = \bar{x} - k_n \cdot S \quad x_L = 2.23$$

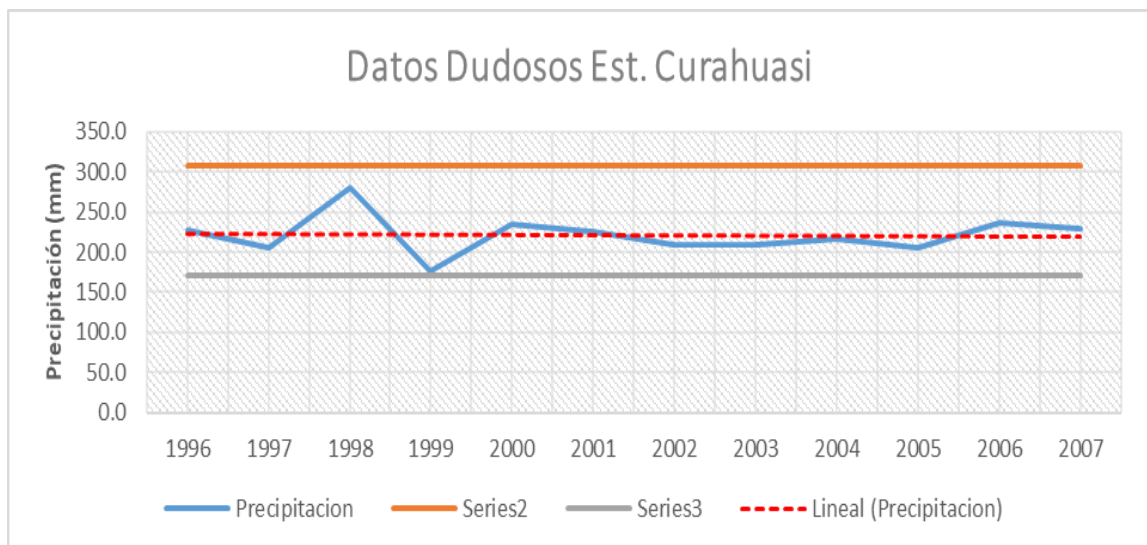
Precipitación mínima aceptada

$$PL = 10^{x_L} \quad PL = 170.51 \text{ mm}$$

**NO EXISTEN DATOS DUDOSOS MÍNIMO DE LA MUESTRA**

**Figura 26**

*Test de datos dudosos de precipitación máx. 24 hrs.*



No se presentan datos dudosos altos ni mínimos en la muestra, no evidenciando resultados atípicos.

Análisis de datos estadístico hidrológicos

**Tabla 23**

*Valores ajustados*

<b>AÑO</b>	<b>PP MAX. 24H</b>	<b>PP MAX. 24H - AJUSTADA</b>
1996	227	256.51
1997	205	231.65
1998	280	316.40
1999	177	200.01
2000	234	264.42
2001	326	368.38
2002	260	293.80
2003	226	255.38
2004	256	289.28
2005	210	237.30
2006	210	237.30
2007	216	244.08
2008	205	231.65
2009	237	267.81
2010	229	258.77
<b>Promedio</b>	233.20	263.52
<b>Desv. Est.</b>	36.14	40.84
<b>Coef. Ast.</b>	6.02	6.81
<b>N</b>	<b>15</b>	<b>15</b>

Se aprecia la precipitación máxima de 24 horas de duración por un factor de corrección de 1,13.

La Organización Meteorológica Mundial, en su guía de prácticas hidrológicas, explica que estudios de miles de años - estaciones de datos pluviométricos indican que, al multiplicar las cantidades máximas anuales de lluvia diaria u horaria, para un solo intervalo fijo de observaciones de una a 24 horas por el factor 1.13, se producirán valores que aproximan mucho a los que se obtendrán de un análisis de los máximos reales. Se

requieren ajustes menores cuando las cantidades máximos observados se determinan a partir de dos o más intervalos de observación fija.

**Tabla 24**

*Numero de intervalos OMM*

Número de intervalo de Observación	Relación
1	1.13
2	1.04
3´- 4	1.03
5´- 8	1.02
9´- 24	1.01

*Nota.* Se utiliza el factor de corrección de 1.13 según OMM

**Tabla 25**

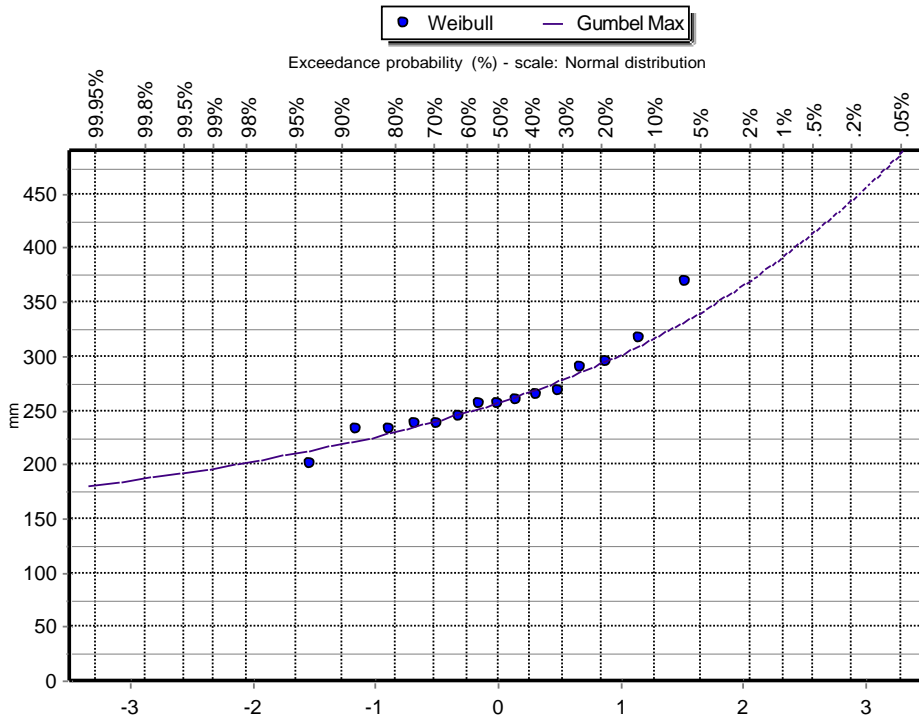
*Prueba de bondad de ajuste*

Kolmogorov-Smirnov test for:All data	a=1%	a=5%	a=10%	Attained a	DMax	T=50 AÑOS
Normal	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	81.63%	0.14563	347.385
Normal (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	82.42%	0.14424	344.687
LogNormal	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	95.23%	0.11531	357.320
Galton	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	99.12%	0.09459	369.519
Exponential	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	95.74%	0.11352	382.435
Exponential (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	92.51%	0.12334	393.384
Gamma	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	91.69%	0.12544	354.006
Pearson III	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	97.87%	0.10405	370.549
Log Pearson III	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	99.15%	0.09428	371.865
EV1-Max (Gumbel)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	99.32%	0.09222	369.419
EV2-Max	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	99.98%	0.06974	375.778
EV1-Min (Gumbel)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	39.72%	0.21348	325.351
EV3-Min (Weibull)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	58.21%	0.18253	334.758
GEV-Max	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	99.41%	0.09093	369.963
GEV-Min	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	95.35%	0.11491	370.912
Pareto	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	3.10%	0.35464	372.593
GEV-Max (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	99.21%	0.09352	383.377
GEV-Min (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	93.28%	0.12126	376.888
EV1-Max (Gumbel, L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	99.03%	0.0955	370.473
EV2-Max (L-Momments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	99.24%	0.09321	384.422
EV1-Min (Gumbel, L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	39.48%	0.21393	325.967
EV3-Min (Weibull, L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	58.34%	0.18232	333.326
Pareto (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	7.16%	0.31508	372.315
GEV-Max (kappa specified)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	99.91%	0.07763	376.978
GEV-Min (kappa specified)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	60.98%	0.17825	336.712
GEV-Max (kappa specified, L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	99.36%	0.09174	388.466
GEV-Min (kappa specified, L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	61.76%	0.17704	334.669

*Nota.* Utilizando el programa hydrognomon se realiza el análisis estadístico hidrológico.

**Figura 27**

*Gráfico Gumbel Max - hydrognomon*



Se puede observar que el gráfico Gumbel Max donde se muestra que la curva se ajusta a los datos.

Según análisis realizados en el programa hydrognomon se determina que la distribución que más se ajusta es la gráfica de Gumbel Max presentando un Dmax menor.

**Tabla 26**

*Periodo de retorno.*

PERIDO RETORNO	PP max
25	347.01
50	369.419
100	391.659

La Tabla 26 presenta valores de precipitaciones máximas para diferentes periodos de retorno: 25, 50 y 100 años respectivamente.

**Tabla 27***Numero de curva según grupo hidrológico y uso de suelo*

AREA	PORCENTAJE DE AREA	GRUPO HIDROLOGICO	NUMERO DE CURVA (CN)
32.18 KM2	100%	A	68

Siguiendo lo indicado en la Tabla 16 se determina el valor del número de curva con base al grupo hidrológico y uso de suelo obteniendo valor de 68 para el numero de curva.

#### Hietograma

Obtención de hietograma por el método del bloque alterno, para lo cual emplearemos las curvas IDF por Dick y Peshke.

**Tabla 28***Distribución de probabilidades pluviométricas mediante Gumbel*

Nº	Año	Precipitación (mm)	
		<i>xi</i>	$(xi - x)^2$
1	1996	227.00	38.44
2	1997	205.00	795.24
3	1998	280.00	2190.24
4	1999	177.00	3158.44
5	2000	234.00	0.64
6	2001	326.00	8611.84
7	2002	260.00	718.24
8	2003	226.00	51.84
9	2004	256.00	519.84
10	2005	210.00	538.24
11	2006	210.00	538.24
12	2007	216.00	295.84
13	2008	205.00	795.24
14	2009	237.00	14.44
15	2010	229.00	17.64
<b>TOTAL</b>		<b>3498.0</b>	<b>18284.4</b>

Se aprecia la distribución de probabilidad mediante el método de Gumbel

**Tabla 29**

*Distribuciones diarias probables para distintas frecuencias*

<b>Periodo</b>	<b>Variable</b>	<b>Precip.</b>	<b>Prob. de</b>	<b>Corrección</b>
<b>Retorno</b>	<b>Reducida</b>	<b>(mm)</b>	<b>ocurrencia</b>	<b>intervalo fijo</b>
<b>Años</b>	<b>YT</b>	<b>XT'(mm)</b>	<b>F(xT)</b>	<b>XT (mm)</b>
2	0.3665	227.2634	0.5000	256.81
5	1.4999	259.2005	0.8000	292.90
10	2.2504	280.3456	0.9000	316.79
25	3.1985	307.0626	0.9600	346.98
50	3.9019	326.8827	0.9800	369.38
100	4.6001	346.5566	0.9900	391.61
200	5.2958	366.1586	0.9950	413.76
500	6.2136	392.0197	0.9980	442.98
1000	6.9073	411.5650	0.9990	465.07

*Nota.* Distribución diaria probable diferentes periodos de retorno.

De la Tabla 28 se aprecian el Cálculo de las Precipitaciones Diarias Máximas Probables para distintas frecuencias mediante el método de Gumbel para periodos de retorno desde los 2 hasta 1000 años.

**Tabla 30**

*Modelo Dick Peshke*

Duración (Minutos)	Precipitación en 24 horas (mm)								
	256.81	292.90	316.79	346.98	369.38	391.61	413.76	442.98	465.07
	Periodo de Retorno (Años)								
	2	5	10	25	50	100	200	500	1000
	Precipitación (mm)								
5	62.34	71.10	76.90	84.23	89.66	95.06	100.44	107.53	112.89
10	74.13	84.55	91.45	100.16	106.63	113.05	119.44	127.88	134.25
15	82.04	93.57	101.21	110.85	118.01	125.11	132.18	141.52	148.58
20	88.16	100.55	108.75	119.12	126.81	134.44	142.04	152.07	159.66
25	93.22	106.32	114.99	125.95	134.08	142.15	150.19	160.80	168.82
30	97.57	111.28	120.35	131.82	140.33	148.78	157.19	168.30	176.69
35	101.40	115.65	125.08	137.00	145.85	154.62	163.37	174.91	183.63
40	104.84	119.57	129.33	141.65	150.80	159.87	168.92	180.85	189.86
45	107.97	123.15	133.19	145.89	155.30	164.65	173.96	186.25	195.54
50	110.86	126.43	136.75	149.78	159.45	169.05	178.61	191.22	200.76
55	113.53	129.48	140.05	153.39	163.29	173.12	182.91	195.83	205.60
60	116.03	132.33	143.13	156.77	166.89	176.93	186.94	200.14	210.12
120	137.98	157.37	170.21	186.43	198.46	210.41	222.31	238.01	249.87
180	152.70	174.16	188.36	206.32	219.63	232.85	246.02	263.40	276.53
240	164.09	187.14	202.41	221.70	236.01	250.22	264.37	283.04	297.15
300	173.50	197.88	214.02	234.42	249.55	264.57	279.54	299.28	314.20
360	181.59	207.11	224.00	245.35	261.19	276.91	292.57	313.24	328.85
420	188.73	215.25	232.81	254.99	271.45	287.79	304.07	325.54	341.77
480	195.13	222.55	240.71	263.65	280.67	297.56	314.39	336.59	353.38
540	200.96	229.20	247.90	271.53	289.05	306.45	323.78	346.65	363.94
600	206.33	235.32	254.52	278.77	296.77	314.63	332.43	355.90	373.65
660	211.30	241.00	260.66	285.50	303.92	322.22	340.44	364.49	382.66
720	215.95	246.30	266.39	291.77	310.61	329.30	347.93	372.50	391.07
780	220.31	251.27	271.77	297.67	316.89	335.96	354.96	380.03	398.98
840	224.43	255.97	276.85	303.24	322.81	342.24	361.60	387.14	406.44
900	228.34	260.43	281.67	308.51	328.43	348.20	367.89	393.87	413.51
960	232.05	264.66	286.25	313.53	333.77	353.86	373.87	400.28	420.24
1020	235.60	268.70	290.62	318.32	338.87	359.26	379.58	406.39	426.65
1080	238.99	272.57	294.81	322.90	343.74	364.43	385.05	412.24	432.79
1140	242.24	276.28	298.82	327.30	348.42	369.39	390.29	417.85	438.68
1200	245.36	279.85	302.68	331.52	352.92	374.16	395.32	423.24	444.35
1260	248.38	283.28	306.39	335.59	357.25	378.75	400.17	428.44	449.80
1320	251.28	286.59	309.97	339.51	361.43	383.18	404.86	433.45	455.06
1380	254.09	289.80	313.44	343.31	365.47	387.46	409.38	438.29	460.15
<b>1440</b>	<b>256.81</b>	<b>292.90</b>	<b>316.79</b>	<b>346.98</b>	<b>369.38</b>	<b>391.61</b>	<b>413.76</b>	<b>442.98</b>	<b>465.07</b>

Se aprecia la distribución precipitación de 24hrs para diferentes periodos de retorno por el modelo Dick Peshke

$$P_D = P_{24h} \times \left(\frac{D}{1440}\right)^{0.25}$$

$P_D$  = precipitación máxima de duración  $D$ , en mm

$P_{24h}$  = precipitación máxima de 24 horas, en mm

$D$  = duración de la precipitación, en horas

De la tabla 30 indica que mediante el modelo Dick Peshke se calcula la precipitación máxima de 24hrs representado en minutos para diferentes periodos de retorno. Para lo cual se emplean datos como precipitación máxima horaria de 24hr y la duración de precipitación.

**Tabla 31**

*Intensidad de precipitación*

Duracion (Horas)	Duracion (min)	Periodo de Retorno (Años)								
		2.00	5.00	10.00	25.00	50.00	100.00	200.00	500.00	1000.00
<b>Intensidad (mm/hr)</b>										
0.083	5	748.07	853.19	922.80	1010.74	1075.98	1140.74	1205.26	1290.39	1354.72
0.167	10	444.80	507.31	548.70	600.99	639.78	678.29	716.65	767.27	805.52
0.250	15	328.17	374.29	404.82	443.40	472.02	500.43	528.74	566.08	594.30
0.333	20	264.48	301.65	326.26	357.35	380.42	403.31	426.12	456.22	478.97
0.417	25	223.72	255.16	275.98	302.28	321.79	341.16	360.46	385.92	405.16
0.500	30	195.13	222.55	240.71	263.65	280.67	297.56	314.39	336.59	353.38
0.583	35	173.83	198.25	214.43	234.86	250.02	265.07	280.06	299.84	314.79
0.667	40	157.26	179.36	193.99	212.48	226.20	239.81	253.37	271.27	284.80
0.750	45	143.97	164.20	177.59	194.52	207.07	219.54	231.95	248.33	260.72
0.833	50	133.03	151.72	164.10	179.74	191.34	202.85	214.33	229.47	240.91
0.917	55	123.85	141.25	152.78	167.34	178.14	188.86	199.54	213.64	224.29
1.000	60	116.03	132.33	143.13	156.77	166.89	176.93	186.94	200.14	210.12
2.000	120	68.99	78.68	85.10	93.21	99.23	105.20	111.15	119.00	124.94
3.000	180	50.90	58.05	62.79	68.77	73.21	77.62	82.01	87.80	92.18
4.000	240	41.02	46.79	50.60	55.43	59.00	62.55	66.09	70.76	74.29
5.000	300	34.70	39.58	42.80	46.88	49.91	52.91	55.91	59.86	62.84
6.000	360	30.27	34.52	37.33	40.89	43.53	46.15	48.76	52.21	54.81
7.000	420	26.96	30.75	33.26	36.43	38.78	41.11	43.44	46.51	48.82
8.000	480	24.39	27.82	30.09	32.96	35.08	37.19	39.30	42.07	44.17
9.000	540	22.33	25.47	27.54	30.17	32.12	34.05	35.98	38.52	40.44
10.000	600	20.63	23.53	25.45	27.88	29.68	31.46	33.24	35.59	37.36
11.000	660	19.21	21.91	23.70	25.95	27.63	29.29	30.95	33.14	34.79
12.000	720	18.00	20.52	22.20	24.31	25.88	27.44	28.99	31.04	32.59
13.000	780	16.95	19.33	20.91	22.90	24.38	25.84	27.30	29.23	30.69
14.000	840	16.03	18.28	19.78	21.66	23.06	24.45	25.83	27.65	29.03
15.000	900	15.22	17.36	18.78	20.57	21.90	23.21	24.53	26.26	27.57
16.000	960	14.50	16.54	17.89	19.60	20.86	22.12	23.37	25.02	26.26



17.000	1020	13.86	15.81	17.10	18.72	19.93	21.13	22.33	23.91	25.10
18.000	1080	13.28	15.14	16.38	17.94	19.10	20.25	21.39	22.90	24.04
19.000	1140	12.75	14.54	15.73	17.23	18.34	19.44	20.54	21.99	23.09
20.000	1200	12.27	13.99	15.13	16.58	17.65	18.71	19.77	21.16	22.22
21.000	1260	11.83	13.49	14.59	15.98	17.01	18.04	19.06	20.40	21.42
22.000	1320	11.42	13.03	14.09	15.43	16.43	17.42	18.40	19.70	20.68
23.000	1380	11.05	12.60	13.63	14.93	15.89	16.85	17.80	19.06	20.01
24.000	1440	10.70	12.20	13.20	14.46	15.39	16.32	17.24	18.46	19.38

*Nota.* Se aprecia la intensidad de precipitación para retorno de hasta 1000 años.

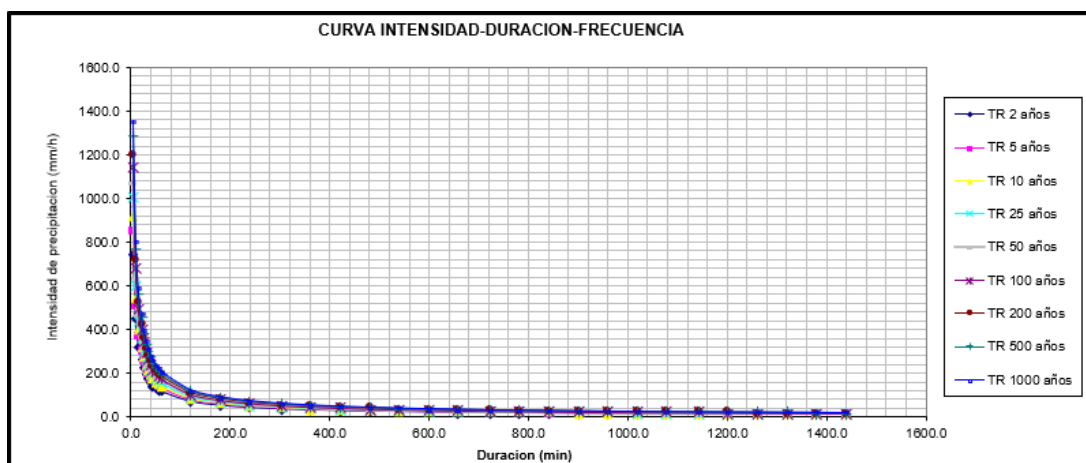
$$I = \frac{P_D}{D}$$

$P_D$  = precipitación máxima de duración  $D$ , en mm  
 $D$  = duración de la precipitación, en horas

Se calcula la intensidad de precipitación de 24hrs distribuidos cada 60 minutos para diferentes periodos de retorno desde 2 a 1000 años; la intensidad de precipitación se representa como la relación entre la precipitación máxima de duración y la duración de precipitación.

**Figura 28**

*Curva intensidad Duracion - Frecuencia*



Se muestra la gráfica intensidad – duración – frecuencia para diferentes periodos de retorno.

**Tabla 32**

*Hietograma*

**HIETOGRAMA DE PRECIPITACION DE DISEÑO**

K = 2449.717  
 T = 50  
 m = 0.0930  
 n = 0.750

$$I = \frac{2449.717 \times T^{0.093}}{D^{0.750}}$$

METODO DEL BLOQUE ALTERNO					
DURACION	INTENSIDAD	PROFUNDIDA ACUMULADA	PROFUNDIDAD INCREMENTAL	TIEMPO	PRECIPITACION
min	mm/hr	mm	mm	min	Mm
60	163.469	163.469	163.469	0-60	3.829
120	97.199	194.398	30.929	60-120	4.094
180	71.712	215.137	20.739	120-180	4.405
240	57.795	231.180	16.043	180-240	4.777
300	48.889	244.443	13.263	240-300	5.233
360	42.640	255.843	11.400	300-360	5.804
420	37.985	265.895	10.052	360-420	6.547
480	34.365	274.921	9.026	420-480	7.557
540	31.460	283.136	8.216	480-540	9.026
600	29.069	290.693	7.557	540-600	11.400
660	27.064	297.703	7.010	600-660	16.043
720	25.354	304.250	6.547	660-720	30.929
780	23.877	310.399	6.150	720-780	163.469
840	22.586	316.204	5.804	780-840	20.739
900	21.447	321.705	5.501	840-900	13.263
960	20.434	326.938	5.233	900-960	10.052
1020	19.525	331.931	4.993	960-1020	8.216
1080	18.706	336.708	4.777	1020-1080	7.010
1140	17.963	341.290	4.582	1080-1140	6.150
1200	17.285	345.695	4.405	1140-1200	5.501
1260	16.664	349.937	4.242	1200-1260	4.993
1320	16.092	354.031	4.094	1260-1320	4.582
1380	15.565	357.987	3.956	1320-1380	4.242
1440	15.076	361.816	3.829	1380-1440	3.956

Se aprecia la obtención del hietograma por el Método del bloque alterno para un periodo de 50 años.

En la Tabla 32 obtenida la información de intensidad de precipitación se realiza en análisis de regresión múltiple para obtener el valor de los diferentes factores a intervenir, para lo cual se utiliza el software Hidroesta. Calculando valores de intensidad máxima para un periodo de retorno de 50 años.

**Figura 29**

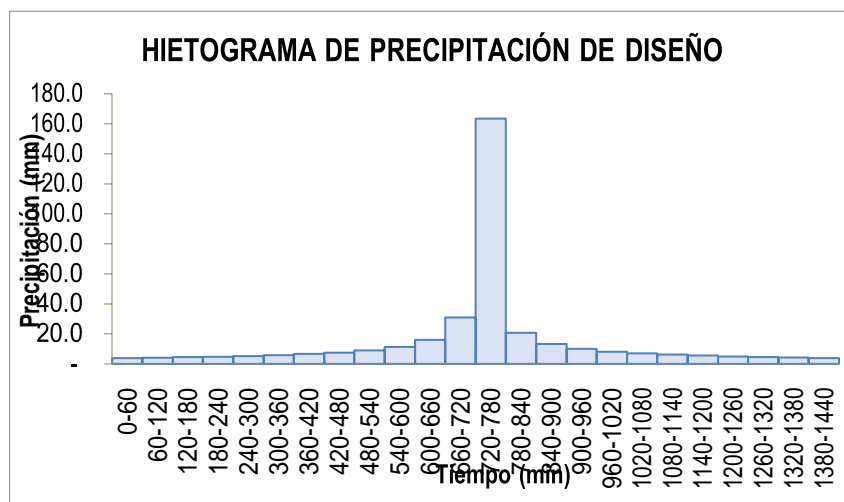
*Verificación de resultados por Hidroesta*



*Nota.* Verificación de factores para cálculo del histograma.

**Figura 30**

*Hietograma de Precipitación*



*Nota.* Grafico de hietograma de precipitación para un periodo de retorno de 50 años.

Caudal de diseño.

### **Tabla 33**

*Numero de curva según grupo hidrológico y uso de suelo*

AREA	PORCENTAJE DE AREA	GRUPO HIDROLOGICO	NUMERO DE CURVA (CN)
32.18 KM2	100%	A	68

Siguiendo lo indicado en la Tabla 16 se determina el valor del número de curva con base al grupo hidrológico y uso de suelo obteniendo valor de 68 para el numero de curva.

### **Tabla 34**

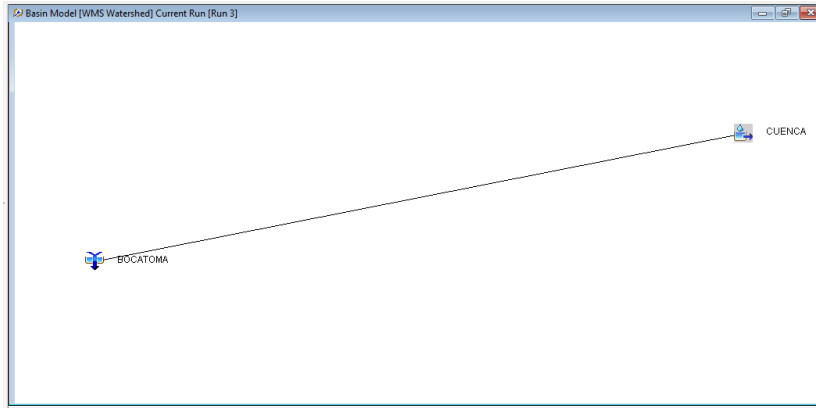
*Parámetros Tc y Tlag*

Tc min	Tlag min
75.79	45.42

*Nota.* Se determina el tiempo de retardo Tlag como 0.60 del tiempo de concentración Tc.

### **Figura 31**

*Modelo de cuenca HEC HMS*



Nota. Se muestra la distancia desde la cuenca hacia el punto de bocatoma

**Figura 32**

*Resultado de modelo de cuenca por HEC HMS*

Global Summary Results for Run "Run 3"			
Project: wmsexport		Simulation Run: Run 3	
Start of Run: 01oct.2024, 00:00		Basin Model: WMS Watershed	
End of Run: 02oct.2024, 12:00		Meteorologic Model: Met 1	
Compute Time: 15oct.2024, 18:54:38		Control Specifications: Control 1	
Show Elements: Initial Selection	Volume Units: <input checked="" type="radio"/> IN <input type="radio"/> ACRE-FT		
Hydrologic Element	Drainage Area (MI <sup>2</sup> )	Peak Discharge (CFS)	Time of Peak
CUENCA	12.42	809.91	01oct.2024, 13:30

<b>CAUDAL MAXIMO</b>
PIE3/S
8

**Tabla 35**

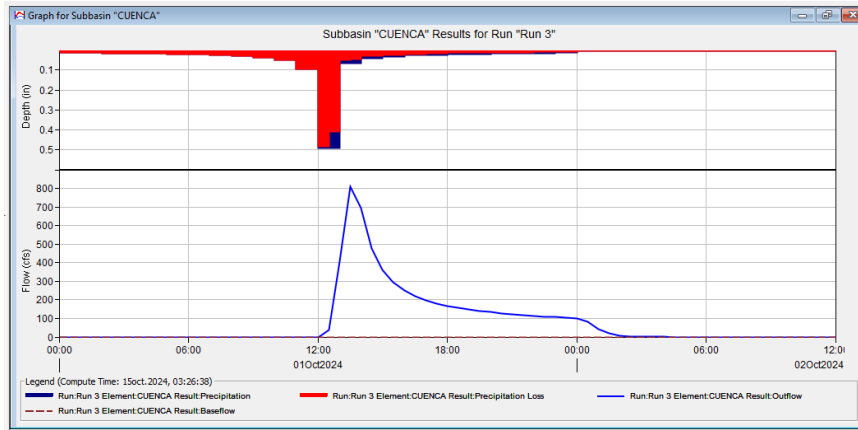
*Resultados de la modelación (tr=50años)*

<b>CAUDAL MAXIMO</b>
23.00 M3/S

Nota. Según modelación mediante programa HEC-HMS para un periodo de retorno de 50 años se determina un caudal máximo de 23.00 m3/seg

### Figura 33

Grafico caudal maximo  $Tr=50$  años



La grafica presenta un caudal máximo de diseño para un periodo de 50 año de 809.91 p3/s que transformados a m3/s es de 23.00 m3/s.

#### Cálculo de la Demanda de agua

Para el cálculo de la cantidad de agua por hectárea que demandan las diferentes áreas agrícolas según sus cultivos, se consideran los siguientes factores a tomar en cuenta como:

- Evapotranspiración potencial
- Coeficiente de cultivo (Kc)
- Áreas de cultivo
- Precipitación efectiva (75% de persistencia)

Para la estimación de la evapotranspiración se empleó el método de Hargreaves, que utiliza temperatura y radiación. Determinando calcular la cantidad de agua necesaria por hectárea, esto nos asegura una optimización en el aprovechamiento del recurso hídrico en el riego de área agrícola.

#### Parámetros para hallar la Evapotranspiración

Se ha calculado la evapotranspiración por el método Hargreaves Modificado en base a temperatura y en base a radiación, se ha aplicado las siguientes formulas:

En base a radiación:

- $ETP = (0.0075)(RSM)(TMF)$
- $RSM = (0.075)(RMM)(S)0.5$
- $RMM = (Ra)(DR)$
- $S = (n/N) (100)$
- $TMF = (9/5) (T^{\circ}C) + 32$

En donde:

- ETM=Evapotranspiración Potencial (mm/mes).
- RSM=Radiación Solar Equivalente en mm de evaporación mensual mm/mes TMF=Temperatura media mensual (°F).
- $TMF = (9/5) (T^{\circ}C) + 32$  RMM=Radiación Extraterrestre Equivalente en mm de Evaporación Mensual (mm/mes).
- Ra=Radiación Extraterrestre Equivalente en mm de evaporación diaria (mm/día) DM=Número de días del mes que se analiza.
- S=Porcentaje de horas de insolación (%) n=Horas de insolación fuerte promedio del lugar.
- N=Horas de insolación fuerte, según mes y latitud del lugar.

En base a temperatura

- $ETP = (MF)(TMF)(CH)(CE)$
- $CH = 0.166(100 - HR)^{1/2}$
- $CE = 1 + 0.04 (E/2000)$

En donde:

- ETP=Evaporación potencial (mm/mes)
- MF=Factor mensual de latitud
- TMF=Temperatura media mensual (°F)
- CH=Factor de corrección para la humedad relativa
- CE=Factor de corrección para la altura o elevación del lugar

**Tabla 36***Evapotranspiración Potencial*

EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL - METODO HARGREAVES MODIFICADO												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
T.M.M (°C)	10.01	9.72	9.88	9.56	8.77	8.36	8.23	8.57	9.32	9.56	10.09	10.07
T.M.M (°F)	50.02	49.50	49.78	49.21	47.79	47.05	46.81	47.43	48.78	49.21	50.16	50.13
HORAS SOL MES	158.72	155.4	171.43	212.1	255.44	256.2	275.9	259.16	221.7	211.11	219.3	199.02
HORAS SOL DIA	5.12	5.55	5.53	7.07	8.24	8.54	8.9	8.36	7.39	6.81	7.31	6.42
N° DIA MES	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
HORAS SOL MAX. DIA (DL)	11.4	11.66	12	12.44	12.74	12.9	12.8	12.54	12.2	11.8	11.46	11.3
% HORAS SOL MES	44.91	47.60	46.08	56.83	64.68	66.20	69.53	66.67	60.57	57.71	63.79	56.81
RAD EXT. DIA (mm) RDM	16.67	16.37	15.33	13.79	12.22	11.32	11.72	12.99	14.56	15.8	16.47	16.57
RAD EXT. MES (mm) RMM	516.77	458.36	475.23	413.70	378.82	339.60	363.32	402.69	436.80	489.80	494.10	513.67
RAD INC. MES (mm) RSM	259.74	237.17	241.96	233.91	228.49	207.23	227.22	246.60	254.97	279.07	295.97	290.38
Fa	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21
Eto (mm)	117.90	106.53	109.31	104.45	99.09	88.48	96.53	106.13	112.86	124.62	134.73	132.09
<b>Eto (mm)</b>	<b>1,332.74</b>											

*Nota.* Los datos climatológicos fueron regionalizados de las estaciones meteorológicas de Kayra y Abancay – curahuasi.

**Tabla 37***Precipitación Efectiva*

AÑO	CALCULO DE PRECIPITACION EFECTIVA - PE AL 75% DE PERSISTENCIA											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1996	227.00	162.00	134.00	56.00	5	0.00	0.00	39.00	16.00	114.00	90.00	188.00
1997	205.00	205.00	171.00	60.00	11.00	0.00	0.00	21.00	17.00	42.00	121.00	112.00
1998	280.00	215.00	160.00	70.00	0.00	2.00	0.00	6.00	7.00	68.00	79.00	74.00
1999	163.00	166.00	177.00	84.00	2.00	0.00	1.00	4.00	38.00	22.00	25.00	172.00
2000	180.00	234.00	123.00	47.00	27.00	5.00	5.00	10.00	29.00	94.00	43.00	205.00
2001	326.00	294.00	181.00	39.00	15.00	3.00	15.00	9.00	17.00	76.00	93.00	78.00
2002	194.00	260.00	215.00	84.00	18.00	7.00	13.00	3.00	41.00	121.00	75.00	160.00
2003	226.00	144.00	153.00	46.00	14.00	1.00	0.00	23.00	26.00	35.00	52.00	201.00
2004	225.00	251.00	72.00	23.00	18.00	2.00	15.00	22.00	69.00	62.00	56.00	256.00
2005	144.00	210.00	159.00	50.00	9.00	0.00	2.00	6.00	4.00	105.00	75.00	151.00
2006	210.00	169.00	155.00	99.00	7.00	9.00	0.00	0.00	1.00	55.00	112.00	136.00
2007	150.00	160.00	216.00	31.00	6.00	0.00	5.00	0.00	0.00	35.00	117.00	165.00
2008	199.00	141.00	73.00	26.00	4.00	1.00	0.00	3.00	22.00	66.00	85.00	205.00
2009	167.00	171.00	80.00	32.00	5.00	0.00	2.00	0.00	16.00	100.00	237.00	171.00
2010	229.00	168.00	103.00	24.00	34.00	0.00	0.00	0.00	7.00	37.00	66.00	173.00



SUMATORIA	3,125.0	2,950.0	2,172.0	771.0	170.0	30.0	58.0	146.0	310.0	1,032.0	1,326.0	2,447.0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

PROMEDIO	208.33	196.67	144.80	51.40	12.14	2.00	3.87	9.73	20.67	68.80	88.40	163.13
SD	48.37	46.31	46.77	23.95	9.69	2.85	5.69	11.47	18.29	31.83	49.25	48.64
<b>PE AL 75% PER</b>	176.75	165.00	118.00	31.75	5.00	0.00	0.00	2.25	7.00	40.75	63.50	147.25

## Demanda de agua de la Comunidad

**Tabla 38**

### *Demanda de agua sector 1*

**Tabla 39**

### *Demanda de agua sector 2*

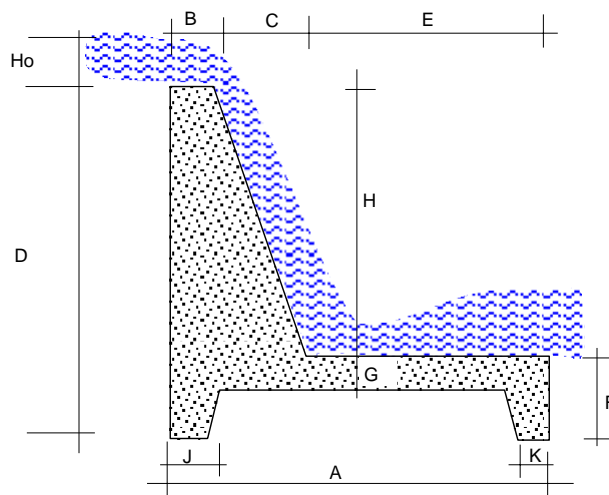
CULTIVOS	AREA		MESES											
	HAS	%	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1.- PAPA MAHUAY + HABA VERDE	5.55	30.00%	0	0	1.2	1.15	1	0.75	0.75	1.15	1.15	1	0.75	0.75
2.- MAIZ GRANO AMARILLO + CEBADA	5.18	28.00%	0	0	0	1.2	1.2	1	1	0.6	0.45	0	1.2	1.2
3.- QUINUA - HORTALIZA	3.70	20.00%	0.7	1.05	0.95	0.7	1.05	0.95	0.7	1.05	0.95	0.7	1.05	0.95
4.- TRIGO - HORTALIZA	2.22	12.00%	0	0	0	0	0	0	0	1.25	1.25	1	0.25	0
5.- AVENA FORRAJERA (ENO)	0.93	5.00%	0	0	0	0	0	0	0	1.25	1.25	1	0.25	0
6.- ALFALFA	0.93	5.00%	0.45	0.95	0.9	0.45	0.95	0.9	0.45	0.95	0.9	0.45	0.95	0.9
AREA CULTIVADA	18.5	100.00%												
- Coeficiente Ponderado KC			0.16	0.26	0.6	0.84	0.89	0.74	0.67	0.98	0.92	0.63	0.86	0.8
- ETP - mm			117.90	106.53	109.31	104.45	99.09	88.48	96.53	106.13	112.86	124.62	134.73	132.09
- ETR - mm/ mes= ETP*KC			18.86	27.70	65.59	87.74	88.19	65.48	64.68	104.01	103.83	78.51	115.87	105.68
- PE-75% de persistencia mm/mes			176.75	165.00	118.00	31.75	5.00	0.00	0.00	2.25	7.00	40.75	63.50	147.25
- Demanda Neta mm/mes			-157.89	-137.30	-52.41	55.99	83.19	65.48	64.68	101.76	96.83	37.76	52.37	-41.57
- Demanda Bruta mm/mes = DN/0.75			-210.51	-183.07	-69.88	74.66	110.92	87.30	86.23	135.68	129.11	50.35	69.82	-55.43
Demanda Bruta m3/mes/Ha			-2105.15	-1830.69	-698.83	746.56	1109.18	873.02	862.34	1356.80	1291.08	503.49	698.24	-554.33
Dias mes			31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Demanda Bruta L/mes/Ha						0.29	0.41	0.34	0.32	0.51	<b>0.50</b>	0.19	0.27	
Demanda Bruta Asumida	0.50	L/mes/Ha												
<b>Caudal de Diseño L/seg</b>	<b>9.25</b>	<b>L/seg</b>												

Se considera para la demanda de agua total de riego de 30 l/seg., para riego del sector 1 con un área de riego de 41.20 hectáreas y para el sector 2 un área de riego de 18.50 hectáreas, es decir un área de riego total de 59.70 hectáreas de tierra para cultivo. El periodo o fechas para irrigación se toma en cuenta desde abril hasta noviembre puesto que se determina para los meses de enero, febrero, marzo y diciembre la precipitación efectiva al 75% de persistencia es mayor a la evapotranspiración real (ETr)

## Diseño hidráulico y estructural de la bocatoma

Figura 34: Diseño de barrage de bocatoma

### Diseño del barrage de la bocatoma



Ancho de Río =	7.00 m.
Qmáx. Avenida =	23.00 m <sup>3</sup> /sg.
Caudal Captado en la Bocatoma=	0.030 m <sup>3</sup> /sg. (Qdiseño en estiaje)
Q que pasa por encima del barrage:	23.00 m <sup>3</sup> /sg.

### Calculo de H:

H= 3h	para caudales pequeños <1 m <sup>3</sup> /seg.
H= 2.5h	para caudales 1<Q<10 m <sup>3</sup> /seg.
H= 2h	para caudales Q>10 m <sup>3</sup> /seg.

h = Tirante de agua en el canal de conducción

h= 0.21 m.

H = 0.63 m.

tomamos:

H = 0.60 m.

### Calculo de Ho

Qmín= 0.03 m<sup>3</sup>/sg.

$$Q = MbHo^{3/2}$$

M= 2.21

$$H_o = (Q/Mb)^{2/3}$$

H<sub>o</sub>= 0.21 m.

### Calculo de A:

Para H= 1.00 m.

H<sub>o</sub> =

H<sub>o</sub> =

H<sub>o</sub> =

Para H= 2.00 m.

H<sub>o</sub> = 0.00                      A= 9.00 m.

H<sub>o</sub> = 0.21                      A= ? m.

H<sub>o</sub> = 5.00                      A= 14.00 m.

Para H= 0.60 m.                      A= 9.21

H = 1.00                      A= 5.21 m.

H = 0.60                      A= ? m.

H = 2.00                      A= 9.21 m.

**A= 3.61**

Tomando f.s.= 1.20

**A= 4.33**

Tomando f.s.= 1.25

**A= 4.51**

### Calculo de E

H= 1.00

H<sub>o</sub> = 0.00

H<sub>o</sub> = 0.21

H<sub>o</sub> = 5.00

E= 4.20 m.

E= ? m.

E= 5.20 m.

		E=	4.24	
H=	2.00			
Ho =	0.00	E=	7.40 m	
Ho =	0.21	E=		
Ho =	5.00	E=		

		E=	
H=	0.60		
H=	1.0		
H=			
H=			

Tomando f.s.=	1.20
---------------	------

<b>E=</b>	<b>3.55</b>
-----------	-------------

Tomando f.s.=	1.25
---------------	------

<b>E=</b>	<b>3.70</b>
-----------	-------------

C=	0.20
D=	1.40
F=	0.80
B=	0.40
G=	0.40
J=	0.30
K=	0.30

### Figura 35

Detalles de barraje de bocatoma

$$\sigma_t = 1.50 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\gamma_c = 1,800.00 \text{ Kg/m}^3$$

$$\gamma_w = 1,000.00 \text{ Kg/m}^3$$

Calculamos la fuerza de subpresión

$$U_i = \gamma BC' (Z+h-Z/L *x)$$

$$C' = 1.00 \text{ Para material permeable : grava}$$

$$B = 1.00 \text{ m. Análisis por 1 m. de Ancho}$$

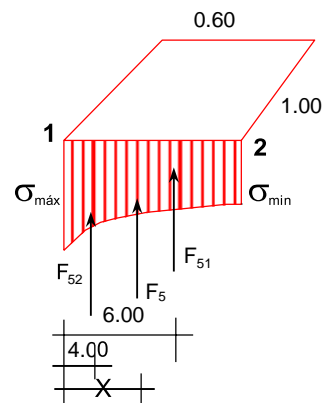
$$x_1 = 1.00 \text{ m.}$$

$$x_2 = 1.60 \text{ m.}$$

$$Z = 0.54 \text{ m.}$$

$$h' = 0.40 \text{ m.}$$

$$L = 6.40 \text{ m. Longitud de contacto con el terreno}$$



### Calculo de la fuerza hidrostática

$$F_H = \gamma h_G A$$

A= área de contacto

$$h_G = 0.74 \text{ m.}$$

$$F_H = 0.44 \gamma$$

F= Volumen del prisma de presiones:

$$h = 1.04 \text{ m.}$$

$$H_o = 0.44 \text{ m.}$$

$$H = 0.60 \text{ m.}$$

$$B = 1.00 \text{ m.}$$

$$F = 0.44 \gamma$$

Calculo del punto de aplicación

$$Y_p = I_x / AY + Y$$

$$I_x = bh^3 / 12$$

$$I_x = 0.02 \text{ m}^4$$

$$Y = 0.40 \text{ m.}$$

$$\Sigma F_x=0$$

$$R_x= 444.00 \text{ Kg.}$$

$$\Sigma F_y=0$$

$$R_y= 5,388.00 \text{ Kg.}$$

$$\sigma_{\min} = \Sigma W/T (1-6e/T)$$

$$T= 0.60 \text{ m.}$$

$$e= 0.06 \text{ m.}$$

$$\sigma_{\min} = 0.30 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\sigma_{\max} = 1.22 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\sigma_t = 1.50 \text{ Kg/cm}^2$$



Momento estabilizador respecto a la punta

FUERZA (Tn)	BRAZO (m)	MOMENTO (Tn/m)
0.44	0.95	0.42
0.43	1.20	0.52
0.11	1.46	0.16
4.03	2.80	11.29
0.32	0.10	0.03
0.32	5.20	1.68
5.66		14.10

### CHEQUEO POR VOLTEO

$$M_v = F_h Y = 0.57 \text{ Tn-m}$$

$$\text{F.S.V.} = M_e / M_v = 24.66 > 2.00 \text{ O.K.}$$

### CHEQUEO POR DESLIZAMIENTO

$$F_H = \Sigma F_v f$$

$$f = 0.9 \text{ Tg} \varnothing$$

$$\varnothing = 30^\circ$$

$$f = 0.52$$

$$F_H = 2.94 \text{ Tn}$$

$$\text{.S.D.} = \Sigma F_v f / \Sigma F_H = 6.63 > 1.50 \text{ O.K.}$$

$$e = b/2 - (M_e - M_v) / \Sigma F_v$$

$$e = 0.41$$

$$\sigma_{\min} = 0.57 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\sigma_{\max} = 1.46 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\sigma_t = 1.50 \text{ Kg/cm}^2 \text{ O.K.}$$

## CHEQUEO POR FLOTACION

$$F_s = 830.31 \text{ Kg}$$

$$\Sigma F_v = 5,664.00 \text{ Kg}$$

$$F_s = < \Sigma F_v \quad \text{O.K.}$$

## Diseño hidráulico del desarenador

### DATOS:

### AYUDA

Caudal de conducción (Q)	30.00 l/s
Altura del canal de ingreso (h)	0.40 m
Tirante del agua en el canal de ingreso(Y)	0.21 m
Ancho de sección del canal de ingreso (b)	0.40 m
Angulo de divergencia de transición ( $\beta$ )	25.00 °
Velocidad longitudinal en el desarenador (V)	0.03 m/s
Diámetro mín. de las partículas a decantar ( $\emptyset$ )	0.20 mm
Ancho desarenador en relación altura de agua B =	1.7 H
Coefficiente de seguridad ( C )	1.3

### CALCULOS

La altura de aguas (H) en el desarenador depende de la velocidad (V), el caudal (Q) y el ancho ( B ) del desarenador ; luego usando la ecuación de continuidad  $Q = V \cdot B \cdot H$ , se tiene  $H =$  0.77 m

Luego, el ancho del desarenador resulta  $B =$  1.35 m

La velocidad de decantación para el diámetro de la partícula definida según el dato experimental de Arkhangeiski es  $W =$  2.160cm/s

Según la ecuación de Stokes y tomando la expresión de Sokolov para el componente normal de turbulencia  $u=1.52 W$ , resulta la ecuación siguiente para la longitud del desarenador (L)

$$L = 1.18 \cdot C \cdot h \cdot V / W =$$
 1.65 m

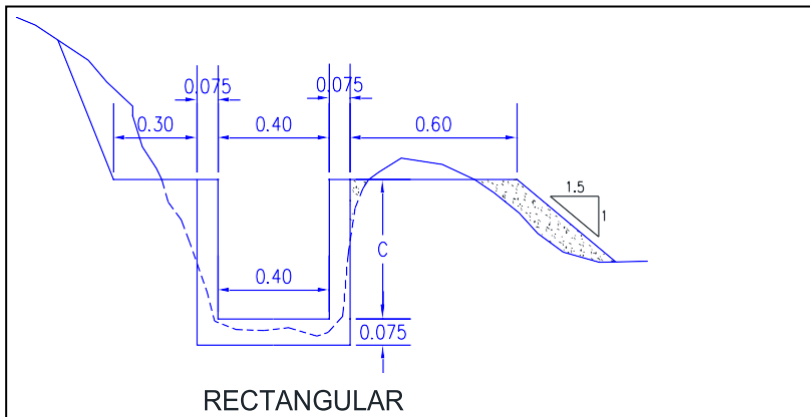
Se considera  $L=2.00\text{m}$

Diseño hidráulico del canal aplicando Hcanales

La sección del canal se considera rectangular, según la topografía en 8 tramos.

**Figura 36**

*Sección Típica*



**Figura 37**

*Vista principal del programa Hcanales*



CAUDAL: 30 Litros/s  
PENDIENTE: 0.85 %  
TIRANTE: 0.06 m  
VELOCIDAD: 1.21 m/s

Lugar:	<b>Canal Acpitan</b>	Proyecto:	<b>Revestimiento de canal</b>
Tramo:	<b>Tramo 1</b>	Revestimiento:	<b>Concreto simple</b>

<b>Datos:</b>	
Caudal (Q):	<b>0.030</b> m <sup>3</sup> /s
Ancho de solera (b):	<b>0.40</b> m
Talud (Z):	<b>0</b>
Rugosidad (n):	<b>0.010</b>
Pendiente (S):	<b>0.0085</b> m/m

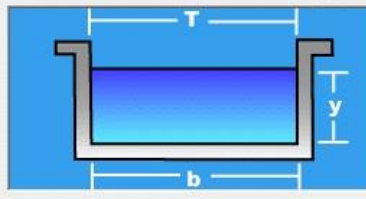
<b>Resultados:</b>			
Tirante normal (y):	<b>0.0621</b> m	Perímetro (p):	<b>0.5242</b> m
Area hidráulica (A):	<b>0.0248</b> m <sup>2</sup>	Radio hidráulico (R):	<b>0.0474</b> m
Espejo de agua (T):	<b>0.4000</b> m	Velocidad (v):	<b>1.2074</b> m/s
Número de Froude (F):	<b>1.5468</b>	Energía específica (E):	<b>0.1364</b> m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<b>Supercrítico</b>		

CAUDAL: 30 Litros/s  
 PENDIENTE: 1.68 %  
 TIRANTE: 0.05 m  
 VELOCIDAD: 1.51 m/s

Lugar:	<b>Canal Acpitan</b>	Proyecto:	<b>Revestimiento de canal</b>
Tramo:	<b>Tramo 2</b>	Revestimiento:	<b>Concreto simple</b>

<b>Datos:</b>	
Caudal (Q):	<b>0.030</b> m <sup>3</sup> /s
Ancho de solera (b):	<b>0.40</b> m
Talud (Z):	<b>0</b>
Rugosidad (n):	<b>0.010</b>
Pendiente (S):	<b>0.0168</b> m/m

<b>Resultados:</b>			
Tirante normal (y):	<b>0.0497</b> m	Perímetro (p):	<b>0.4993</b> m
Area hidráulica (A):	<b>0.0199</b> m <sup>2</sup>	Radio hidráulico (R):	<b>0.0398</b> m
Espejo de agua (T):	<b>0.4000</b> m	Velocidad (v):	<b>1.5104</b> m/s
Número de Froude (F):	<b>2.1641</b>	Energía específica (E):	<b>0.1659</b> m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<b>Supercrítico</b>		

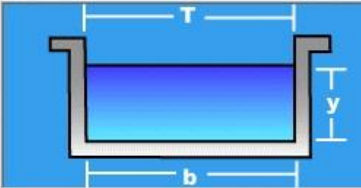
CAUDAL: 30 Litros/s  
 PENDIENTE: 0.4 %  
 TIRANTE: 0.08 m  
 VELOCIDAD: 0.94 m/s

Lugar:	<input type="text" value="Canal Acpitan"/>	Proyecto:	<input type="text" value="Revestimiento de canal"/>
Tramo:	<input type="text" value="Tramo 3"/>	Revestimiento:	<input type="text" value="Concreto simple"/>

**Datos:**

Caudal (Q):	<input type="text" value="0.030"/>	m <sup>3</sup> /s
Ancho de solera (b):	<input type="text" value="0.40"/>	m
Talud (Z):	<input type="text" value="0"/>	
Rugosidad (n):	<input type="text" value="0.010"/>	
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.004"/>	m/m

**Resultados:**

Tirante normal (y):	<input type="text" value="0.0800"/>	m	Perímetro (p):	<input type="text" value="0.5599"/>	m
Area hidráulica (A):	<input type="text" value="0.0320"/>	m <sup>2</sup>	Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.0571"/>	m
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="0.4000"/>	m	Velocidad (v):	<input type="text" value="0.9380"/>	m/s
Número de Froude (F):	<input type="text" value="1.0592"/>		Energía específica (E):	<input type="text" value="0.1248"/>	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Supercrítico"/>				

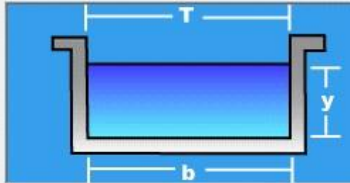
CAUDAL: 30 Litros/s  
 PENDIENTE: 0.13 %  
 TIRANTE: 0.11 m  
 VELOCIDAD: 0.64 m/s

Lugar:	<input type="text" value="Canal Acpitan"/>	Proyecto:	<input type="text" value="Revestimiento de canal"/>
Tramo:	<input type="text" value="Tramo 4"/>	Revestimiento:	<input type="text" value="Concreto simple"/>

**Datos:**

Caudal (Q):	<input type="text" value="0.030"/>	m <sup>3</sup> /s
Ancho de solera (b):	<input type="text" value="0.40"/>	m
Talud (Z):	<input type="text" value="0"/>	
Rugosidad (n):	<input type="text" value="0.010"/>	
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.0013"/>	m/m

**Resultados:**

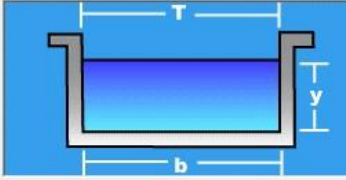
Tirante normal (y):	<input type="text" value="0.1179"/>	m	Perímetro (p):	<input type="text" value="0.6357"/>	m
Area hidráulica (A):	<input type="text" value="0.0471"/>	m <sup>2</sup>	Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.0742"/>	m
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="0.4000"/>	m	Velocidad (v):	<input type="text" value="0.6364"/>	m/s
Número de Froude (F):	<input type="text" value="0.5919"/>		Energía específica (E):	<input type="text" value="0.1385"/>	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Subcrítico"/>				

CAUDAL: 30 Litros/s  
 PENDIENTE: 0.07 %  
 TIRANTE: 0.15 m  
 VELOCIDAD: 0.51 m/s

Lugar:	<b>Canal Acpitan</b>	Proyecto:	<b>Revestimiento de canal</b>
Tramo:	<b>Tramo 5</b>	Revestimiento:	<b>Concreto simple</b>

<b>Datos:</b>	
Caudal (Q):	<b>0.030</b> m <sup>3</sup> /s
Ancho de solera (b):	<b>0.40</b> m
Talud (Z):	<b>0</b>
Rugosidad (n):	<b>0.010</b>
Pendiente (S):	<b>0.0007</b> m/m

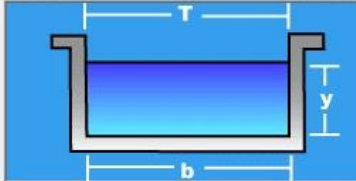
<b>Resultados:</b>			
Tirante normal (y):	<b>0.1470</b> m	Perímetro (p):	<b>0.6939</b> m
Area hidráulica (A):	<b>0.0588</b> m <sup>2</sup>	Radio hidráulico (R):	<b>0.0847</b> m
Espejo de agua (T):	<b>0.4000</b> m	Velocidad (v):	<b>0.5103</b> m/s
Número de Froude (F):	<b>0.4250</b>	Energía específica (E):	<b>0.1602</b> m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<b>Subcrítico</b>		

CAUDAL: 30 Litros/s  
 PENDIENTE: 7.82 %  
 TIRANTE: 0.03 m  
 VELOCIDAD: 2.47 m/s

Lugar:	<b>Canal Acpitan</b>	Proyecto:	<b>Revestimiento de canal</b>
Tramo:	<b>Tramo 6</b>	Revestimiento:	<b>Concreto simple</b>

<b>Datos:</b>	
Caudal (Q):	<b>0.030</b> m <sup>3</sup> /s
Ancho de solera (b):	<b>0.40</b> m
Talud (Z):	<b>0</b>
Rugosidad (n):	<b>0.010</b>
Pendiente (S):	<b>0.0782</b> m/m

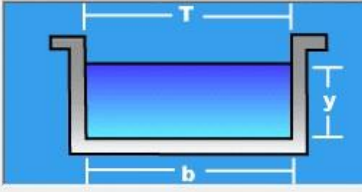
<b>Resultados:</b>			
Tirante normal (y):	<b>0.0303</b> m	Perímetro (p):	<b>0.4606</b> m
Area hidráulica (A):	<b>0.0121</b> m <sup>2</sup>	Radio hidráulico (R):	<b>0.0263</b> m
Espejo de agua (T):	<b>0.4000</b> m	Velocidad (v):	<b>2.4744</b> m/s
Número de Froude (F):	<b>4.5378</b>	Energía específica (E):	<b>0.3424</b> m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<b>Supercrítico</b>		

CAUDAL: 30 Litros/s  
 PENDIENTE: 0.12 %  
 TIRANTE: 0.12 m  
 VELOCIDAD: 0.62 m/s

Lugar:	<b>Canal Acpitan</b>	Proyecto:	<b>Revestimiento de canal</b>
Tramo:	<b>Tramo 7</b>	Revestimiento:	<b>Concreto simple</b>

<b>Datos:</b>			
Caudal (Q):	<b>0.030</b>	m <sup>3</sup> /s	
Ancho de solera (b):	<b>0.40</b>	m	
Talud (Z):	<b>0</b>		
Rugosidad (n):	<b>0.010</b>		
Pendiente (S):	<b>0.0012</b>	m/m	

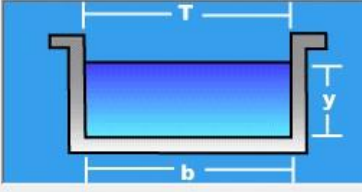
<b>Resultados:</b>			
Tirante normal (y):	<b>0.1212</b>	m	Perímetro (p): <b>0.6425</b> m
Area hidráulica (A):	<b>0.0485</b>	m <sup>2</sup>	Radio hidráulico (R): <b>0.0755</b> m
Espejo de agua (T):	<b>0.4000</b>	m	Velocidad (v): <b>0.6187</b> m/s
Número de Froude (F):	<b>0.5673</b>		Energía específica (E): <b>0.1407</b> m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<b>Subcrítico</b>		

CAUDAL: 30 Litros/s  
 PENDIENTE: 1.61 %  
 TIRANTE: 0.05 m  
 VELOCIDAD: 1.5 m/s

Lugar:	<b>Canal Acpitan</b>	Proyecto:	<b>Revestimiento de canal</b>
Tramo:	<b>Tramo 8</b>	Revestimiento:	<b>Concreto simple</b>

<b>Datos:</b>			
Caudal (Q):	<b>0.030</b>	m <sup>3</sup> /s	
Ancho de solera (b):	<b>0.40</b>	m	
Talud (Z):	<b>0</b>		
Rugosidad (n):	<b>0.010</b>		
Pendiente (S):	<b>0.0161</b>	m/m	

<b>Resultados:</b>			
Tirante normal (y):	<b>0.0503</b>	m	Perímetro (p): <b>0.5007</b> m
Area hidráulica (A):	<b>0.0201</b>	m <sup>2</sup>	Radio hidráulico (R): <b>0.0402</b> m
Espejo de agua (T):	<b>0.4000</b>	m	Velocidad (v): <b>1.4896</b> m/s
Número de Froude (F):	<b>2.1195</b>		Energía específica (E): <b>0.1634</b> m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<b>Supercrítico</b>		

#### 4.2 Docimasia de Hipótesis

Para dimensionar las estructuras hidráulicas correspondiente a la infraestructura de irrigación de La Comunidad de Acpitan, Distrito Coyllurqui – Region Apurímac se debe cumplir con los Criterios De Diseños De Obras Hidráulicas para la Formulación De Proyectos Hidráulicos Multisectoriales y de Afianzamiento Hídrico Por La Autoridad Nacional Del Agua (ANA)

$H_0$  (Hipótesis nula) = Las dimensiones de las estructuras hidráulicas no cumplirán los criterios técnicos de diseño para la infraestructura de irrigación de área agrícola.

Por lo tanto, con base a lo demostrado mediante el cumplimiento de criterios de diseño de obras hidráulicas establecidas por La Autoridad Nacional Del Agua (ANA) se comprueba la hipótesis correspondiente.



## V. DISCUSION DE RESULTADOS

La zona de estudio corresponde a la Comunidad Campesina: Acpitan, Distrito de Coyllurqui de la Provincia Contambas en Apurímac, entre una altitud de 2376 y 4870 msnm.

Se realizó el levantamiento topográfico considerando la Georreferenciación el Punto Geodésico CYQ1 (IGP) ubicado en la plaza de armas del distrito de Coyllurqui y el CYQ2 (IGP) ubicado en el mirador de Santa Cruz en el distrito de Coyllurqui. En base a los Hitos de Control ya registrados, se identificaron las características físicas del área del proyecto, empleando 02 brigadas topográficas para el desarrollo de los trabajos de campo.

Según la zona de estudio luego del levantamiento topográfico se considerando la ubicación de la bocatoma en el cauce del riachuelo Huagere ubicado en la cota 3045 msnm.

Los cultivos comunes de la zona son maíz, papa, trigo, cebada y otros con un área de cultivo del sector 1 de 41.20 Has y sector 2 de 18.5 Has. siendo un área total de 59.70 hectáreas

Se realizó 4 calicatas, dos en la zona de la bocatoma y dos en el tramo de canal

En la calicata 1, se encontró material aluvial y fluvial del riachuelo: Limo arenoso inorgánico, de color marrón claro y baja plasticidad que envuelve a gravillas y gravas con tamaño máximo de 1". La matriz limosa tiene características no plásticas, una baja compresibilidad y se encuentra en estado de compacidad: Medio a Denso. Proviene de la alteración del material denominado conglomerado y arenisca, conformado en delgados estratos superpuestos horizontalmente y cementado con sales carbonatadas. El nivel freático se encontró a 1.00 m. de la superficie del terreno.

En la calicata 2, se determinó un compuesto por material alterado procedente de las areniscas y conglomerados gris rojizo que afloran marcadamente en este sector: arena arcillosa inorgánica, de color rojizo y baja plasticidad que envuelve a algunas gravillas y gravas con tamaño máximo de 1.5". La matriz arcillosa es ligeramente plástica, tiene una baja compresibilidad y se encuentra en estado de Compacidad: Muy Denso a Rígido. Proviene de la alteración del material denominado arenisca y conglomerado, conformado en delgados estratos superpuestos horizontalmente y cementado con sales carbonatadas. El nivel freático se encontró a 0.50 m. de la superficie del terreno.

Las estructuras que se adaptan para este diseño de abastecimiento de agua para riego son mediante la captación de agua de riego del riachuelo Huagere, con su barraje y muro de encauzamiento. Se considero un desarenador para controlar el material que pueda ingresar por el flujo turbulento. Para la conducción del agua se considera un canal de sección rectangular de 1.5 km inicialmente de concreto con tomas laterales para el riego de las parcelas de los usuarios.

El caudal máximo del riachuelo aplicando métodos estadísticos mediante uso de programas de modelamiento hidráulico en cuencas como Qgis y Hec- Hms para un periodo de retorno de 50 años es de 23 m<sup>3</sup>/seg, dato utilizado para el diseño de la bocatoma para un ancho de cauce de 7.60 m, que considerando los muros e de encauzamiento es de 7:00 m.

Para determinar el caudal de demanda se aplicó método Hagreaves Modificado, evapotranspiración potencial. Los datos climatológicos fueron regionalizados de las estaciones meteorológicas de Kayra, Perayoc y Abancay, considerando el sector 1 de riego, un caudal de demanda de 20l/seg. y para el sector de riego 2 de 9.63 L/seg, asumiendo un total de 30 l/seg.

Se diseño la bocatoma con un ancho de 7:00m, caudal máximo 23 m<sup>3</sup> /seg. Se determinó un caudal de demanda de 0.30 m<sup>3</sup>/seg.,

obteniendo una altura de barraje de 0.60 m. Se analizó la estabilidad del barraje con su poza de disipación considerando las fuerzas de empuje de agua y sujeción, logrando un factor de seguridad de volteo de 24.66 mucho mayor a lo establecido de 2, se chequeó por deslizamiento y por flotación.

Se realizó el diseño del desarenador para un caudal de 30 l/seg. Se logró una longitud de 2.00m con un ancho de 1.20 m y una profundidad total en la zona de decantación de 0.90.

Como el caudal es de 30 l/seg, se consideró un canal de sección rectangular con pendientes variables para 8 tramos de canal con una longitud de 1560 m desde la cota 3044.19 msnm a la cota final de 3037.52 msnm

## 5.1 CONCLUSIONES

1. Se realizó el levantamiento topográfico en la zona de estudio ubicando en la captación en el riachuelo Huagere ubicado en la cota 3045 msnm, el canal con una longitud de 1560 m desde la cota 3044.19 msnm a la cota final de 3037.52 msnm para la irrigación de áreas de cultivo de la Comunidad Agrícola de Acpitan, Distrito Coyllurqui – Región Apurímac.
2. Se realizó el estudio de mecánica de suelos, considerando 4 calicatas, dos en la zona de la bocatoma y dos en el tramo de canal: en la calicata 1, según la clasificación SUCS es tipo ML, se encontró material aluvial y fluvial del riachuelo: Limo arenoso inorgánico, de color marrón claro y baja plasticidad que envuelve a gravillas y gravas con tamaño máximo de 1". En la calicata 2, clasificación SUCS es tipo SC, se determinó un compuesto por material alterado procedente de las areniscas y conglomerados gris rojizo que afloran marcadamente en este sector: arena arcillosa inorgánica, de color rojizo y baja plasticidad que envuelve a algunas gravillas y gravas con tamaño máximo de 1.5". En la calicata 3, clasificación SUCS es tipo GC, compuesto por material coluvial cementado procedente de las areniscas conglomerados: grava,

arcilla inorgánica de color marrón claro a rojizo. En la calicata 4, clasificación SUCS es tipo GP, compuesto de material alterado superficialmente: grava arenosa pobremente graduada, de color gris claro y baja plasticidad.

3. Para la determinación del caudal máximo para un periodo de retorno de 50 años se tomaron en cuenta datos provenientes de la estación pluviométrica Abancay- curahuasi teniendo en cuenta una frontera de 15 años. Para lo cual fue necesario el uso de programas de modelación hidráulicas como Qgis, Hec Hms y WMS. Se toma en cuenta el tiempo de periodo de retorno de 50 años en base a la vida útil de la estructura.
4. Sabiendo que los cultivos comunes de la zona son maíz, papa, trigo, cebada y otros con un área de cultivo del sector 1 de 41.20 Has y sector 2 de 18.5 Has. siendo un área total de 59.70 hectáreas, se calculó el caudal de demanda se aplicó método Hagreaves Modificado, evapotranspiración potencial. Los datos climatológicos fueron regionalizados de las estaciones meteorológicas de Kayra, Perayoc y Abancay, considerando el sector 1 de riego, un caudal de demanda de 20l/seg. y para el sector de riego 2 de 9.63 L/seg, asumiendo un total de 30 l/seg.
5. Se realizo el planteamiento hidráulico según la topografía de la zona, desde la captación en el riachuelo Huagere: una bocatoma con su barraje y muro de encauzamiento. Luego para el diseño de un desarenador para controlar el material que pueda ingresar por el flujo turbulento. Para la conducción del agua se considera un canal de sección rectangular de 1560 m inicialmente de concreto con tomas laterales para el riego de las parcelas de los usuarios
6. Realizar el diseño hidráulico y estructural de las estructuras hidráulicas planteadas:
  - Se diseño la bocatoma con un ancho de 7:00m, caudal máximo 23m<sup>3</sup>/seg. Se determinó un caudal de demanda de 0.30 m<sup>3</sup>/seg., obteniendo una altura de barraje de 0.60 m. Se analizo la estabilidad del barraje con su poza de disipación considerando las fuerzas de empegue de agua y supresión, logrando un factor de seguridad de

volteo de 24.66 mucho mayor a lo establecido de 2, se chequeo por deslizamiento y por flotación.

- Se realizado el diseño del desarenador para un caudal de 30 l/seg. Se logro una longitud de 2.00m con un ancho de 1.20 m y una profundidad total en la zona de decantación de 0.90.
  - Como el caudal es de 30 l/seg, se consideró un canal de sección rectangular con pendientes variables para 8 tramos de canal con una longitud de 1560 m desde la cota 3044.19 msnm a la cota final de 3037.52 msnm
7. Se dibujo las estructuras consideradas en el planteamiento hidráulico: bocatoma, desarenador y canal de conducción en planta y perfil, como se muestra en los planos.

## 5.2 RECOMENDACIONES

- Se debe considerar el diseño de reservorios de almacenamiento y/o pequeños diques para regular el agua en tiempos de estiaje
- Se debe dar mantenimiento a las compuertas de la bocatoma y eliminar los cantos rodados que se acumularían frente al barraje en tiempos de estiaje.
- Se debe fomentar el riego tecnificado en la zona para aprovechar mejor el recurso hídrico.

### 5.3 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arreguín Cortés, F. (2021). *Obras hidráulicas*. Instituto de Ingeniería UNAM.  
<https://agua.org.mx/biblioteca/obras-hidraulicas-libro-instituto-de-ingenieria/>
- Arteaga, A. (2017). *Análisis hidráulico de la bocatoma María Auxiliadora del Río Quiroz con modelo numérico tridimensional*. [Tesis de pregrado, Universidad de Piura]. <https://hdl.handle.net/11042/3245>
- Autoridad Nacional del Agua [ANA]. (2010). *Manual: Criterios de diseño de obras hidráulicas para la formulación de proyectos hidráulicos*.  
[https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/manual-disenos-1\\_0\\_2.pdf](https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/manual-disenos-1_0_2.pdf)
- Béjar, M. V. (2008). *Hidráulica de canales*. 2a. ed. -- Cartago, Costa Rica: Editorial Tecnológica de Costa Rica, 446 p.: il. ISBN 978-9977-66-203-9  
ISBN 978-9977-66-2
- Billón, M. (2005). *Hidráulica de canales*. Tecnológica de Costa Rica.  
[https://www.researchgate.net/publication/308874261\\_hidraulica\\_en\\_canales\\_Maximo\\_villon\\_bejar](https://www.researchgate.net/publication/308874261_hidraulica_en_canales_Maximo_villon_bejar)
- Chiclote, J. (2017). *Evaluación de la eficiencia de conducción del canal de riego el proceso Mayanal - Jaén - Cajamarca, tramo: km 00+000 - 01+000*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca].  
<https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/1522>
- Díaz Ibañez, R. (2015). *Análisis de estabilidad y diseño estructural de la bocatoma del P.H. Paso Ancho en la Facultad de Ingeniería*. [Tesis de

pregrado, Universidad Nacional Autónoma de México].

[https://repositorio.unam.mx/contenidos/analisis-de-estabilidad-y-diseno-estructural-de-la-bocatoma-del-ph-paso-ancho-](https://repositorio.unam.mx/contenidos/analisis-de-estabilidad-y-diseno-estructural-de-la-bocatoma-del-ph-paso-ancho-371445?c=QzpZJ6&d=false&q=*&i=1&v=1&t=search_1&as=1)

[371445?c=QzpZJ6&d=false&q=\\*&i=1&v=1&t=search\\_1&as=1](https://repositorio.unam.mx/contenidos/analisis-de-estabilidad-y-diseno-estructural-de-la-bocatoma-del-ph-paso-ancho-371445?c=QzpZJ6&d=false&q=*&i=1&v=1&t=search_1&as=1)

Fernández, P. C., & Fattorelli, S. (2011). *Diseño hidrológico* (2.a ed.).

<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstreams/c47c8103-4df2-4686-8b81-93cae69c315c/download>

Flores Chamba, L. E. (2015). *Diseño de una bocatoma de fondo para la*

*captación de consumo humano para la parroquia "El paraíso de celen".* [

Tesis de pregrado, Universidad Técnica Particular de Loja].

[https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12759/11294/REP\\_MANUEL.TERRONES\\_JHONY.ZE%D1A\\_ANALISIS.HIDRAULICO.pdf;jsessionid=876F6048A98354188E91B80618A2A9A2?sequence=1](https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12759/11294/REP_MANUEL.TERRONES_JHONY.ZE%D1A_ANALISIS.HIDRAULICO.pdf;jsessionid=876F6048A98354188E91B80618A2A9A2?sequence=1)

García, E. (1997). *Manual de diseño hidráulico de canales y obras de arte.*

Universidad Nacional de Ingeniería.

<https://es.scribd.com/document/381914929/Manual-de-Diseno-Hidraulico-de-Canales-y-Obras-de-Arte-Elmer-Garcia-Rico>

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014).

*Metodología de la investigación.* Sexta Edición. Editorial Mc Graw Hill

<https://ingenieriareal.com/calculo-de-una-bomba-para-un-riego-por-aspersion/>

Hubert, C. (2002). *Hidráulica del flujo en canales abiertos.* McGraw Hill. ISBN:

9584102567. [https://biblioteca.unasam.edu.pe/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=16392&shelfbrowse\\_itemnumber=19489](https://biblioteca.unasam.edu.pe/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=16392&shelfbrowse_itemnumber=19489)

- Jauregui Jauregui, B. G. (2019). *Diseño hidráulico de una bocatoma en el río Moyobamba para el mejoramiento del sistema de irrigación CCECCA, ISHUSA y HUAYCAHUACHO*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/3901>
- Manse, A. (2010). *Diseño de bocatomas. Apuntes de clase*. Universidad Nacional de Ingeniería.
- <https://es.scribd.com/document/52878901/Diseno-de-Bocatomas-Alfredo-Manse>
- Marbello Pérez, R. V. (2005). Manual de prácticas de laboratorio de hidráulica. *Escuela de Geociencias y Medio Ambiente*. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/21725/3353962.2005.Parte%2013.pdf?sequence=11>
- Martínez, A., & Capcha, M. (2021). *Evaluación de eficiencia hidráulica de canales de riego por gravedad - canal Huayao, Chupaca, Junín*. [Tesis de pregrado, Universidad Continental, Huancayo] <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/11093>
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2012). *Manual de hidrología, hidráulica y drenaje*. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. [http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/normas\\_legales/1\\_0\\_2950.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_2950.pdf)
- Nassi Mirengi, G. R. (2018). *Diseño y modelamiento hidráulico de la bocatoma el pueblo del distrito de Chóchope, provincia de Lambayeque, departamento de Lambayeque, utilizando el modelo numérico TELEMAT – 2D*. [Tesis de pregrado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo]. <https://tesis.usat.edu.pe/xmlui/handle/20.500.12423/1302>



Navarro Hudiel, S. (2008). *Manual de topografía - Planimetría*. Editorial Paraninfo. <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2011/08/apuntes-topografia-i.pdf>

OPS. (2005). *Guía para el diseño de desarenadores y sedimentadores*. [https://sswm.info/sites/default/files/reference\\_attachments/OPS%202005b.%20Gu%C3%ADa%20desarenadores%20y%20sedimentadores.pdf](https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/OPS%202005b.%20Gu%C3%ADa%20desarenadores%20y%20sedimentadores.pdf)

Ponce Sahuinco, R. (2015). *Diseño hidráulico de la bocatoma en el río Chicama, en la zona de Facalá*. Universidad de San Martín de Porres (USMP). <https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/2031>

Reyes Alarcón, C. (2008). *Proyecto de mejoramiento de obras de riego por canalización, para un predio ubicado en La Comuna de Santa Cruz*. Universidad Austral de Chile. <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2008/bmfcir457p/sources/bmfcir457p.pdf>

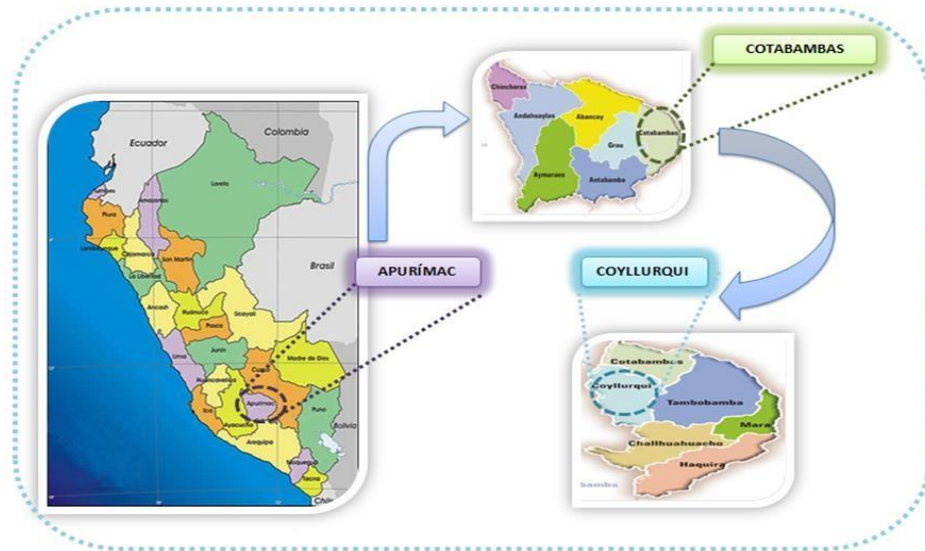
Rocha Felices, A. (2005). *La bocatoma, estructura clave en un proyecto de aprovechamiento hidráulico*. Revista de la Facultad de Ingeniería Civil. [https://www.academia.edu/6432442/LA\\_BOCATOMA\\_ESTRUCTURA\\_CLAVE\\_EN\\_UN\\_PROYECTO\\_DE\\_APROVECHAMIENTO\\_HIDR%C3%81ULICA](https://www.academia.edu/6432442/LA_BOCATOMA_ESTRUCTURA_CLAVE_EN_UN_PROYECTO_DE_APROVECHAMIENTO_HIDR%C3%81ULICA)

Rocha, A. (2012). *Hidráulica de tuberías y canales* (1.a ed.). <https://luisalderonf.files.wordpress.com/2012/01/hidraulica-de-tuberias-y-canales.pdf>

- Rodríguez, P. (2008). *Hidráulica II*. Editorial Preface.  
[https://carlosquispeanccasi.wordpress.com/wpcontent/uploads/2011/12/hidraulica\\_ruiz.pdf](https://carlosquispeanccasi.wordpress.com/wpcontent/uploads/2011/12/hidraulica_ruiz.pdf)
- Rojas, D. (2020). *Tomas laterales en canales de riego*.  
<https://es.scribd.com/document/416423844/Tomas-Laterales-en-Canales-de-Riego>
- Torres, A. (2024). *Tomas laterales*. <https://pdfcoffee.com/tomas-laterales-10-pdf-free.html#Espa%C3%B1ol>
- UNATSABAR. (2005). *Guía para el diseño de desarenadores y sedimentadores*. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente.
- Ven Te Chow. (1983). *Hidráulica de los canales abiertos*. Editorial Diana.  
[https://www.academia.edu/43519012/Ven\\_Te\\_Chow\\_HIDRAULICA\\_DE\\_CANALES\\_ABIERTOS](https://www.academia.edu/43519012/Ven_Te_Chow_HIDRAULICA_DE_CANALES_ABIERTOS)
- Villón, M. (2003). *Diseño de estructuras hidráulicas*. Taller de Publicaciones del Instituto Tecnológico de Costa Rica.  
[https://www.academia.edu/39698747/Estructuras\\_Hidr%C3%A1ulicas](https://www.academia.edu/39698747/Estructuras_Hidr%C3%A1ulicas)

## 5.4 ANEXO

Ubicación de la zona de estudio:



Panel Fotográfico

Estragos del incendio forestal ocurrido



Línea de conducción HDPE 2" afectada por el incendio en estado inoperativo.



Visita e inspección de la zona de captación.

Mediciones en el riachuelo Huagere

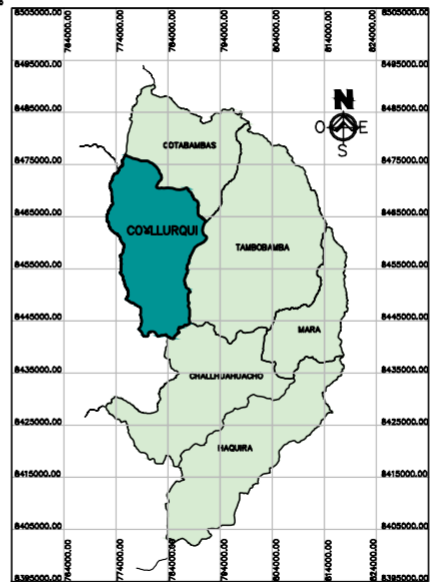
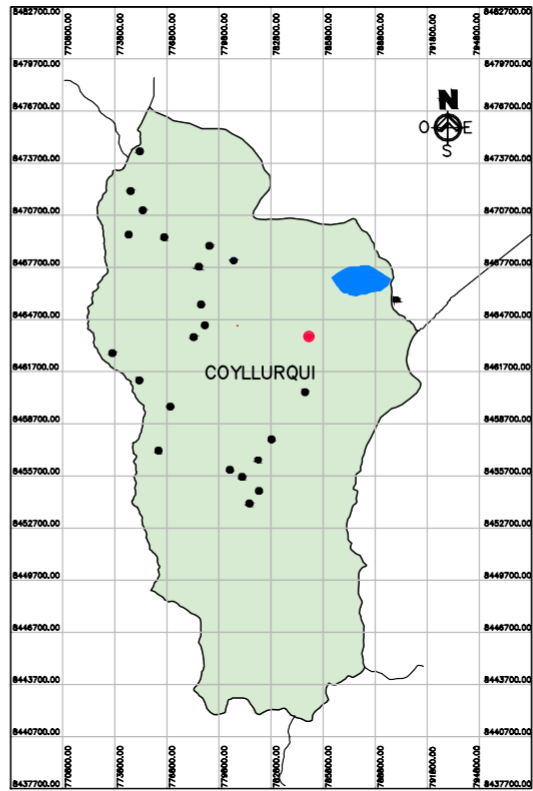
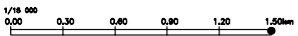
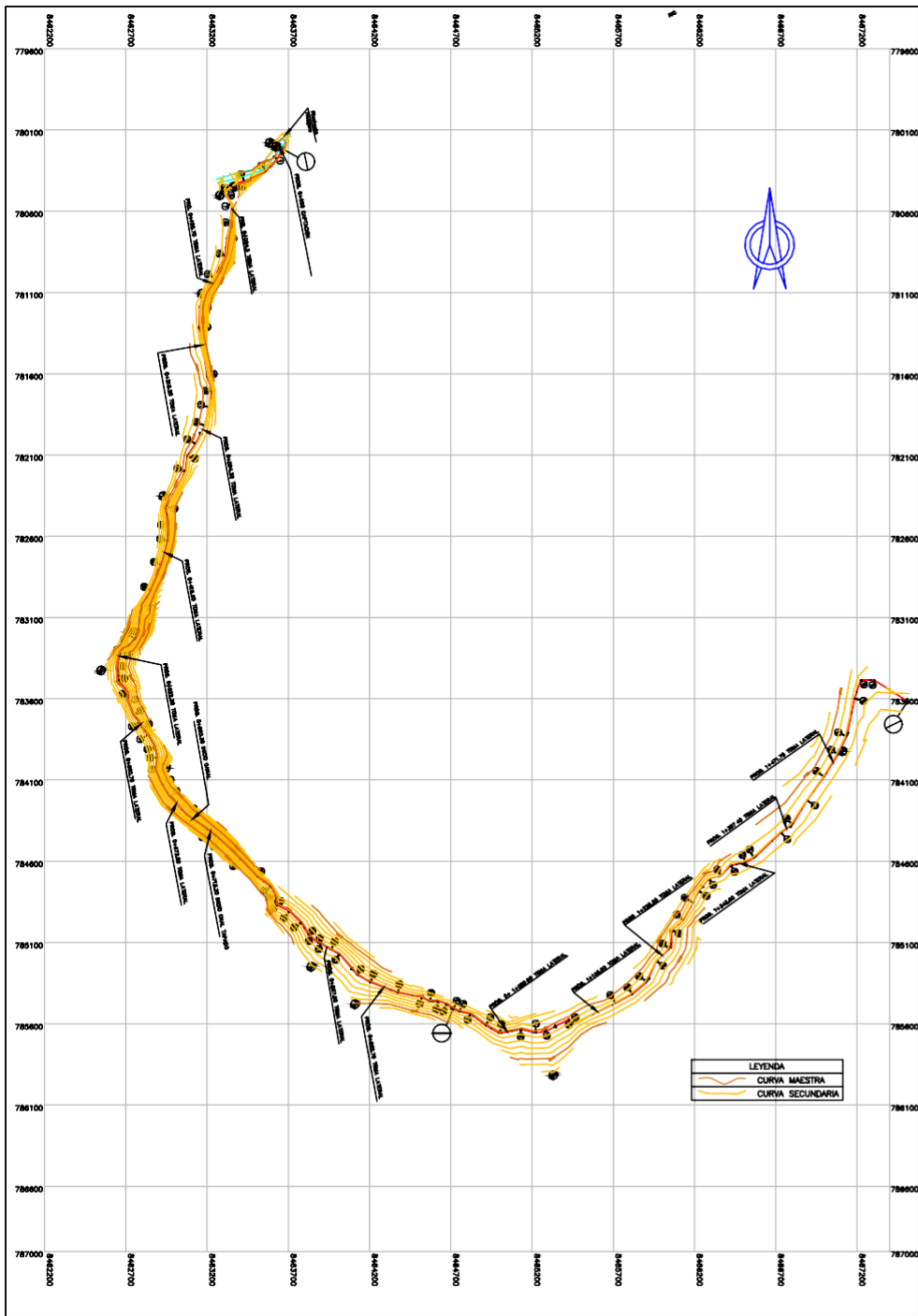


## Levantamiento topográfico con estación total



PLANO DE UBICACIÓN PROVINCIAL

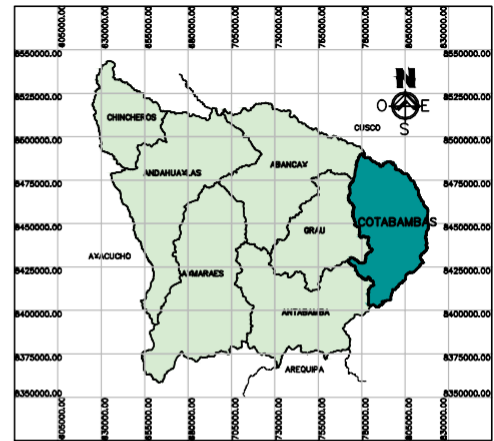


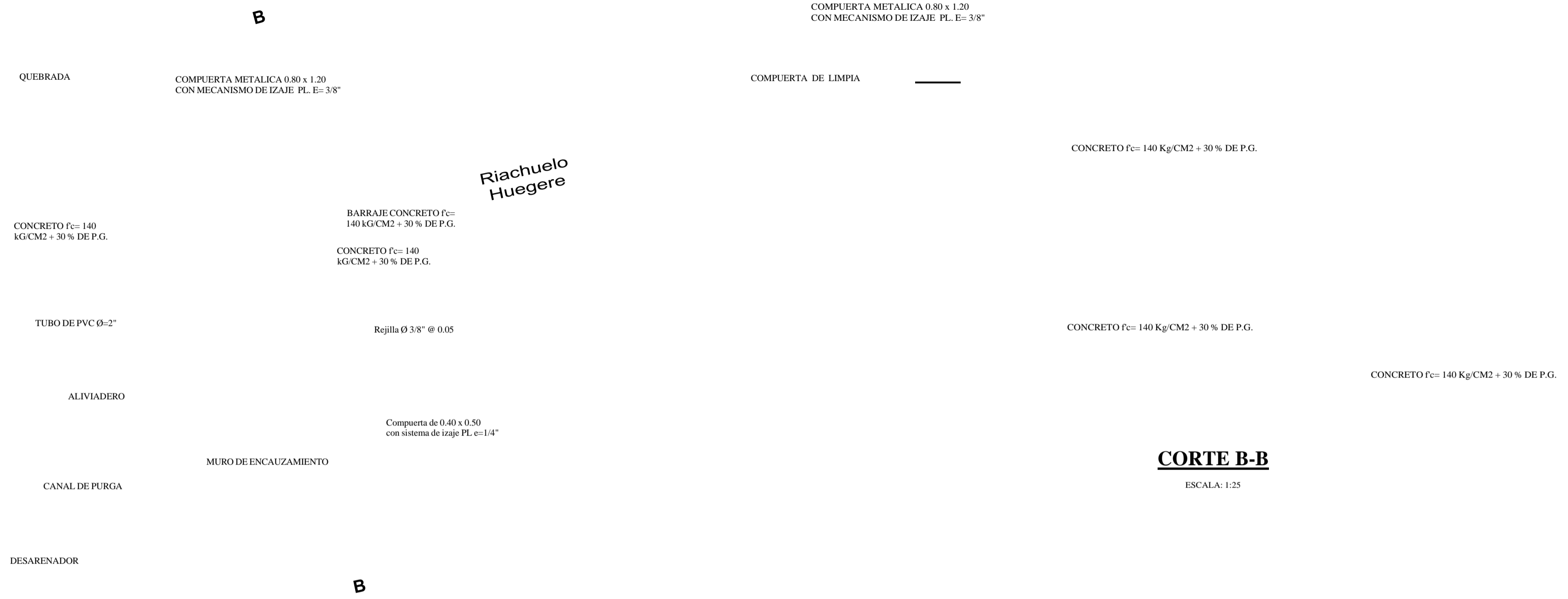


APURIMAC - COYLLURQUI - PERÚ  
 ASESOR: Ing. Navarrete Aranda, Ricardo Andrés  
 ESCALA: INDICADA  
 FECHA: AGOSTO, 2024



SE ESCALA





**CORTE B-B**

ESCALA: 1:25

**PLANTA**

ESCALA: 1:75

**CORTE C-C**

ESCALA: 1:20

**CORTE A-A**

ESCALA: 1:20

Compuerta de 0.40 x 0.50 con sistema de izaje  
VENTANA DE CAPTACION

CONCRETO f<sub>c</sub>= 140 kg/CM2 + 30 % DE P.G.

TUBERIA PVC Ø=2"

TUBERIA PVC Ø=2"

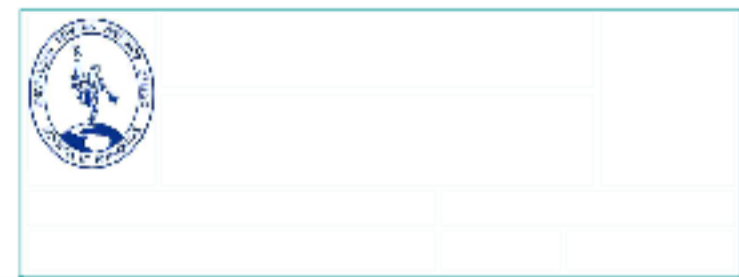
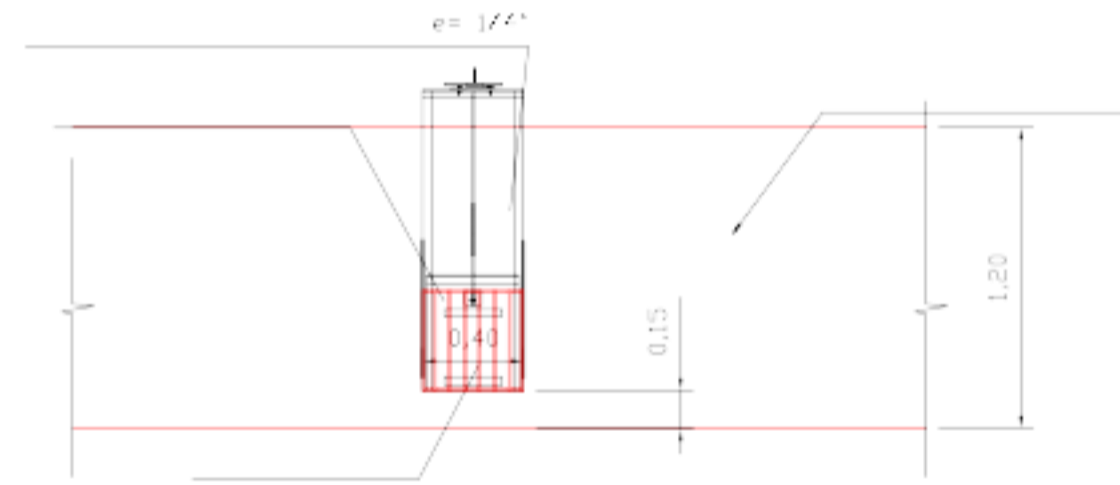
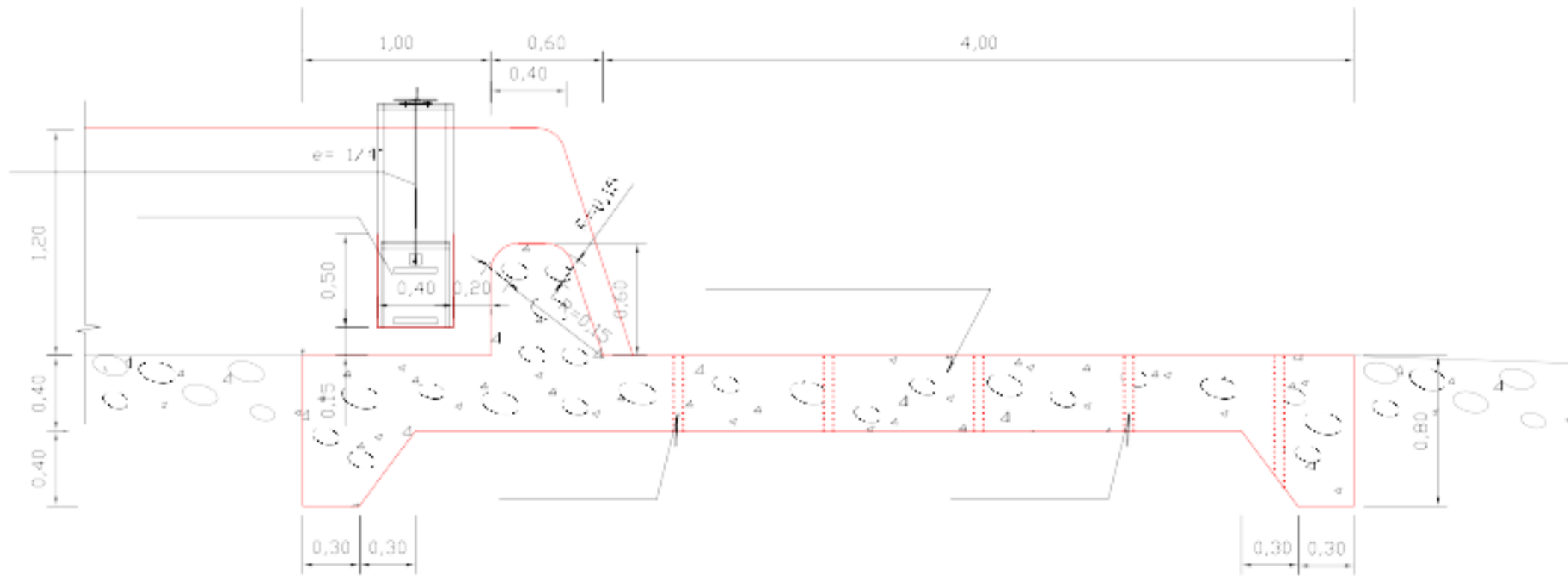
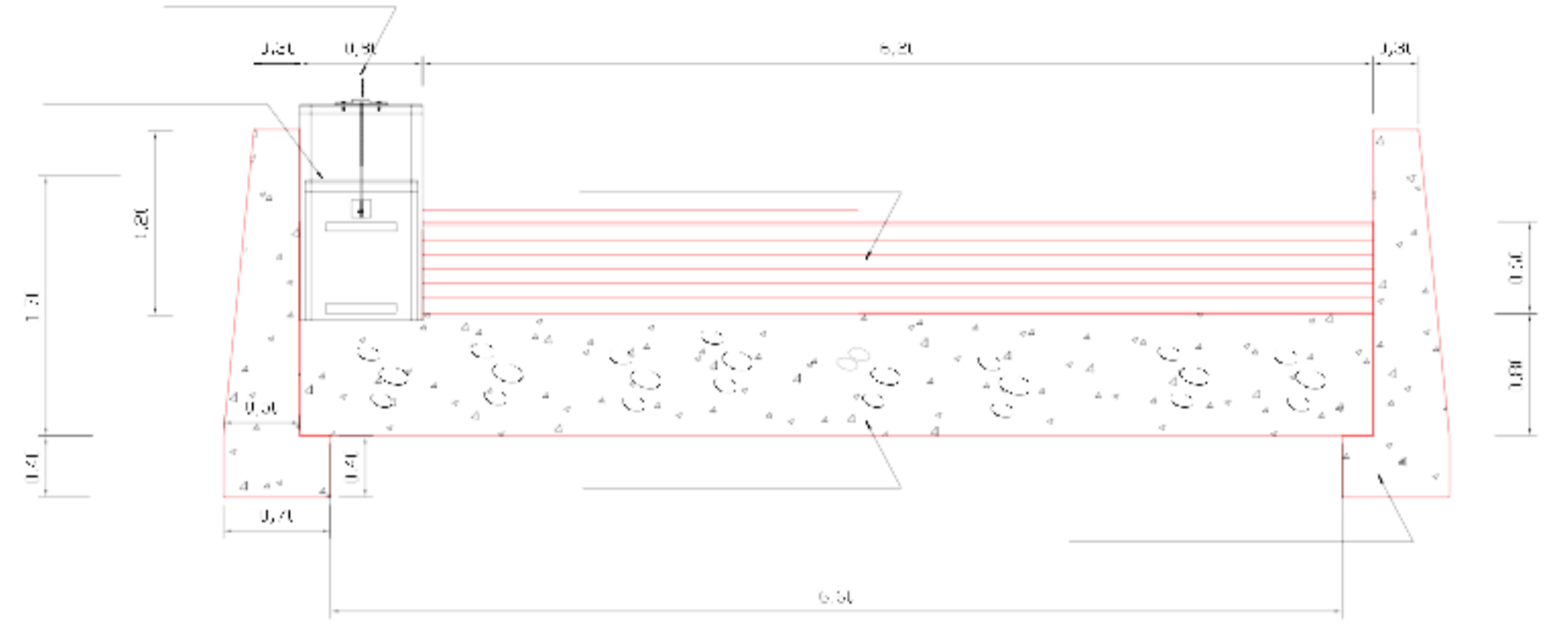
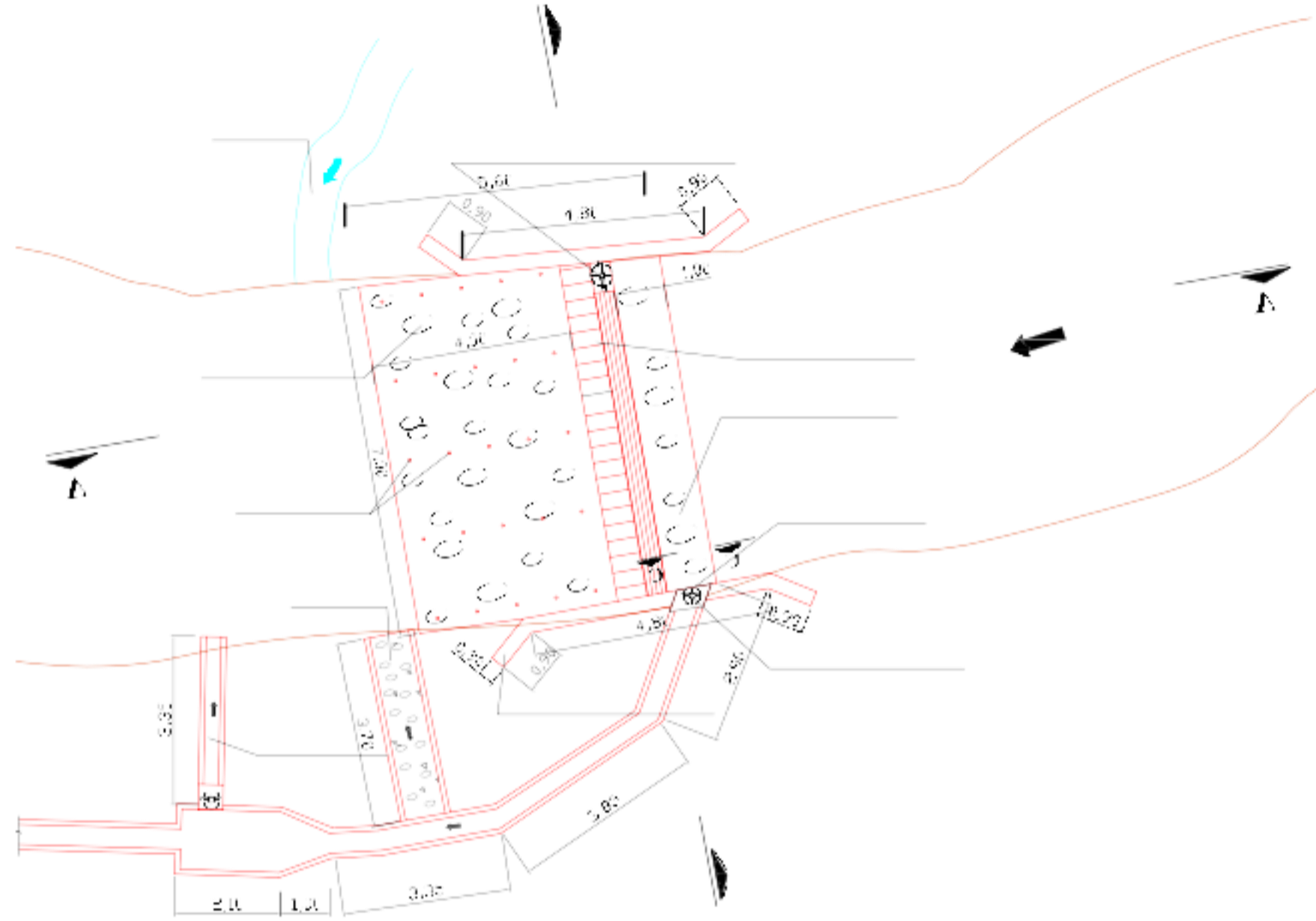
Compuerta de 0.40 x 0.50 con sistema de izaje

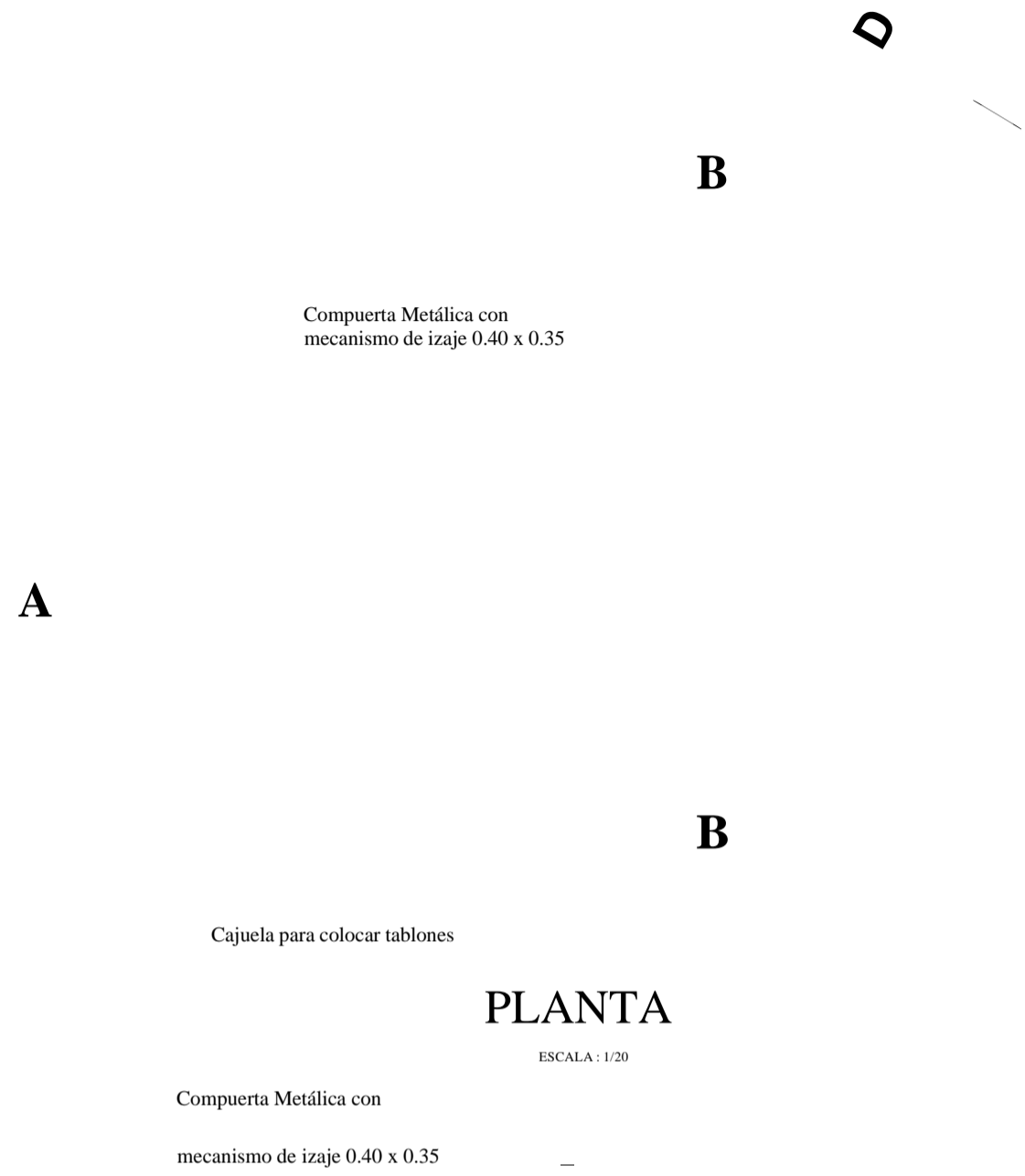
VENTANA DE CAPTACION

MURO DE ENCAUZAMIENTO

Rejilla Ø 3/8" @ 0.05 m.

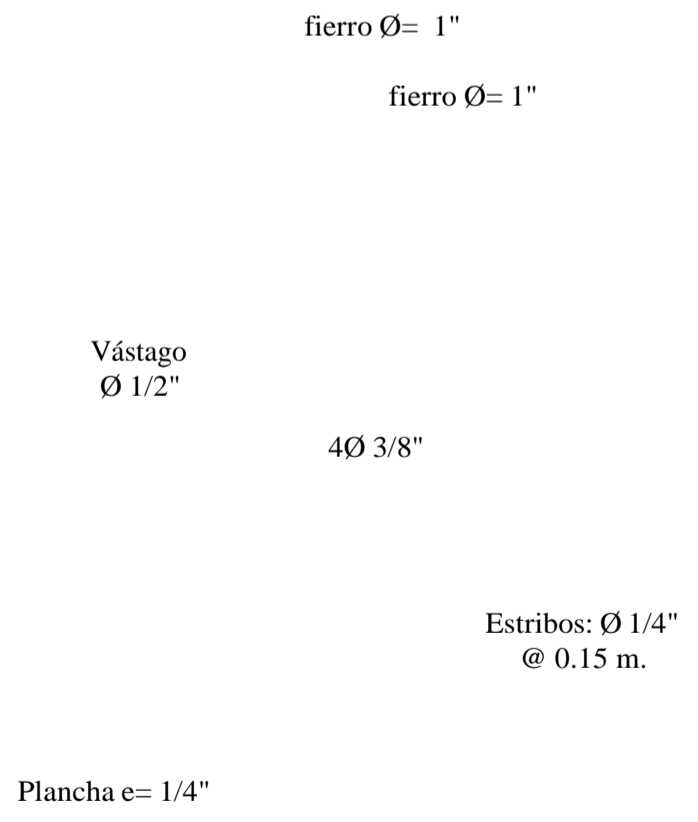
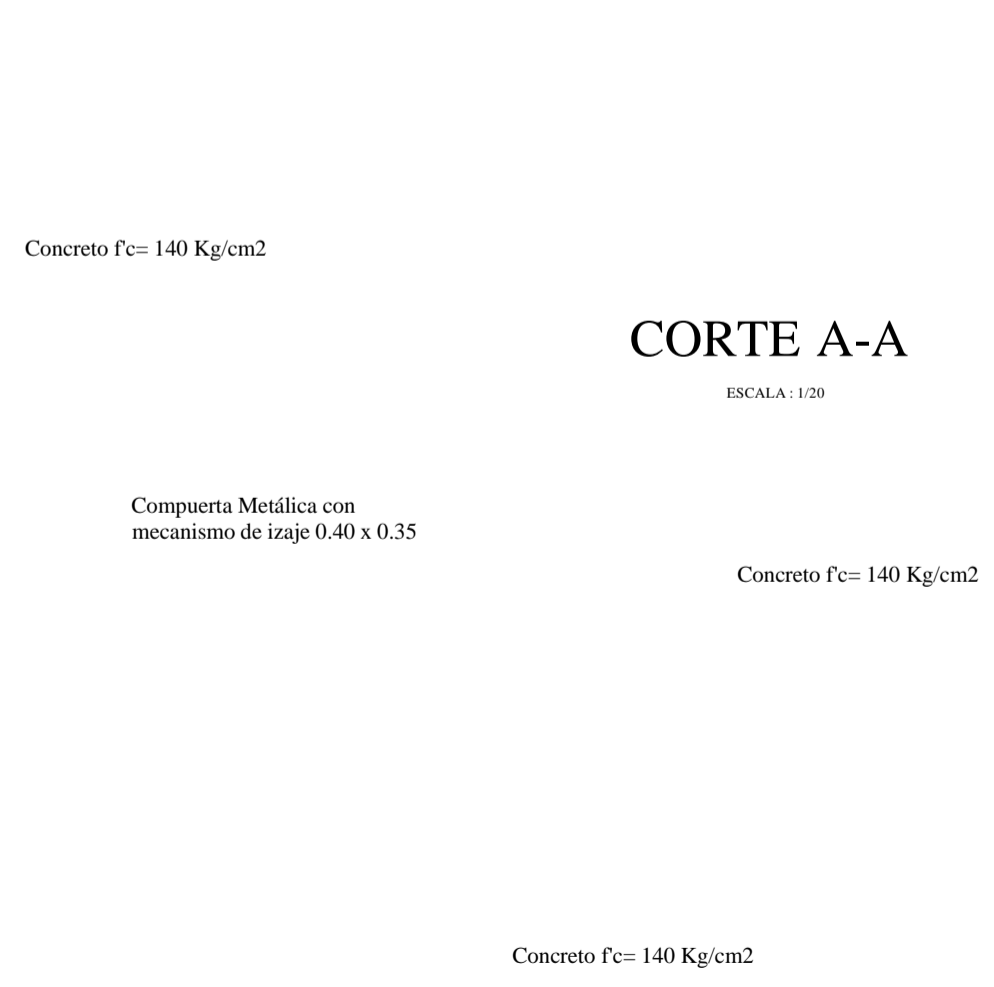
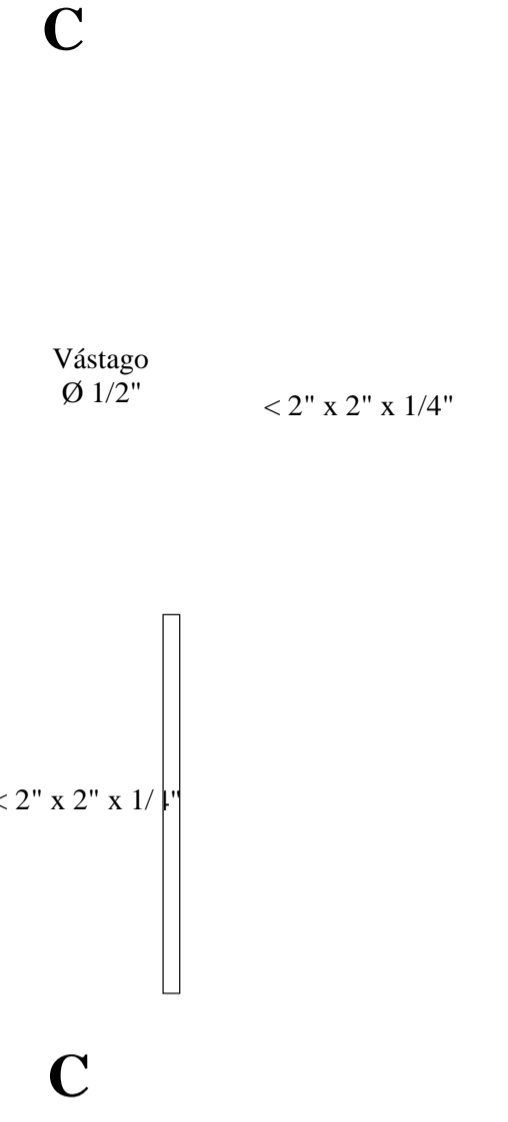






**DETALLE DE JUNTA DE DESLIZANTE DE LA COMPUERTA**

ESCALA : 1/2



**COMPUERTA TIPO**

ESCALA : 1/10

ESPECIFICACIONES TECNICAS
CONCRETO : $f'c = 140 \text{ Kg/cm}^2$
ACERO : $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$
Recubrimiento : 2.5 cm.

**CORTE D -D**

ESCALA : 1/10

Concreto  $f'c = 140 \text{ Kg/cm}^2$

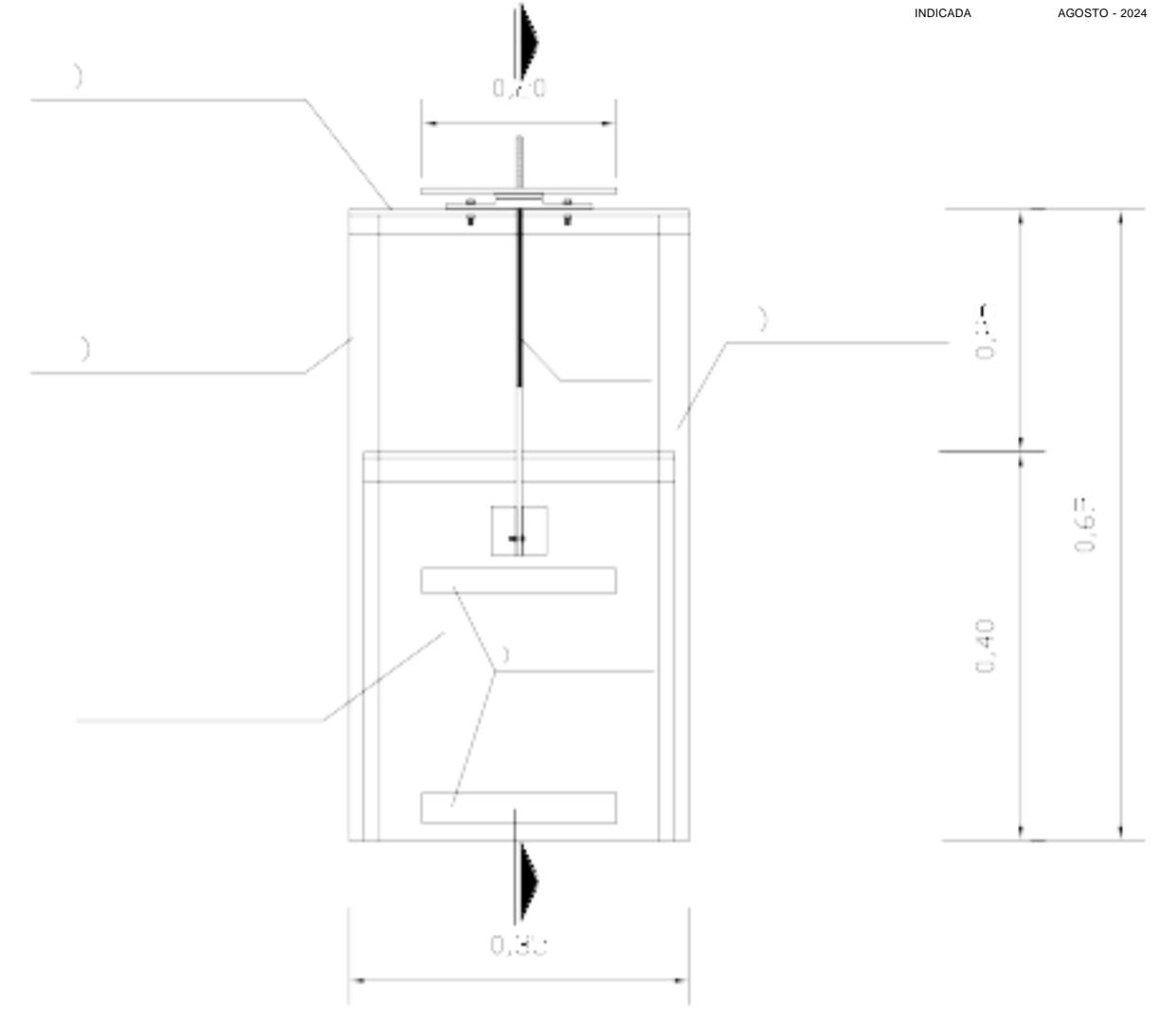
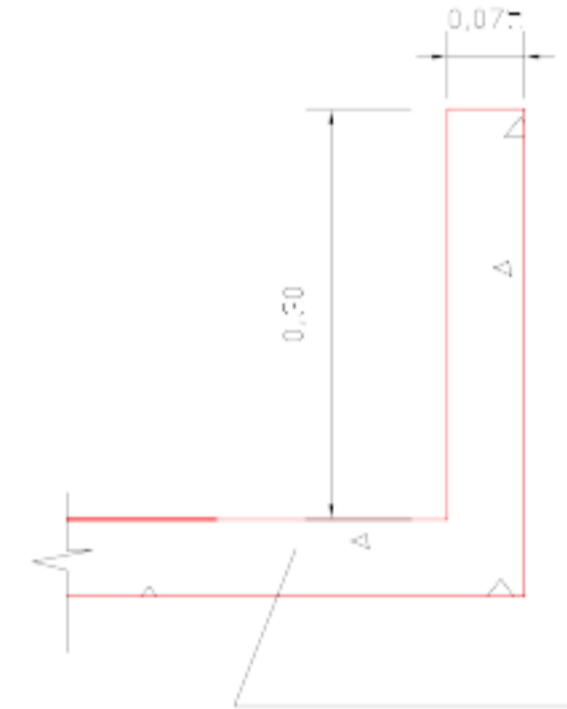
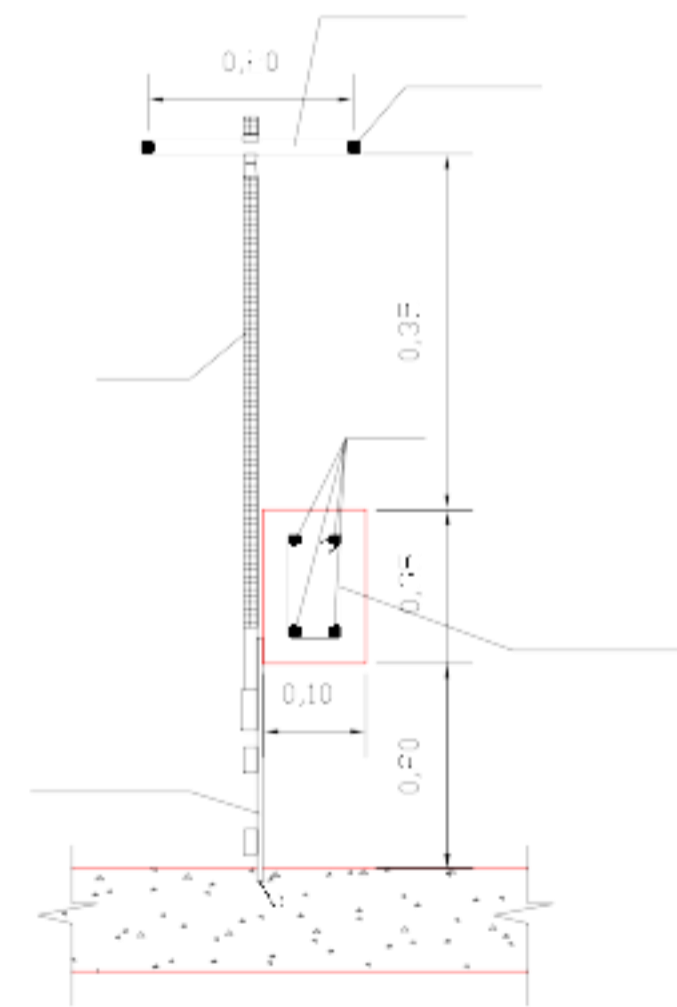
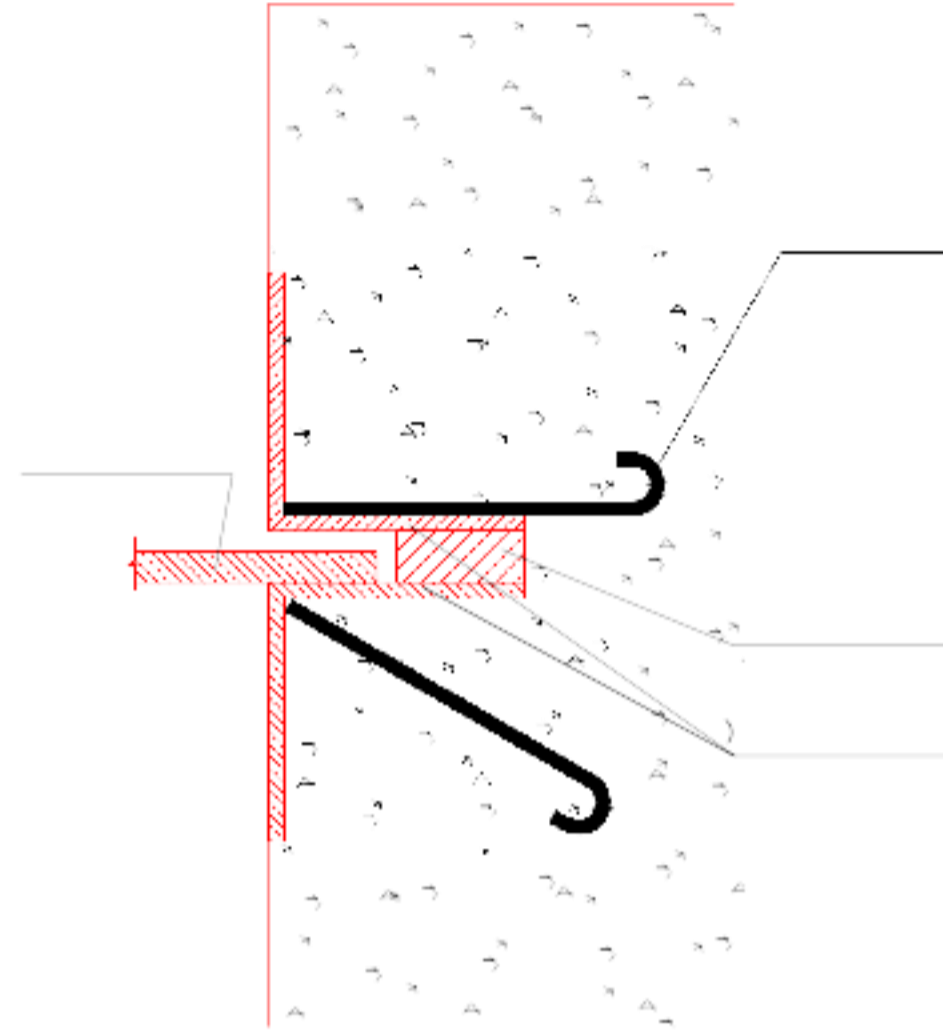
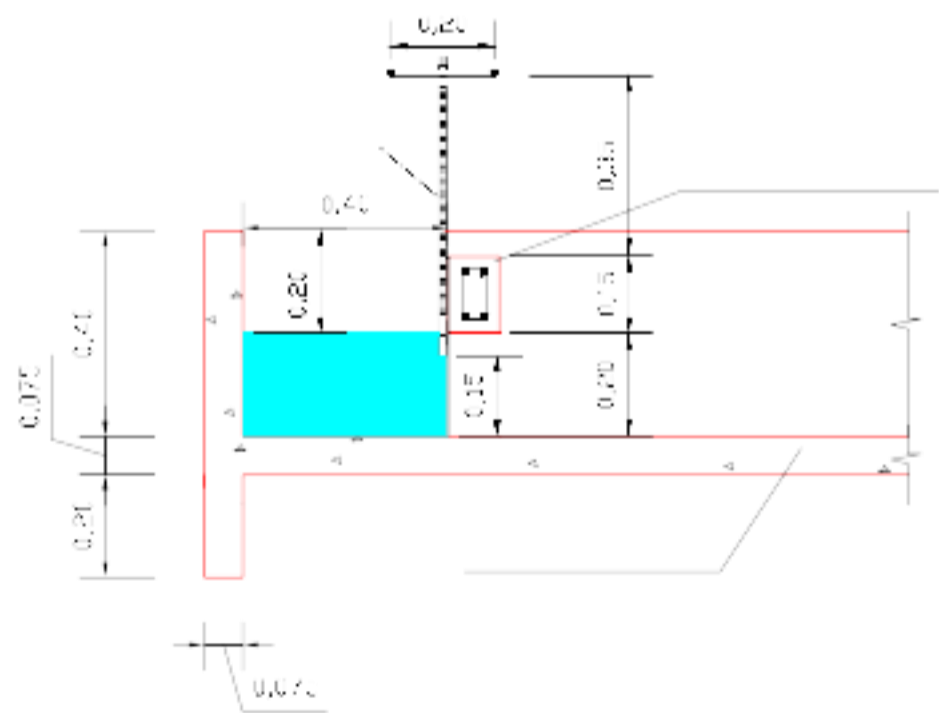
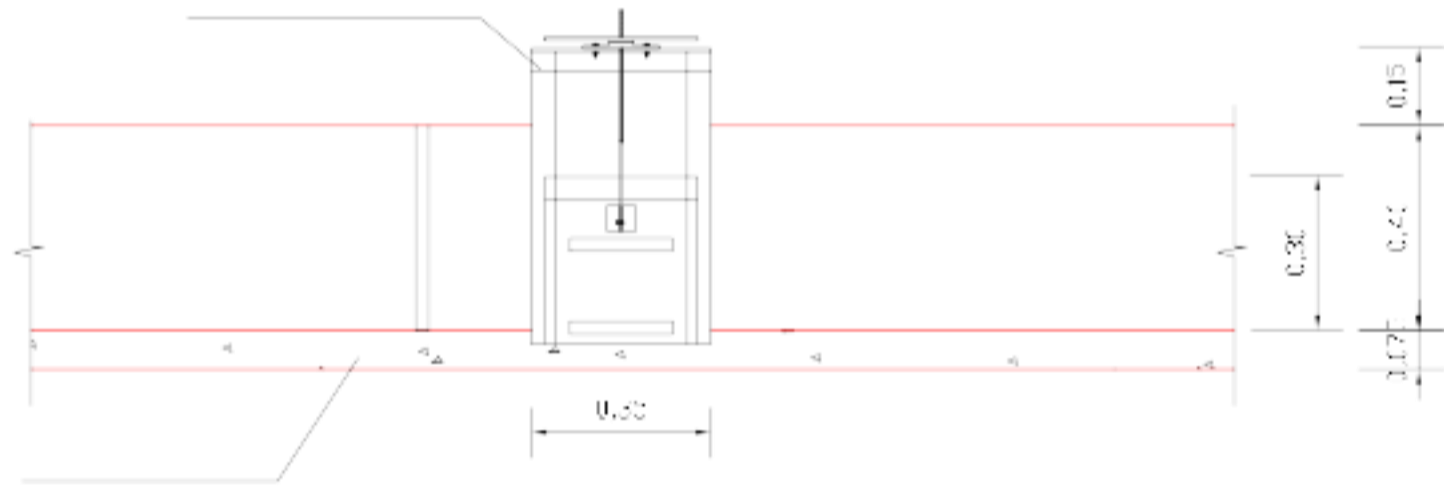
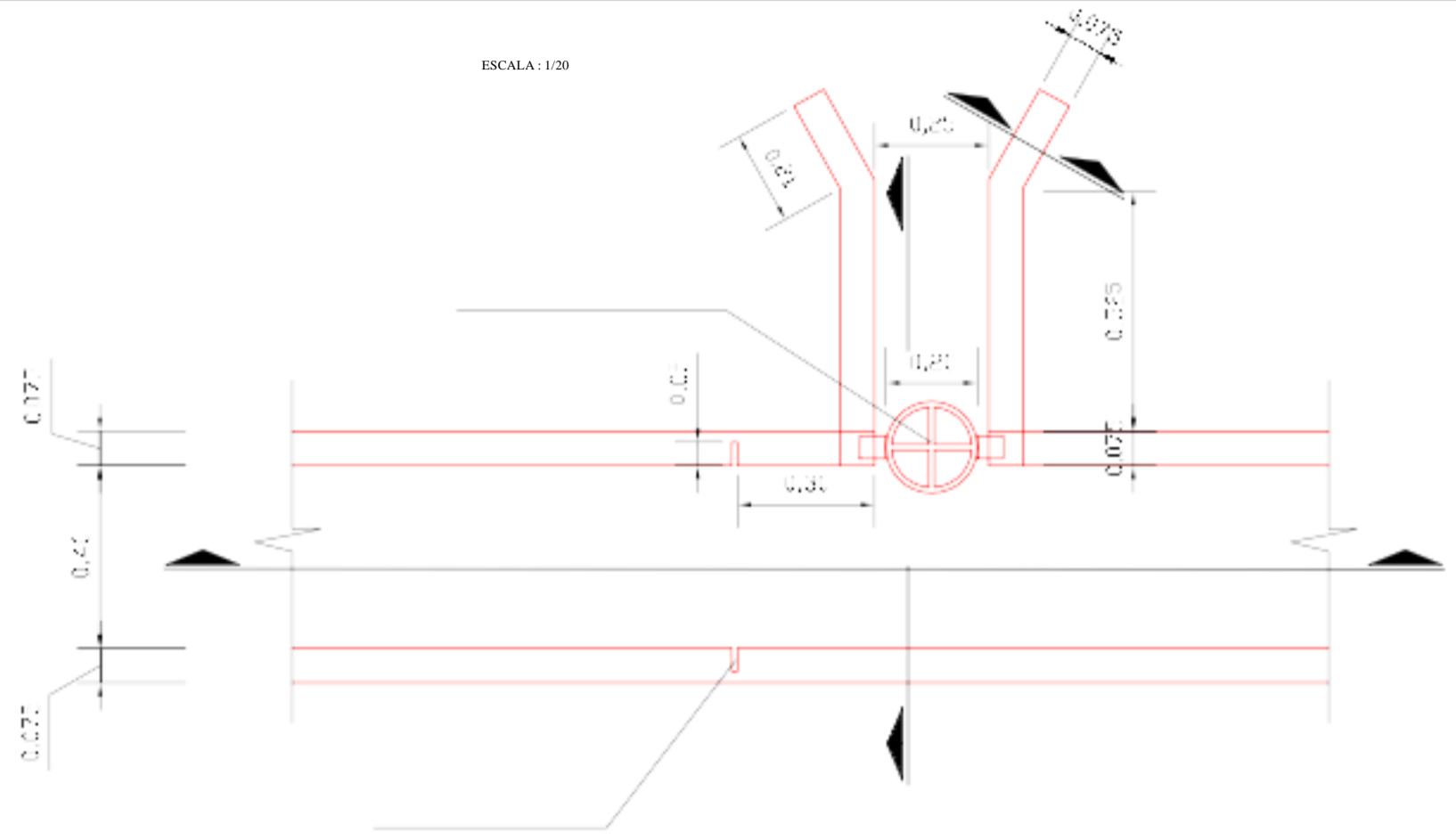
Nota: Las tomas laterales serán ubicadas cada 500 m., en cada canal y preferentemente su ubicación estará en función de la topografía del terreno

**CORTE C-C**

# CORTE B-B

ESCALA : 1/10

ESCALA : 1/20



Concreto f<sub>c</sub>= 140 Kg/m<sup>2</sup>

D

C

B

S= 1.5 %

B

ALIVIADERO

Concreto f<sub>c</sub>= 140 Kg/m<sup>2</sup> + 30% de P.G

CANAL DE PURGA

### CORTE C-C

ESCALA: 1:25

COMPUERTA METALICA 0.40 x 0.50  
CON MECANISMO DE IZAJE PL. E= 1/4"

CANAL

DESARENADOR

A

Concreto f<sub>c</sub>= 140 Kg/m<sup>2</sup>

A

DESARENADOR

C

D

### PLANTA

ESCALA: 1:25

COMPUERTA METALICA 0.40 x 0.50  
CON MECANISMO DE IZAJE PL. E= 1/4"

ALIVIADERO

S= 0.002

S= 0.002

Concreto f<sub>c</sub>= 140 Kg/m<sup>2</sup>

S= 2 %

S= 2.5 %

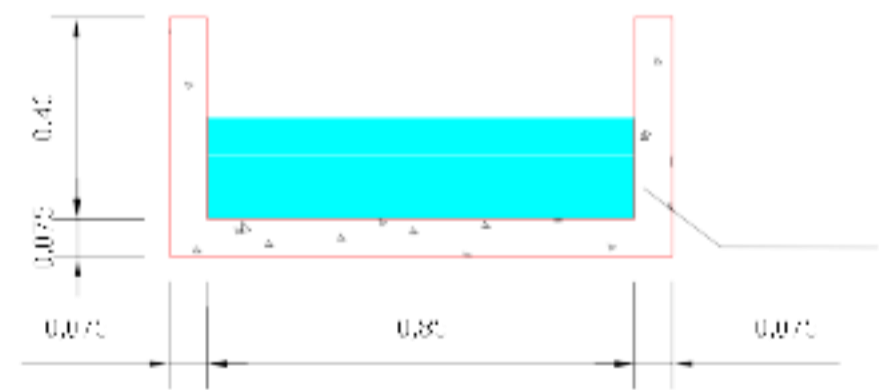
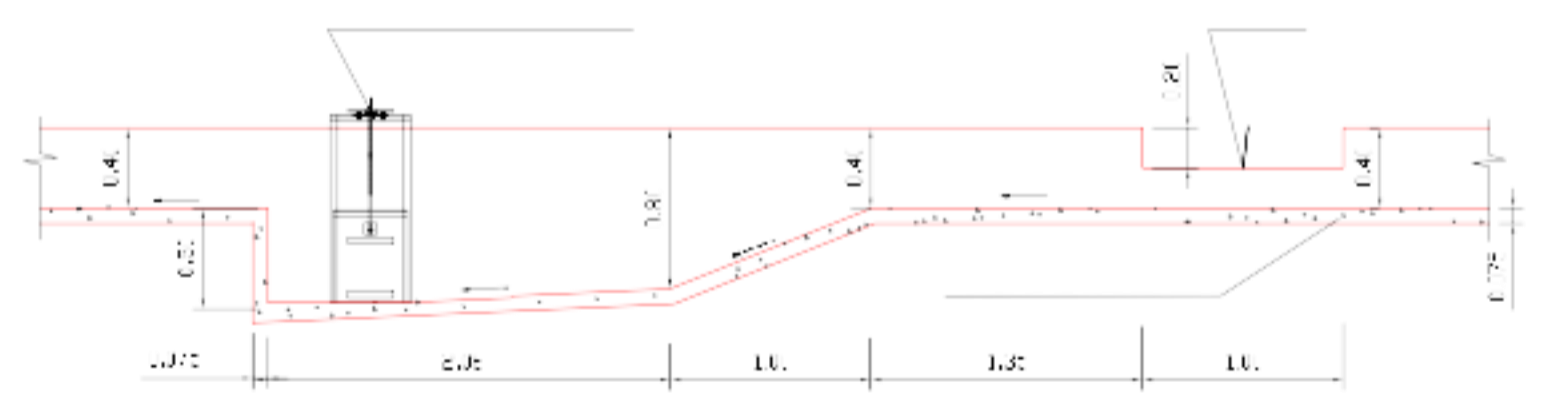
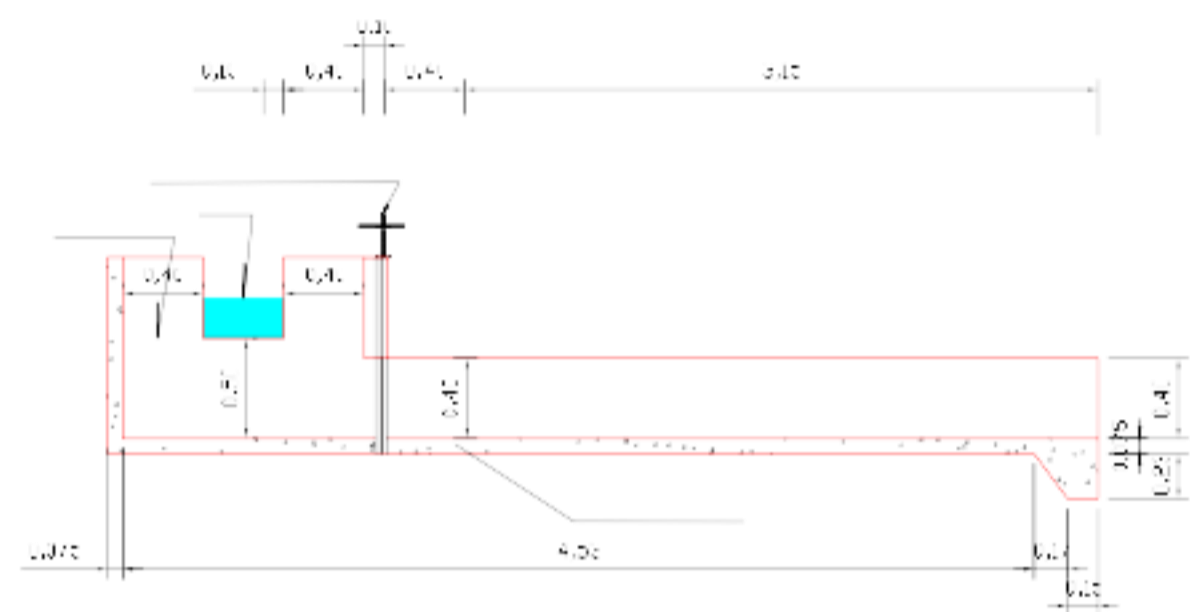
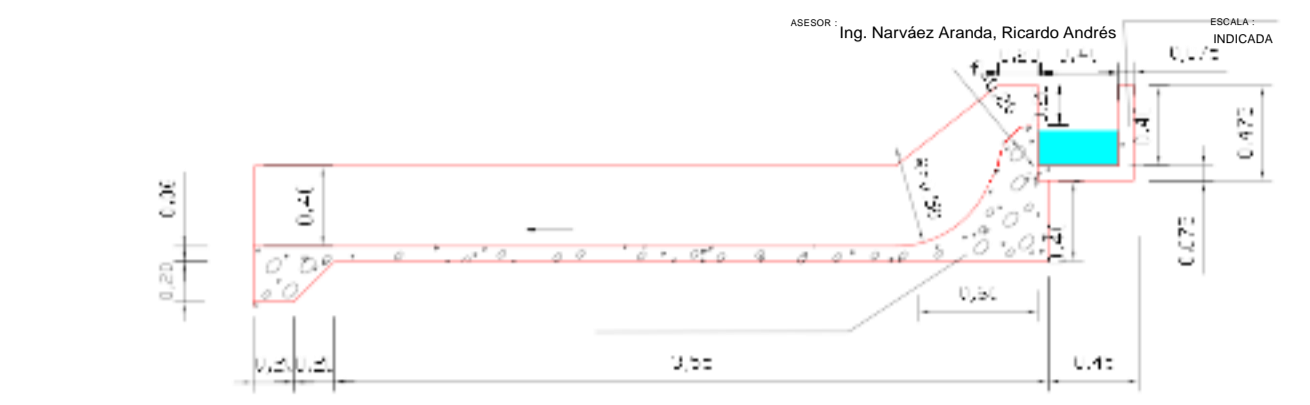
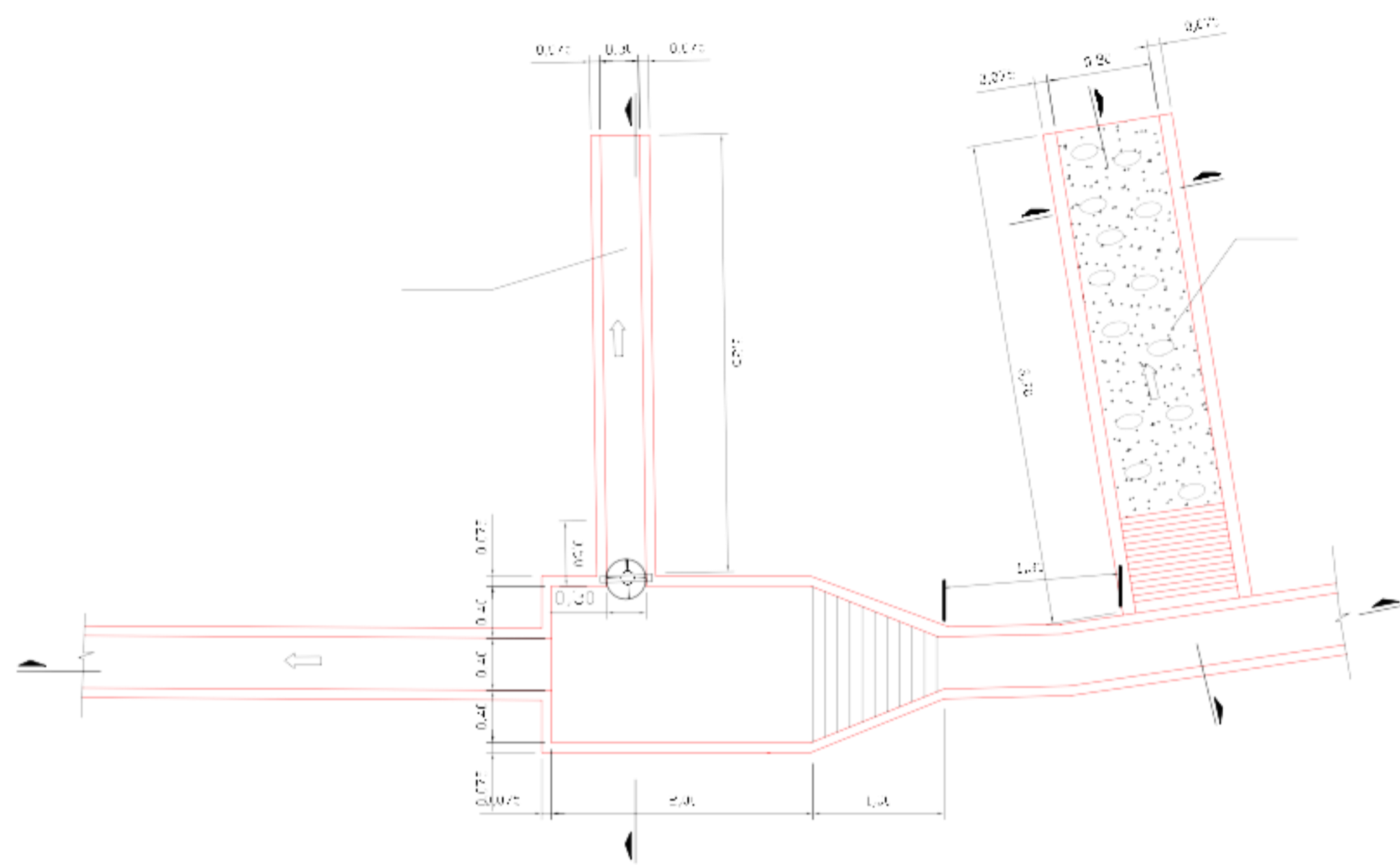
Concreto f<sub>c</sub>= 140 Kg/m<sup>2</sup>

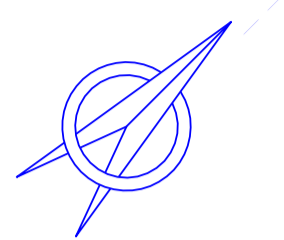
### CORTE A-A

ESCALA: 1:25

### CORTE B-B

ESCALA 1/10





COMPUERTA METALICA 0.80 x 1.20  
CON MECANISMO DE IZAJE PL. E= 3/8"

Riachuelo  
Huagere



CONCRETO  $f_c = 240$   
KG/CM<sup>2</sup> + 30 % DE P.G.

BARRAJE CONCRETO  
140 KG/CM<sup>2</sup> + 30 % DE P.G.

CONCRETO  $f_c = 240$   
KG/CM<sup>2</sup> + 30 % DE P.G.

TUBO DE PVC  
 $\varnothing = 2"$

Rejilla  $\varnothing 3/8" @ 0.05$

ALIVIADERO

Compuerta de 0.40 x 0.40  
con sistema de izaje PL  
e=1/4"

MURO DE ENCAUZAMIENTO

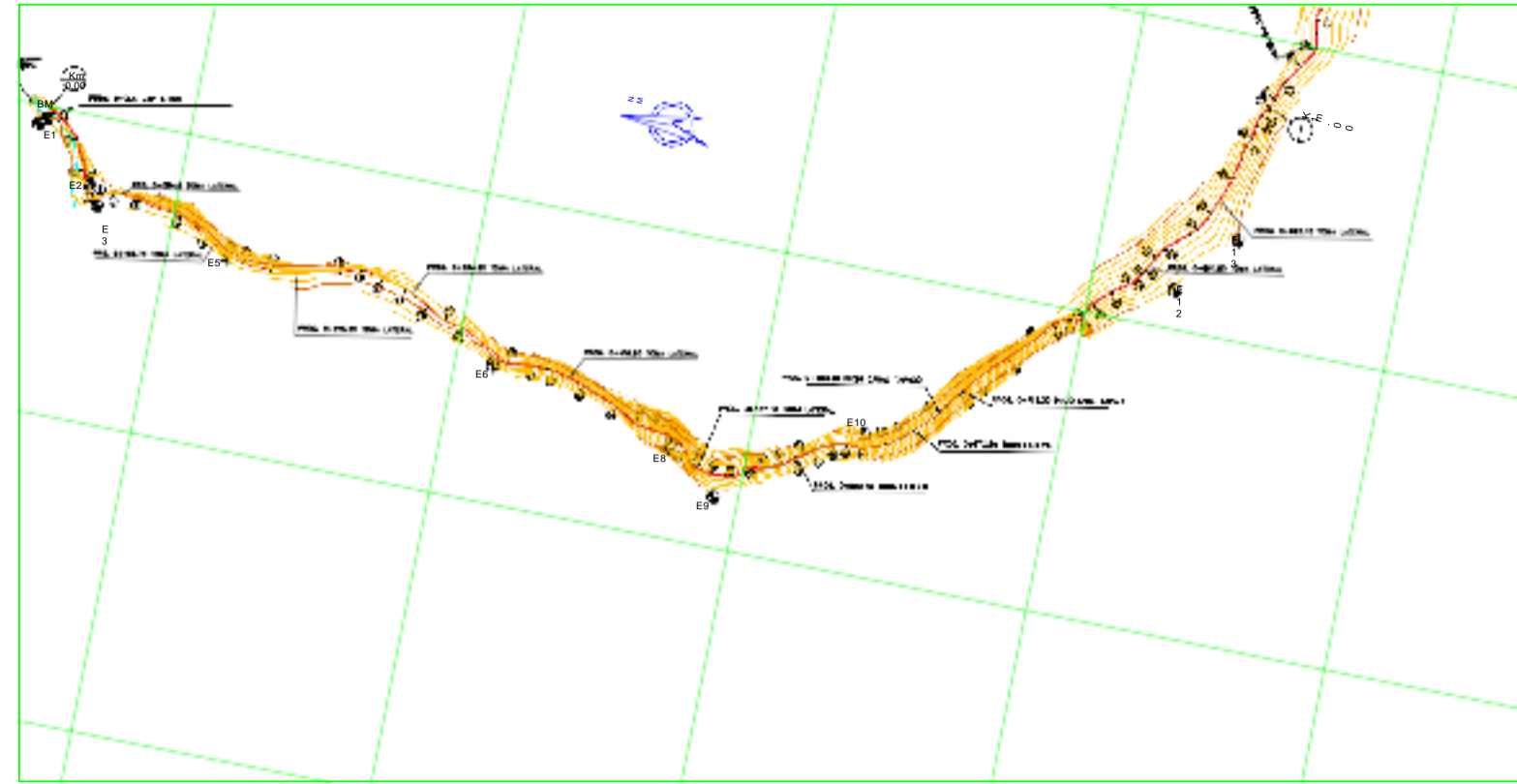
CANAL DE PURGA

DESARENADOR

LEYENDA	
	CURVA MAESTRA
	CURVA SECUNDARIA

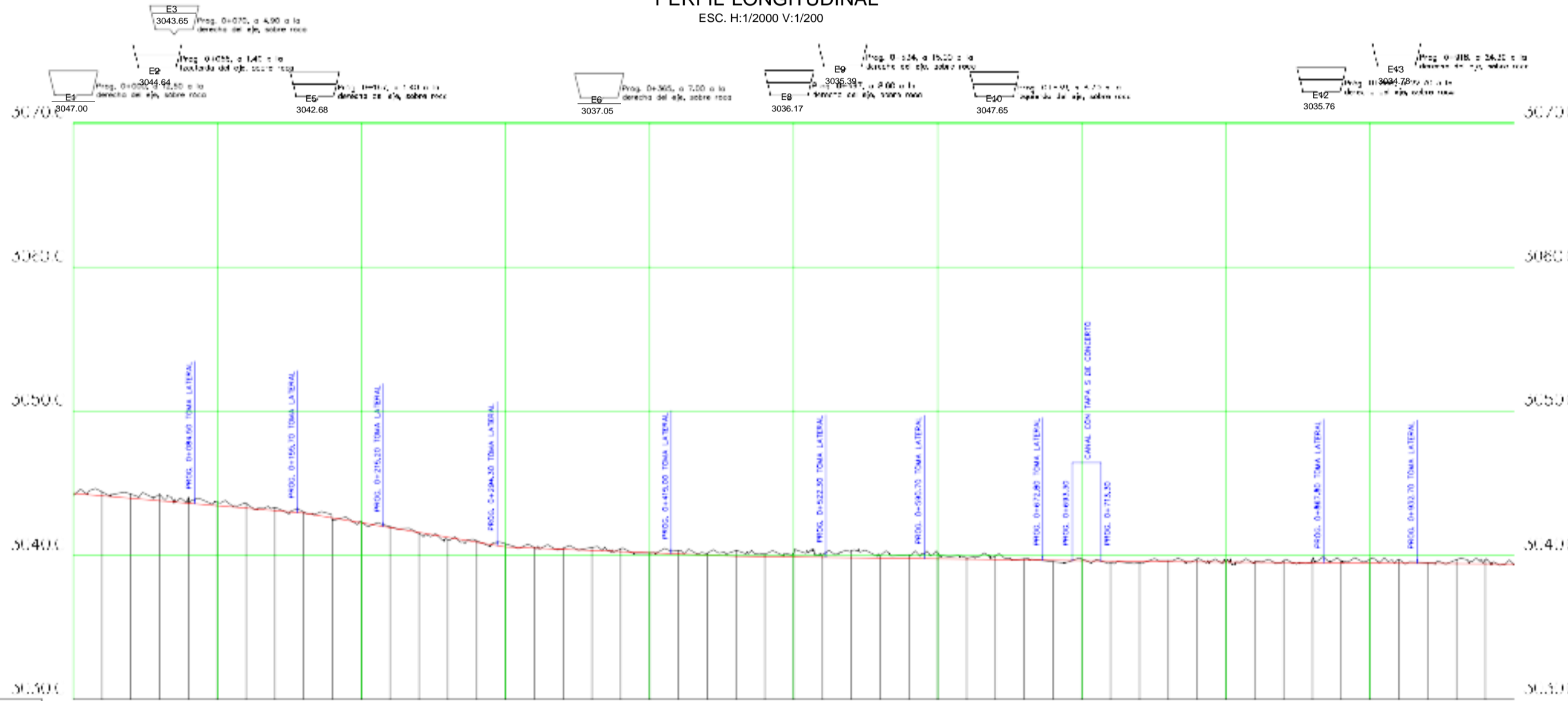
	PROYECTO DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL	LÁMINA: TOP-01
	PLANO: TOPOGRAFÍA CAPTACIÓN	
AUTOR: Br. Vargas Correa, Pedro Angel	UBICACIÓN: APURIMAC - COYLLURUI - PERÚ	
INGENIERO: Ing. Narváez Aranda, Ricardo Andrés	INDICADA	FECHA: AGOSTO - 2024

PLANTA  
ESC: 1/2000



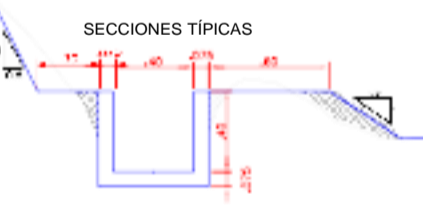
CUADROS DE ELEMENTOS DE CURVAS											COORDENADAS Pts					
ST	PC	PT	PI	PC	PT	PI	PC	PT	PI	PC	ST	Y	X	ST	Y	X
1	18000.00	18000.00	18000.00	18000.00	18000.00	18000.00	18000.00	18000.00	18000.00	18000.00	18000.00	18000.00	18000.00	18000.00	18000.00	18000.00

PERFIL LONGITUDINAL  
ESC: H:1/2000 V:1/200



BMS	GUADRO DE BMS	COTA
E1	797360.000-9215098.00	3047.00
E2	797360.168-9215057.86	3044.64
E3	797360.085-9215050.27	3043.65
E4	797324.237-9214960.61	3042.68
E5	797288.088-9214476.61	3037.00
E6	797259.069-9214451.65	3036.47
E7	797229.169-9214467.03	3035.39
E8	797199.288-9214459.11	3034.66
E9	797169.387-9214451.19	3033.93
E10	797139.486-9214443.27	3033.20
E11	797109.585-9214435.35	3032.47
E12	797079.684-9214427.43	3031.74
E13	797049.783-9214419.51	3031.01

LEYENDA	
	CURVA MAESTRA
	CURVA SECUNDARIA
	EJE DE CANAL



RECTANGULAR  
Escala: 1:25

PROGRESIVA	COTA DE TERRENO	COTA DE RASANTE	DISTANCIA Y PENDIENTE	SECCIÓN DE CANAL	ESTADO	TIPO DE SUELO
3044.21	3044.21	3044.21	L=160.00m P=-0.85%	RECTANGULAR	PROYECTADO	ROCA EN FONDO
3044.40	3044.40	3044.40	L=140m P=-1.68%	RECTANGULAR	PROYECTADO	ROCA EN FONDO
3044.77	3044.77	3044.77	L=160.00m P=-0.45%	RECTANGULAR	PROYECTADO	ROCA EN FONDO
3045.04	3045.04	3045.04	L=240.00m P=-0.77%	RECTANGULAR	PROYECTADO	ROCA EN FONDO

**PROYECTO DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

LÁMINA: **PPE-01**

PLANO PERFIL

AUTOR: Br. Vargas Correa, Pedro Angel

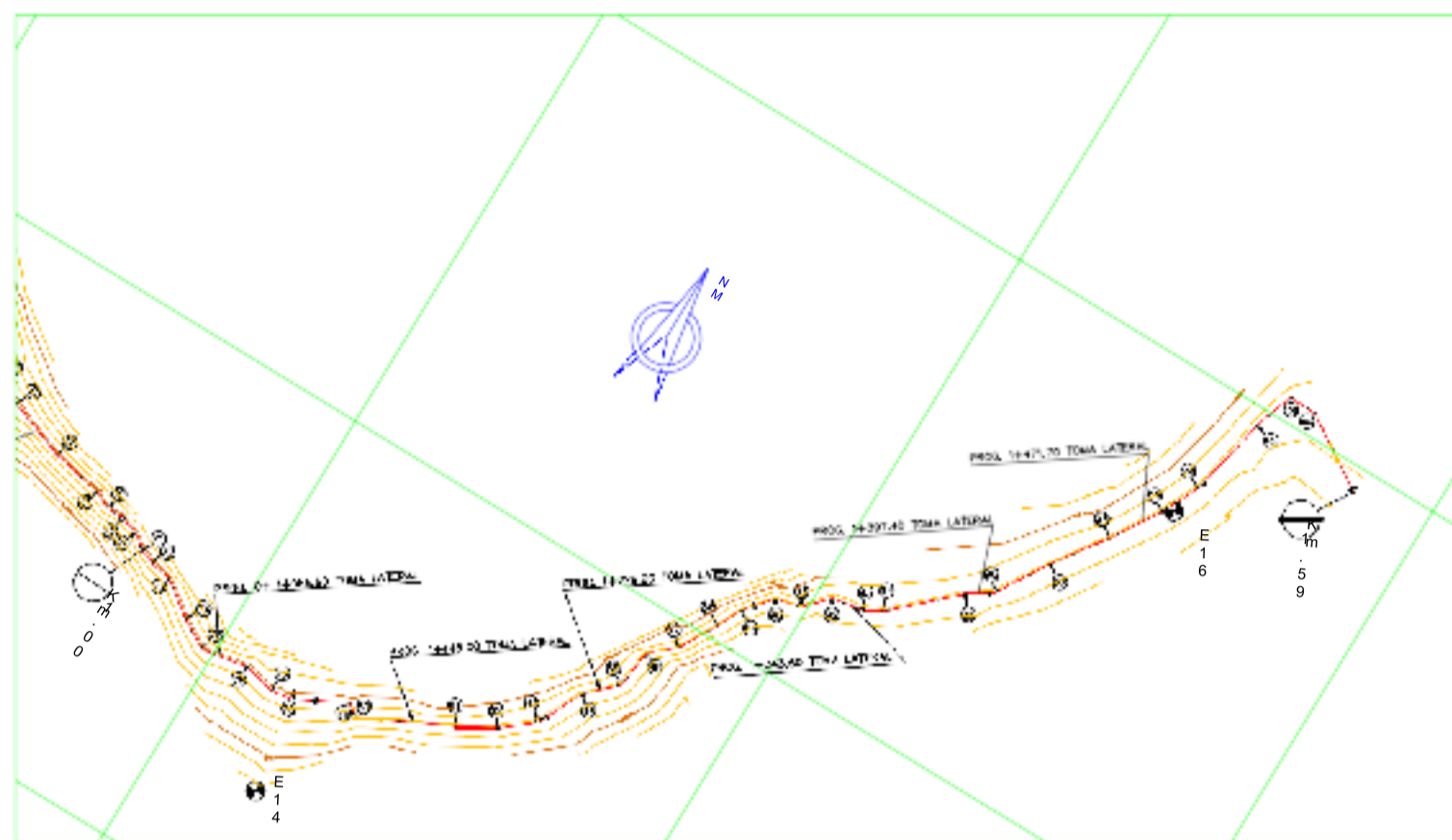
UBICACIÓN:

APURIMAC - COYLLOORI - PERU

ING. NAVÁEZ ARANDA, RICARDO ANDRÉS

AGOSTO - 2024

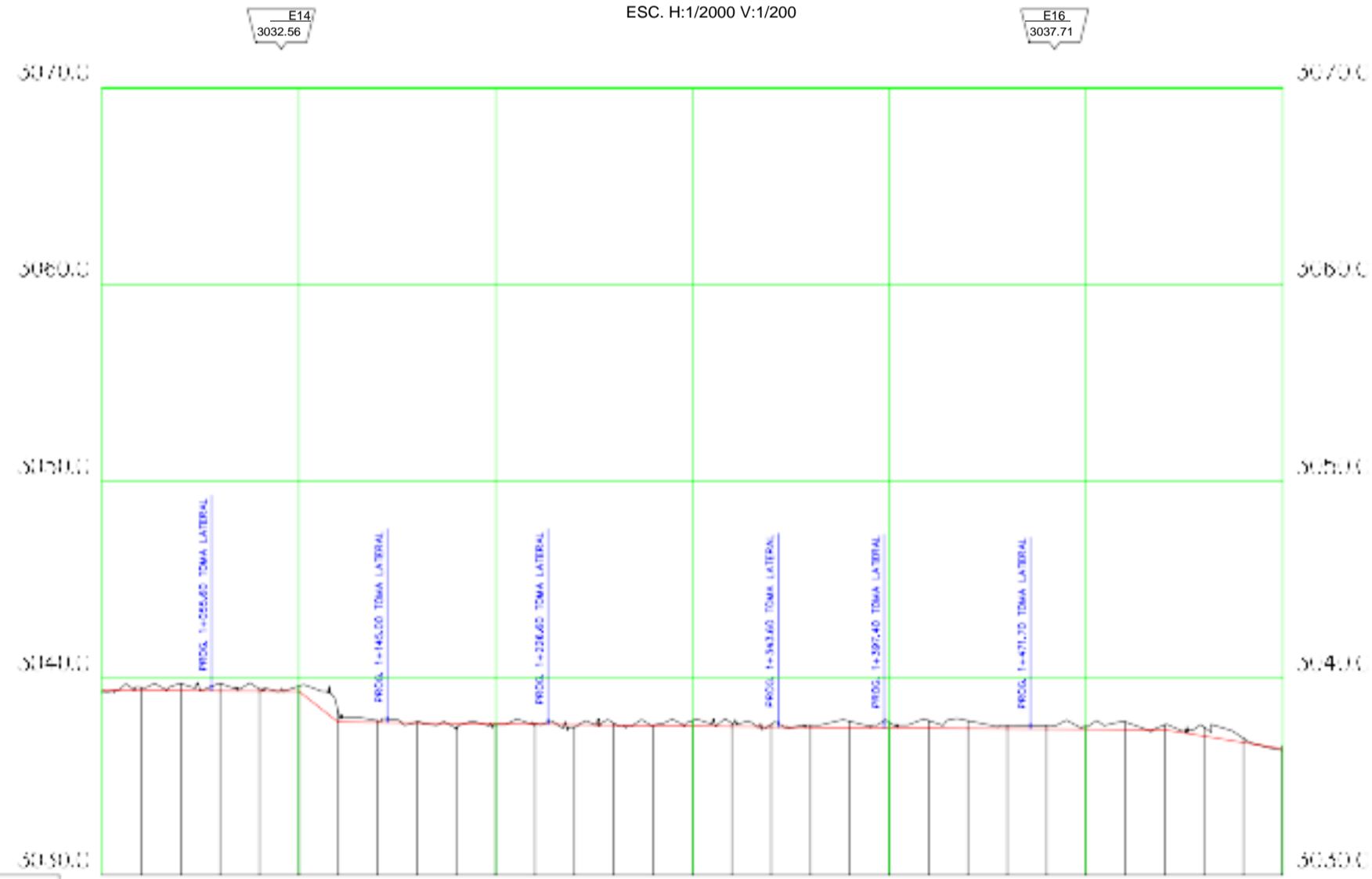
PLANTA  
ESC: 1/2000



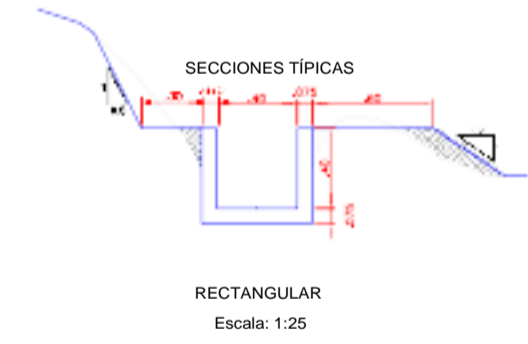
CUADROS DE ELEMENTOS DE CURVAS										COORDENADAS Pk			
PK	TIPO	R	Δ	PC	PT	PI	PC	PT	PI	X	Y	X	Y
0+00	LEPT	1451.40	4	0.00	0.00	0.00	1451.40	1451.40	1451.40	121438.338	121524.119	121438.338	121524.119
0+05	LEPT	1451.40	4	0.00	0.00	0.00	1451.40	1451.40	1451.40	121438.338	121524.119	121438.338	121524.119
0+10	LEPT	1451.40	4	0.00	0.00	0.00	1451.40	1451.40	1451.40	121438.338	121524.119	121438.338	121524.119
0+15	LEPT	1451.40	4	0.00	0.00	0.00	1451.40	1451.40	1451.40	121438.338	121524.119	121438.338	121524.119
0+20	LEPT	1451.40	4	0.00	0.00	0.00	1451.40	1451.40	1451.40	121438.338	121524.119	121438.338	121524.119
0+25	LEPT	1451.40	4	0.00	0.00	0.00	1451.40	1451.40	1451.40	121438.338	121524.119	121438.338	121524.119
0+30	LEPT	1451.40	4	0.00	0.00	0.00	1451.40	1451.40	1451.40	121438.338	121524.119	121438.338	121524.119
0+35	LEPT	1451.40	4	0.00	0.00	0.00	1451.40	1451.40	1451.40	121438.338	121524.119	121438.338	121524.119
0+40	LEPT	1451.40	4	0.00	0.00	0.00	1451.40	1451.40	1451.40	121438.338	121524.119	121438.338	121524.119
0+45	LEPT	1451.40	4	0.00	0.00	0.00	1451.40	1451.40	1451.40	121438.338	121524.119	121438.338	121524.119
0+50	LEPT	1451.40	4	0.00	0.00	0.00	1451.40	1451.40	1451.40	121438.338	121524.119	121438.338	121524.119
0+55	LEPT	1451.40	4	0.00	0.00	0.00	1451.40	1451.40	1451.40	121438.338	121524.119	121438.338	121524.119
0+60	LEPT	1451.40	4	0.00	0.00	0.00	1451.40	1451.40	1451.40	121438.338	121524.119	121438.338	121524.119
0+65	LEPT	1451.40	4	0.00	0.00	0.00	1451.40	1451.40	1451.40	121438.338	121524.119	121438.338	121524.119
0+70	LEPT	1451.40	4	0.00	0.00	0.00	1451.40	1451.40	1451.40	121438.338	121524.119	121438.338	121524.119
0+75	LEPT	1451.40	4	0.00	0.00	0.00	1451.40	1451.40	1451.40	121438.338	121524.119	121438.338	121524.119
0+80	LEPT	1451.40	4	0.00	0.00	0.00	1451.40	1451.40	1451.40	121438.338	121524.119	121438.338	121524.119
0+85	LEPT	1451.40	4	0.00	0.00	0.00	1451.40	1451.40	1451.40	121438.338	121524.119	121438.338	121524.119
0+90	LEPT	1451.40	4	0.00	0.00	0.00	1451.40	1451.40	1451.40	121438.338	121524.119	121438.338	121524.119
0+95	LEPT	1451.40	4	0.00	0.00	0.00	1451.40	1451.40	1451.40	121438.338	121524.119	121438.338	121524.119
1+00	LEPT	1451.40	4	0.00	0.00	0.00	1451.40	1451.40	1451.40	121438.338	121524.119	121438.338	121524.119
1+05	LEPT	1451.40	4	0.00	0.00	0.00	1451.40	1451.40	1451.40	121438.338	121524.119	121438.338	121524.119
1+10	LEPT	1451.40	4	0.00	0.00	0.00	1451.40	1451.40	1451.40	121438.338	121524.119	121438.338	121524.119
1+15	LEPT	1451.40	4	0.00	0.00	0.00	1451.40	1451.40	1451.40	121438.338	121524.119	121438.338	121524.119
1+20	LEPT	1451.40	4	0.00	0.00	0.00	1451.40	1451.40	1451.40	121438.338	121524.119	121438.338	121524.119
1+25	LEPT	1451.40	4	0.00	0.00	0.00	1451.40	1451.40	1451.40	121438.338	121524.119	121438.338	121524.119
1+30	LEPT	1451.40	4	0.00	0.00	0.00	1451.40	1451.40	1451.40	121438.338	121524.119	121438.338	121524.119
1+35	LEPT	1451.40	4	0.00	0.00	0.00	1451.40	1451.40	1451.40	121438.338	121524.119	121438.338	121524.119
1+40	LEPT	1451.40	4	0.00	0.00	0.00	1451.40	1451.40	1451.40	121438.338	121524.119	121438.338	121524.119
1+45	LEPT	1451.40	4	0.00	0.00	0.00	1451.40	1451.40	1451.40	121438.338	121524.119	121438.338	121524.119
1+50	LEPT	1451.40	4	0.00	0.00	0.00	1451.40	1451.40	1451.40	121438.338	121524.119	121438.338	121524.119
1+55	LEPT	1451.40	4	0.00	0.00	0.00	1451.40	1451.40	1451.40	121438.338	121524.119	121438.338	121524.119
1+60	LEPT	1451.40	4	0.00	0.00	0.00	1451.40	1451.40	1451.40	121438.338	121524.119	121438.338	121524.119
1+65	LEPT	1451.40	4	0.00	0.00	0.00	1451.40	1451.40	1451.40	121438.338	121524.119	121438.338	121524.119
1+70	LEPT	1451.40	4	0.00	0.00	0.00	1451.40	1451.40	1451.40	121438.338	121524.119	121438.338	121524.119
1+75	LEPT	1451.40	4	0.00	0.00	0.00	1451.40	1451.40	1451.40	121438.338	121524.119	121438.338	121524.119
1+80	LEPT	1451.40	4	0.00	0.00	0.00	1451.40	1451.40	1451.40	121438.338	121524.119	121438.338	121524.119
1+85	LEPT	1451.40	4	0.00	0.00	0.00	1451.40	1451.40	1451.40	121438.338	121524.119	121438.338	121524.119
1+90	LEPT	1451.40	4	0.00	0.00	0.00	1451.40	1451.40	1451.40	121438.338	121524.119	121438.338	121524.119
1+95	LEPT	1451.40	4	0.00	0.00	0.00	1451.40	1451.40	1451.40	121438.338	121524.119	121438.338	121524.119
2+00	LEPT	1451.40	4	0.00	0.00	0.00	1451.40	1451.40	1451.40	121438.338	121524.119	121438.338	121524.119

CUADRO DE BMS			
BMS	X	Y	DOTA
E14	121438.338	121524.119	3032.56
E16	121438.338	121524.119	3037.71

PERFIL LONGITUDINAL  
ESC. H:1/2000 V:1/200



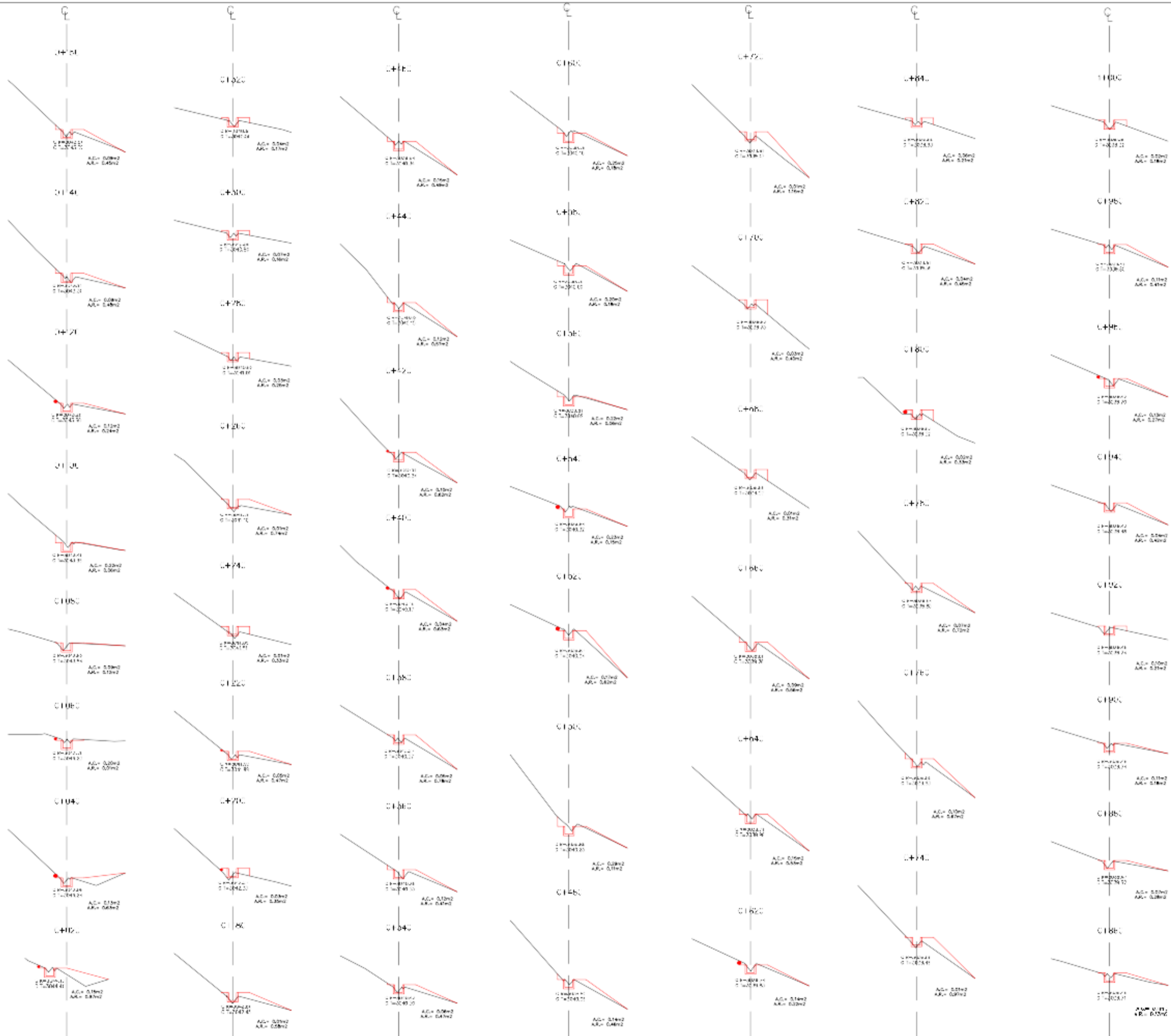
LEYENDA	
	CURVA MAESTRA
	CURVA SECUNDARIA
	EJE DE CANAL



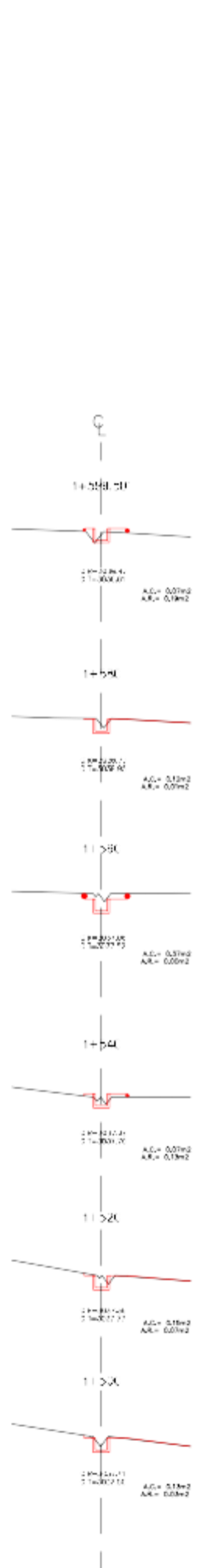
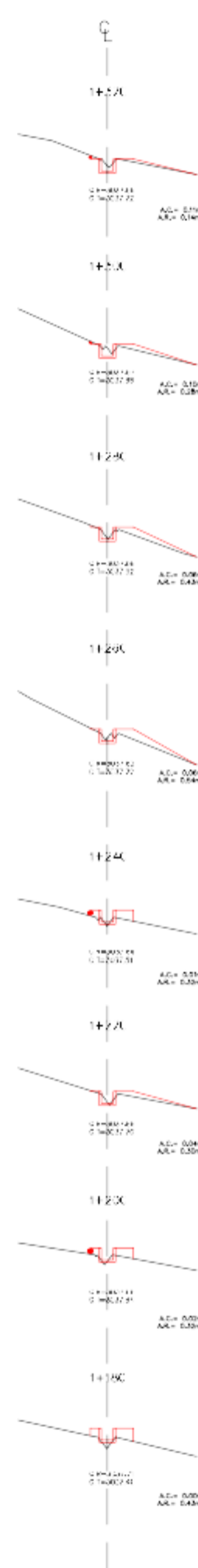
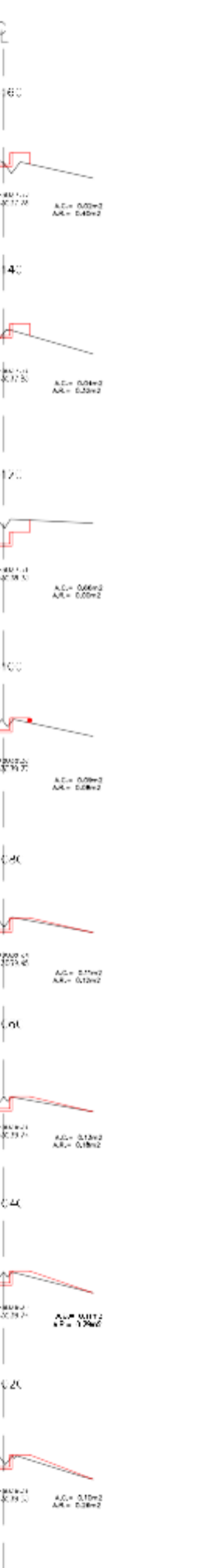
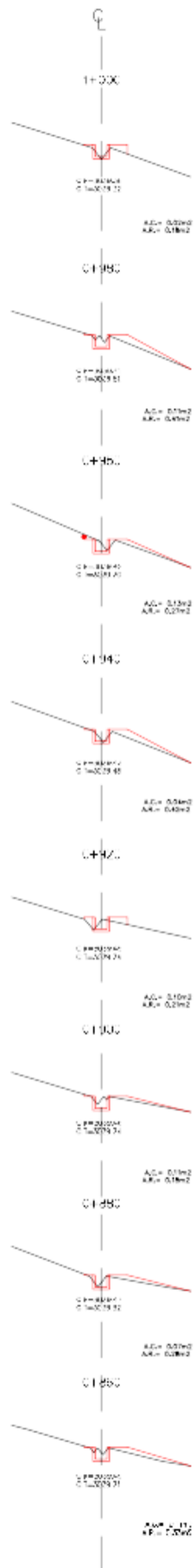
PROGRESIVA	COTA DE TERRENO	COTA DE RASANTE	DISTANCIA Y PENDIENTE	SECCIÓN DE CANAL	ESTADO	TIPO DE SUELO
0+00.00	3032.56	3032.56	L=100.11m P=-0.07%	RECTANGULAR	PROYECTADO	ROCA EN FONDO
0+10.00	3033.15	3033.15	L=19.79m P=-7.81%	RECTANGULAR	PROYECTADO	ROCA EN FONDO
0+20.00	3033.74	3033.74	L=240.17m P=-0.12%	RECTANGULAR	PROYECTADO	ROCA EN FONDO
0+30.00	3034.33	3034.33	L=179.91m P=-0.07%	RECTANGULAR	PROYECTADO	ROCA EN FONDO
0+40.00	3034.92	3034.92	L=59.52m P=-1.61%	RECTANGULAR	PROYECTADO	ROCA EN FONDO


**PROYECTO DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**  
 PLANO: **PLANO PERFIL** LÁMINA: **PPE-02**  
 AUTOR: **Ing. Yhago Antonio Ricardo Andrés** UBICACIÓN: **APURÍMAC - COYLLURUI - PERU**  
 ESCALA: **INDICADA** FECHA: **AGOSTO - 2024**





	<b>PROYECTO DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL</b>		LÁMINA:
	<b>SECCIONES</b>		<b>SEC-01</b>
AUTOR: Br. Vargas Correa, Pedro Angel ASESOR: Ing. Narváez Aranda, Ricardo Andrés	UBICACIÓN: APURÍMAC - COYLLURUI - PERÚ	ESCALA: INDICADA	FECHA: AGOSTO - 2024



	<b>PROYECTO DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL</b>		LÁMINA:
	PLANO: <b>SECCIONES</b>		<b>SEC-02</b>
AUTOR:	Br. Vargas Correa, Pedro Angel	UBICACIÓN:	APURÍMAC - COYLLURUI - PERÚ
ASESOR:	Ing. Narváez Aranda, Ricardo Andrés	ESCALA:	INDICADA
		FECHA:	AGOSTO - 2024