UNIVERSIDAD NACIONAL
“PEDRO RUIZ GALLO”

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y DE ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

Diseño hidráulico de la captación de las aguas del rio colca para el riego de 15 hectáreas del sector de Santa Rita, distrito de San Pedro de Chana, Huari, Áncash

Para Optar el Título Profesional de:

Ingeniero(a) civil

Presentado por:

Bach. Chicoma Lluen, Juan Carlos

Bach. Lozano Paz, Yubeli

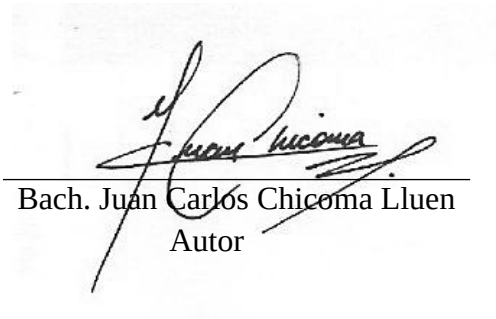
Asesor:

Dra. Ing. Rocío del Pilar, Blas Rebaza

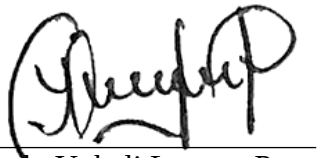
Fecha de sustentación: 06 de julio del 2026

Lambayeque, 2026

Diseño hidráulico de la captación de las aguas del rio colca para el riego de 15 hectáreas del sector de Santa Rita, distrito de San Pedro de Chana, Huari, Áncash



Bach. Juan Carlos Chicoma Lluen
Autor



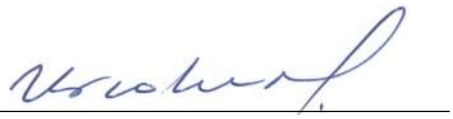
Bach. Yubeli Lozano Paz
Autor(a)



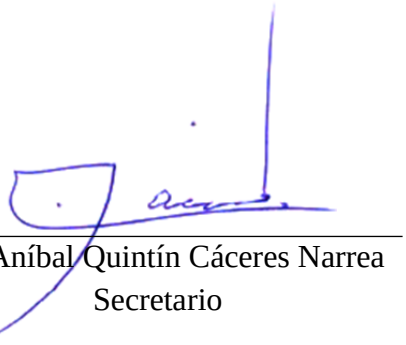
Dra. Ing. Rocío del Pilar Blas Rebaza
Asesor(a)

Tesis presentada a la Escuela de Pregrado de Ingeniería Civil, de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil.

Aprobado por:



Dr. Ing. Víctor Manuel Oblitas Escobedo
Presidente



Dr. Ing. Aníbal Quintín Cáceres Narrea
Secretario



Msc. Ing. Jannyna Beatriz Bernilla Gonzales
Vocal

Lambayeque, 2026

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL DE SISTEMAS Y DE ARQUITECTURA
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN





ACTA DE SUSTENTACIÓN
N° 026-2026-UI-FICSA

Siendo las 12:00 pm del día 06 de julio del 2026, se reunieron los miembros de jurado de la Tesis titulada: **"DISEÑO HIDRÁULICO DE LA CAPTACIÓN DE LAS AGUAS DEL RIO COLCA PARA EL RIEGO DE 15 HECTÁREAS DEL SECTOR DE SANTA RITA, DISTRITO DE SAN PEDRO DE CHANA, HUARI, ANCASH", con código N° IC_V_2024_050,** y designado por **Resolución Decanal N° 862-2026-UNPRG-FICSA** con la finalidad de Evaluar y Calificar la sustentación de la tesis profesional antes mencionada, conformado por los siguientes docentes:

DR. ING. VICTOR MANUEL ESCOBEDO OBLITAS	**PRESIDENTE**
DR. ING. ANIBAL QUINTIN CACERES NARREA	**SECRETARIO**
MSC. ING. JANNYNA BEATRIZ BERNILLA GONZALES	**VOCAL**

Asesorado por **DRA. ING. ROCIO DEL PILAR BLAS REBAZA.**

El acto de sustentación fue autorizado por **OFICIO VIRTUAL N° 161-2026-UIFICSA**, la tesis profesional fue presentada y sustentada por los Bachilleres: **YUBELI LOZANO PAZ Y JUAN CARLOS CHICOMA LLUEN,** tuvo una duración de ...60... minutos Después de la sustentación, y absueltas las preguntas y observaciones de los miembros del jurado; se procedió a la calificación respectiva:

	NUMERO	LETRAS	CALIFICATIVO
YUBELI LOZANO PAZ	16	Dieciseis	BUENO
JUAN CARLOS CHICOMA LLUEN	16	Dieciseis	BUENO

Por lo que quedan APTOS para obtener el Título Profesional de **INGENIERO (A) CIVIL** de acuerdo con la Ley Universitaria 30220 y la normatividad vigente de la Facultad de Ingeniería Civil De Sistemas y de Arquitectura de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Siendo las ...13 Hrs.; del mismo día, se dio por concluido el presente acto académico, dándose conformidad al presente acto, con la firma de los miembros del jurado.

DR. ING. VICTOR MANUEL ESCOBEDO OBLITAS
PRESIDENTE

DR. ING. ANIBAL QUINTIN CACERES NARREA
SECRETARIO

MSC. ING. JANNYNA BEATRIZ BERNILLA GONZALES
VOCAL

DRA. ING. ROCIO DEL PILAR BLAS REBAZA
ASESOR

JHFF/bcm.

CONSTANCIA DE VERIFICACION DE ORIGINALIDAD

Yo, **ROCIO DEL PILAR BLAS REBAZA** usuario revisor de Tesis [X] Trabajo de Suficiencia Profesional [ ] y/o Trabajo Académico [ ] Titulado: **Diseño hidráulico de la captación de las aguas del rio colca para el riego de 15 hectáreas del sector de Santa Rita, distrito de San Pedro de Chana, Huari, Áncash.**

Cuyo autor (es) son: **Juan Carlos Chicoma Lluen**; con DNI N° **75761007** y **Yubeli Lozano Paz**; con DNI N° **47898224**; declaro que la evaluación realizada por el Programa informático, ha arrojado un porcentaje de similitud **19%**, verificables en el Resumen del Reporte automatizado de similitudes que se acompaña.

El suscrito (a) analizó reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas dentro del porcentaje de similitud permitido no constituyen plagio y que el documento cumple con la integridad científica y con las normas para el uso de citas y referencias establecidas en los protocolos respectivos,

Se cumple con adjuntar el Recibo Digital a efectos de la trazabilidad respectiva del proceso.

Lambayeque, 06 de julio del 2026



.....

Firma (Asesor)

Nombres y Apellidos: Rocio del Pilar Blas Rebaza

DNI 18080838

DISEÑO HIDRÁULICO DE LA CAPTACIÓN DE LAS AGUAS DEL RIO COLCA PARA EL RIEGO DE 15 HECTÁREAS DEL SECTOR DE SANTA RITA, DISTRITO DE SAN PEDRO DE CHANA, HUARI, ANCASH

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%	18%	7%	9%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
2	repositorio.unprg.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	vdocuments.es Fuente de Internet	1%
4	www.coursehero.com Fuente de Internet	1%
5	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
6	fullseguridad.net Fuente de Internet	1%
7	repositorio.unheval.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	moam.info Fuente de Internet	<1%

Dra. Ing. ROCIO DEL PILAR BLAS REBAZA
DNI: 18080838

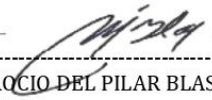
9	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
10	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
11	repositorio.ana.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
12	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
13	vsip.info Fuente de Internet	<1 %
14	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
15	Submitted to Universidad Politecnica Salesiana del Ecuado Trabajo del estudiante	<1 %
16	repositorio.unasam.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
17	vbook.pub Fuente de Internet	<1 %
18	es.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
19	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	<1 %

Dra. Ing. ROCIO DEL PILAR BLAS REBAZA
DNI: 18080838

20	Laura Cruz, Hugo. "Diseño e implementación de un sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo basado en la ley N°29783 aplicado a la clínica americana de Juliaca - Puno", Universidad Nacional del Altiplano de Puno (Peru) Publicación	<1 %
21	pdfcookie.com Fuente de Internet	<1 %
22	repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
23	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
24	idoc.pub Fuente de Internet	<1 %
25	Submitted to uncedu Trabajo del estudiante	<1 %
26	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	<1 %
27	sigrid.cenepred.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
28	Submitted to Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo Trabajo del estudiante	<1 %

Dra. Ing. ROCIO DEL PILAR BLAS REBAZA
DNI: 18080838

29	doku.pub Fuente de Internet	<1 %
30	TARAZONA TREJO SANTOS PABLO. "Informe de Gestión Ambiental del Proyecto Creación del Servicio de Agua para Riego en las Localidades de Tacta, Carhuac y Chaná, Distrito de San Pedro de Chaná- Huari - Ancash-IGA0014556", R.D.G. N° 520-2018-MINAGRI-DVDIAR-DGAAA, 2021 Publicación	<1 %
31	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
32	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
33	www.itu.int Fuente de Internet	<1 %
34	repositorio.unsaac.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
35	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
36	Submitted to Universidad Alas Peruanas Trabajo del estudiante	<1 %
37	openjicareport.jica.go.jp Fuente de Internet	<1 %
	repositorio.upla.edu.pe	



Dra. Ing. ROCIO DEL PILAR BLAS REBAZA
DNI: 18080838

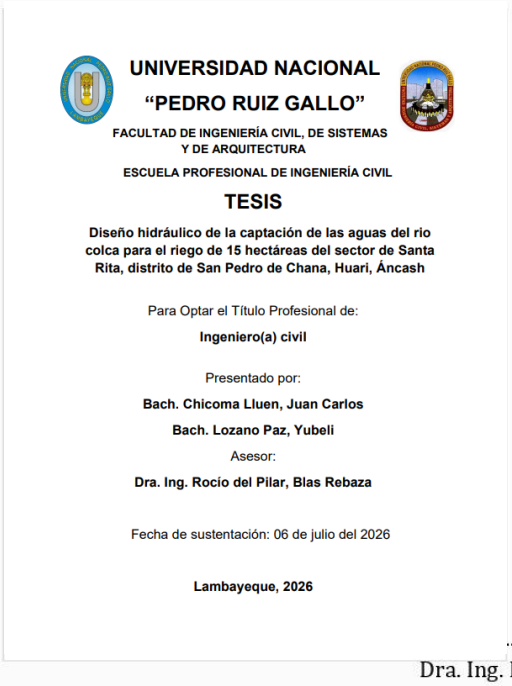
turnitin

Recibo digital

Este recibo confirma quesu trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega:	Juan Carlos / Yubeli Chicoma Lluen/lozano Paz
Título del ejercicio:	Quick Submit
Título de la entrega:	DISEÑO HIDRÁULICO DE LA CAPTACIÓN DE LAS AGUAS DEL RI...
Nombre del archivo:	TESIS_FINAL_CORREGIDO.pdf
Tamaño del archivo:	12.39M
Total páginas:	158
Total de palabras:	42,427
Total de caracteres:	183,822
Fecha de entrega:	15-may-2026 10:15p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega:	2962408783



UNIVERSIDAD NACIONAL
"PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y DE ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

Diseño hidráulico de la captación de las aguas del rio colca para el riego de 15 hectáreas del sector de Santa Rita, distrito de San Pedro de Chana, Huari, Áncash

Para Optar el Título Profesional de:
Ingeniero(a) civil

Presentado por:
Bach. Chicoma Lluen, Juan Carlos
Bach. Lozano Paz, Yubeli
Asesor:
Dra. Ing. Rocío del Pilar, Blas Rebaza

Fecha de sustentación: 06 de julio del 2026

Lambayeque, 2026

Dra. Ing. ROCIO DEL PILAR BLAS REBAZA
DNI: 18080838

Derechos de autor 2026 Turnitin. Todos los derechos reservados.

DEDICATORIA

A Dios, por haberme guiado en todo este camino y por darme la fortaleza en los momentos difíciles y permitirme alcanzar esta meta.

A mis padres, Jesús y Aquilina quienes con su amor, esfuerzo y sacrificio me brindaron su apoyo incondicional eh hicieron posible este logro. Gracias por enseñarme el valor de la perseverancia, gratitud, honestidad, respeto, generosidad, resiliencia y el trabajo duro. A mis hermanos y hermanas por motivarme a seguir adelante y ser mejor persona cada día.

A mi mejor amigo, Juan Carlos por su apoyo incondicional, a los docentes por sus enseñanzas y guiarme en toda esta etapa universitaria y en especial a mi asesora Dra. Ing. Rocío del Pilar, gracias por todo su apoyo.

Yubeli Lozano Paz

Principalmente a Dios, por darme la fortaleza en cada etapa de mi vida y haberme dado las fuerzas necesarias para alcanzar mis metas, y llegar a este momento tan importante de mi formación profesional.

A mis queridos padres Eloisa y Carlos, a mi hermana Andreina por su apoyo incondicional, por ser mis pilares y motivación para superarme cada día, y por creer en mi para alcanzar esta meta profesional.

A mis docentes, por compartir sus conocimientos y experiencias para contribuir en mi formación.

A mí asesora Dra. Ing. Rocío del Pilar, por todo el apoyo y experiencia brindada.

Juan Carlos Chicoma Lluen

AGRADECIMIENTO

Agradecemos profundamente a dios por brindarnos salud, fortaleza y perseverancia para poder culminar esta importante etapa universitaria.

A nuestros padres, por su amor incondicional, sacrificio y apoyo constante durante toda nuestra formación académica. Gracias por ser nuestra mayor fuente de inspiración y motivación para seguir adelante enfrentando cada desafío que la vida nos presenta.

A nuestros docentes, quienes compartieron sus conocimientos y experiencias para poder contribuir a nuestro crecimiento profesional.

Finalmente, a nuestra asesora Dra. Ing. Rocio de Pilar Blas Rebaza, por brindarnos sus conocimientos y sobre todo su paciencia para poder guiarnos en esta etapa profesional.

Los autores

RESUMEN

La presente investigación titulada “DISEÑO HIDRÁULICO DE LA CAPTACIÓN DE LAS AGUAS DEL RIO COLCA PARA EL RIEGO DE 15 HECTÁREAS DEL SECTOR DE SANTA RITA, DISTRITO DE SAN PEDRO DE CHANA, HUARI, ANCASH”, se desarrolló en el centro poblado Santa Rita, distrito de San Pedro de Chana, Provincia de Huari, Departamento de Ancash. La investigación se justifica en el diseño de la captación de las aguas del rio colca para dotar de un adecuado servicio de riego a la población beneficiaria, servicio que actualmente no reúne las condiciones de diseño.

La propuesta se fundamenta en la necesidad de optimizar el uso del recurso hídrico en áreas agrícolas, Se identificaron las características de la microcuenca incluyendo la ubicación de la captación del recurso hídrico en coordenadas UTM, con una pendiente de rio de 5.33%; estas características influyeron en el estudio hidrológico para obtener el caudal máximo de 6.644 m3/s en un periodo de retorno de 50 años. El diseño hidráulico comprende la bocatoma tipo tirolesa, el reservorio, las líneas de conducción y distribución con un sistema de tuberías HDPE. Se desarrollo la evaluación de impactos ambientales, y se determinó el presupuesto total que asciende a S/ 1,367,304.22. En conclusión, la propuesta del sistema de captación de las aguas del rio colca para el riego de 15 has es una solución viable y eficiente, mejorando la gestión del agua y la productividad agrícola en la zona de estudio.

Palabras claves: Diseño, Captación, Recurso hídrico, Microcuenca, Bocatoma tipo tirolesa, HDPE, Impacto ambiental.

ABSTRACT

This research, entitled “HYDRAULIC DESIGN OF THE COLCA RIVER WATER ABSTRACTION SYSTEM FOR THE IRRIGATION OF 15 HECTARES IN THE SANTA RITA AREA, SAN PEDRO DE CHANA DISTRICT, HUARI, ANCASH”, was carried out in the village of Santa Rita, San Pedro de Chana district, Huari province, Ancash department. The research is justified by the need to design a water abstraction system from the Colca River to provide an adequate irrigation service to the beneficiary population, a service which currently does not meet the required design standards.

The proposal is based on the need to optimise the use of water resources in agricultural areas. The characteristics of the micro-basin were identified, including the location of the water intake in UTM coordinates, with a river gradient of 5.33%; These characteristics influenced the hydrological study to determine a maximum flow rate of 6,644 m^3/s with a 50-year return period. The hydraulic design comprises a Tyrolean-type intake, the reservoir, and the conveyance and distribution lines using an HDPE piping system. An environmental impact assessment was carried out, and the total budget was determined to be S/ 1,367,304.22. In conclusion, the proposed system for abstracting water from the Colca River to irrigate 15 hectares is a viable and efficient solution, improving water management and agricultural productivity in the study area.

Keywords: Design, water abstraction, water resources, micro-catchment, zip-line intake, HDPE, environmental impact.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA ..... **x**
AGRADECIMIENTO ..... **xi**
RESUMEN ..... **xii**
ABSTRACT ..... **xiii**
ÍNDICE GENERAL ..... **xiv**
ÍNDICE DE TABLAS ..... **xix**
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES ..... **xxi**
INTRODUCCIÓN **1**
CAPITULO I: GENERALIDADES **2**
1.1. Situación Problemática 2
1.2. Antecedentes: 4
1.3. Bases Teóricas: 8
1.4. Definición de términos: 10
1.5. Las Normativas: 12
1.6. Formulación del problema: 12
1.7. Justificación e importancia del estudio. 12
1.8. Hipótesis 13
1.9. Objetivos 13
1.9.1. Objetivo general 13
1.9.2. Objetivo especifico 13
1.10. Ubicación política: 14
1.11. Vías de acceso 16
1.12. Clima e Hidrografía 18
1.13. Hidrografía 23
1.14. Topografía 23
1.15. Fauna 24
1.16. Flora 25
CAPÍTULO II: ESTUDIOS BASICOS **26**

2.1. Estudio Topográfico 26
2.1.1. Generalidades 26
2.1.2. Instrumentos y Personal Técnico 26
2.1.3. Coordenadas de BMs 27
2.2. Estudio de Mecánica de suelos 28
2.2.1. Ensayos de laboratorio: 28
2.2.2. Clasificación de suelos: 28
2.3. Estudio Hidrológico 31
2.3.1. Descripción general de la Microcuenca 31
2.3.2. Ubicación Geográfica e Hidrográfica 31
2.3.3. Demarcación Administrativa 31
2.3.4. Aspectos Socio – Económicos 32
2.3.5. Zonas de vida de la Subcuenca 33
2.3.6. Descripción geomorfológica de la Microcuenca 34
2.3.7. Análisis de Máximas Avenidas 43
2.3.7.1. Información Hidrológica 43
2.3.7.2. Periodo de retorno 52
2.3.7.3. Prueba de Smirnov – Kolmogorov 52
2.3.7.4. Funciones de distribución 54
2.3.7.5. Análisis de distribuciones teóricas de precipitación máxima de 24 horas 60
2.3.7.6. Prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov – Smirnov (k-s) 73
2.3.7.7. Precipitación Máxima 24 Horas (mm) para tiempos de retorno (años) 74
2.3.7.8. Curva de Número 75
2.3.7.9. Determinación de Tormenta de Diseño 77
2.4. Estudio de Impacto Ambiental 89
2.4.1. Generalidades 89
2.4.2. Diagnostico Ambiental 89
2.4.3. Identificación y evaluación de impactos socio ambientales 89
2.4.4. Matrices de impacto ambiental 89
2.4.4.1. Matriz de identificación de impactos ambientales 90
2.4.4.2. Matriz de valoración cuantitativa 91

2.5. Estudio de gestión de riesgos 94
2.5.1. Método IPERC: Identificación de peligros, evaluación de riesgos y controles..... 94
2.5.2. Proceso de identificación de peligros, evaluación de riesgos y controles 94
2.5.3. Evaluación y valoración de riesgos..... 95
2.5.4. Matriz IPERC..... 97
CAPÍTULO III: DISEÑO HIDRAÚLICO..... 98
3.1. Diseño de Bocatoma Tipo Tirolesa..... 98
3.1.1. Caudal Neto (Qn)..... 98
3.1.2. Caudal de Diseño (Qd)..... 98
3.1.3. Cálculo del coeficiente de rugosidad "n"..... 98
3.1.4. Cálculo de encauzamiento (B)..... 99
3.1.4.1. Método de Blench..... 99
3.1.4.2. Método de Altunin..... 99
3.1.4.3. Método de Petit..... 100
3.1.4.4. Método de Lacey 100
3.1.5. Cálculo del tirante normal (yn)..... 102
3.1.6. Diseño del barraje tipo creager 102
3.1.6.1. Cálculo la Carga Hidráulica "Hd": 102
3.1.6.2. Ecuación del perfil creager, usando la fórmula de Scimemi: 102
3.1.7. Diseño de la rejilla 103
3.1.7.1. Cálculo del coeficiente de la rejilla "c" 104
3.1.7.2. Cálculo de la longitud de la rejilla "b"..... 104
3.1.7.3. Coeficiente de descarga "μ"..... 105
3.1.7.4. Profundidad del agua en el borde superior de la rejilla "h"..... 105
3.1.7.5. Cálculo del ancho de la rejilla "L":..... 106
3.1.7.6. Cálculo del número de barras de la rejilla (N)..... 107
3.1.8. Diseño del canal de aducción..... 107
3.1.8.1. Cálculo del ancho del Canal 107
3.1.8.2. Cálculo de la longitud del canal 107
3.1.8.3. Cálculo de los niveles de agua del canal 108
3.1.9. Diseño de la cámara de recolección..... 109

3.1.9.1. Cálculo del ancho de la cámara: 109
3.1.10. Diseño de la poza de disipación 109
3.1.10.1. Cálculo del caudal unitario 109
3.1.10.2. Cálculo total de energía 110
3.1.10.3. Cálculo del tirante contraído 110
3.1.10.4. Cálculo del Número de froude: 110
3.1.10.5. Cálculo del tirante conjugado mayor 110
3.1.10.6. Cálculo de la longitud de la poza 110
3.1.10.7. Cálculo de la profundidad de la poza 111
3.2. Diseño de canal de derivación 111
3.2.1. Diseño del canal rectangular 111
3.2.1.1. Cálculo del tirante del canal (yc) 111
3.2.1.2. Cálculo de la velocidad (v) 112
3.2.1.3. Cálculo del Número de froude 112
3.2.2. Diseño de transición de entrada bocatoma – canal 112
3.2.2.1. Cálculo de la longitud de entrada (Le) 112
3.2.2.2. Cálculo de la carga de velocidad en la entrada 112
3.2.2.3. Cálculo de pérdida de transición de la entrada 113
3.2.3. Diseño de transición de salida canal – bocatoma 113
3.2.3.1. Cálculo de la longitud de salida (Ls) 113
3.2.3.2. Cálculo de pérdida de transición de salida 113
3.3. Diseño de reservorio de concreto armado 113
3.3.1. Determinación de fuerzas (vertical, horizontal), momentos actuantes y resistentes (con reservorio lleno y vacío) 114
3.3.1.1. Determinación de fuerzas verticales 114
3.3.1.2. Determinación de momentos de las fuerzas verticales 115
3.3.1.3. Determinación de fuerza horizontales por empuje 115
3.3.1.4. Determinación de momentos de las fuerzas horizontales 116
3.3.2. Verificación de la estabilidad 116
3.3.2.1. Coeficiente de Seguridad al Deslizamiento 116
3.3.2.2. Coeficiente de Seguridad al Volteo 117

3.3.2.3. Coeficiente de Seguridad al Hundimiento 117
3.3.3. Determinación de momento ultimo de reservorio en la pantalla 118
3.3.3.1. Diseño de armadura en pantalla por falla a flexión para momento positivo . 118
3.3.3.2. Diseño de armadura en pantalla por falla por flexión para momento negativo 119
3.3.4. Determinación de momento último del comportamiento de reservorio en talón.. 120
3.3.4.1. Diseño de armadura en Talón por falla a flexión para momento negativo.... 120
3.3.4.2. Diseño de armadura en Talón por falla a flexión para momento positivo 121
3.3.5. Determinación de momento último según el comportamiento de reservorio en pie 121
3.3.5.1. Diseño de armadura en pie por falla a flexión para momento negativo 122
3.3.5.2. Diseño de armadura en pie por falla a flexión para momento positivo 122
3.3.6. Determinación de refuerzo por contracción y por temperatura para losa 123
3.4. Diseño de la Línea de Conducción y Distribución 123
CAPÍTULO IV: PRESUPUESTO 126
4.1. Presupuesto Total 126
CONCLUSIONES 131
RECOMENDACIONES 133
REFERENCIAS 134
ANEXOS 136

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Vías de acceso a la localidad de Santa Rita 17
Tabla 2 Datos Meteorológicos 19
Tabla 3 Humedad Relativa 20
Tabla 4 Precipitación totales mensuales en el área del proyecto 22
Tabla 5 Datos generales 26
Tabla 6 Equipos y Herramientas 27
Tabla 7 Cuadro de BMs 27
Tabla 8 Resumen Capacidad Portante 28
Tabla 9 Resumen de la clasificación de suelos 29
Tabla 10 Cotas y Áreas de la Microcuenca del Rio Colca 37
Tabla 11 Ubicación y características de las Estaciones Meteorológicas 44
Tabla 12 Valores máximos anuales de las Estaciones Meteorológicas 44
Tabla 13 Coordenadas UTM - Distancias 50
Tabla 14 Estación Generada por el Método U.S. Weather Bureau 50
Tabla 15 Prueba de Smirnov - Kolmogorov Estación Generada 54
Tabla 16 Distribución Normal 60
Tabla 17 Distribución Log Normal 2 parámetros 62
Tabla 18 Distribución Log Normal 3 parámetros 63
Tabla 19 Distribución Gamma 2 parámetros 65
Tabla 20 Distribución Log Pearson Tipo III 67
Tabla 21 Distribución Gumbel 69
Tabla 22 Distribución Log Gumbel 71
Tabla 23 Delta Crítico 74
Tabla 24 Cuadro Comparativo Estadístico 74
Tabla 25 PP máx. 24 hrs para TR (años) - Distribución Normal 74
Tabla 26 Tabla de CN según descripción de uso de la tierra y grupo hidrológico 76
Tabla 27 Determinación de curva de número para la Microcuenca 76
Tabla 28 Precipitación máxima para diferentes tiempos de duración de lluvias 78
Tabla 29 Intensidad máxima para diferentes tiempos de duración de lluvias 79
Tabla 30 Resumen de aplicación de R. Potencial 82
Tabla 31 Intensidad - Periodo de Duración - Periodo de Retorno 83
Tabla 32 Resumen de los Caudales máximos para cada periodo de retorno 88
Tabla 33 Matriz de Identificación de impactos ambientales 90
Tabla 34 Matriz de Leopold 91
Tabla 35 Tabla de severidad 95
Tabla 36 Tabla de probabilidad 95
Tabla 37 Matriz de riesgo 96
Tabla 38 Valoración del riesgo 96

Tabla 39 Matriz IPERC..... 97
Tabla 40 Coeficiente de rugosidad..... 99
Tabla 41 Hallar el valor de la Cota, sabiendo el Caudal..... 100
Tabla 42 Gráfica Cota vs Q..... 101
Tabla 43 Coeficiente "k" de acuerdo con el ángulo de inclinación 105
Tabla 44 Fuerzas verticales..... 114
Tabla 45 Momentos de las fuerzas verticales 115
Tabla 46 Fuerzas horizontales..... 116
Tabla 47 Momentos de las Fuerzas Horizontales 116
Tabla 48 Tramos de la Línea de conducción 124
Tabla 49 Línea de Distribución..... 125
Tabla 50 Presupuesto Total elaborado con S10..... 126

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Macro localización del proyecto. 15
Ilustración 2 Micro localización del proyecto 16
Ilustración 3 Vías de acceso a la localidad de Santa Rita 17
Ilustración 4 Topografía del proyecto 24
Ilustración 5 Extracción de muestras para EMS 30
Ilustración 6 Demarcación de la Microcuenca del Rio Colca 35
Ilustración 7 Orden de Ríos - cauce principal 36
Ilustración 8 Elevaciones de la Microcuenca del Rio Colca 37
Ilustración 9 Curva Hipsométrica de la Microcuenca del Rio Colca 38
Ilustración 10 Polígono de Frecuencias de la Microcuenca del Río Colca 39
Ilustración 11 Pendiente de la Microcuenca aportante a la bocatoma tipo tirolesa 40
Ilustración 12 Histograma de precipitación – Estación Chavín 46
Ilustración 13 Histograma de precipitación – Estación Pomabamba 47
Ilustración 14 Histograma de precipitación – Estación Recuay 48
Ilustración 15 Histograma de precipitación – Estación Dos de Mayo 49
Ilustración 16 Comprobación D. Normal con el Software Hidroesta 61
Ilustración 17 Comprobación D. Log normal 2 parámetros con el Software Hidroesta 63
Ilustración 18 Comprobación D. Log normal 3 parámetros con el software Hidroesta 65
Ilustración 19 Comprobación D. Gamma 2 parámetros con el Software Hidroesta 67
Ilustración 20 Comprobación D. Log Pearson tipo III con el Software Hidroesta 69
Ilustración 21 Comprobación D. Gumbel con el Software Hidroesta 71
Ilustración 22 Comprobación D. Log Gumbel con el Software Hidroesta 73
Ilustración 23 Curva de Número en ArcGIS 10.8 77
Ilustración 24 Regresión potencial para los diferentes tiempos de retorno 80
Ilustración 25 Curva Intensidad - Duración - Frecuencia (IDF) 84
Ilustración 26 Hietogramas de los diferentes periodos de retorno 85
Ilustración 27 Flujograma del proceso de identificación de peligros, evaluación de riesgos y controles 94

INTRODUCCIÓN

En el desarrollo de la agricultura andina peruana, el acceso eficiente al recurso hídrico representa el pilar fundamental para el desarrollo socioeconómico de las comunidades rurales. En la región Áncash, específicamente en la provincia de Huari, la actividad agrícola es el motor principal de la economía local; sin embargo, esta se ve limitada por la dependencia de las precipitaciones estacionales y la carencia de infraestructura hidráulica adecuada. En el sector de Santa Rita, ubicado en el distrito de San Pedro de Chaná, posee un alto potencial agrícola de 15 hectáreas que actualmente no son aprovechadas en su totalidad debido a la falta de un sistema de captación regulado.

El problema central identificado es la ineficiencia en el aprovechamiento de las aguas del río Colca, lo que genera una inseguridad hídrica que impide la diversificación de cultivos y reduce la productividad de los agricultores de Santa Rita. A pesar de la disponibilidad del recurso en el río Colca, la ausencia de un diseño hidráulico técnico para su captación y conducción perpetúa métodos de riego por gravedad de baja eficiencia, los cuales son predominantes en más del 80% de las unidades agropecuarias del país, pero resultan insuficientes ante los retos del cambio climático.

La presente tesis tiene como objetivo principal realizar el diseño hidráulico de la obra de captación para asegurar el suministro de agua necesario para el riego de 15 hectáreas en el sector mencionado. El estudio se justifica técnicamente por la necesidad de dimensionar estructuras que soporten las variaciones de caudal del río Colca y socialmente por el impacto directo en la mejora de la calidad de vida de las familias.

CAPITULO I: GENERALIDADES

1.1. Situación Problemática

A pesar de que el Perú posee una vasta riqueza hídrica en América Latina, calculada en 62,655 hm^3/cápita/año para fines agrícolas, se evidencia un profundo desequilibrio entre la distribución geográfica del recurso y las necesidades de la población (ANA, 2016). Esta disparidad se manifiesta en la vertiente del Pacífico, una región predominantemente árida donde reside el 66% de los habitantes del país equivalente a 20 millones de personas pero que solo dispone del 2.18% del agua total disponible, una cifra crítica que roza el umbral internacional de escasez hídrica fijado en 1,700 m^3/cápita/año (ANA, 2012).

El agua constituye un recurso fundamental para la supervivencia de la biosfera y el progreso socioeconómico global. En la coyuntura actual, las alteraciones provocadas por el cambio climático amenazan la disponibilidad futura de este elemento a escala planetaria, lo cual representa un obstáculo crítico para consolidar un modelo de desarrollo sostenible, de manera especial en los territorios dependientes de la actividad productiva. Bajo este escenario, optimizar la administración del recurso hídrico resulta indispensable para potenciar el rendimiento agrario en múltiples dimensiones. Una gestión eficiente no solo maximiza la capacidad productiva de los suelos y eleva el rendimiento de las cosechas, sino que también asegura el abastecimiento directo para el consumo humano y estabiliza la economía de las comunidades mediante la comercialización de productos agrícolas. Con el propósito de mitigar estas limitaciones y expandir la superficie cultivable, diversas naciones han implementado infraestructura y proyectos hídricos de gran envergadura. Al respecto, un diagnóstico elaborado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura en 93 países en vías de desarrollo demostró que, en 18 de ellos, las demandas hídricas del sector agrícola rebasan el 40% de la superficie apta para el

cultivo, mientras que un grupo equivalente de 18 naciones destina el riego a una proporción que oscila entre el 20% y el 40% de sus tierras cultivables (FAO, 2012).

A escala global, diversas regiones lideran la innovación tecnológica mediante el diseño de infraestructuras de riego avanzadas, orientadas a maximizar la captación hídrica y optimizar su distribución en los campos agrícolas, lo que se traduce en un incremento de la productividad sectorial. En contraste, la realidad peruana exhibe un panorama dual; si bien históricamente se han impulsado proyectos de irrigación debido a la vocación agraria del país, persisten múltiples zonas rurales donde la recolección del recurso se ejecuta de forma rudimentaria, limitando drásticamente el rendimiento de los cultivos. Frente a este déficit técnico, resulta imperativo promover proyectos de inversión que contemplen la edificación y puesta en marcha de estructuras hidráulicas especializadas, tales como bocatomas y canales de conducción. La urgencia de estas intervenciones se acentúa al considerar la vulnerabilidad socioeconómica del sector, dado que aproximadamente el 75% de los productores agrarios en el Perú opera bajo condiciones de subsistencia o pobreza (Libélula, 2011).

Este segmento de la población agraria se caracteriza por un limitado acceso a la innovación tecnológica y un reducido nivel de ingresos económicos. En las regiones altoandinas del Perú, se calcula que el 40% de los productores depende del riego artificial para el mantenimiento de sus parcelas; a pesar de esta necesidad, la adopción de sistemas tecnificados es marginal, predominando infraestructuras hidráulicas precarias u obsoletas. En consecuencia, el abastecimiento de los cultivos remanentes queda supeditado a los regímenes de precipitaciones pluviales y a la escasa capacidad de almacenamiento de los embalses locales. Esta vulnerabilidad productiva y social impulsa fenómenos de migración interna, obligando a los núcleos familiares

de escasos recursos a desplazarse hacia centros urbanos en busca de mejores oportunidades e ingresos económicos (Libélula, 2011).

El sector de Santa Rita, ubicado en el distrito de San Pedro de Chaná (provincia de Huari, departamento de Áncash), refleja con precisión la problemática descrita a nivel nacional. Esta localidad carece de infraestructuras diseñadas para la captación técnica y la distribución eficiente del recurso hídrico, lo que impide la implementación de sistemas de riego tecnificados. Actualmente, el suministro agrícola depende de captaciones artesanales y canales rústicos que generan elevadas pérdidas por filtración y evaporación durante la conducción. Esta ineficiencia operativa restringe el potencial productivo de las tierras, frena el crecimiento económico de las familias agrarias y consolida un escenario de vulnerabilidad que afecta directamente la calidad de vida de los pobladores de la zona.

1.2. Antecedentes:

Dentro del conjunto de publicaciones relacionadas con el presente proyecto, las siguientes referencias constituyen una valiosa fuente de conocimiento y aportan perspectivas fundamentales para respaldar y enriquecer el desarrollo de esta investigación.

Chacón, (2018) en su investigación "Diseño de Estructura Hidráulica para La Captación y Almacenamiento De Aguas De Escorrentía Superficial En El Municipio De San Jacinto (Bolívar)" para aplicar al título de ingeniero Civil.

Desarrolló una investigación de enfoque descriptivo y diseño no experimental con el objetivo de evaluar los registros pluviométricos de una estación meteorológica local. Este análisis sirvió como base para ejecutar los estudios hidrológicos e hidráulicos requeridos para el posterior diseño de una infraestructura de captación de aguas de lluvia y escorrentías superficiales, orientada

a mitigar el desabastecimiento hídrico que afecta al sector agropecuario del municipio de San Jacinto. Las conclusiones del estudio determinaron la existencia de un balance hídrico negativo, provocado por tasas de evapotranspiración que superan los niveles de precipitación, lo cual condiciona y limita la disponibilidad real del recurso para su recolección y almacenamiento masivo.

Córdova y Linares (2017), En su Tesis denominada "Propuesta de Obras Hidráulicas Para el Sistema Captación, Conducción y Distribución de Agua para el Sector Menor de Riego de La Comunidad Campesina de Pasambara- Santiago De Chuco" fue desarrollada para optar por el título de ingeniero civil.

Desarrollaron un estudio de enfoque descriptivo, diseño no experimental y de corte transversal para optar por el título de Ingeniero Civil. La investigación tuvo como propósito central resolver las deficiencias de riego que afectaban a los cultivos locales mediante el diseño técnico de un sistema de captación y conducción. La propuesta de ingeniería contempló una bocatoma compuesta por un barraje mixto, un aliviadero de concreto tipo Creager, una compuerta metálica y muros de encauzamiento dimensionados para caudales máximos de 214.14 m^3/s y un caudal de derivación de 616 l/s; asimismo, se proyectó un desarenador y una red de canales de secciones rectangulares y trapezoidales con sus respectivas obras de arte, sumando una longitud total de 3,296 metros. Para fundamentar estas estructuras, los autores ejecutaron levantamientos topográficos, estudios hidrológicos, la evaluación del impacto ambiental y la determinación de la demanda hídrica agrícola junto a los regímenes de caudales del río Pasambara. Al concluir el estudio hidráulico, los investigadores determinaron que el diseño de las estructuras que incluyó la bocatoma, una rápida y el canal de derivación debió sustentarse en dos metodologías de cálculo

empírico basadas en observaciones directas y parámetros condicionados por las características geomorfológicas y la cobertura orgánica específicas de la zona de estudio.

Guadalupe Aguilar (2018), en su tesis denominada "Diseño hidráulico de la bocatoma de fondo tipo tirolesa en el río Hozorato para el abastecimiento de agua potable de la localidad de Santa Teresita, provincia de Satipo, departamento de Junín – Perú"

Desarrolló una propuesta de ingeniería para diseñar los componentes estructurales de una captación hídrica. La investigación surgió como respuesta al desabastecimiento de agua potable en la zona, originado por la insuficiencia de la fuente de manantial existente ("El Ojo de Agua") y el deterioro de su infraestructura, la cual presentaba fallas severas en la cámara húmeda, la cámara de válvulas y la tubería de rebose. Ante este escenario, la población recurría a fuentes alternativas no reguladas, incrementando la incidencia de enfermedades gastrointestinales. Para mitigar esta problemática, el estudio planteó el dimensionamiento de un sistema compuesto por una rejilla de captación, galería de conducción, cámara de recolección, vertedero de demasías y una poza disipadora de energía. Técnicamente, las rejillas se proyectaron con una inclinación del 20% respecto a la horizontal para retener sólidos mayores a 4 cm. Asimismo, la galería de conducción se diseñó como un canal rectangular con una pendiente del 3% para transportar un caudal de diseño de 0.05 m^3/s hacia una cámara de recolección de 1.20 m x 1.50 m x 2.93 m. Por último, la poza de disipación del barraje se dimensionó con una longitud rectangular de 1.20 m, dimensiones calculadas para confinar el resalto hidráulico y disipar la energía del flujo aguas abajo.

Veramendi Calco (2021), en su tesis denominada "Diseño de captación para autopropulsión de agua de río a través de tuberías HDPE para riego tecnificado en Huacaybamba"

Esta investigación desarrolló un enfoque descriptivo-comparativo y diseño no experimental. La investigación se contextualizó en la comunidad de Chichipón (distrito y provincia de Huacaybamba, Huánuco), abarcando específicamente los sectores de Aray, Ruruy, Gintsa, Chocchian y Copuma. El objetivo central fue formular el diseño de una captación fluvial combinada con un sistema de autopropulsión alimentado por energía renovable para abastecer redes de riego tecnificado. Metodológicamente, se determinó primero la demanda hídrica de los cultivos para configurar sistemas de riego por goteo y aspersión. A partir de estos caudales, se dimensionaron el reservorio de almacenamiento y las redes de conducción y distribución. El análisis de ingeniería permitió definir un mecanismo de bombeo hidráulico para superar un desnivel topográfico de 100 metros a lo largo de una longitud de 400 metros mediante conductos de polietileno de alta densidad (HDPE). Finalmente, la captación se estructuró mediante filtros sumergidos de grava y arena en el lecho del río. El autor concluyó que la integración de tuberías de HDPE optimiza los costos y plazos de instalación, mientras que el uso de motobombas impulsadas por energías limpias se consolida como una alternativa viable para zonas rurales carentes de redes de electricidad industrial, mejorando la economía agraria local.

Cusma Saldaña (2023), en su tesis denominada "Diseño del sistema de agua potable de la ciudad de Llama, provincia de Chota- región Cajamarca"

Formuló una propuesta de ingeniería hidráulica orientada al diseño integral de un sistema de abastecimiento por gravedad. El estudio se localizó en la ciudad de Llama (Chota, Cajamarca) y tuvo como propósito fundamental resolver las deficiencias en la prestación del servicio de agua potable, las cuales derivaban de la obsolescencia técnica de una infraestructura que ya había superado su vida útil. Acomodándose al marco normativo vigente en materia de saneamiento para satisfacer las necesidades básicas de la población, la metodología contempló técnicas estructuradas

de recolección de datos en campo. El desarrollo del diseño hidráulico incluyó la geolocalización de la captación, el cálculo de las líneas de conducción y aducción, el dimensionamiento de un reservorio de almacenamiento, la estructuración de la red de distribución y la disposición estratégica de componentes complementarios como cámaras rompe presión, válvulas de aire y válvulas de purga.

1.3. Bases Teóricas:

Para el desarrollo del presente proyecto de investigación, se considerarán las siguientes textos y publicaciones con pautas directrices:

Ley General del Ambiente, Ley N° 28611.2005. Perú: Ministerio del ambiente.

En sus artículos I al III consagra el derecho fundamental a un ambiente equilibrado y adecuado, imponiendo la responsabilidad compartida de proteger la salud, conservar la biodiversidad y garantizar la explotación sostenible de los recursos naturales. Este marco normativo busca asegurar el desarrollo sostenible de las actividades económicas a través de una gestión integral y responsable del entorno.

Norma E.050: Suelos y Cimentaciones, Reglamento Nacional de Edificaciones, 2018.

El propósito de esta norma es definir los criterios necesarios para llevar a cabo Estudios de Mecánica de Suelos (EMS) destinados a la cimentación de edificios y otras estructuras mencionadas en el documento. La norma proporciona los lineamientos necesarios para evaluar la capacidad portante del suelo, la selección del tipo de cimentación adecuada y los factores de seguridad requeridos. Además, aborda aspectos relacionados con el control de asentamientos y las consideraciones sísmicas, lo cual es importante para garantizar la estabilidad y la seguridad de las estructuras.

Norma técnica de edificación Concreto Armado E060.2009. Perú: Ministerio de Vivienda y Construcción.

Esta norma regula los parámetros técnicos y criterios mínimos obligatorios para las etapas de modelamiento analítico, diseño estructural, dosificación de materiales, ejecución en obra, aseguramiento de la calidad y auditoría técnica de edificaciones de concreto simple, armado y pre esforzado. El marco normativo establece con carácter vinculante que toda la documentación gráfica, memorias de cálculo y pliegos de especificaciones técnicas que integren el proyecto estructural deben ceñirse rigurosamente a estas disposiciones legales.

Ley N° 29338: Ley de Recursos Hídricos, 2021.

La Ley de Recursos Hídricos establece los principios, instrumentos y procedimientos para la planificación, administración y control de los recursos hídricos, con el propósito central de la norma radica en asegurar de forma sostenible el abastecimiento del recurso para el consumo de la población, salvaguardar el equilibrio ecológico de las cuencas y viabilizar los requerimientos operativos de las actividades productivas de bienes o servicios sectoriales.

Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos, Ley N°29338.2010. Perú: Ministerio de Agricultura y Riego.

Este marco normativo complementario tiene como finalidad operacionalizar las directrices técnicas y administrativas referidas al aprovechamiento, distribución y fiscalización del patrimonio hídrico nacional.

Ley N° 28611: Ley General del ambiente.

La Ley General del Ambiente, tiene como objetivo promover el desarrollo sostenible y la conservación del ambiente. Establece principios como la prevención y precaución ambiental, la participación ciudadana y la responsabilidad ambiental. La ley incluye instrumentos de gestión ambiental como la evaluación de impacto ambiental y el ordenamiento territorial. Además, regula la creación y administración de áreas naturales protegidas para preservar la biodiversidad. También establece la responsabilidad de prevenir y remediar los impactos ambientales negativos. Promueve la participación ciudadana en la toma de decisiones y vigilancia ambiental, y busca garantizar el derecho de las personas a un ambiente saludable y equilibrado.

1.4. Definición de términos:

Caudal: Magnitud física que representa el volumen de un fluido que atraviesa una sección transversal de control por unidad de tiempo, representado por la formula.

$$Q = V/T$$

En el ámbito de la ingeniería hidráulica, sus unidades de medida estandarizadas corresponden a metros cúbicos por segundo (m3/s) para regímenes de gran envergadura o, alternativamente, a litros por segundo (l/s) para conducciones menores.

Presión: Es la fuerza que ejerce un fluido sobre cualquier objeto que este en contacto con este fluido. (Carrazón. 2007.pag.119).

Captación: Componente de ingeniería hidráulica diseñado con el propósito de interceptar, regular y extraer recursos hídricos superficiales o subterráneos, garantizando el suministro destinado al consumo poblacional o a sistemas de irrigación agrícola.

Reservorio: infraestructura hidráulica, natural o artificial, diseñada para captar, almacenar y regular agua destinada a la agricultura, asegurando el suministro durante periodos de escasez o sequía.

Línea de Conducción: Es el componente de un sistema de abastecimiento o riego que transporta un caudal de diseño mediante flujo a presión (tuberías) o flujo a gravedad (canales abiertos).

Líneas de Aducción: Es la infraestructura hidráulica que conduce un caudal de diseño específico calculado a partir de la demanda máxima del sistema de riego trabajando generalmente a presión.

Líneas de Distribución: Es la red mallada o ramificada que opera bajo condiciones de flujo a presión variable, cuyo objetivo es suministrar caudales fraccionados a diferentes sectores de riego.

Válvulas de Control: Permite el control del caudal con más facilidad.

Válvulas de Aire: Elemento que sirve para liberar al tubo del aire comprimido, evitando así su posible rotura. R.M.N°192-2018-Vivienda. (2018).

Válvulas de Purga: Elemento que sirve para liberar del tubo de los sedimentos acumulados por el paso del flujo en la tubería, mayormente situados en las depresiones topográficas. R.M.N°192-2018-Vivienda. (2018).

Hidrante: Estas piezas son conocidas también como tomas o bacas de riego, y constituyen el elemento de conexión entre el ramal de aspersión y la tubería que lo abastece. (Fernández, R,2021).

1.5. Las Normativas:

Reglamento nacional de edificaciones aprobado con el decreto supremo N°0071-2017-Vivienda y sus modificaciones (Norma técnica de diseño: Opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural-abril 2018).

- Reglamento nacional de edificaciones [RNE] E-020, (2006).
- Reglamento nacional de edificaciones [RNE] E-030, (2018).
- Reglamento nacional de edificaciones [RNE] E-050, (2018).
- Reglamento nacional de edificaciones [RNE] E-060, (2018).
- Manual de ensayo de materiales [MEM], (2016).
- Obras de saneamiento [REN]OS, (2006).

1.6. Formulación del problema:

¿Qué comprenderá el diseño hidráulico para el sistema captación, conducción y distribución de las aguas del rio colca para el riego de 15 hectáreas del sector de Santa Rita, distrito de San Pedro de Chana, provincia de Huari, departamento de Ancash?.

1.7. Justificación e importancia del estudio.

El presente proyecto tiene como finalidad optimizar la baja productibilidad agrícola en la localidad de Santa Rita del distrito de san pedro de chana.

1.8. Hipótesis

Tomando en cuenta que en el sector de Santa Rita el 90% de los habitantes se emplean en la siembra como método para vivir (fuente INEI); Se realizará el diseño de obras hidráulicas para el sistema de captación, conducción y distribución de agua para lograr así la reserva de agua y el riego para 15 hectáreas para el uso agrícola, lo que permitirá tener un estudio técnico el cual puede servir como ingrediente para la posterior elaboración de un expediente técnico.

Se realizarán los estudios básicos de ingeniería, podremos identificar el diseño adecuado para cada valor obtenido, de tal manera se podrá diseñar de manera más óptimo. Si determinamos el caudal máximo y mínimo, esto nos ayudara a encontrar los valores adecuados para el diseño.

1.9. Objetivos

1.9.1. Objetivo general

Elaboración del diseño Hidráulico De La Captación De Las Aguas Del Rio Colca Para El Riego De 15 Hectáreas Del Sector De Santa Rita, Distrito De San Pedro De Chana, provincia de Huari, departamento de Ancash.

1.9.2. Objetivo especifico

Realizar el levantamiento topográfico del Km 7+413.00 – km 9+215.00 para determinar los indicadores topográficos para el diseño hidráulico.

Desarrollar los estudios básicos (EMS, impacto ambiental, hidrológico, gestión de riegos).

Elaborar el diseño hidráulico (captación, línea de conducción y distribución).

Evaluar el estudio económico (presupuesto) y planos del proyecto.

1.10. Ubicación política:

Región : Ancash

Provincia : Huari

Distrito : San Pedro de Chana

Centro Poblado : Vichon

Localidad : Santa Rita

Ubicación Geográfica:

Coordenadas -Norte :8957203.87

Coordenadas-Este :277314.07

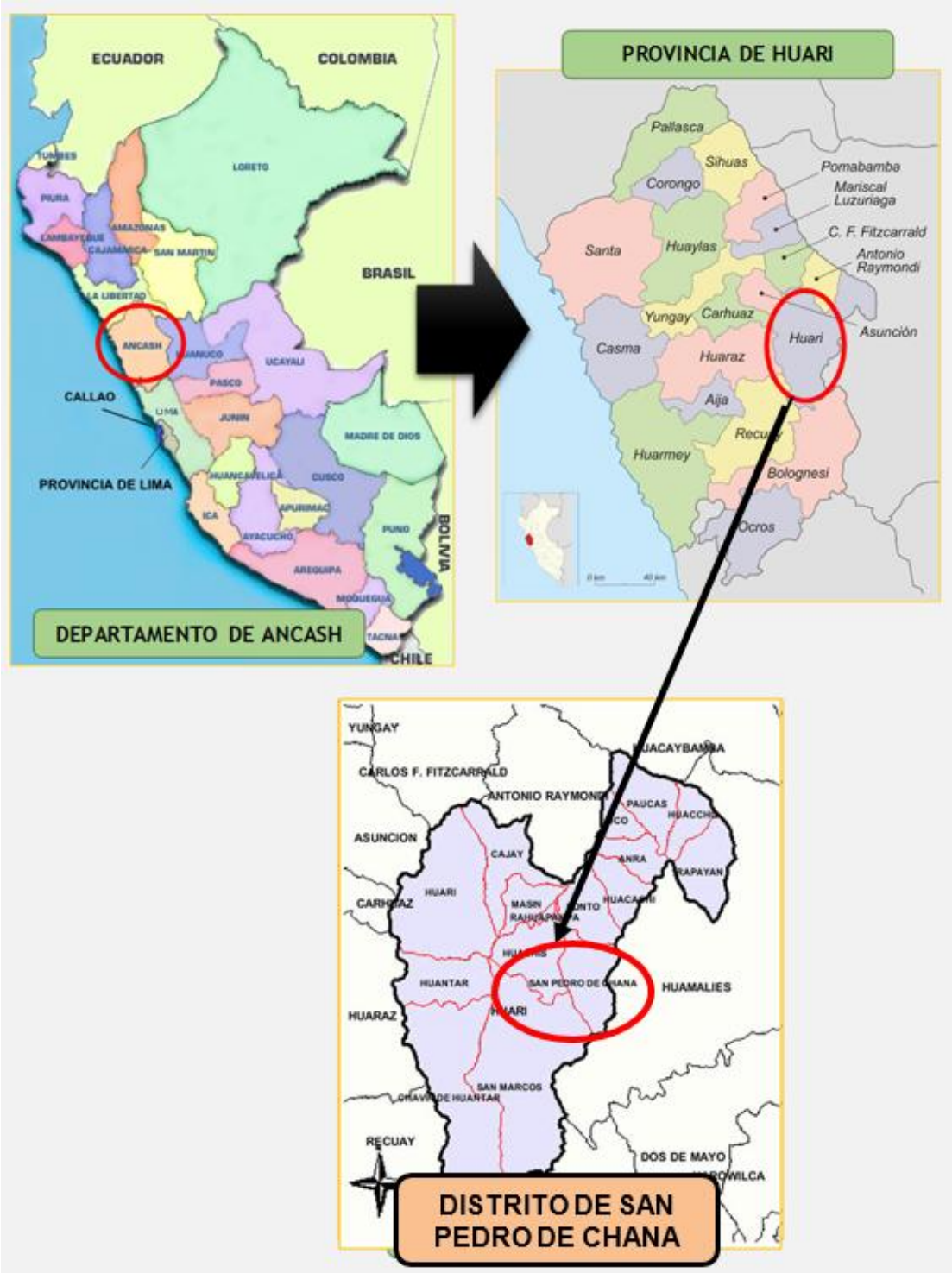
Altitud :3220 m.s.n.m

Región Natural : Quechua

A continuación, se muestran los mapas de la zona del proyecto:

Ilustración 1

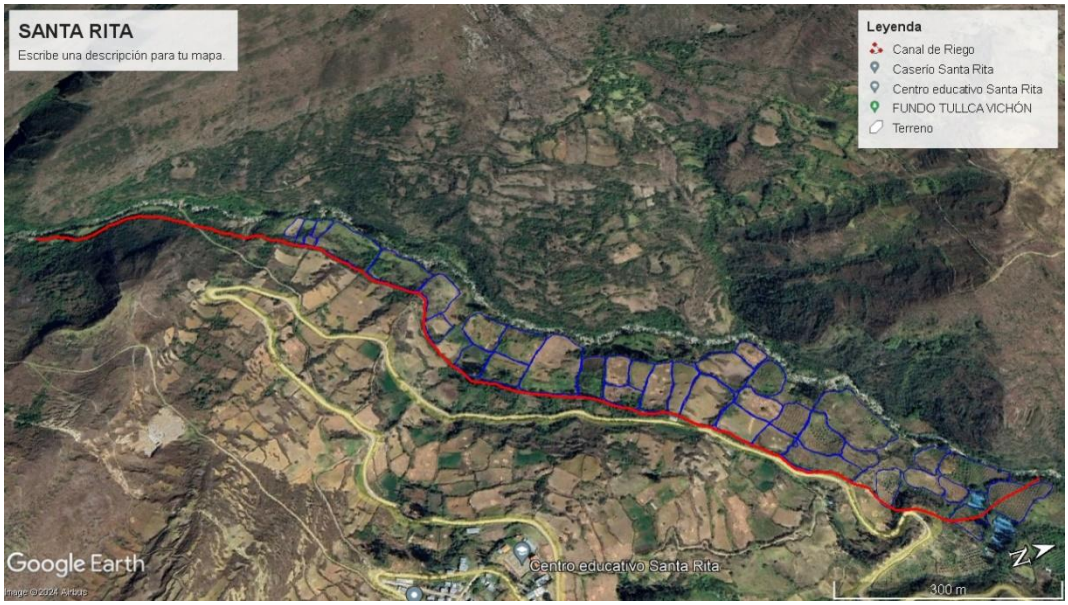
Macro localización del proyecto.



Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 2

Micro localización del proyecto



Fuente: Adaptado de Google Earth.

1.11. Vías de acceso

La localidad de Santa Rita del Centro Poblado Vichon, se encuentra ubicado a 162.9 km de distancia respecto a la carretera asfaltada de Huaraz.

Palca que le permite comunicarse con la capital del distrito y por ende con la ciudad de Huaraz.

No existe servicio del transporte de pasajeros, hay transporte con movilidad propia, por ende, el transporte de pasajeros no es fluido; por otro lado, el transporte de carga se efectúa a través de pequeñas camionetas.

Tabla 1

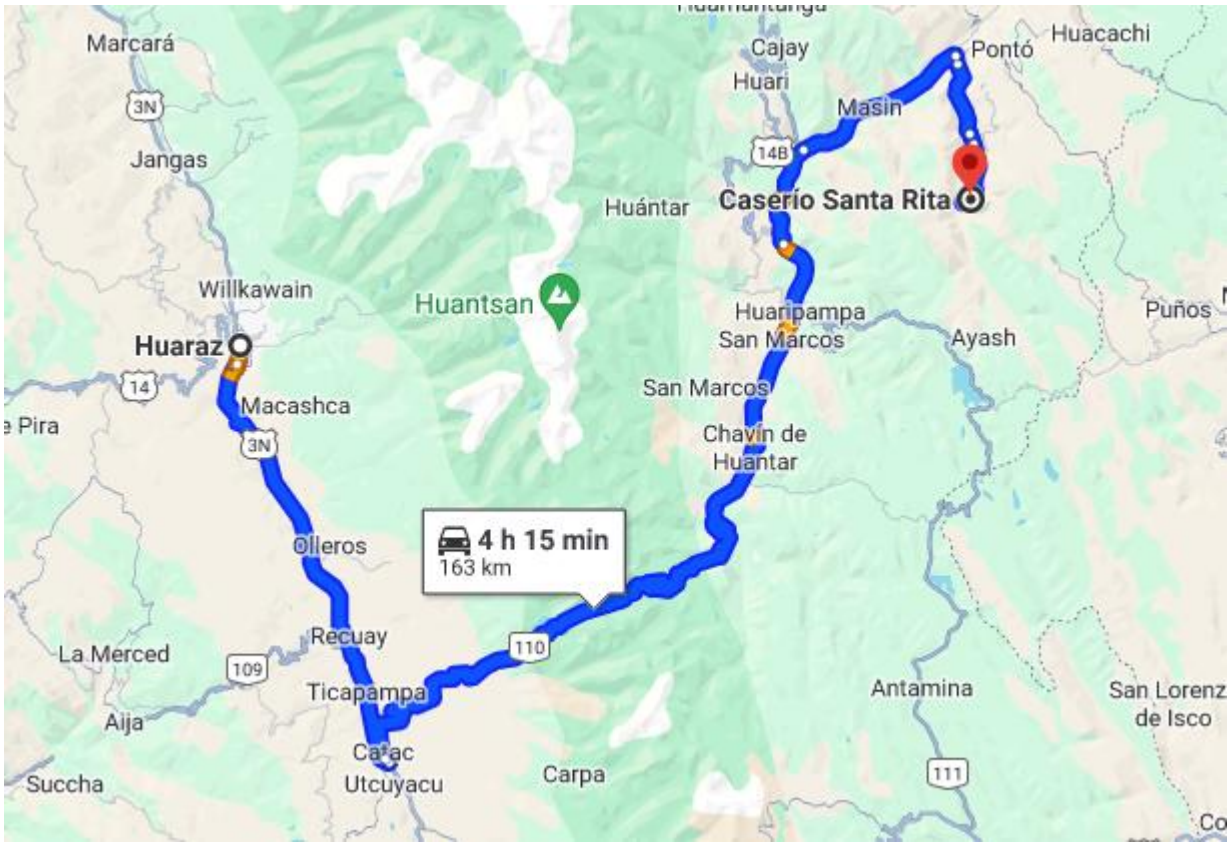
Vías de acceso a la localidad de Santa Rita

Desde	Hasta	Distancia (Km)	Tiempo (minutos)	Tipo de Vía	Estado
Huaraz	Palca	148	3 hrs 45min	Asfaltado	Bueno
Palca	Santa Rita	14.9	30 min	Afirmado	Buena

Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 3

Vías de acceso a la localidad de Santa Rita



Fuente: Adaptado de Google maps.

1.12. Clima e Hidrografía

A continuación, se presenta un resumen de los datos meteorológicos que presenta la zona de estudio.

Temperatura: Magnitud termodinámica que describe el nivel de energía térmica en la atmósfera, originada por la absorción de la radiación solar directa y la irradiación calórica proveniente de la superficie terrestre.

Temperatura mínima(°C): Parámetro meteorológico que registra el menor nivel térmico alcanzado por la masa de aire atmosférico dentro de un periodo mensual determinado.

Temperatura máxima(°C): indicador climatológico que registra el valor térmico más elevado alcanzado por la masa de aire atmosférico en una demarcación geográfica durante un ciclo mensual (máxima mensual).

En promedio multianual para el periodo 2000-2014, se han registrado las temperaturas más altas en los meses de setiembre de 16 °C y las temperaturas más bajas en los meses de julio de 14.6 °C.

Tabla 2

Datos Meteorológicos

Meses	Temperatura Mínima (°C)	Temperatura Máxima (°C)	Temperatura Promedio (°C)	Viento (m/s)	Insolación (Horas)
Enero	8.68	22.98	15.83	2.35	8.70
Febrero	9.08	22.57	15.825	2.30	8.50
Marzo	9.33	22.25	15.79	2.40	9.50
Abril	8.54	23.04	15.79	2.60	8.70
Mayo	7.82	23.06	15.44	2.70	9.50
Junio	5.49	23.87	14.68	2.70	11.50
Julio	4.78	24.39	14.585	2.70	11.00
Agosto	5.32	24.84	15.08	2.78	11.50
Septiembre	6.91	25.10	16.005	2.46	7.00
Octubre	7.72	24.23	15.975	2.89	6.00
Noviembre	7.39	24.13	15.76	2.90	5.00
Diciembre	8.37	23.27	15.82	2.75	4.00
Promedio	**7.45**	**23.64**	**15.55**	**2.63**	**8.41**

Fuente: Información del Senamhi.

Humedad: Se consideraron las características climáticas de la estación Chavín ubicada en el distrito de Chavín de Huántar, Provincia de Huari en la Región Ancash, donde los valores diarios de humedad relativa siguen los ciclos de la temperatura durante el día.

Usualmente el mayor porcentaje de humedad relativa media mensual se presenta durante el mes de marzo, con un máximo de 77.94%; y un menor valor suele registrarse en el mes de agosto

(61.5%aproximadamente). Asimismo, el promedio anual de humedad relativa en el área de interés alcanzara un promedio de 69.82%.

Tabla 3

Humedad Relativa

Meses	Humedad Relativa (%)
Enero	74.20
Febrero	76.40
Marzo	77.94
Abril	75.30
Mayo	72.44
Junio	65.33
Julio	62.71
Agosto	61.49
Septiembre	64.74
Octubre	69.06
Noviembre	64.83
Diciembre	73.39
Promedio	69.82

Fuente: Información del Senamhi.

Precipitación: La precipitación efectiva para los fines de este proyecto, se define como la parte de la lluvia estacional o anual total que es útil directa o indirectamente para la producción de

los cultivos. En el caso de deficiencias, se complementa a través del suministro de agua de riego superficial.

Este parámetro se define como la fracción de la precipitación total utilizable para satisfacer las necesidades de agua del cultivo. Para este proyecto se ha tomado en cuenta por ser significativa.

Tabla 4

Precipitación totales mensuales en el área del proyecto

ESTACION CHAVIN													
AÑO	**ENE**	**FEB**	**MAR**	**ABR**	**MAY**	**JUN**	**JUL**	**AGO**	**SET**	**OCT**	**NOV**	**DIC**	**TOTAL**
2006	77.90	95.50	147.30	83.50	9.30	48.10	6.80	7.10	40.60	67.40	104.00	119.10	806.60
2007	85.70	30.00	132.10	103.80	22.20	0.90	6.00	6.90	13.10	27.70	108.50	84.10	621.00
2008	100.70	96.20	105.70	86.80	28.80	16.90	2.30	13.10	27.70	108.50	84.10	61.10	731.90
2009	170.70	100.10	196.30	91.60	47.30	18.60	14.30	9.80	6.70	93.70	40.90	104.90	895.10
2010	103.70	102.60	125.00	34.20	26.60	2.90	12.00	2.50	30.10	57.40	83.70	96.10	676.80
2011	102.60	91.50	126.70	129.30	10.40	0.00	8.70	2.20	30.70	49.70	80.50	117.10	749.40
2012	87.90	121.30	90.00	120.30	21.60	7.80	0.00	5.30	20.50	56.20	62.80	123.50	717.20
2013	78.20	120.00	117.70	55.00	37.20	2.80	8.00	29.40	18.50	71.80	61.90	87.40	687.90
2014	76.40	129.40	130.80	70.40	42.10	2.60	1.10	0.00	35.60	79.50	63.90	97.80	729.60
2015	132.40	73.00	122.60	61.00	83.80	9.30	1.40	6.70	32.90	56.60	108.40	88.00	776.10
2016	45.00	114.30	82.40	63.50	10.00	4.70	2.30	5.90	27.40	74.10	23.50	105.30	558.40
2017	132.30	88.20	155.90	98.80	29.80	10.40	0.90	8.10	16.10	54.70	64.60	110.45	770.25
2018	131.30	58.30	128.30	102.50	42.00	13.20	6.60	6.20	30.00	97.60	54.70	115.60	786.30
2019	129.20	150.40	161.20	48.50	24.00	13.60	2.30	0.00	44.20	68.40	76.50	109.00	827.30
2020	55.00	61.40	79.20	30.80	39.80	3.00	7.40	0.00	28.20	28.00	85.70	155.00	573.50
2021	155.00	58.80	135.80	103.00	35.80	11.20	3.20	11.20	12.80	63.60	69.80	104.00	764.20
2022	47.00	150.20	173.20	57.60	19.00	7.60	2.20	4.00	33.00	22.00	35.60	50.20	601.60
2023	95.20	81.20	142.00	85.40	41.40	5.20	2.70	5.40	44.20	54.20	31.60	107.20	695.70
MEDIA	**100.34**	**95.69**	**130.68**	**79.22**	**31.73**	**9.93**	**4.90**	**6.88**	**27.35**	**62.84**	**68.93**	**101.99**	**720.49**

Fuente: Información del Senamhi.

1.13. Hidrografía

El río Colca, ubicado en el distrito de San Pedro de Chaná (Huari, Áncash), es un curso de agua de régimen estacional y pluvial perteneciente a la vertiente del Pacífico y regulado por la Autoridad Administrativa del Agua V Marañón.

Este río experimenta un periodo de crecida por lluvias entre diciembre y abril, seguido de un marcado estiaje de mayo a noviembre. En su recorrido, sirve como límite geográfico distrital y recibe quebradas menores de las zonas altas del caserío de Santa Rita, cuyas aguas son fundamentales para el riego de la producción local de papa ecológica.

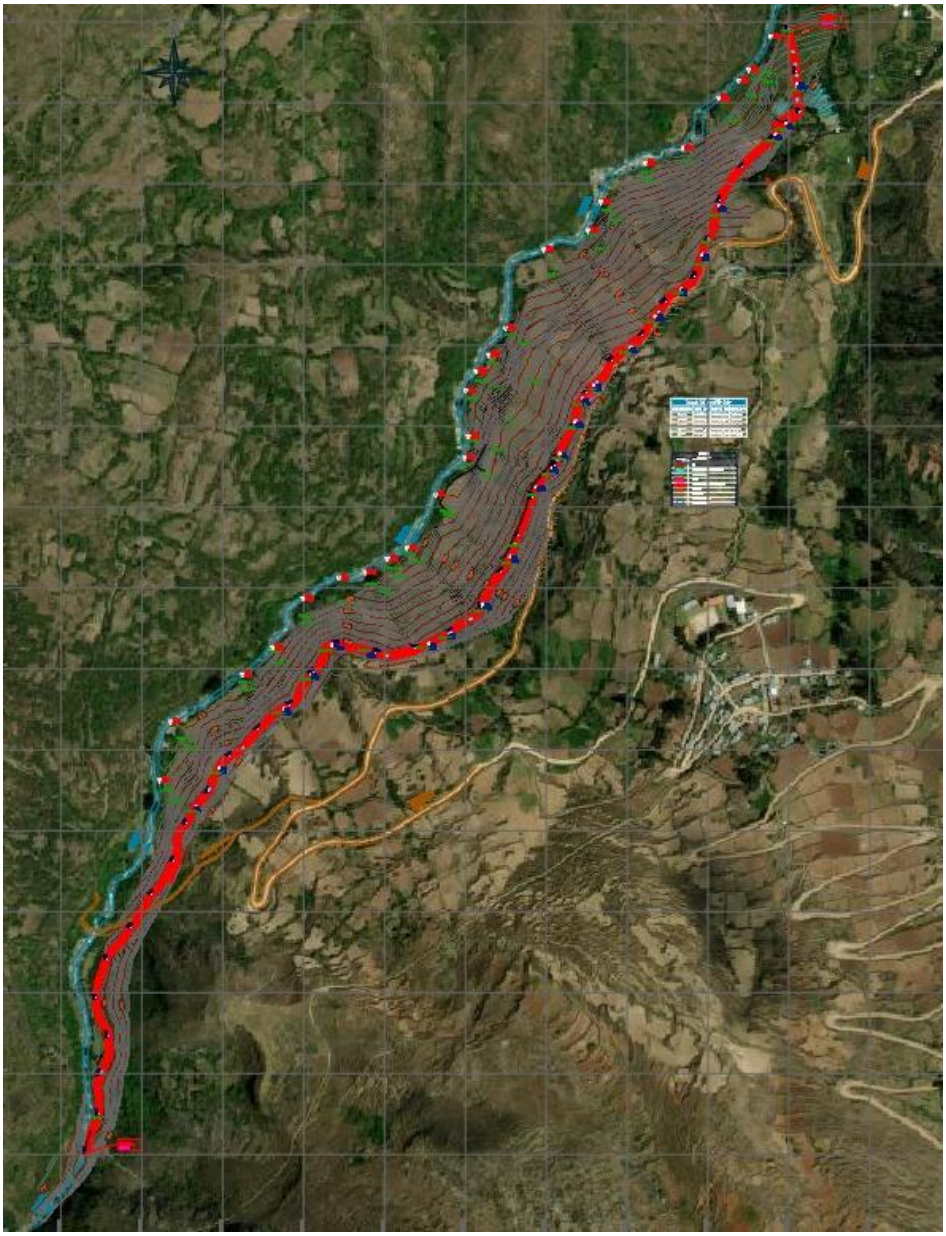
Finalmente, el río Colca desemboca directamente como afluente del río Puchka, el cual traslada sus caudales hacia el río Marañón para integrarse formalmente a la gran cuenca del río Amazonas.

1.14. Topografía

El área del levantamiento topográfico tiene 15 has, de las cuales se delimitaron las áreas aptas para el sembrío, teniendo un total de 12 ha, siendo esta principalmente papa, maíz y algunos otros granos en la zona, dividido en 3 sectores. Estas áreas son empleadas en la agricultura, el terreno presenta altas pendientes, y se caracteriza por ser ondulado y accidentado con presencia de vegetales en el 30%.

Ilustración 4

Topografía del proyecto



Fuente: Adaptado de Google Earth.

1.15. Fauna

está conformada por especies adaptadas al ecosistema de la vertiente oriental andina. En el cauce rápido del río habitan aves ribereñas como el pato de torrente (Merganetta armata) junto a

diversas variedades de ranas andinas, mientras que en las laderas rocosas y matorrales aledaños predominan mamíferos como el zorro andino (Lycalopex culpaeus), la vizcacha (Lagidium peruanum) y el venado gris, especie bajo la protección regulatoria del Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR). Asimismo, el cielo y las zonas de cultivo locales son surcados por aves rapaces como el aguilucho pecho negro (Geranoaetus melanoleucus) y aves menores como el zorzal chiguanco, las perdices serranas y colibríes andinos.

1.16. Flora

Corresponde a la vegetación nativa de la vertiente oriental andina, donde predominan formaciones de matorrales, arbustos y pastizales adaptados a la altitud. En las márgenes húmedas del río y sus quebradas crecen especies como el aliso (Alnus acuminata) y el sauce crespo, árboles clave para proteger el suelo contra la erosión fluvial. En las laderas escarpadas abundan plantas arbustivas como la chilca (Baccharis latifolia), la flor sagrada de los incas conocida como cantuta (Cantua buxifolia), el quishuar (Buddleja incana) y densas colonias de agaves o magueyes, los cuales delimitan los terrenos agrícolas. Finalmente, en las zonas de mayor altitud que circundan el distrito, la vegetación da paso a pajonales de ichu (Stipa ichu) y diversas variedades de cactus columnares silvestres adaptados a la época de estiaje.

CAPÍTULO II: ESTUDIOS BASICOS

2.1. Estudio Topográfico

2.1.1. Generalidades

En el presente informe se realizó el levantamiento topográfico para el proyecto "DISEÑO HIDRÁULICO DE LA CAPTACIÓN DE LAS AGUAS DEL RIO COLCA PARA EL RIEGO DE 15 HECTAREAS DEL SECTOR DE SANTA RITA, DISTRITO DE SAN PEDRO DE CHANA, HUARI, ANCASH", ya que esta información es indispensable para realizar el trabajo de gabinete, para la adecuada proyección de las obras dispuestas en el proyecto.

Tabla 5

Datos generales

Ubicación:	Santa Rita
Cartografía:	Carta Nacional 19-I
	Zona 18S
Área total Levantada:	15.32 has
Perímetro Levantado:	3733m

Fuente: Elaboración propia.

2.1.2. Instrumentos y Personal Técnico

Para poder realizar el levantamiento se contó con la ayuda de un Topógrafo y dos ayudantes y los equipos que se utilizaron fueron:

Tabla 6

Equipos y Herramientas

EQUIPOS	HERRAMIENTAS Y MATERIALES
Estación total	Estacas
Trípode	Pintura
Prismas	Machete
Bastones	
GPS navegador	
Computadoras	

Fuente: Elaboración propia.

2.1.3. Coordenadas de BMs

Tabla 7

Cuadro de BMs

Descripción	Este (X)	Norte (Y)	Cota (Z)
BM – 01	276530.123	8956702.808	3105.000
BM – 02	276537.310	8956729.284	3104.348
BM – 03	276545.126	8956744.807	3104.354
BM – 04	276835.667	8957321.925	3101.305
BM – 05	277374.186	8957901.769	3058.709

Fuente: Elaboración propia.

2.2. Estudio de Mecánica de suelos

Para este proyecto se llevó a cabo el estudio de mecánica de suelos con la finalidad de evaluar las características y propiedades del suelo.

Para la ejecución se realizaron las excavaciones de tres calicatas, de las cuales se tomaron las muestras representativas del suelo para llevar a cabo las pruebas en el laboratorio y así poder determinar los parámetros geotécnicos y las propiedades de resistencia mecánica del suelo.

2.2.1. Ensayos de laboratorio:

- Análisis granulométrico: Norma ASTM-D422.
- Limite liquido : Norma ASTM-D423.
- Limite plástico : Norma ASTM-D424.
- Humedad natural : Norma ASTM-D2216.
- Clasificación de suelos : Norma ASTM-D2487.

Los resultados de todos los ensayos de laboratorio se realizaron en el laboratorio GEO INGETH INGENIERIA GEOTECNIA ESTRUCTURAL TRANSPORTE & HIDRAULICA.

2.2.2. Clasificación de suelos:

Las muestras tomadas en campo han sido estudiadas en laboratorio para poder ser clasificados de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), son las siguientes tablas:

Tabla 8

Resumen Capacidad Portante

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	C - 01	C - 02	C - 03
Profundidad	1.50 m	1.50 m	1.50 m
Ángulo de Fricción Interna (φ)	25.96 °	25.96 °	25.59 °
Peso unitario (ɣ)	1.87	1.83	1.85
Capacidad Portante	1.69 kg/cm²	1.65 kg/cm2	1.60 kg/cm2

Tabla 9

Resumen de la clasificación de suelos

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	C - 01	C - 02	C - 03
Profundidad	1.50 m	1.50 m	1.50 m
% Pasante tamiz 3/4"	82.73	79.07	72.28
% Pasante tamiz 3/8"	65.90	69.04	62.62
% Pasante tamiz #4	49.70	54.07	55.11
% Pasante tamiz #10	39.55	46.87	48.40
% Pasante tamiz #20	32.32	40.38	39.44
% Pasante tamiz #40	25.56	35.27	33.13
% Pasante tamiz #60	18.90	31.80	27.47
% Pasante tamiz #140	14.86	28.85	22.97
% Pasante tamiz #200	13.34	27.42	19.85
Límite Líquido (LL)	20.74 %	35.60 %	36.83 %
Límite Plástico (LP)	17.17 %	20.45 %	14.61 %
Índice de Plasticidad (IP)	3.57 %	15.15 %	22.22 %
Contenido de Humedad (%)	5.30 %	10.14 %	10.81 %
Clasificación SUCS	GM	GC	GC

Fuente: Laboratorio GEO INGETH.

Ilustración 5

Extracción de muestras para EMS





2.3. Estudio Hidrológico

2.3.1. Descripción general de la Microcuenca

Tiene sus orígenes en las cumbres más altas, en altitudes superiores a los 4400 msnm. Políticamente la microcuenca se encuentra ubicado en la región de Ancash, en la provincia de Huari. Corresponde a la zona húmeda, en la cual la precipitación pluvial representa un aporte efectivo al escurrimiento superficial.

2.3.2. Ubicación Geográfica e Hidrográfica

Ubicación Geográfica

Coordenadas - Norte :8957203.87m S.

Coordenadas - Este :277314.07m E.

Altitud :3220 m.s.n.m.

Ubicación Hidrográfica

Vertiente : Pacifico.

Cuenca : Alto Marañón V.

Subcuenca : Puchka.

Microcuenca : Río Colca.

2.3.3. Demarcación Administrativa

La entidad administrativa que regula el uso de los recursos hídricos, es la Administración Local de Agua – Huari, que depende de la autoridad Nacional del Agua – ANA, adscrita al ministerio de agricultura.

2.3.4. Aspectos Socio – Económicos

a) Población Beneficiaria

La población beneficiaria con la ejecución del presente proyecto es la localidad de Santa Rita del centro poblado de Vichon, Distrito de San Pedro de Chana.

b) Principales Actividades económicas del área de Influencia de Proyecto

- Agricultura:

Se caracteriza principalmente por su actividad en franco declive, por estar orientada a producir más para el autoconsumo y muy poco para la venta o abastecimiento del mercado local – regional.

- Producción Agrícola:

Esta actividad es rudimentaria y arcaica, sin la tecnificación, está orientado solo a la producción de artículos de pan llevar para el autoconsumo, cultivan productos básicos de la zona. Para el inicio de sus trabajos de sembríos de cultivo esperan la temporada de lluvia, ya que no existe una infraestructura para el almacenamiento de agua para riego.

Es indispensable, que la localidad tenga este servicio de agua para riego, para así mejorar la producción y rendimiento de la actividad agrícola y ganadera, a su vez también la población beneficiaria espera superar la falta de alimentos suficiente para la nutrición de sus pobladores y de forrajes para los animales.

- Ganadería:

Casi la mayor parte de los pobladores poseen ganado ovino, caprino, porcino y vacuno; aunque en poca proporción, solo para su consumo familiar.

2.3.5. Zonas de vida de la Subcuenca

a) Bosque Húmedo – Montano Subtropical (bh-MS)

Según el diagrama bioclimático de Holdridge, esta zona de vida tiene un promedio de evapotranspiración potencial total variable entre la mitad (0.5) y una cantidad igual (1) al volumen de precipitación promedio total por año.

Aquí dominan suelos relativamente profundos, arcillosos, en estas zonas de vida, a pesar de tener una precipitación no mayor de 800 mm. Anuales y la reducida evapotranspiración debido a las temperaturas bajas, permiten llevar a cabo una agricultura de secano.

Se cultiva preferentemente plantas autóctonas de gran valor alimenticio, como la papa (solanum tuberosum), oca (Oxalis tuberosa), olluco (Ollucus tuberosum), mashua (Tropacolum tuberosum), chocho (Luoinus mutabilis), quinua (Chenopadium quinoa), cebada (Hordeum sativum), haba (Vicia faba) y arveja (Pisum sativum).

b) Bosque muy húmedo – Montano Subtropical (bmh-MS)

Según el diagrama bioclimático de Holdridge, se ha estimado que esta zona de vida tiene un promedio de evapotranspiración potencial total variable entre la cuarta parte (0.25) y la mitad (0.5) del promedio de precipitación total por año. Esta parte de la Zona de vida, por su semejanza a los páramos por la presencia predominante de pastos naturales se le denomina también subparamo y una planta indicadora, además de los mencionados anteriormente es el chinchango (Hypericum laricifolium) y shinhill (Cortaderia seriantha). En la zonas altas y un poco más secas se lleva a cabo un pastoreo de ganado vacuno y ovino en forma extensiva. En

las partes bajas y un tanto más cálidas, aparecen los sembríos de papa en terrenos de fuerte gradiente.

c) Paramo pluvial – Subalpino tropical (pp-SaT)

Unidad ecológica que, de acuerdo con el modelo bioclimático de Holdridge, se caracteriza por registrar una tasa media de evapotranspiración potencial total situada en un rango que oscila entre la octava parte (0.125) y la cuarta parte (0.25) del volumen promedio de precipitación anual. Está conformado por el carrizo enano (Chusqueasp), chinchango (Hypericum laricifolium).

2.3.6. Descripción geomorfológica de la Microcuenca

Las características geomorfológicas que se consideran en el presente estudio son referidas a la microcuenca colca, cuya delimitación de área de aporte hídrico se ha realizado en Carta Nacional en formato shape del IGN hoja 19-i a escala 1/100000 y modelo digital de elevación descargado del servidor de la NASA, ALOS PALSAR, con una resolución de 12.5 metros. Coordenadas UTM WGS 84 y zona 18, cuyas características son:

a) Área de la cuenca (A)

Es la superficie de la cuenca comprendida dentro del área de aporte. La magnitud del área se ha obtenido con el uso del programa ArcMap 10.8 mediante la base de datos del Inventario de fuentes de agua superficial, usando la delimitación del área de la cuenca por Otto Pfafstetter (1989). Dependiendo de la ubicación de la cuenca, su tamaño influye en mayor o menor grado en el aporte de escorrentía, tanto directa como de flujo de base o flujo sostenido.

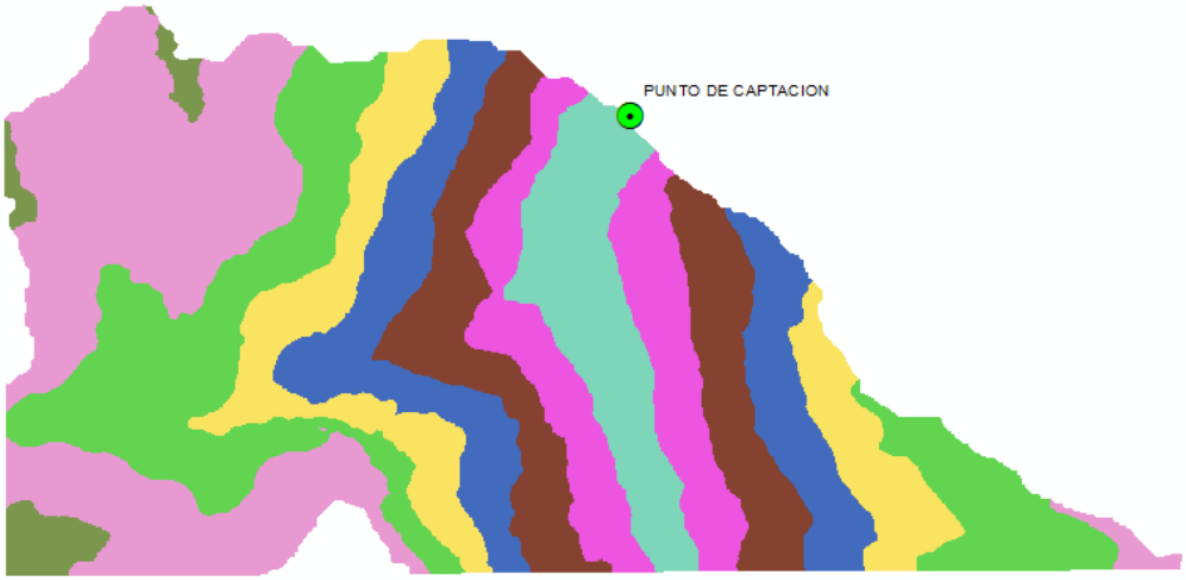
El área de la Microcuenca de aporte al rio colca es 6.91 Km^2.

b) Perímetro de la Cuenca (P)

El perímetro de la Microcuenca de aporte al rio colca es 13.46 Km

Ilustración 6

Demarcación de la Microcuenca del Rio Colca



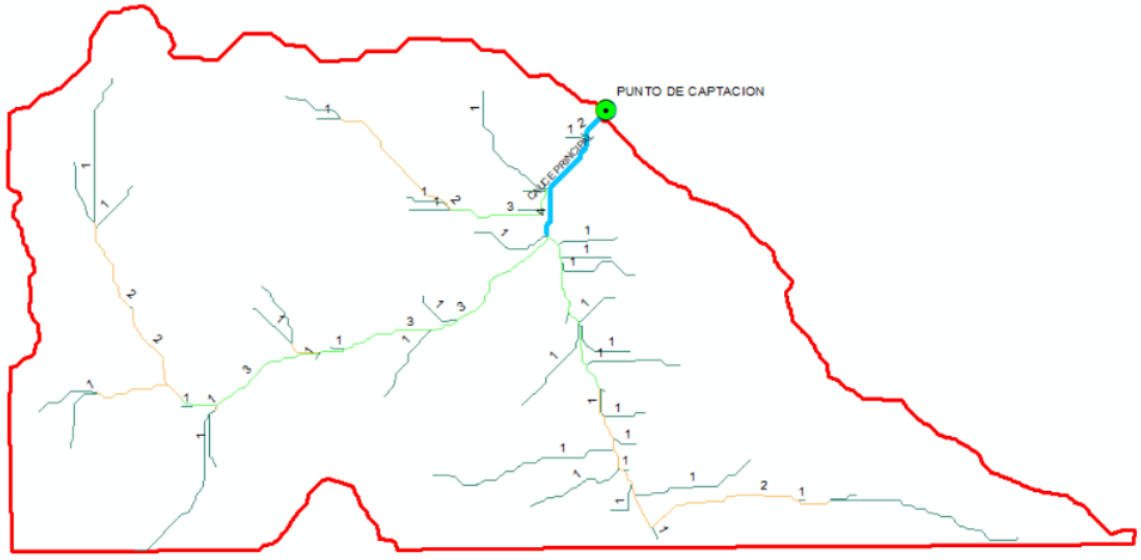
Fuente: Elaboración propia en ArcGIS 10.8.

c) Longitud del rio principal (L)

La longitud del río principal de la Microcuenca de aporte al rio cola es 0.63 Km.

Ilustración 7

Orden de Ríos - cauce principal



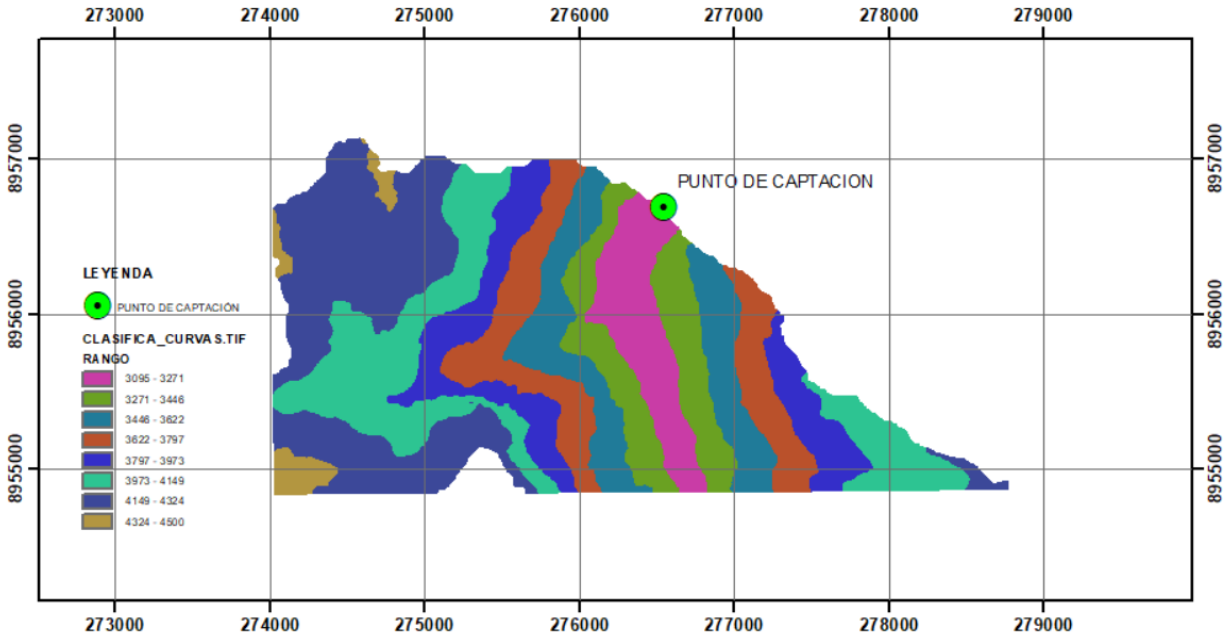
Fuente: Elaboración propia en ArcGIS 10.8.

d) Curva hipsométrica y polígono de frecuencias de elevaciones

La curva hipsométrica representa la distribución porcentual de las áreas situadas entre curvas de nivel con igual separación dentro de una cuenca. Esta curva es una herramienta dimensional que ilustra cómo varía la elevación dentro de la cuenca. En ella, el porcentaje del área se ubica en el eje horizontal (abscisa), mientras que el porcentaje de elevación se presenta en el eje vertical (ordenada). Se utiliza la curva hipsométrica cuando una variable hidrológica, como la precipitación, la cobertura vegetal o la presencia de nieve, muestra una variación notable en función de la altitud. En estos casos, la curva proporciona un método cuantitativo para analizar los efectos de la elevación sobre dichas variables.

Ilustración 8

Elevaciones de la Microcuenca del Rio Colca



Fuente: Elaboración propia en ArcGIS 10.8.

Tabla 10

Cotas y Áreas de la Microcuenca del Rio Colca

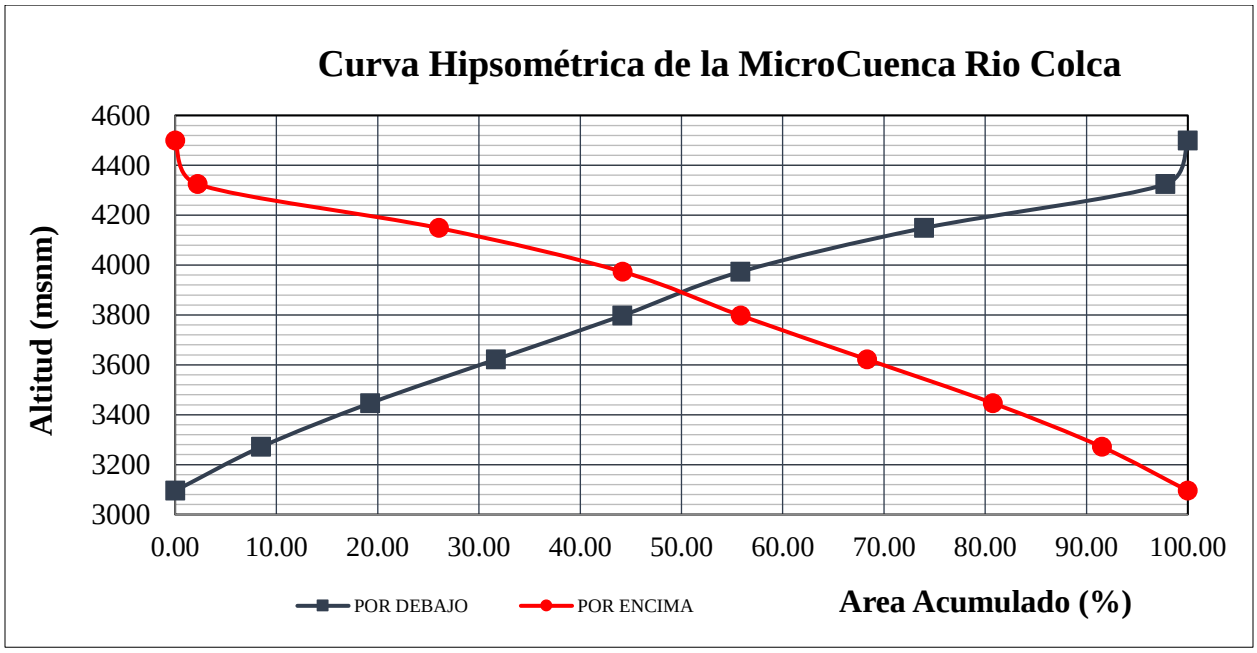
ALTITUD	AREAS PARCIALES		AREAS ACUMULADAS			
			POR DEBAJO		POR ENCIMA	
m.s.n.m.	Km2	(%)	(KM2)	(%)	KM2	(%)
3095	0.00	0.00	0.00	0.00	6.91	100.00
3271	0.59	8.48	0.59	8.48	6.32	91.52
3446	0.74	10.76	1.33	19.24	5.58	80.76
3622	0.86	12.44	2.19	31.68	4.72	68.32
3797	0.86	12.47	3.05	44.15	3.86	55.85
3973	0.80	11.66	3.85	55.81	3.05	44.19
4149	1.25	18.15	5.11	73.95	1.80	26.05
4324	1.64	23.81	6.75	97.77	0.15	2.23
4500	0.15	2.23	6.91	100.00	0.00	0.00

TOTAL	6.91	100.00

Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 9

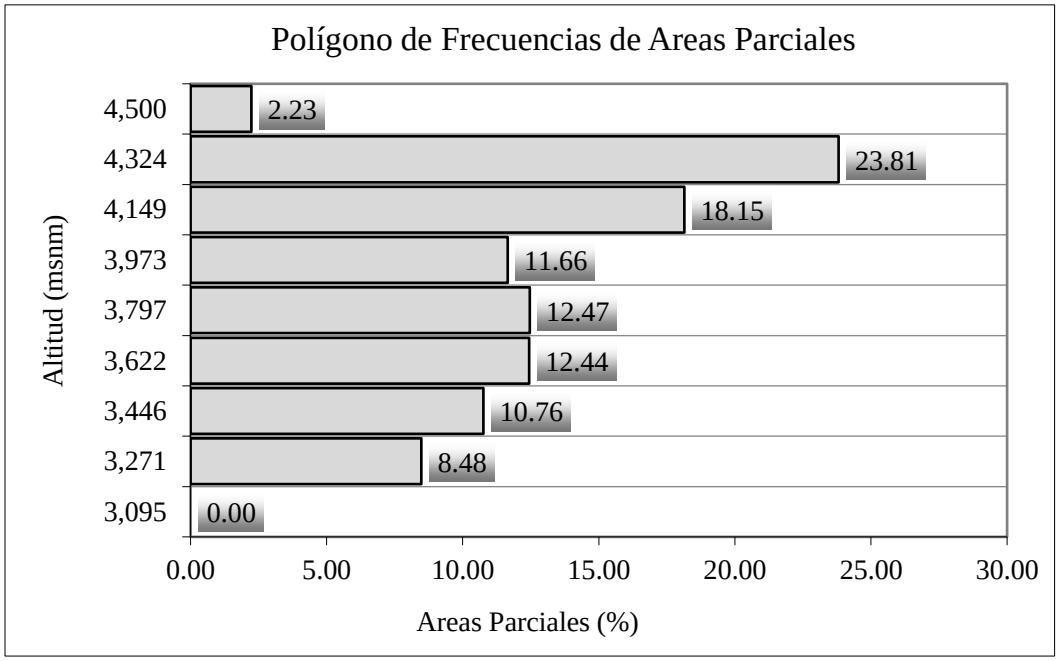
Curva Hipsométrica de la Microcuenca del Rio Colca



Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 10

Polígono de Frecuencias de la Microcuenca del Río Colca



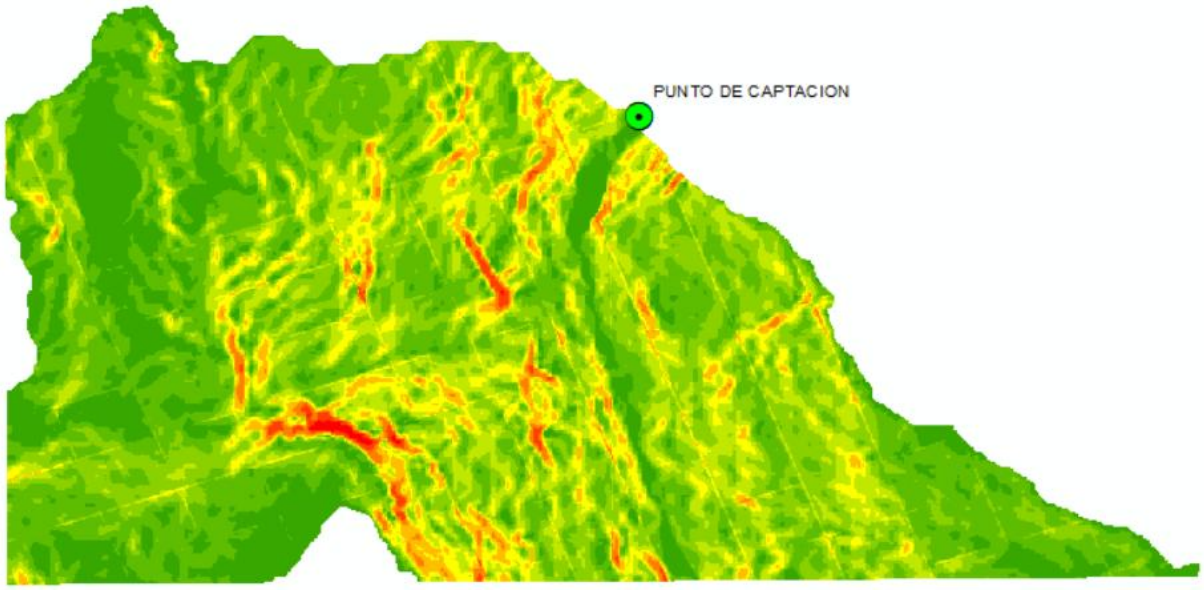
Fuente: Elaboración propia.

e) Pendiente de la Microcuenca

El estudio de la pendiente de una cuenca es un factor físico clave que afecta el tiempo de escorrentía superficial, la infiltración del agua, la recarga de aguas subterráneas y también influye en la magnitud de las crecidas o avenidas. La Microcuenca que alimenta la Bocatoma tipo tirolesa, hasta el área propuesta, tiene una pendiente cercana al 5.33 %, lo que la clasifica como ligeramente inclinada a moderadamente empinada.

Ilustración 11

Pendiente de la Microcuenca aportante a la bocatoma tipo tirolesa



Fuente: Elaboración propia en ArcGIS 10.

f) Coeficiente de compacidad o índice de Gravelius (Kc)

Parámetro a dimensional que relaciona el perímetro de la cuenca y el perímetro de un círculo de igual área de la cuenca. Este parámetro, al igual que el anterior, describe la geometría de la microcuenca y está estrechamente relacionado con el tiempo de concentración del sistema hidrológico.

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

$$Kc = \frac{P}{2\sqrt{A * \pi}}$$

Dónde:

P = perímetro de la cuenca (km).

A = área de la cuenca (km²).

De la expresión se desprende que Kc siempre es mayor o igual a 1, y se incrementa con la irregularidad de la forma de la cuenca. Este factor a dimensional constituye un índice indicativo de la tendencia de avenida en una cuenca.

El coeficiente de compacidad o índice de Gravelius de la Microcuenca de aporte al rio colca es igual a 1.45, estos valores son mayor a la unidad, indica que la cuenca es de forma alargada debiendo estar menos expuesta a las crecientes o máximas avenidas.

g) Factor de forma (Ff)

Definido como el cociente entre la superficie de la cuenca y el cuadrado de su longitud máxima, medida desde la salida hasta el límite de la cuenca, cerca de la cabecera del cauce principal a lo largo de una línea recta.

$$Ff = \frac{A}{L^2}$$

Dónde:

A = Área de la cuenca (km2).

L = Longitud de cauce principal de la cuenca (km).

Para un círculo, Ff = 0.79; para un cuadrado con la salida en el punto medio de uno de los lados, Ff= 1, y con la salida en una esquina, Ff = 0.5 (Mintegui et al, 1993).

El Factor de Forma determinado Microcuenca de aporte al rio colca es igual a 0.23, lo cual explica que las cuencas de aporte tienen una salida tipo esquina.

h) Rectángulo equivalente (RE)

$$R_E = 0.25 * P \pm \sqrt{(\frac{P}{4})^2 - A}$$

Es la representación geométrica de una cuenca definida como un rectángulo que tenga la misma área de la cuenca. La longitud de sus lados está dada por:

$$L = \frac{K\sqrt{A}}{1.12} * (1 + \sqrt{1 - (\frac{1.12}{K})^2}) \qquad I = \frac{K\sqrt{A}}{1.12} * (1 - \sqrt{1 - (\frac{1.12}{K})^2})$$

Dónde:

L, l = Longitud de sus lados del rectángulo (mayor y menor) en km.

P = Perímetro de la cuenca (km).

A = Área de la cuenca (km2).

La longitud mayor y menor de la Microcuenca de aporte al rio colca es de 5.53 Km y 1.25 Km respectivamente.

i) Densidad de Drenaje (Dd)

Indica la eficiencia de una cuenca para evacuar las aguas que discurren por su superficie.

$$Dd = \frac{L_i}{A}$$

Donde:

Li: Longitud total de los ríos.

A: Área de la cuenca.

Por lo tanto, la densidad de drenaje es igual a 2.84, está dentro de los parámetros 0.5 < Dd < 3.5, podemos decir que la microcuenca esta normalmente drenada.

j) Tiempo de Concentración (Tc), Según Kirpich

$$T_c = (\frac{0.87 * L^3}{\Delta H})^{0.385}$$

Se obtuvo un tiempo de concentración de 25.18 min.

2.3.7. Análisis de Máximas Avenidas

La cuenca del rio colca, no existen datos hidrométricos que registren avenidas por lo que este parámetro será estimado en base a la información de lluvias máximas (Precipitación máxima en 24 horas) registradas en las estaciones ubicadas en el ámbito de la zona de estudio, habiéndose identificado cuatro (04) estaciones meteorológicas aledañas en cuencas vecinas adecuadas para el análisis hidrológico.

2.3.7.1. Información Hidrológica

La información de precipitaciones máximas en 24 horas que se utilizó, es de la estación Chavín con 26 años de período de registro (1994 - 2019), Pomabamba con 26 años de período de registro (1994 - 2019), Recuay con 26 años de período de registro (1994 – 2019), Dos de Mayo con 20 años de período de registro (2000 – 2019).

Tabla 11

Ubicación y características de las Estaciones Meteorológicas

ESTACION	PARÁMETRO	LATITUD	LONGITUD	ALTURA (m.s.n.m)	PERÍODO	FUENTE
CHAVÍN	Precipitación máxima de 24 horas	9° 35' 9.54"	77° 10' 31.04"	3140	1994 - 2019	SENAMHI
POMABAMBA	Precipitación máxima de 24 horas	8° 49' 18.13"	77° 27' 26.4"	2985	1994 - 2019	SENAMHI
RECUAY	Precipitación máxima de 24 horas	9° 43' 45.31"	77° 27' 13.28"	3431	1994 - 2019	SENAMHI
DOS DE MAYO	Precipitación máxima de 24 horas	9° 43' 1.56"	76° 46' 25.46"	3442	2000 - 2019	SENAMHI

Fuente: Datos obtenidos del SENAMHI.

Tabla 12

Valores máximos anuales de las Estaciones Meteorológicas

AÑO	ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS			
	CHAVIN	POMABAMBA	RECUAY	DOS DE MAYO
1994	24.40	27.00	42.30	
1995	27.40	21.70	40.30	
1996	27.50	22.40	28.00	
1997	21.00	34.20	28.90	
1998	32.60	25.60	53.30	
1999	26.10	33.00	26.80	
2000	19.30	34.80	23.00	60.60
2001	22.50	31.80	29.40	32.00
2002	21.50	34.40	38.80	31.20
2003	20.40	37.00	19.40	24.10
2004	17.50	32.50	33.70	26.70
2005	16.10	19.60	32.40	24.60
2006	27.90	28.30	24.50	30.50
2007	28.60	39.50	33.00	21.10
2008	15.70	35.10	19.80	18.50
2009	20.60	28.80	44.00	26.10
2010	25.00	32.00	25.70	43.30
2011	29.50	25.50	29.50	23.10

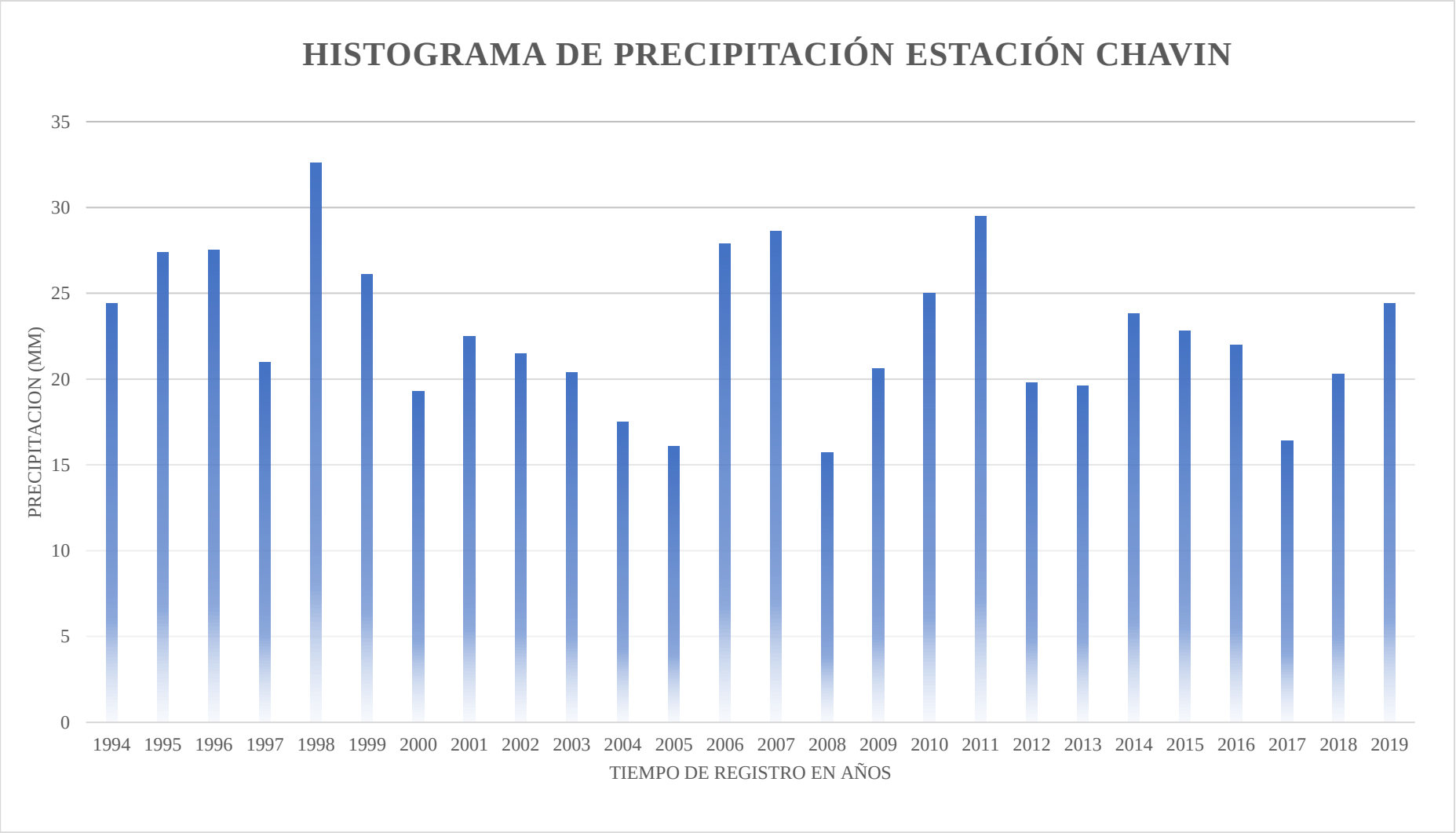
2012	19.80	36.00	38.30	29.10
2013	19.60	23.90	31.40	31.10
2014	23.80	36.60	30.40	34.50
2015	22.80	37.60	25.50	26.80
2016	22.00	53.60	28.40	32.20
2017	16.40	26.50	30.00	23.20
2018	20.30	30.80	35.10	26.30
2019	24.40	44.80	29.20	29.80

Fuente: Datos obtenidos del SENAMHI.

Teniendo el registro de las cuatro estaciones pluviométricas, podemos obtener los histogramas.

Ilustración 12

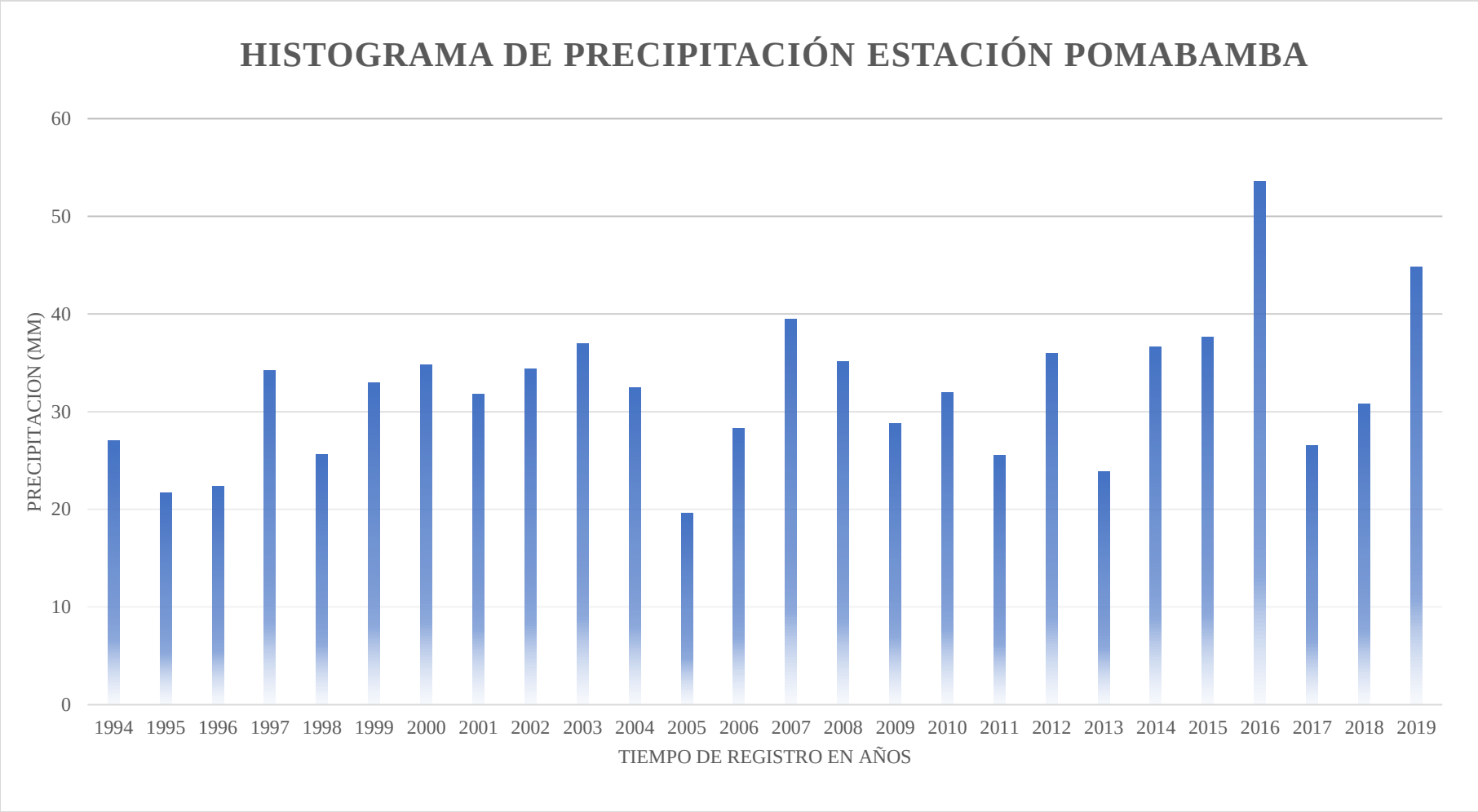
Histograma de precipitación – Estación Chavín



Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 13

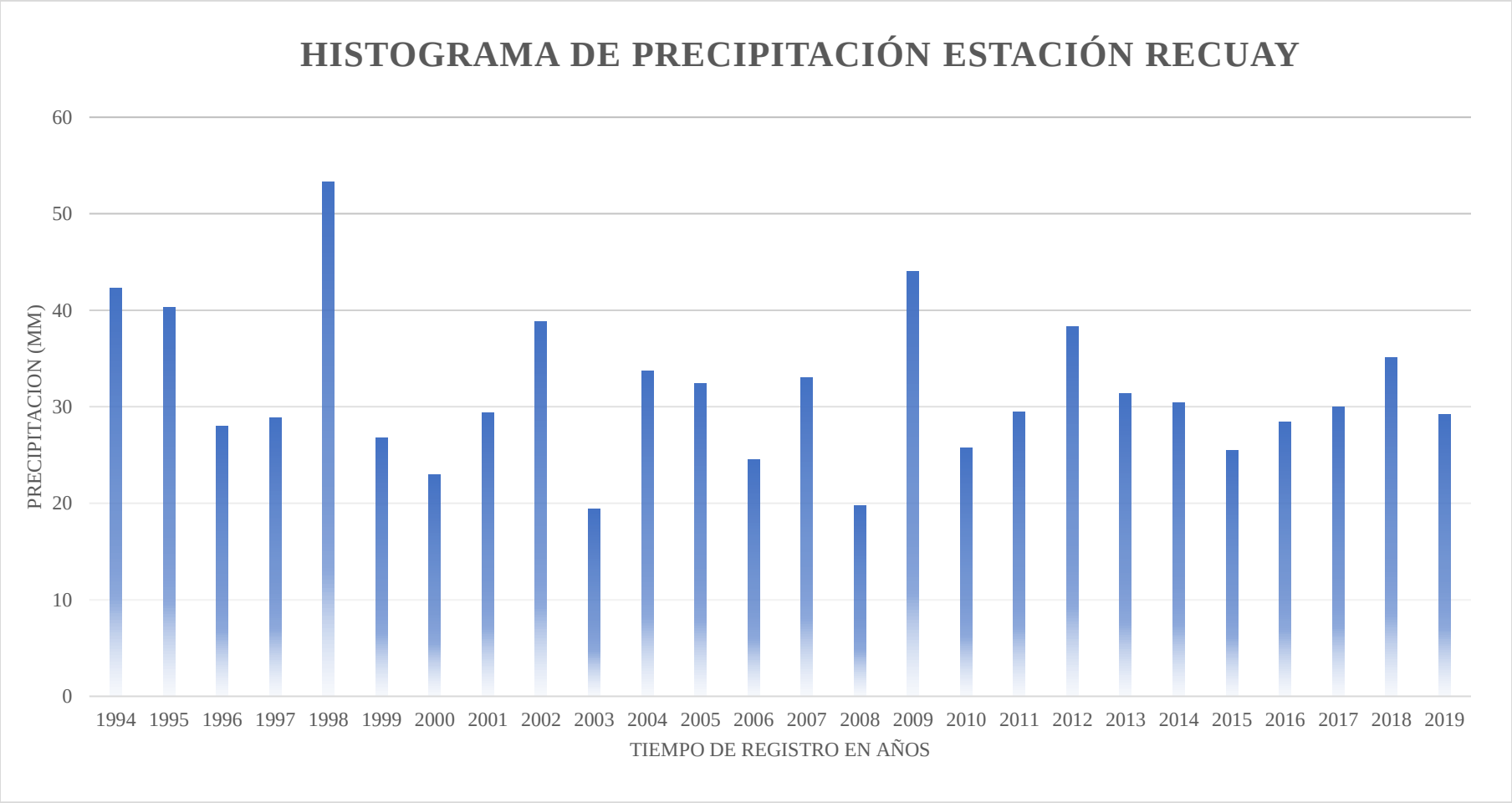
Histograma de precipitación – Estación Pomabamba



Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 14

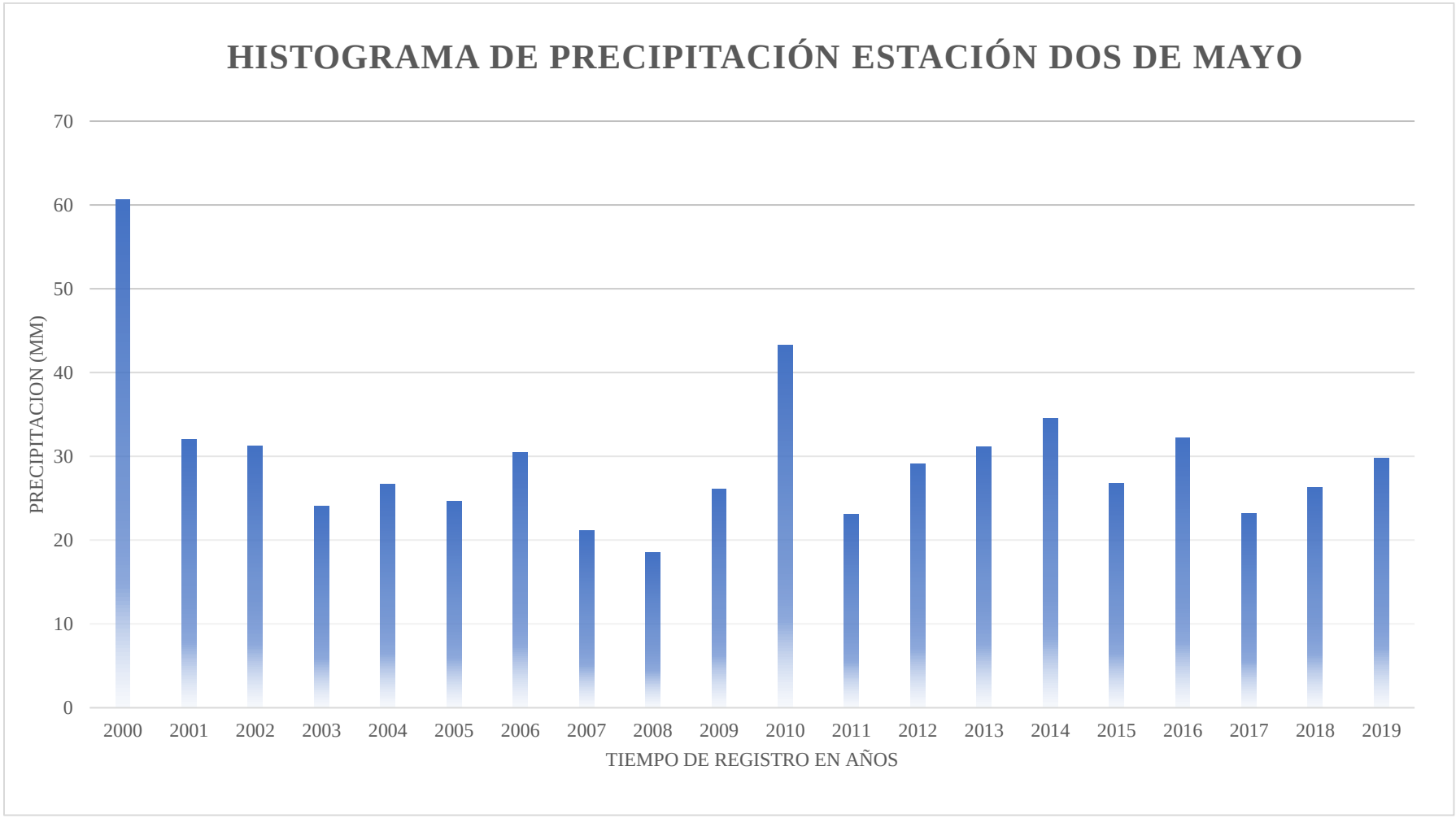
Histograma de precipitación – Estación Recuay



Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 15

Histograma de precipitación – Estación Dos de Mayo



Fuente: Elaboración propia.

Utilizando el método de **U.S. Weather Bureau** (Servicio Meteorológico Nacional de EE.UU.), hemos generado una estación con las precipitaciones para un análisis de acuerdo a la microcuenca de estudio.

Tabla 13

Coordenadas UTM - Distancias

LATITUD	LONGITUD	ESTACION	X	Y	DISTANCIA (m)	DISTANCIA (km)
9° 35´ 9.54" S	77° 10´ 31.04" W	CHAVIN	261247.97	8939607.08	21750.099	21.750
8° 49´ 18.13" S	77° 27´ 26.4" W	POMABAMBA	229694.23	9023970.41	82301.912	82.302
9° 43´ 45.31" S	77° 27´ 13.28" W	RECUAY	230788.97	8923547.44	55352.917	55.353
9° 43´ 1.56" S	76° 46´ 25.46" W	DOS DE MAYO	305410.89	8925357.17	42468.138	42.468
9° 26´ 25.99" S	77° 2´ 31.31" W	PROYECTO	275785.302	8955785.237		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14

Estación Generada por el Método U.S. Weather Bureau

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Precipitación Máxima
1994	20.04	23.11	21.42	22.78	5.98	7.37	0.08	0.34	21.40	17.39	15.97	14.53	23.11
1995	22.34	25.56	20.44	18.96	19.96	12.04	0.89	0.49	9.84	25.92	20.75	22.82	25.92
1996	20.72	17.54	18.74	24.21	10.78	2.20	0.00	7.82	9.75	10.65	10.36	15.08	24.21
1997	19.00	13.91	21.17	6.32	6.70	1.38	1.27	4.09	12.15	13.58	16.04	15.15	21.17

1998	22.97	19.66	13.57	14.88	7.08	3.95	0.37	3.32	5.22	12.42	29.75	10.99	29.75
1999	18.48	25.62	20.83	13.43	9.03	5.87	2.93	3.44	10.76	14.81	16.89	12.18	25.62
2000	11.62	20.28	11.94	16.43	8.18	2.97	3.50	11.62	6.71	4.29	13.45	16.64	20.28
2001	18.55	15.62	17.81	14.03	9.48	2.86	3.70	6.08	11.62	21.52	15.78	20.42	21.52
2002	11.97	17.36	22.30	15.07	8.92	1.99	10.34	1.89	6.76	12.90	16.33	16.16	22.30
2003	13.27	17.54	19.01	9.28	7.14	6.94	1.53	12.72	5.46	9.08	12.53	15.99	19.01
2004	10.58	17.93	12.17	6.95	7.56	5.46	4.99	2.60	12.65	18.06	14.21	18.08	18.08
2005	9.86	15.24	25.54	8.79	8.82	0.94	0.66	2.80	6.20	14.26	14.72	12.70	25.54
2006	12.71	17.08	15.53	17.04	5.10	22.58	3.36	4.66	14.94	12.76	18.64	16.06	22.58
2007	16.13	8.94	27.27	19.10	9.30	1.39	2.51	4.22	8.37	18.55	16.34	15.94	27.27
2008	15.69	14.64	11.44	14.41	5.91	8.44	2.29	3.77	7.59	15.73	11.20	12.10	15.73
2009	20.55	14.92	20.88	16.92	10.30	6.36	3.67	4.75	7.69	16.60	10.79	21.79	21.79
2010	19.45	24.24	13.96	10.84	12.24	2.12	5.89	2.30	10.11	12.12	18.16	15.85	24.24
2011	14.89	16.77	17.77	24.52	7.51	0.39	5.26	2.01	8.31	12.58	13.37	27.83	27.83
2012	16.10	22.06	16.73	18.35	5.93	5.64	0.22	5.61	8.12	12.07	14.96	17.27	22.06
2013	16.83	20.09	19.43	10.00	11.77	3.25	4.91	15.20	5.82	14.07	14.19	19.54	20.09
2014	15.76	26.88	20.20	16.34	12.12	1.73	1.93	0.68	12.95	15.95	14.24	13.72	26.88
2015	18.59	10.30	16.00	14.00	18.15	5.99	1.93	3.86	7.64	9.70	22.90	16.77	22.90
2016	9.14	24.94	11.52	23.17	4.74	2.23	1.62	4.38	12.11	17.37	13.11	17.07	24.94
2017	16.41	14.40	14.45	13.77	10.66	5.39	1.39	3.83	5.86	14.89	11.14	15.36	16.41
2018	21.11	12.45	17.30	14.91	12.15	5.85	2.46	3.50	14.00	14.14	12.35	18.34	21.11
2019	15.82	26.32	17.65	10.96	5.79	7.30	2.42	0.80	15.24	13.77	16.10	0.00	26.32

Fuente: Elaboración propia.

2.3.7.2. Periodo de retorno

El intervalo promedio de tiempo en años (T), de que una precipitación máxima de 24 horas cualquiera (X) sea igualada o excedido por lo menos una vez, tiene una probabilidad (P) de ocurrencia de 1 en T casos, es decir:

$$P(X \geq x) = 1/T \quad \text{y/o} \quad T = 1/P(X \geq x)$$

En el presente estudio para el diseño hidráulico de una bocatoma tipo tirolesa es igual a 50 años. Asimismo, se presenta el cálculo para un periodo de retorno de 5,10, 25, 100, 200, 500 y 1000 años.

2.3.7.3. Prueba de Smirnov – Kolmogorov

La prueba de ajuste de Smirnov-Kolmogorov, consiste en comparar las diferencias existentes, entre la probabilidad empírica de los datos de la muestra y la probabilidad teórica, tomando el valor máximo del valor, de la diferencia entre el valor observado y el valor de la recta teórica del modelo, es decir:

$$\Delta = Máx|F(x) - P(x)|$$

Dónde:

Δ= Estadístico de Smirnov-Kolmogorov, cuyo valor es igual a la diferencia máxima existente entre la probabilidad ajustada y la probabilidad empírica.

$\boldsymbol{F(x)}$=Probabilidad de distribución teórica.

$\boldsymbol{P(x)}$=Probabilidad experimental o empírica de los datos, denominada también frecuencia acumulada.

Si Δ_0 es un Valor crítico para un nivel de significancia α, se tiene que:

$$P[máx|F(x) - P(x)| \geq \Delta_0] = \alpha$$

$$P(\Delta \geq \Delta_0) = \alpha \; ; también: P(\Delta < \Delta_0) = 1 - \alpha$$

El procedimiento para efectuar el ajuste, mediante el estadístico de Smirnov-Kolmogorov, es el siguiente:

1. Calcular la probabilidad empírica o experimental P(x) de los datos, para esto usar la fórmula de Weibull:

$$P(x) = \frac{M}{N+1}$$

   Donde:

   P(x) = Probabilidad empírica o experimental.

   M= número de orden

   N= número de datos

2. Calcular la probabilidad teórica F(x).

3. Para el caso de utilizar el procedimiento de los modelos teóricos usar la ecuación de la función acumulada F(x), o tablas elaboradas para tal fin.

4. Calcular las diferencias P(x)-F(x), para todos los valores de x

5. Seleccionar la máxima diferencia

6. Calcular el valor crítico del estadístico Δ, es decir Si Δ_0, para un $\alpha = 0.05$ y N igual al número de datos.

Tabla 15

Prueba de Smirnov - Kolmogorov Estación Generada

AÑO	m	Q=X	P(x)	$z = \frac{X - \bar{X}}{S}$	F(z)	Δ (p(x)-f(z))
		mm	m/n+1			
1994	1	15.73	0.04	-2.06	0.02	0.02
1995	2	16.41	0.07	-1.87	0.03	0.04
1996	3	18.08	0.11	-1.39	0.08	0.03
1997	4	19.01	0.15	-1.13	0.13	0.02
1998	5	20.09	0.19	-0.82	0.21	0.02
1999	6	20.28	0.22	-0.76	0.22	0.00
2000	7	21.11	0.26	-0.53	0.30	0.04
2001	8	21.17	0.30	-0.51	0.31	0.01
2002	9	21.52	0.33	-0.41	0.34	0.01
2003	10	21.79	0.37	-0.33	0.37	0.00
2004	11	22.06	0.41	-0.25	0.40	0.01
2005	12	22.30	0.44	-0.19	0.43	0.02
2006	13	22.58	0.48	-0.11	0.46	0.02
2007	14	22.90	0.52	-0.01	0.49	0.02
2008	15	23.11	0.56	0.05	0.52	0.04
2009	16	24.21	0.59	0.36	0.64	0.05
2010	17	24.24	0.63	0.37	0.64	0.01
2011	18	24.94	0.67	0.57	0.72	0.05
2012	19	25.54	0.70	0.74	0.77	0.07
2013	20	25.62	0.74	0.76	0.78	0.04
2014	21	25.92	0.78	0.85	0.80	0.02
2015	22	26.32	0.81	0.96	0.83	0.02
2016	23	26.88	0.85	1.12	0.87	0.02
2017	24	27.27	0.89	1.23	0.89	0.00
2018	25	27.83	0.93	1.39	0.92	0.01
2019	26	29.75	0.96	1.94	0.97	0.01
					delta máximo	0.067
					delta teórico	**0.267**

Fuente: Elaboración propia

2.3.7.4.Funciones de distribución

- Distribución Normal o gaussiana

La distribución normal es una de las distribuciones más usadas e importantes. Se ha desenvuelto como una herramienta indispensable en cualquier rama de la ciencia, la industria y el

comercio. Muchos eventos reales y naturales tienen una distribución de frecuencias cuya forma es muy parecida a la distribución normal.

La distribución normal es llamada también campana de Gauss por su forma acampanada.

$$F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}S} e^{\left[\frac{-1}{2}\left(\frac{X-\bar{X}}{S}\right)^2\right]}$$

Determina el número de desviaciones estándar σ entre algún valor X y la media de la población μ Para calcular el valor de Z usamos la siguiente fórmula.

$$Z = \frac{\bar{X} - \mu}{\sigma}$$

Donde μ y σ son los parámetros de la función. Los parámetros μ y σ, se estiman para muestras muy grandes, como:

$$\mu = \frac{1}{N}\sum_{I=1}^{N} X_i$$

$$\sigma = \left[\frac{1}{N-1}\sum_{I=1}^{N}(X_i - \bar{X})^2\right]^{1/2}$$

- Distribución Log Normal de 2 parámetros

Es la distribución de una variable positiva cuyo logaritmo tiene una distribución gaussiana. Se pueden, pues, escribir directamente la densidad de probabilidad y la distribución acumulativa:

$$p(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \frac{1}{x} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{\ln x - m}{\sigma}\right)^2\right] \quad (6)$$

$$F(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_0^x \frac{1}{t} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{\ln t - m}{\sigma}\right)^2\right] dt = \frac{1}{2}\left[1 + \operatorname{erf}\left(\frac{\ln x - m}{\sigma\sqrt{2}}\right)\right]$$

Determina el número de desviaciones estándar σ entre algún valor X y la media de la población μ. Para calcular el valor de Z usamos la siguiente fórmula.

$$z = \frac{lnx - \mu_y}{\sigma_y}$$

Donde μ y σ son los parámetros de la función. Los parámetros μ y σ, se estiman para muestras muy grandes, como:

$$\mu_y = \frac{1}{n}\sum_{I=1}^{n} lnx_i$$

$$\sigma_y^2 = \frac{1}{n}\sum_{I=1}^{n} \left(lnx_i - \mu_y\right)^2$$

- Distribución Normal de 3 parámetros

La distribución log-normal de tres parámetros, es:

$$f(x) = \frac{1}{(x - x_0)\,\sigma_y\sqrt{2\pi S}} e^{\frac{-1}{2}\left[\frac{ln(x-x_0)-\mu_y}{\sigma_y}\right]^2}$$

Determina el número de desviaciones estándar σ entre algún valor X y la media de la población μ. Para calcular el valor de Z usamos la siguiente fórmula.

$$z = \frac{\ln (x - x_0) - \mu_y}{\sigma_y}$$

Donde μ y σ son los parámetros de la función. Los parámetros μ y σ, se estiman para muestras muy grandes, como:

$$\mu_y = \frac{1}{N}\sum_{I=1}^{N} \ln (x_i - x_0); \quad \sigma_y = \left[\frac{1}{N}\sum_{I=1}^{N} \left(\ln(x_i - x_0) - \mu_y\right)^2\right]^{1/2}$$

- Distribución Gamma de 2 parámetros

Se dice que una variable aleatoria X, tiene una distribución gamma de 2 parámetros si su función densidad de probabilidad es:

$$f(x) = \frac{x^{\gamma-1} e^{-\frac{x}{\beta}}}{\beta^{\gamma} \Gamma_{\gamma}}$$

$0 \leq x < \infty$

$0 < y < \infty$

$0 < \beta < \infty$

Siendo:

γ = Parámetro de forma (+).

β = Parámetro de escala (+).

Γ(γ) = Función gamma completa, definida como:

$\Gamma(\gamma) = \int x^{\gamma-1}\beta^{-x} dx$, que converge si γ>0.

- Distribución Log – Pearson tipo 3

Este modelo probabilístico constituye una de las herramientas de mayor relevancia en el ámbito de la hidrología estadística, consolidando su uso a nivel internacional a partir de las directrices técnicas emitidas por el Consejo de Recursos Hídricos de los Estados Unidos (Water Resources Council [WRC]). La metodología recomendada por dicho organismo consiste en acoplar analíticamente la función de distribución Pearson Tipo III a los valores logarítmicos de los caudales máximos instantáneos o avenidas registradas.

Se dice que una variable aleatoria X, tiene una distribución gamma de 3 parámetros o distribución Pearson Tipo III, si su función densidad de probabilidad es:

$$f(x) = \frac{(x - x_0)^{\gamma-1} e^{\frac{(x-x_0)}{\beta}}}{\beta^{\gamma}\Gamma_{\gamma}}$$

Donde:

$x_0 \leq x < \infty$

$-\infty < x_0 < \infty$

$0 < \beta < \infty$

$0 < \gamma < \infty$

- Distribución Gumbel

Supóngase que se tienen N muestras, cada una de las cuales contienen “n” eventos. Si se selecciona el máximo “x” de los “n” eventos de cada muestra, es posible demostrar que, a medida que “n” aumenta, la función de distribución de probabilidad de “x” tiende a:

$$F(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\beta)}}$$

La función de densidad de probabilidad es:

$$f(x) = \alpha e^{[-\alpha(x-\beta)-e^{-\alpha(x-\beta)}]}$$

Donde α y β son los parámetros de la función. Los parámetros α y β, se estiman para muestras muy grandes, como:

$$\alpha = 0.779696S$$
$$\beta = \bar{X} - 0.450047S$$

- Distribución Log Gumbel

La función de distribución acumulada de la distribución Log-Gumbel tiene la siguiente distribución:

$$F(x) = e^{-e^{\frac{-(x-\mu}{\alpha})}}$$

La Variable reducida es:

$$y = \frac{lnx - \mu}{\alpha}$$

Donde α y β son los parámetros de la función. Los parámetros α y β, se estiman para muestras muy grandes, como:

$$\alpha = 0.779696S$$
$$\mu = \bar{X} - 0.450047S$$

2.3.7.5. Análisis de distribuciones teóricas de precipitación máxima de 24 horas

Con los datos de precipitación máxima de 24 horas y con el software Hidroesta, se realizó la prueba de ajuste para las distribuciones probabilísticas; Normal, Log-normal (2 parámetros), Log-normal (3 parámetros), Gumbel, Log Gumbel, Gamma (2 parámetros), Log-Pearson tipo III, Pearson tipo III (Método de momentos), mediante Excel y el programa Hidroesta, veremos el ajuste de cada una de las distribuciones probabilística, tal como se muestran los resultados:

Tabla 16

Distribución Normal

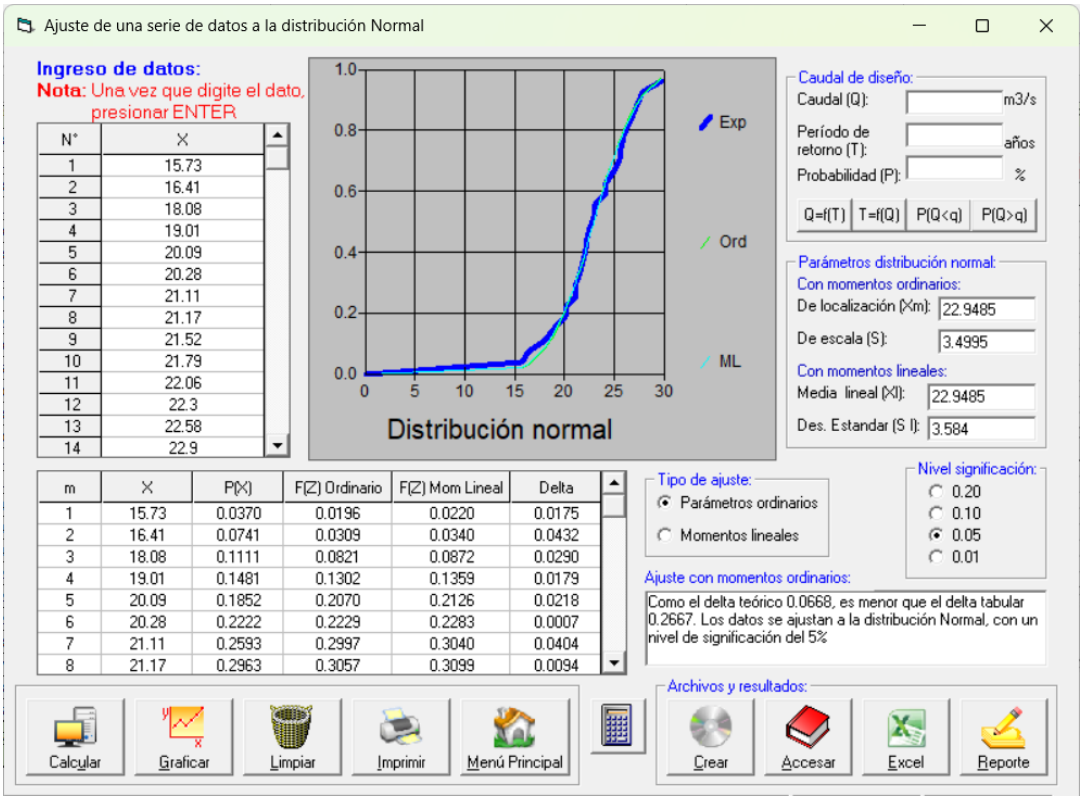
m	PP máx. (mm)	P(x)	F(z)	lF(z)-P(x)l
1	15.73	0.037	0.01961	0.017425
2	16.41	0.074	0.03083	0.043249
3	18.08	0.111	0.08205	0.029061
4	19.01	0.148	0.13026	0.017889
5	20.09	0.185	0.20678	0.021599
6	20.28	0.222	0.22284	0.000620
7	21.11	0.259	0.29967	0.040409
8	21.17	0.296	0.30591	0.009615
9	21.52	0.333	0.34126	0.007930
10	21.79	0.370	0.37021	0.000158
11	22.06	0.407	0.39990	0.007503
12	22.30	0.444	0.42644	0.018005
13	22.58	0.481	0.45788	0.023601
14	22.90	0.519	0.49475	0.023771
15	23.11	0.556	0.51839	0.037165
16	24.21	0.593	0.64055	0.047953
17	24.24	0.630	0.64410	0.014474
18	24.94	0.667	0.71532	0.048652
19	25.54	0.704	0.77037	0.066667
20	25.62	0.741	0.77764	0.036903
21	25.92	0.778	0.80228	0.024497

22	26.32	0.815	0.83239	0.017576
23	26.88	0.852	0.86944	0.017585
24	27.27	0.889	0.89144	0.002547
25	27.83	0.926	0.91846	0.007468
26	29.75	0.963	0.97403	0.011068
$\bar{x}$ =	22.95			
s =	3.50			

Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 16

Comprobación D. Normal con el Software Hidroesta



Fuente: Elaboración propia utilizando Hidroesta.

Tabla 17

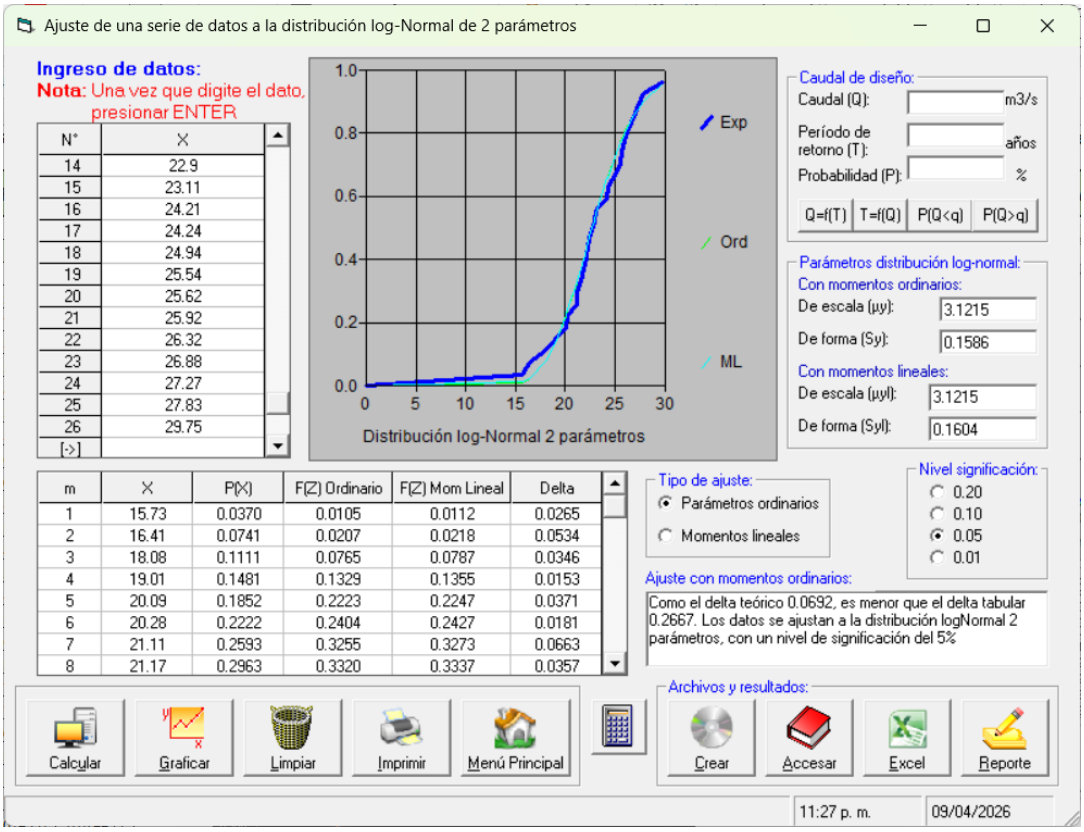
Distribución Log Normal 2 parámetros

m	PP máx. (mm)	P(x)	Y = lnx	F(z)	lF(Z)-P(x)l
1	15.73	0.037	2.75580	0.0105680	0.026469
2	16.41	0.074	2.79783	0.0206473	0.053427
3	18.08	0.111	2.89479	0.0764532	0.034658
4	19.01	0.148	2.94504	0.1329489	0.015199
5	20.09	0.185	3.00010	0.2220099	0.036825
6	20.28	0.222	3.00964	0.2403099	0.018088
7	21.11	0.259	3.04977	0.3255138	0.066255
8	21.17	0.296	3.05273	0.3322610	0.035965
9	21.52	0.333	3.06887	0.3699759	0.036643
10	21.79	0.370	3.08143	0.4002400	0.029870
11	22.06	0.407	3.09383	0.4307165	0.023309
12	22.30	0.444	3.10458	0.4574866	0.013042
13	22.58	0.481	3.11701	0.4886559	0.007174
14	22.90	0.519	3.13126	0.5244825	0.005964
15	23.11	0.556	3.14028	0.5470653	0.008490
16	24.21	0.593	3.18670	0.6594303	0.066838
17	24.24	0.630	3.18808	0.6626073	0.032978
18	24.94	0.667	3.21648	0.7252848	0.058618
19	25.54	0.704	3.24020	0.7728166	0.069113
20	25.62	0.741	3.24351	0.7790585	0.038318
21	25.92	0.778	3.25512	0.8001670	0.022389
22	26.32	0.815	3.27038	0.8259799	0.011165
23	26.88	0.852	3.29143	0.8579509	0.006099
24	27.27	0.889	3.30571	0.8772138	0.011675
25	27.83	0.926	3.32611	0.9014331	0.024493
26	29.75	0.963	3.39285	0.9564135	0.006549
		$\bar{x}$ =	3.12		
		S =	0.16		

Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 17

Comprobación D. Log normal 2 parámetros con el Software Hidroesta



Fuente: Elaboración propia utilizando Hidroesta.

Tabla 18

Distribución Log Normal 3 parámetros

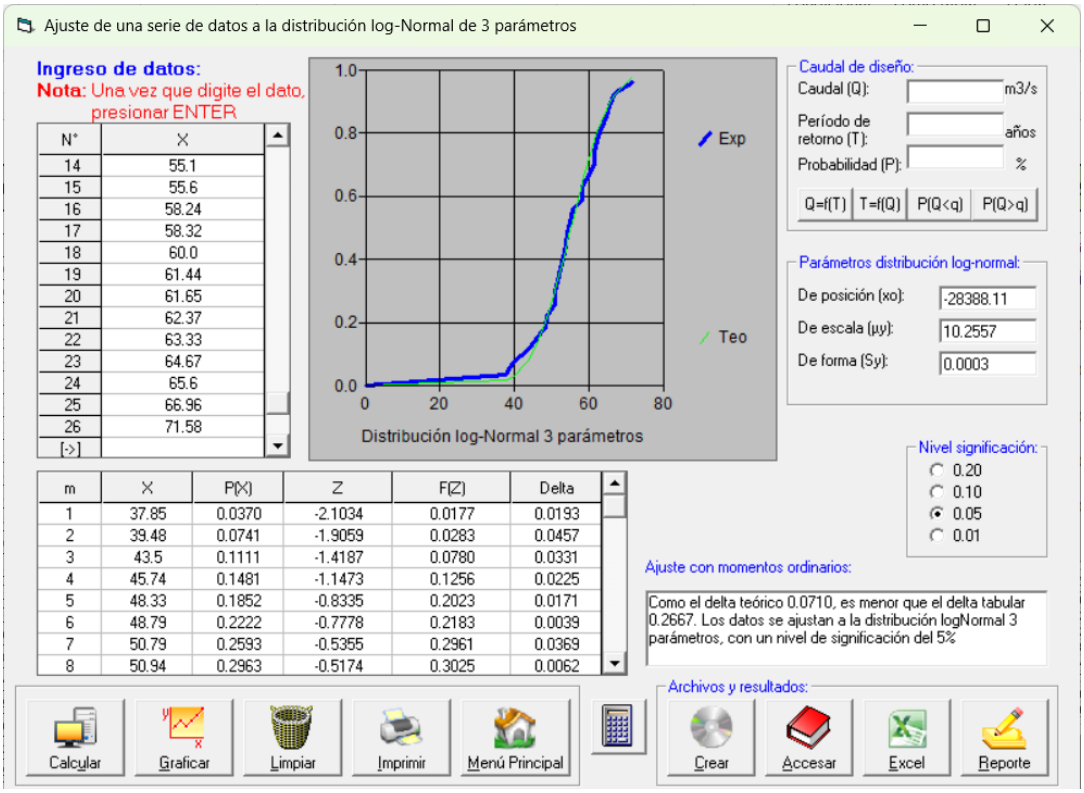
m	PP máx. (mm)	P(x)	ln(x - x0)	Z	F(z)	lF(z)-P(x)l
1	15.73	0.037	9.809	-2.1029	0.01774	0.019301
2	16.41	0.074	9.809	-1.9060	0.02832	0.045751
3	18.08	0.111	9.809	-1.4190	0.07794	0.033167
4	19.01	0.148	9.810	-1.1475	0.12560	0.022552
5	20.09	0.185	9.810	-0.8338	0.20220	0.017017
6	20.28	0.222	9.810	-0.7777	0.21838	0.003844
7	21.11	0.259	9.810	-0.5357	0.29609	0.036830

8	21.17	0.296	9.810	-0.5174	0.30242	0.006126
9	21.52	0.333	9.810	-0.4170	0.33833	0.004994
10	21.79	0.370	9.810	-0.3378	0.36777	0.002599
11	22.06	0.407	9.810	-0.2585	0.39800	0.009407
12	22.30	0.444	9.810	-0.1890	0.42504	0.019408
13	22.58	0.481	9.810	-0.1078	0.45709	0.024395
14	22.90	0.519	9.810	-0.0133	0.49468	0.023837
15	23.11	0.556	9.810	0.0471	0.51879	0.036764
16	24.21	0.593	9.810	0.3671	0.64324	0.050643
17	24.24	0.630	9.810	0.3768	0.64685	0.017224
18	24.94	0.667	9.810	0.5803	0.71915	0.052481
19	25.54	0.704	9.810	0.7548	0.77480	0.071097
20	25.62	0.741	9.810	0.7794	0.78213	0.041392
21	25.92	0.778	9.810	0.8666	0.80692	0.029145
22	26.32	0.815	9.810	0.9827	0.83713	0.022314
23	26.88	0.852	9.810	1.1459	0.87409	0.022238
24	27.27	0.889	9.810	1.2586	0.89591	0.007017
25	27.83	0.926	9.810	1.4223	0.92253	0.003400
26	29.75	0.963	9.810	1.9818	0.97625	0.013288
x_0 =	-18187.27					
$\bar{x}$ =	9.81					
s =	0.0002					

Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 18

Comprobación D. Log normal 3 parámetros con el software Hidroesta



Fuente: Elaboración propia utilizando Hidroesta.

Tabla 19

Distribución Gamma 2 parámetros

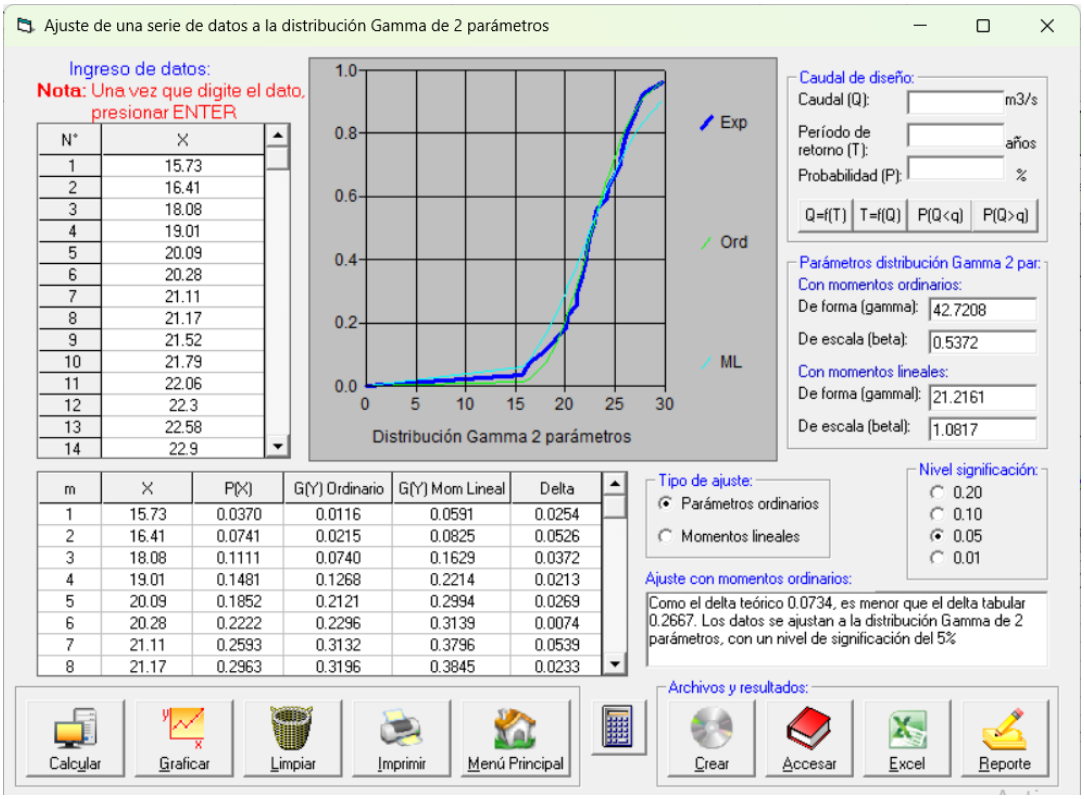
m	PP máx. (mm)	P(x)	ln(x)	G(y)	lF(z)-P(x)l
1	15.73	0.037	2.756	0.01164	0.025400
2	16.41	0.074	2.798	0.02147	0.052600
3	18.08	0.111	2.895	0.07391	0.037201
4	19.01	0.148	2.945	0.12690	0.021247
5	20.09	0.185	3.000	0.21186	0.026679
6	20.28	0.222	3.010	0.22957	0.007349
7	21.11	0.259	3.050	0.31315	0.053888
8	21.17	0.296	3.053	0.31984	0.023548
9	21.52	0.333	3.069	0.35748	0.024150
10	21.79	0.370	3.081	0.38794	0.017566

11	22.06	0.407	3.094	0.41882	0.011411
12	22.30	0.444	3.105	0.44612	0.001675
13	22.58	0.481	3.117	0.47810	0.003377
14	22.90	0.519	3.131	0.51512	0.003401
15	23.11	0.556	3.140	0.53858	0.016977
16	24.21	0.593	3.187	0.65659	0.064001
17	24.24	0.630	3.188	0.65996	0.030326
18	24.94	0.667	3.216	0.72648	0.059809
19	25.54	0.704	3.240	0.77702	0.073317
20	25.62	0.741	3.244	0.78365	0.042913
21	25.92	0.778	3.255	0.80606	0.028281
22	26.32	0.815	3.270	0.83337	0.018555
23	26.88	0.852	3.291	0.86696	0.015113
24	27.27	0.889	3.306	0.88701	0.001878
25	27.83	0.926	3.326	0.91190	0.014030
26	29.75	0.963	3.393	0.96587	0.002909
$\bar{x}$ =	22.95				
y =	0.0118				
g =	42.7252				
b =	0.5371				

Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 19

Comprobación D. Gamma 2 parámetros con el Software Hidroesta



Fuente: Elaboración propia utilizando Hidroesta.

Tabla 20

Distribución Log Pearson Tipo III

m	PP máx. (mm)	P(x)	ln(x)	Z	FG(y)	lF(G(y))-P(x)l
1	15.73	0.037	2.756	-18.560	0.00000	0.037037
2	16.41	0.074	2.798	-18.295	0.00000	0.074074
3	18.08	0.111	2.895	-17.684	0.00000	0.111111
4	19.01	0.148	2.945	-17.367	0.00000	0.148148
5	20.09	0.185	3.000	-17.020	0.00000	0.185185
6	20.28	0.222	3.010	-16.960	0.00000	0.222222
7	21.11	0.259	3.050	-16.707	0.00000	0.259259
8	21.17	0.296	3.053	-16.688	0.00000	0.296296

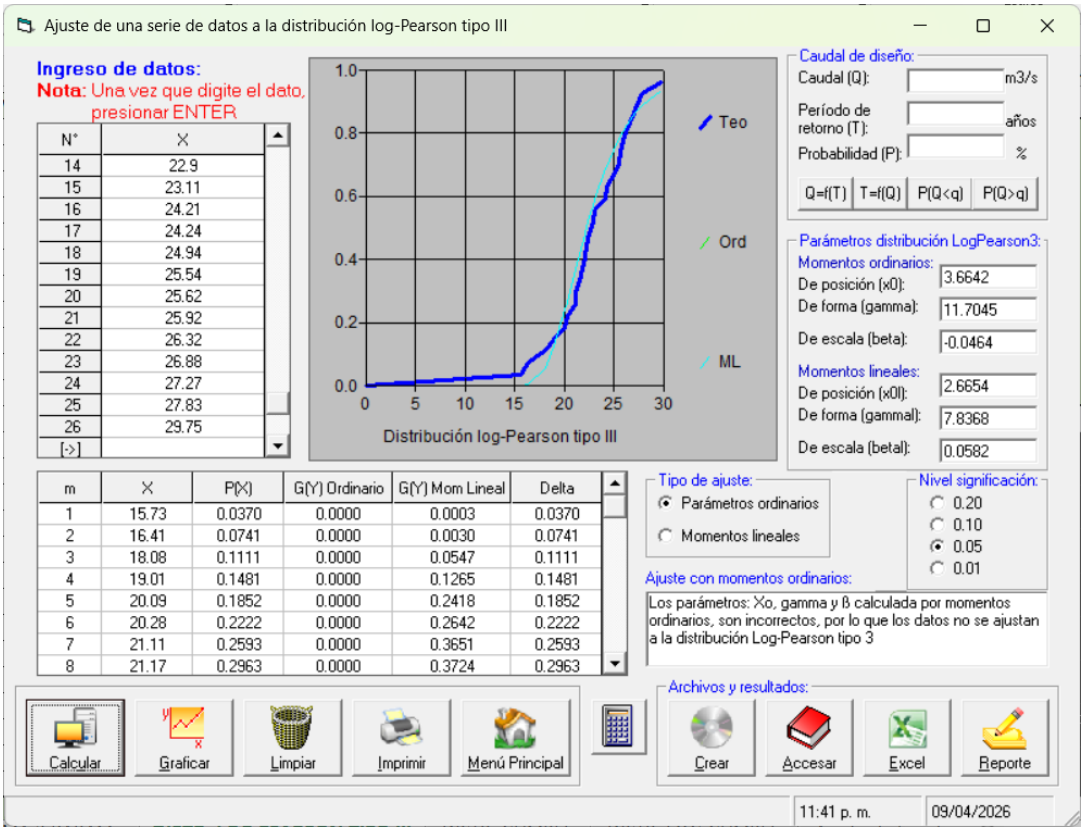
9	21.52	0.333	3.069	-16.586	0.00000	0.333333
10	21.79	0.370	3.081	-16.507	0.00000	0.370370
11	22.06	0.407	3.094	-16.429	0.00000	0.407407
12	22.30	0.444	3.105	-16.361	0.00000	0.444444
13	22.58	0.481	3.117	-16.283	0.00000	0.481481
14	22.90	0.519	3.131	-16.193	0.00000	0.518519
15	23.11	0.556	3.140	-16.136	0.00000	0.555556
16	24.21	0.593	3.187	-15.844	0.00000	0.592593
17	24.24	0.630	3.188	-15.835	0.00000	0.629630
18	24.94	0.667	3.216	-15.656	0.00000	0.666667
19	25.54	0.704	3.240	-15.506	0.00000	0.703704
20	25.62	0.741	3.244	-15.485	0.00000	0.740741
21	25.92	0.778	3.255	-15.412	0.00000	0.777778
22	26.32	0.815	3.270	-15.316	0.00000	0.814815
23	26.88	0.852	3.291	-15.183	0.00000	0.851852
24	27.27	0.889	3.306	-15.093	0.00000	0.888889
25	27.83	0.926	3.326	-14.965	0.00000	0.925926
26	29.75	0.963	3.393	-14.544	0.00000	0.962963

$\bar{x}$ =	3.12
S =	0.16
Cs =	0.58
g =	11.72
b =	0.05
$\mathbf{x_0}$ =	2.58

Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 20

Comprobación D. Log Pearson tipo III con el Software Hidroesta



Fuente: Elaboración propia utilizando Hidroesta.

Tabla 21

Distribución Gumbel

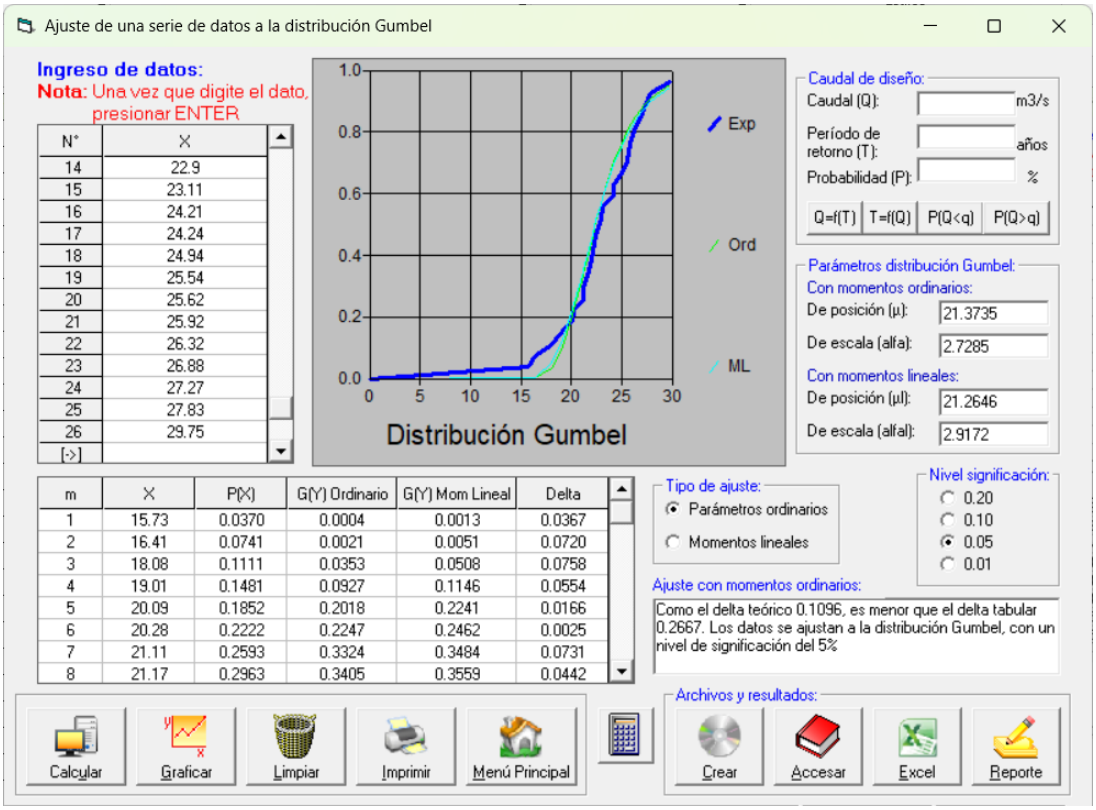
m	PP máx. (mm)	P(x)	Y = (X-μ)/α	FG(y)	lFG(y)-P(x)l
1	15.73	0.037	-2.06724	0.000370	0.036667
2	16.41	0.074	-1.81969	0.002091	0.071983
3	18.08	0.111	-1.20741	0.035267	0.075844
4	19.01	0.148	-0.86594	0.092807	0.055341
5	20.09	0.185	-0.47151	0.201411	0.016226
6	20.28	0.222	-0.40097	0.224638	0.002416
7	21.11	0.259	-0.09665	0.332382	0.073123

8	21.17	0.296	-0.07371	0.340786	0.044490
9	21.52	0.333	0.05256	0.387207	0.053874
10	21.79	0.370	0.15225	0.423682	0.053312
11	22.06	0.407	0.25190	0.459634	0.052227
12	22.30	0.444	0.33930	0.490531	0.046087
13	22.58	0.481	0.44148	0.525670	0.044189
14	22.90	0.519	0.56026	0.564927	0.046408
15	23.11	0.556	0.63629	0.589046	0.033490
16	24.21	0.593	1.03876	0.701950	0.109357
17	24.24	0.630	1.05099	0.704975	0.075345
18	24.94	0.667	1.30691	0.762879	0.096212
19	25.54	0.704	1.52632	0.804662	0.100958
20	25.62	0.741	1.55735	0.810022	0.069281
21	25.92	0.778	1.66703	0.827946	0.050168
22	26.32	0.815	1.81309	0.849464	0.034649
23	26.88	0.852	2.01839	0.875580	0.023728
24	27.27	0.889	2.16007	0.891084	0.002195
25	27.83	0.926	2.36601	0.910416	0.015510
26	29.75	0.963	3.06997	0.954639	0.008324
$\bar{x}$ =	22.95				
s =	3.50				
α =	2.73				
μ =	21.37				

Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 21

Comprobación D. Gumbel con el Software Hidroesta



Fuente: Elaboración propia utilizando Hidroesta.

Tabla 22

Distribución Log Gumbel

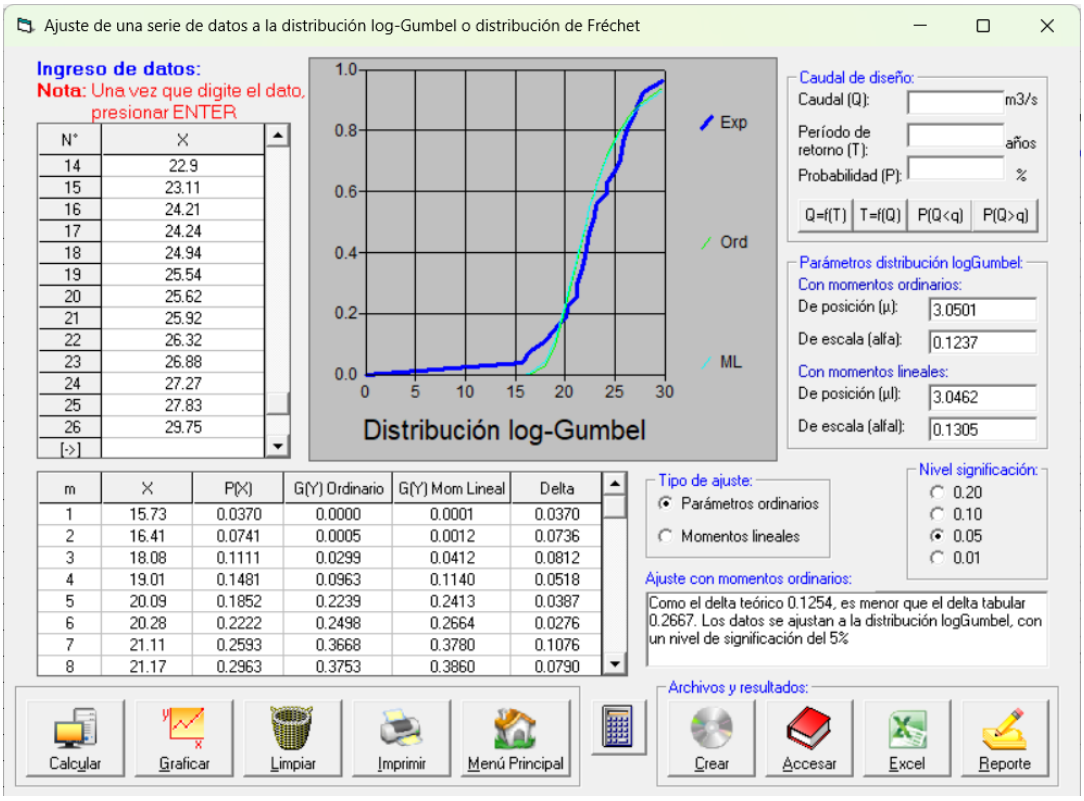
m	PP máx. (mm)	P(x)	ln(x)	Y = (ln(x)-μ)/α	FG(y)	lFG(y)-P(x)l
1	15.73	0.037	2.756	-2.37983	0.000020	0.037017
2	16.41	0.074	2.798	-2.03997	0.000457	0.073617
3	18.08	0.111	2.895	-1.25605	0.029851	0.081260
4	19.01	0.148	2.945	-0.84976	0.096415	0.051733
5	20.09	0.185	3.000	-0.40455	0.223438	0.038253
6	20.28	0.222	3.010	-0.32744	0.249720	0.027498
7	21.11	0.259	3.050	-0.00299	0.366778	0.107519
8	21.17	0.296	3.053	0.02093	0.375580	0.079284

9	21.52	0.333	3.069	0.15145	0.423389	0.090056
10	21.79	0.370	3.081	0.25301	0.460033	0.089663
11	22.06	0.407	3.094	0.35328	0.495404	0.087997
12	22.30	0.444	3.105	0.44021	0.525240	0.080796
13	22.58	0.481	3.117	0.54067	0.558581	0.077100
14	22.90	0.519	3.131	0.65591	0.595132	0.076613
15	23.11	0.556	3.140	0.72881	0.617249	0.061693
16	24.21	0.593	3.187	1.10416	0.717854	0.125261
17	24.24	0.630	3.188	1.11529	0.720493	0.090863
18	24.94	0.667	3.216	1.34490	0.770615	0.103948
19	25.54	0.704	3.240	1.53669	0.806468	0.102764
20	25.62	0.741	3.244	1.56345	0.811061	0.070320
21	25.92	0.778	3.255	1.65733	0.826425	0.048647
22	26.32	0.815	3.270	1.78069	0.844913	0.030098
23	26.88	0.852	3.291	1.95096	0.867502	0.015650
24	27.27	0.889	3.306	2.06641	0.881051	0.007838
25	27.83	0.926	3.326	2.23133	0.898179	0.027747
26	29.75	0.963	3.393	2.77095	0.939317	0.023646
$\bar{x}$ =	3.12					
s =	0.16					
α =	0.12					
μ =	3.05					

Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 22

Comprobación D. Log Gumbel con el Software Hidroesta



Fuente: Elaboración propia utilizando Hidroesta.

2.3.7.6. Prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov – Smirnov (k-s)

Teniendo en cuenta los valores críticos de delta para un nivel de significación de 0.05, nos da un delta crítico de 0.2667, así podemos comparar los deltas teóricos de cada uno de las distribuciones realizadas, y cual se ajusta más al nivel de significación.

Tabla 23

Delta Crítico

AJUSTE KOLMOGOROV - SMIRNOV	
Nivel de significación	0.05
Número de datos	26
Δ Crítico	0.2667

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 24

Cuadro Comparativo Estadístico

DISTRIBUCIÓN	D TEÓRICO	D CRÍTICO	AJUSTE
Normal	0.066667	0.2667	BUENO
Log Normal 2 Parámetros	0.069113	0.2667	BUENO
Log Normal 3 Parámetros	0.071097	0.2667	BUENO
Gamma 2 Parámetros	0.073317	0.2667	BUENO
Log Pearson Tipo III	0.962963	0.2667	NO SE AJUSTA
Gumbel	0.109357	0.2667	BUENO
Log Gumbel	0.125261	0.2667	BUENO

Fuente: Elaboración propia.

2.3.7.7. Precipitación Máxima 24 Horas (mm) para tiempos de retorno (años)

La distribución estadística que se ajusta, es la distribución normal, por lo tanto, se calculó la precipitación máxima de 24 horas con dicha distribución y para diferentes períodos de retorno.

Tabla 25

PP máx. 24 hrs para TR (años) - Distribución Normal

TR	F(Z)	Z	X (mm)	Corrección X (mm)
5	0.800	0.8416	25.89	29.26

10	0.900	1.2816	27.43	31.00
25	0.960	1.7507	29.08	32.86
50	0.980	2.0538	30.14	34.05
100	0.990	2.3264	31.09	35.13
200	0.995	2.5759	31.96	36.12
500	0.998	2.8767	33.02	37.31
1000	0.999	3.0902	33.76	38.15

Fuente: Elaboración propia.

2.3.7.8. Curva de Número

Un modelo hidrológico, busca representar los diferentes procesos involucrados en la distribución de la lluvia y la generación de caudales en una determinada cuenca, y una parte importante del movimiento del agua viene determinada por la infiltración, que es el proceso por el que la precipitación se mueve hacia abajo a través de la superficie del suelo, aumentando la humedad del suelo, uno de los métodos más extendidos y experimentados de los modelos empíricos de infiltración es el del SCS.

El shape se ha referenciado por el ANA y tomaron siguiente metodología: se basa en la utilización de herramientas de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), los cuales permiten trabajar con datos diversos como mapas de cobertura vegetal, suelos y modelos digitales de elevaciones (MDE).

Para la generación de este mapa se realiza mediante la aplicación de tablas de reclasificación, interpolación y operaciones de superposición de las distintas capas de información de las que depende, obteniendo como resultado mapas Ráster de “Número de Curva”, para condiciones normales, condiciones húmedas y condiciones secas, parámetros muy importantes en estudios hidrológicos.

Tabla 26

Tabla de CN según descripción de uso de la tierra y grupo hidrológico

Descripción del uso de la tierra		Grupo hidrológico del suelo			
		A	B	B	D
Tierra cultivada:	sin tratamientos de conservación	72	81	88	91
	con tratamiento de conservación	62	71	78	81
Pastizales:	condiciones pobres	69	79	86	89
	condiciones óptimas	39	61	74	80
Vegas de ríos:	Condiciones óptimas	30	58	71	78
Bosques:	Troncos delgados, cubierta pobre, sin hiervas,	45	66	77	83
	cubierta buena	25	55	70	77
Áreas abiertas, césped, parques, campos de golf, cementerios, etc. óptimas condiciones: cubiertas de pasto en el 75% o más		39	61	74	80
condiciones aceptables: cubierta de pasto en el 50 al 75 %		49	69	79	84
Áreas comerciales de negocios (85 % impermeables)		89	92	94	95
Distritos industriales (72 % impermeables)		81	88	91	93
Residencia:					
Tamaño promedio del lote	Porcentaje promedio impermeable				
1/8 acre o menos	65	77	85	90	91
1/4 acre	38	61	75	83	87
1/3 acre	30	57	72	91	86
1/2 acre	25	54	70	80	85
1 acre	20	51	68	79	84
parqueadero pavimentos, techos, accesos, etc.		98	98	98	98
calles y carreteras: Pavimentos con cunetas y alcantarillados		98	98	98	98
grava		76	85	89	91
tierra		72	82	87	89

Fuente: Hidrología aplicada Ven Te Chow.

Tabla 27

Determinación de curva de número para la Microcuenca

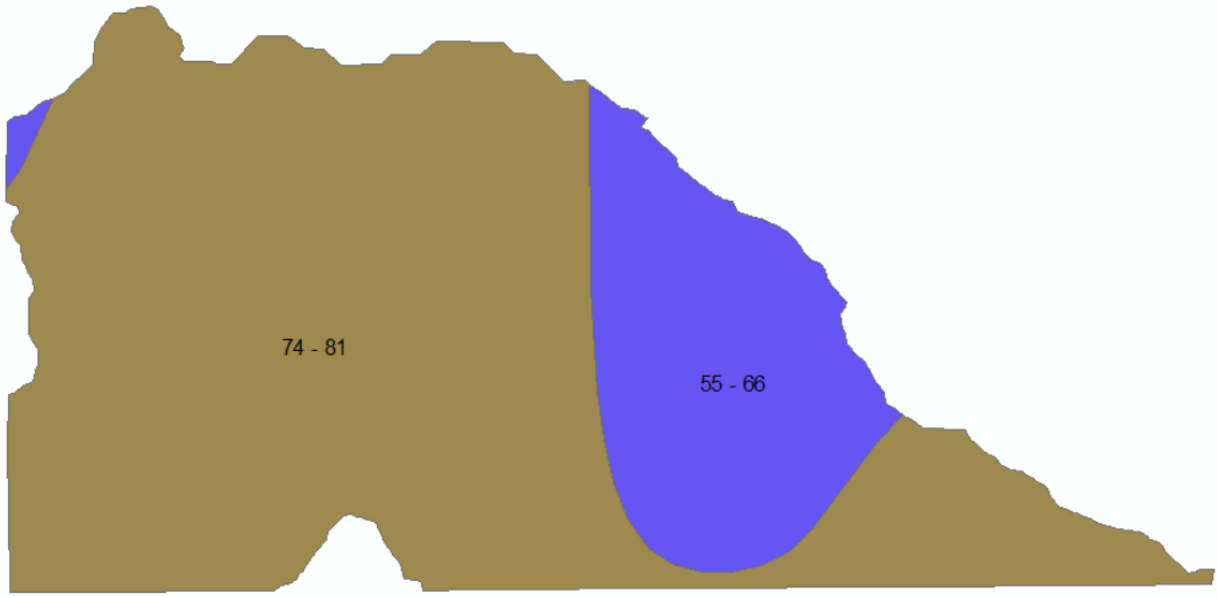
Rango			valor Entre Rangos	Área Entre Rangos	Pi * Ai	Curva Número (mm)
Inf.	-	Sup.	P_i	Ai (Km2)		$\sum (P_i * A_i) / \sum A_i$ (Pai)
55.0	-	66.0	60.5	1.46	88.49	
74.0	-	81.0	77.5	5.44	421.79	

S	**6.91**	**510.28**	**73.90**

Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 23

Curva de Número en ArcGIS 10.8



Fuente: Elaboración propia en ArcGIS 10.8.

2.3.7.9. Determinación de Tormenta de Diseño

Una tormenta de diseño es un patrón de precipitación definido para utilizarse en el diseño de un sistema hidrológico. Usualmente la tormenta de diseño conforma la entrada al sistema, y los caudales resultantes a través de éste se calculan utilizando procedimientos de lluvia-escorrentía y tránsito de caudales. Una tormenta de diseño puede definirse mediante un valor de profundidad de precipitación en un punto, mediante un hietograma de diseño que especifique la distribución temporal de la precipitación durante una tormenta.

2.3.7.9.1. Curvas Intensidad – Duración – Frecuencia (IDF)

La intensidad es la tasa temporal de precipitación, es decir, la profundidad por unidad de tiempo (mm/h). Puede ser la intensidad instantánea o la intensidad promedio sobre la duración de la lluvia. Comúnmente se utiliza la intensidad promedio, que puede expresarse como:

$$i = \frac{P}{Td}$$

Donde

P es la profundidad de lluvia (mm).

Td es la duración, dada usualmente en horas.

La frecuencia se expresa en función del período de retorno, T, que es el intervalo de tiempo promedio entre eventos de precipitación que igualan o exceden la magnitud de diseño.

Las curvas intensidad – duración – frecuencia son un elemento de diseño que relacionan la intensidad de la lluvia, la duración de la misma y la frecuencia con la que se puede presentar, es decir su probabilidad de ocurrencia o el periodo de retorno.

Tabla 28

Precipitación máxima para diferentes tiempos de duración de lluvias

Td (Horas)	Cociente	Precipitación Máxima por tiempo de duración							
		5	10	25	50	100	200	500	1000
24	1	29.26	31.00	32.86	34.05	35.13	36.12	37.31	38.15
18	0.9	26.33	27.90	29.57	30.65	31.62	32.51	33.58	34.34
12	0.79	23.12	24.49	25.96	26.90	27.75	28.53	29.47	30.14
8	0.64	18.73	19.84	21.03	21.79	22.48	23.12	23.88	24.42
6	0.56	16.39	17.36	18.40	19.07	19.67	20.23	20.89	21.37

5	0.5	14.63	15.50	16.43	17.03	17.57	18.06	18.65	19.08
4	0.44	12.87	13.64	14.46	14.98	15.46	15.89	16.42	16.79
3	0.38	11.12	11.78	12.48	12.94	13.35	13.72	14.18	14.50
2	0.31	9.07	9.61	10.19	10.56	10.89	11.20	11.57	11.83
1	0.25	7.32	7.75	8.21	8.51	8.78	9.03	9.33	9.54

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 29

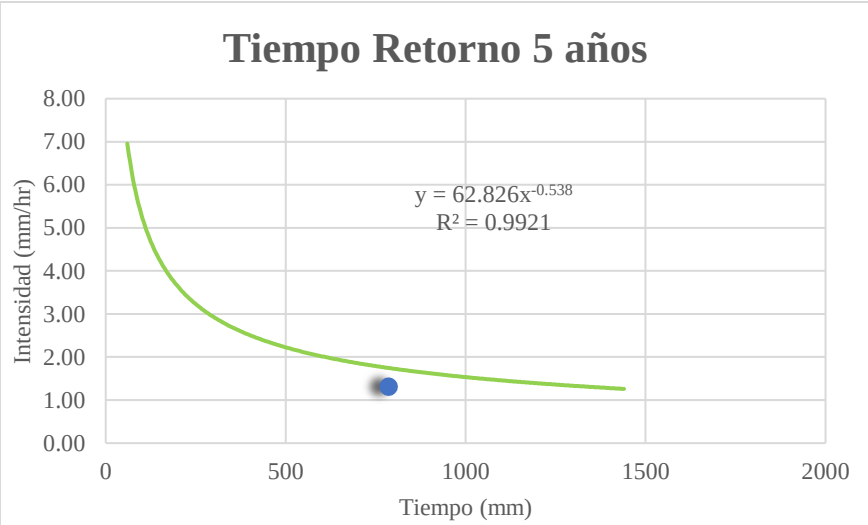
Intensidad máxima para diferentes tiempos de duración de lluvias

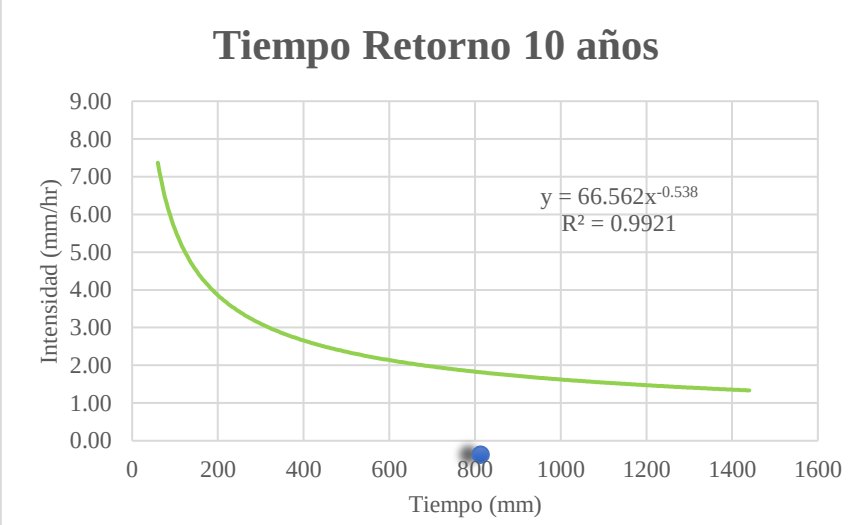
Td (Horas)	**minutos**	**Intensidad Máxima por tiempo de duración**							
		5	**10**	**25**	**50**	**100**	**200**	**500**	**1000**
24	1440	1.22	1.29	1.37	1.42	1.46	1.50	1.55	1.59
18	1080	1.46	1.55	1.64	1.70	1.76	1.81	1.87	1.91
12	720	1.93	2.04	2.16	2.24	2.31	2.38	2.46	2.51
8	480	2.34	2.48	2.63	2.72	2.81	2.89	2.98	3.05
6	360	2.73	2.89	3.07	3.18	3.28	3.37	3.48	3.56
5	300	2.93	3.10	3.29	3.41	3.51	3.61	3.73	3.82
4	240	3.22	3.41	3.61	3.75	3.86	3.97	4.10	4.20
3	180	3.71	3.93	4.16	4.31	4.45	4.57	4.73	4.83
2	120	4.54	4.81	5.09	5.28	5.45	5.60	5.78	5.91
1	60	7.32	7.75	8.21	8.51	8.78	9.03	9.33	9.54

Fuente: Elaboración propia.

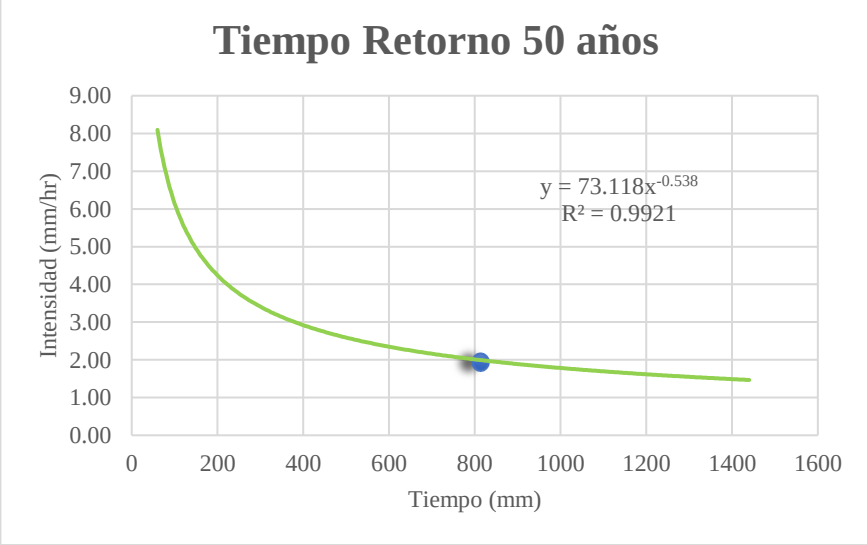
Ilustración 24

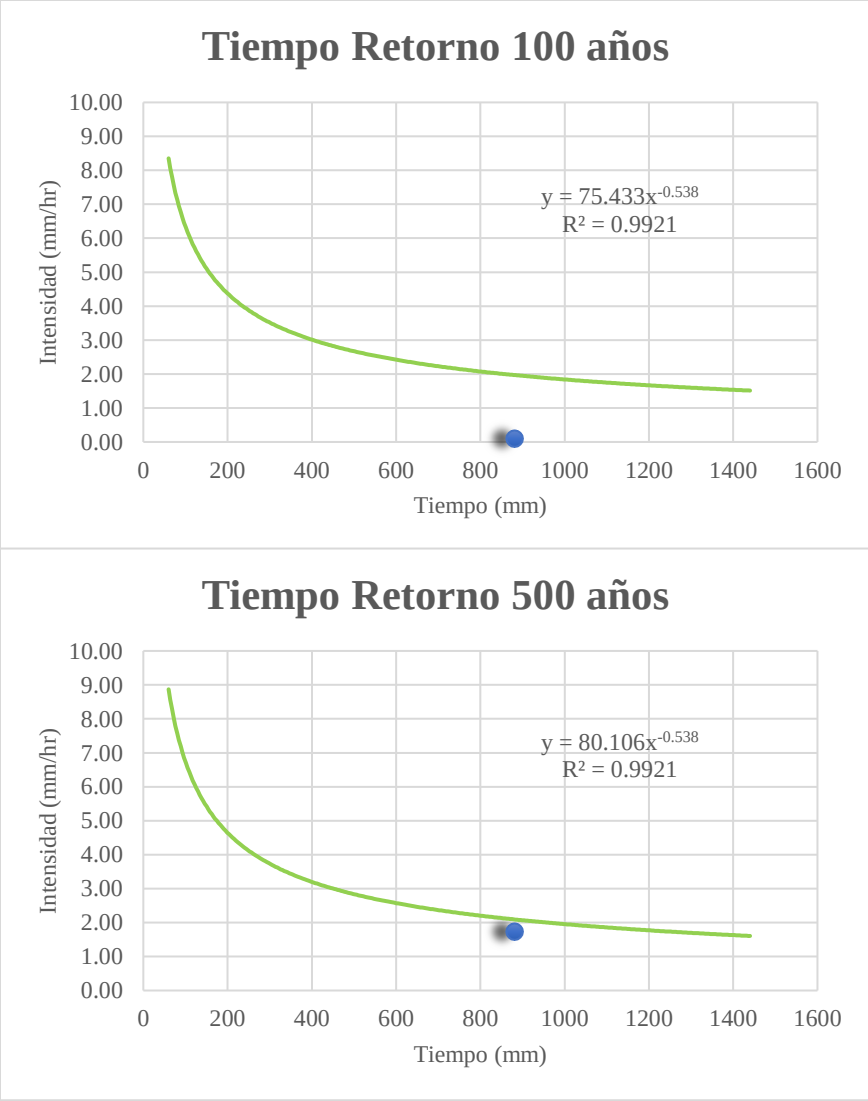
Regresión potencial para los diferentes tiempos de retorno









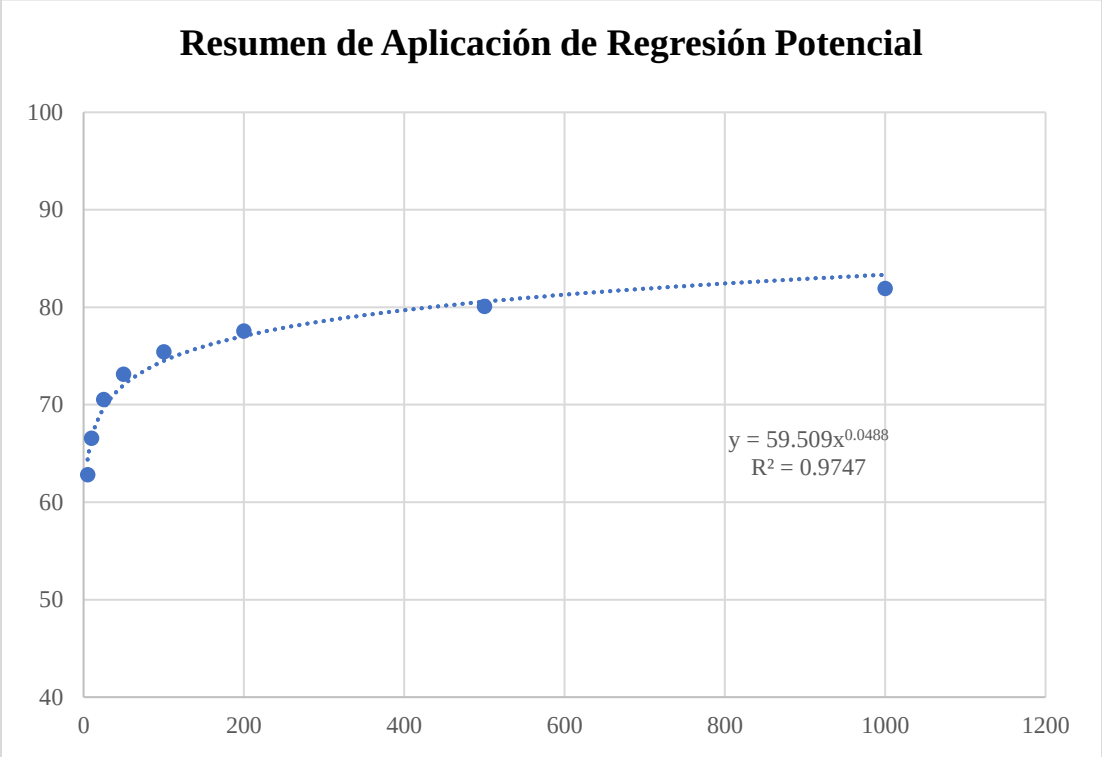


Fuente: Elaboración propia.

Tabla 30

Resumen de aplicación de R. Potencial

T(Años)	Coeficiente De Regresión	Exponente de Regresión
5	62.826	-0.538
10	66.562	-0.538
25	70.545	-0.538
50	73.118	-0.538
100	75.433	-0.538
200	77.551	-0.538
500	80.106	-0.538
1000	81.919	-0.538
Promedio	**73.5075**	**-0.538**



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 31

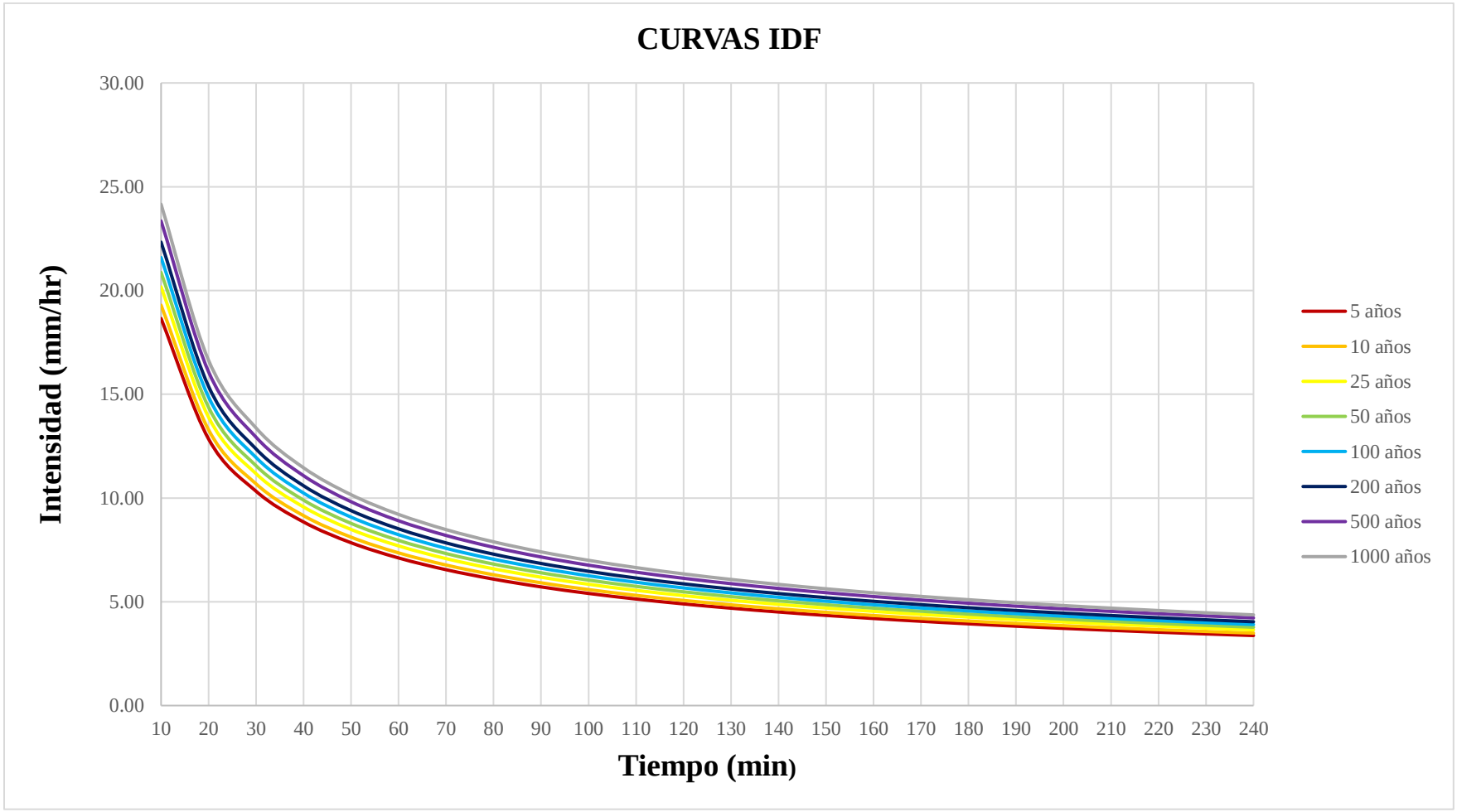
Intensidad - Periodo de Duración - Periodo de Retorno

Duración (min)	Frecuencia (T años)							
	5	**10**	**25**	**50**	**100**	**200**	**500**	**1000**
10	18.65	19.29	20.17	20.87	21.59	22.33	23.35	24.15
20	12.85	13.29	13.89	14.37	14.87	15.38	16.08	16.64
30	10.33	10.68	11.17	11.56	11.95	12.36	12.93	13.37
40	8.85	9.15	9.57	9.90	10.24	10.59	11.08	11.46
50	7.85	8.12	8.49	8.78	9.08	9.39	9.82	10.16
60	7.11	7.36	7.69	7.96	8.23	8.52	8.91	9.21
70	6.55	6.77	7.08	7.33	7.58	7.84	8.20	8.48
80	6.09	6.30	6.59	6.82	7.05	7.29	7.63	7.89
90	5.72	5.92	6.19	6.40	6.62	6.85	7.16	7.41
100	5.40	5.59	5.85	6.05	6.25	6.47	6.77	7.00
110	5.13	5.31	5.55	5.74	5.94	6.15	6.43	6.65
120	4.90	5.07	5.30	5.48	5.67	5.87	6.13	6.34
130	4.69	4.85	5.08	5.25	5.43	5.62	5.87	6.08
140	4.51	4.66	4.88	5.05	5.22	5.40	5.65	5.84
150	4.34	4.49	4.70	4.86	5.03	5.20	5.44	5.63
160	4.20	4.34	4.54	4.70	4.86	5.02	5.25	5.43
170	4.06	4.20	4.39	4.54	4.70	4.86	5.09	5.26
180	3.94	4.07	4.26	4.41	4.56	4.72	4.93	5.10
190	3.83	3.96	4.14	4.28	4.43	4.58	4.79	4.95
200	3.72	3.85	4.03	4.16	4.31	4.46	4.66	4.82
210	3.63	3.75	3.92	4.06	4.20	4.34	4.54	4.69
220	3.54	3.66	3.82	3.96	4.09	4.23	4.43	4.58
230	3.45	3.57	3.73	3.86	4.00	4.13	4.32	4.47
240	3.37	3.49	3.65	3.78	3.91	4.04	4.22	4.37

Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 25

Curva Intensidad - Duración - Frecuencia (IDF)



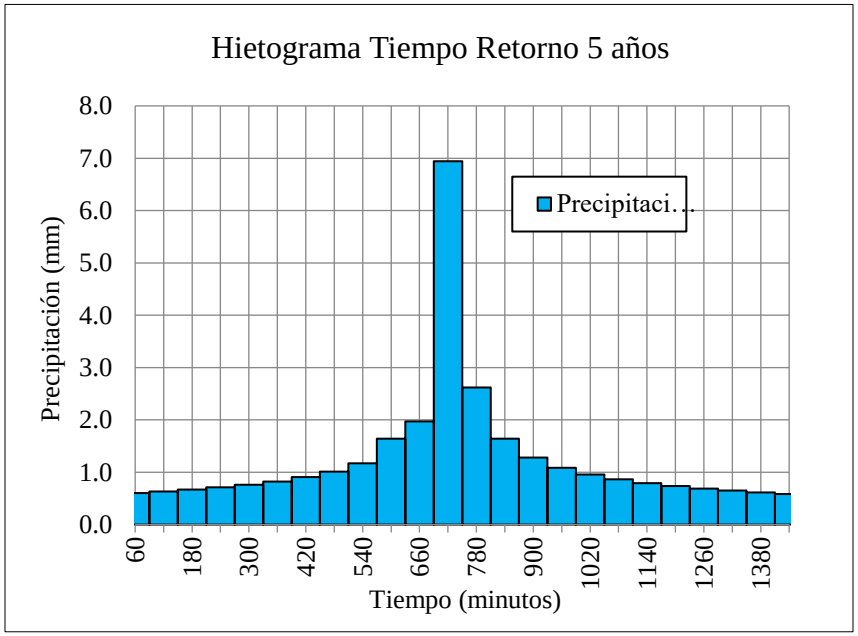
Fuente: Elaboración propia.

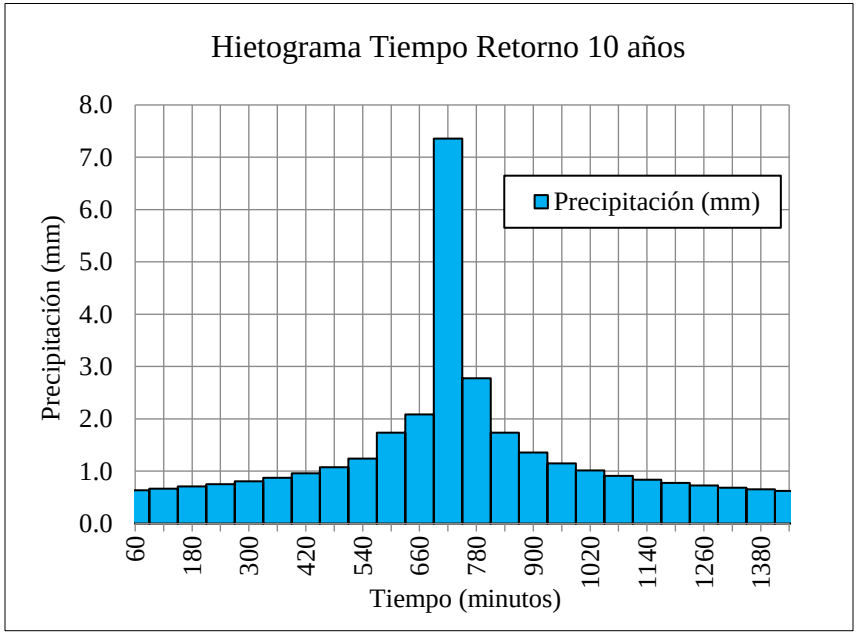
2.3.7.9.2. Hietogramas para los diferentes tiempos de retorno

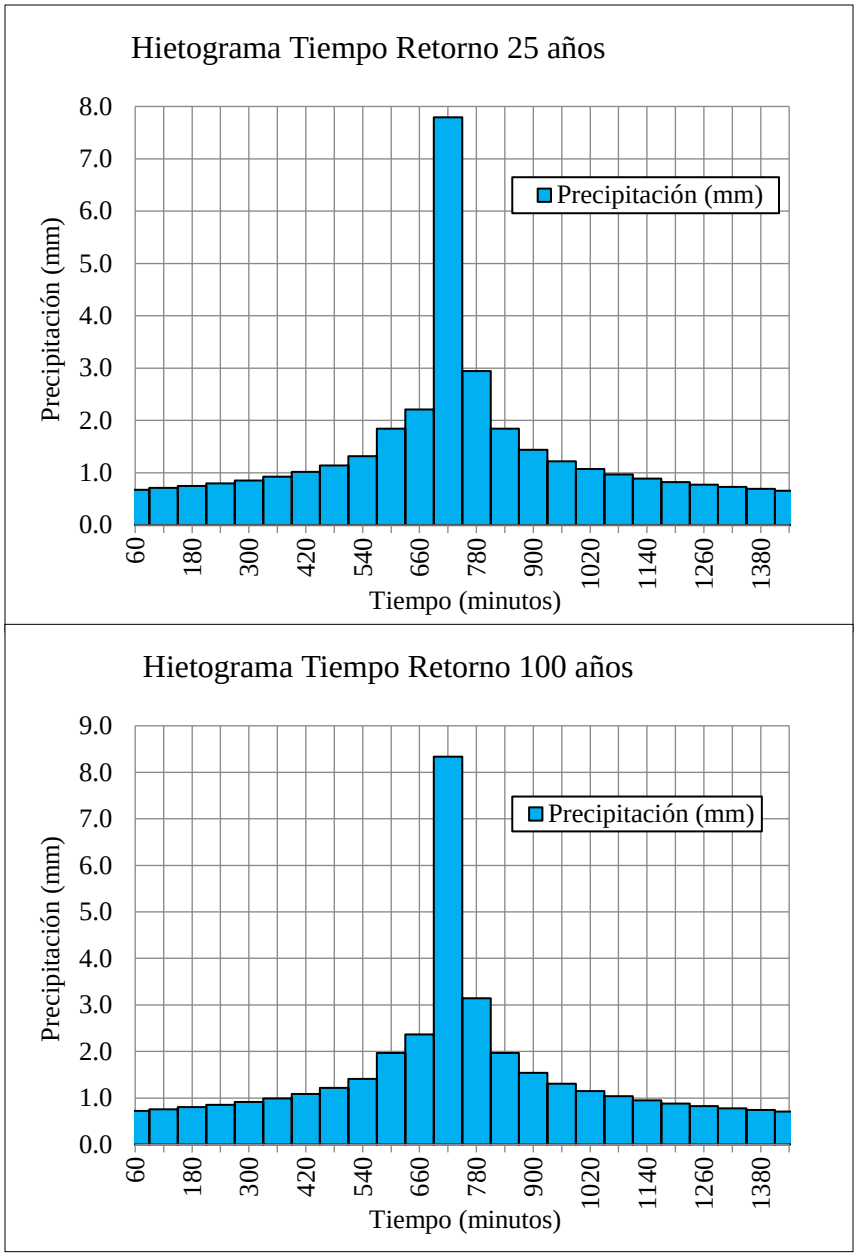
Un hietograma no es más que la distribución temporal de la intensidad o de la profundidad de una precipitación a lo largo de la duración del episodio tormentoso.

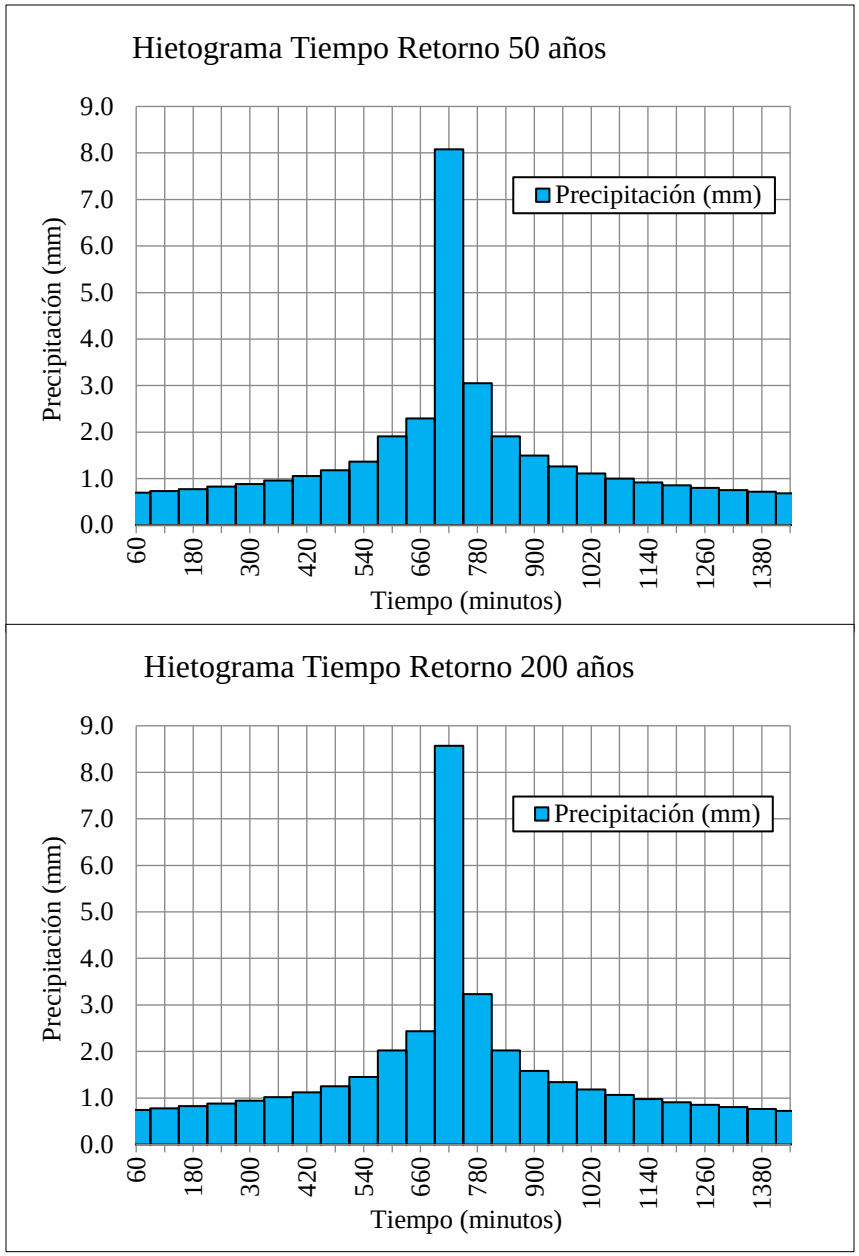
Ilustración 26

Hietogramas de los diferentes periodos de retorno



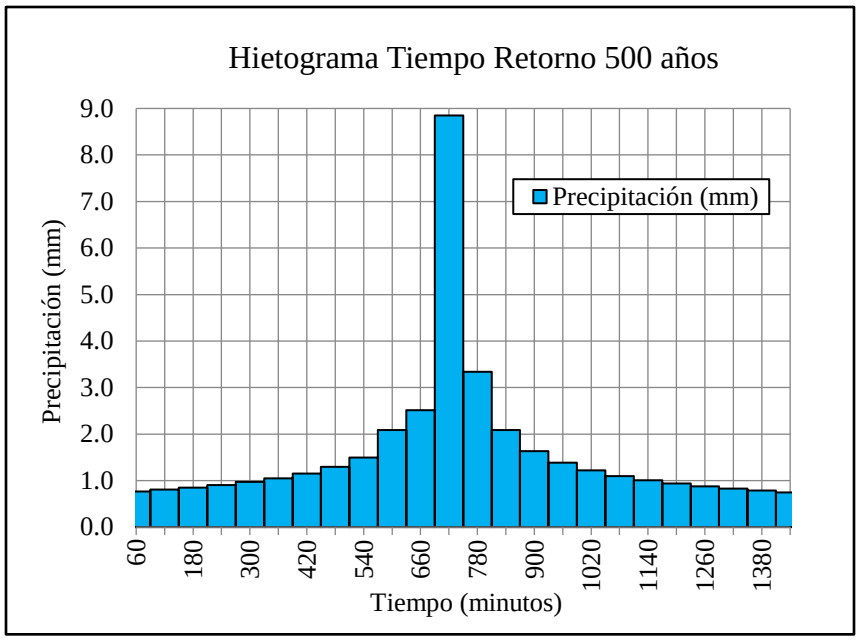


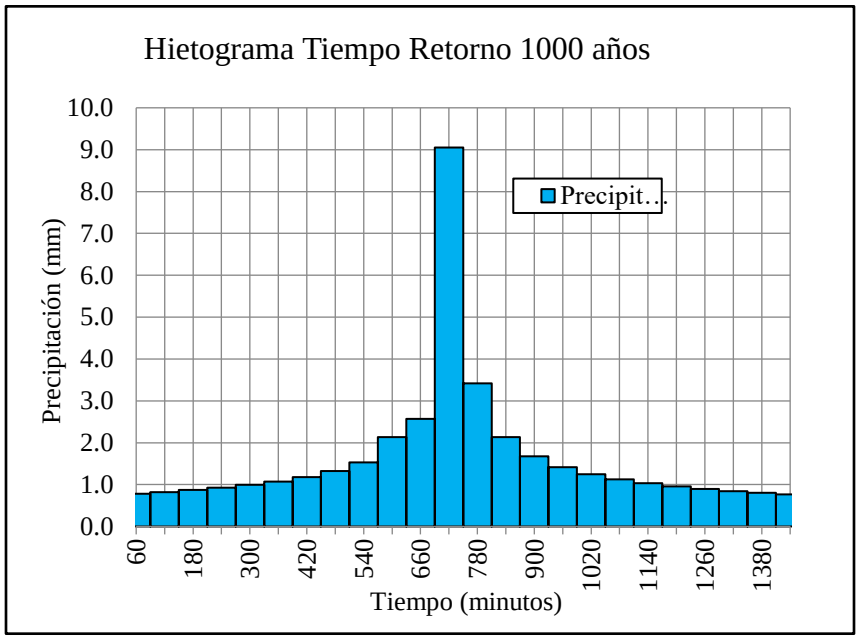

Hietograma Tiempo Retorno 25 años
Precipitación (mm)
Precipitación (mm)
0.0
1.0
2.0
3.0
4.0
5.0
6.0
7.0
8.0
60
180
300
420
540
660
780
900
1020
1140
1260
1380
Tiempo (minutos)


Hietograma Tiempo Retorno 50 años
Precipitación (mm)
Precipitación (mm)
0.0
1.0
2.0
3.0
4.0
5.0
6.0
7.0
8.0
9.0
60
180
300
420
540
660
780
900
1020
1140
1260
1380
Tiempo (minutos)

Hietograma Tiempo Retorno 100 años
Precipitación (mm)
Precipitación (mm)
0.0
1.0
2.0
3.0
4.0
5.0
6.0
7.0
8.0
9.0
60
180
300
420
540
660
780
900
1020
1140
1260
1380
Tiempo (minutos)

Hietograma Tiempo Retorno 200 años
Precipitación (mm)
Precipitación (mm)
0.0
1.0
2.0
3.0
4.0
5.0
6.0
7.0
8.0
9.0
60
180
300
420
540
660
780
900
1020
1140
1260
1380
Tiempo (minutos)





Fuente: Elaboración propia.

2.3.7.9.3. Cálculo del Caudal Máximo ($Q_{máx}$)

A continuación, se tienen los resultados de caudales picos para periodos de retorno de 5, 10, 25, 50, 100, 200, 500 y 1000 años, para el diseño de la Bocatoma tipo tirolesa, Para lo cual se utilizaron las siguientes fórmulas:

Cálculo de caudal	Tiempo de concentración	Coeficiente de uniformidad	Factor de lluvia
$Q = \frac{C.I.A}{3.6} * K$	$T_C = 0.3 * \left(\frac{L}{S^{0.25}}\right)^{0.76}$	$k = 1 + \frac{{t_c}^{1.25}}{{t_c}^{1.25} + 14}$	$K_A = 1 - log_{10}A/15$

Tabla 32

Resumen de los Caudales máximos para cada periodo de retorno

Tiempo de retorno	C. unif (h)	FR lluvia	Pmax24	Pd 24max	Int. media	Intensidad	CN	U. Escorr	Coef. Escorr	Caudal m3/s
5 años	1.02	0.94	29.26	27.62	1.15	22.55	74.00	17.57	0.10	4.18
10 años	1.02	0.94	31.00	29.27	1.22	23.89	74.00	17.57	0.12	5.03
25 años	1.02	0.94	32.86	31.02	1.29	25.32	74.00	17.57	0.13	5.99
50 años	1.02	0.94	34.05	32.15	1.34	26.25	74.00	17.57	0.14	6.64
100 años	1.02	0.94	35.13	33.17	1.38	27.08	74.00	17.57	0.15	7.25
200 años	1.02	0.94	36.12	34.10	1.42	27.84	74.00	17.57	0.16	7.82
500 años	1.02	0.94	37.31	35.22	1.47	28.75	74.00	17.57	0.16	8.53
1000 años	1.02	0.94	38.15	36.02	1.50	29.40	74.00	17.57	0.17	9.05

Fuente: Elaboración Propia.

Se ha determinado los caudales máximos para cada periodo de retorno, por lo tanto, para el diseño de la Bocatoma tipo tirolesa, es igual a 50 años con un Qmáx de 6.64 m³/s.

2.4. Estudio de Impacto Ambiental

2.4.1. Generalidades

Los actos de la población producen sostenibilidad a la variedad de ecosistemas, cambiando el desarrollo natural del planeta. El Plan de Manejo Ambiental se establecerá, con la información obtenida de la Evaluación de Impacto Ambiental.

El EIA es el conjunto de procesos para pronosticar resultados basados en la realidad de la relación entre una investigación y el entorno ambiental, así también propone medidas que de alguna manera moderen los daños ambientales.

2.4.2. Diagnostico Ambiental

Como primera etapa del EIA, se deberá plantear un diagnóstico ambiental, teniendo en cuenta los trabajos que se desarrollarán para la ejecución de dicho proyecto, los procesos constructivos y los diferentes componentes ambientales.

2.4.3. Identificación y evaluación de impactos socio ambientales

Es la base para elaborar el plan de manejo ambiental, que prioriza las actividades a reducir, prevenir y controlar los efectos negativos que genere la ejecución del proyecto.

En la primera etapa del estudio de Impacto Ambiental, se desarrolló una identificación de los impactos ambientales de la zona donde se ejecutará el proyecto de tesis.

En su segunda etapa, una vez identificados y analizados ampliamente los impactos ambientales en la fase anterior, se procede a su evaluación respectiva. Para ello, se confecciona la Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales.

2.4.4. Matrices de impacto ambiental

2.4.4.1.Matriz de identificación de impactos ambientales

Tabla 33

Matriz de Identificación de impactos ambientales

FACTORES / ACCIONES			ETAPA DE TRABAJOS PRELIMINARES				ETAPA DE CONSTRUCCIÓN								OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	
			Acondicionamiento de espacios físicos (almacén, caseta de guardianía, etc)	Movilización y desmovilización de maquinarias y equipos	Encauzamiento del curso de las aguas	Desbroce, limpieza y habilitación de accesos	Trazo, nivel y replanteo	Excavación en terreno normal	Relleno y compactado con material seleccionado	Acarreo de material seleccionado	Eliminación de material excedente	Obras de concreto simple y armado	Instalación de tuberías HDPE	Prueba hidraúlica en tuberías	Apertura de la captación de las aguas	Mantenimiento preventivo (limpieza de rejilla, canal, reservorio, tuberías)
MEDIO FÍSICO	ATMOSFERA	Polvo	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x			
		Ruido	x	x		x		x	x		x	x	x			
		Emisión de gases		x				x			x	x				
	SUELO	Alteracion de las caracteristicas fisicas y quimicas del suelo						x			x	x	x			
		Erosión de suelos				x		x	x	x		x	x	x		
		Contaminacion directa	x								x					
	AGUA	Contaminacion Aguas superficiales.			x			x			x	x	x	x		
		Contaminacion Aguas subterraneas.				x		x								
	FLORA	Remoción de cobertura vegetal	x			x	x	x			x	x	x			
		Diversidad					x	x			x	x				
	FAUNA	Diversidad		x		x	x	x			x	x				
		Habitad de especies	x	x	x	x	x	x			x	x	x		x	
	PAISAJE Y TURISMO	Alteración del relieve paisajístico	x			x	x	x	x		x	x	x		x	
		Alteración de actividad turística						x	x		x	x			x	
MEDIO SOCIOECONÓMICO	ECONOMÍA Y POBLACIÓN	Generación de empleo	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		Incremento de uso de suelo	x			x		x	x	x		x			x	x
		Alteración de suelos agrícolas				x		x		x			x			

Fuente: Elaboración propia.

2.4.4.2. Matriz de valoración cuantitativa

Tabla 34

Matriz de Leopold

		TRABAJOS PRELIMINARES					CONSTRUCCIÓN								
FACTORES AMBIENTALES / ACCIONES DEL PROYECTO		Acondicionamiento de espacios físicos (almacén, caseta de guardianía, etc)	Movilización y desmovilización de maquinarias y equipos	Encauzamiento del curso de las aguas	Desbroce, limpieza y habilitación de accesos	TOTAL DE COMPONENTES AMBIENTALES DE LA ETAPA TRABAJOS PRELIMINARES	Trazo, nivel y replanteo	Excavación en terreno normal	Relleno y compactado con material seleccionado	Acarreo de material seleccionado	Eliminación de material excedente	Obras de concreto simple y armado	Instalación de tuberías HDPE	Prueba hidraúlica en tuberías	TOTAL DE COMPONENTES AMBIENTALES DE LA ETAPA MOVIMIENTO DE TIERRAS
		M I	M I	M I	M I	M I	M I	M I	M I	M I	M I	M I	M I	M I	M I
MEDIO FÍSICO		-6 3	-7 9	-4 5	-8 6	-25 23	-2 1	-28 22	-7 6	-3 8	-10 8	-17 18	-8 12	-3 2	-78 77
ATMOSFERA	Polvo	-2 1	-3 4	-2 1		-7 6	-2 1	-6 5	-2 1	-2 4	-2 1	-6 4	-1 1		-21 17
	Ruido	-2 1	-2 4		-3 4	-7 9		-4 5	-3 4		-2 1	-5 4	-2 1		-16 15
	Emisiones de Gas		-2 1			-2 1		-2 1			-2 1	-1 4			-5 6
SUELO	Alteracion de las caracteristicas fisicas y quimicas del suelo					0 0		-5 2			-1 1	-2 3	-2 4		-10 10
	Erosion de suelos				-3 1	-3 1		-8 4	-2 1	-1 4		-2 2	-1 2	-1 1	-15 14
	Contaminación directa	-2 1				-2 1					-2 3				-2 3
AGUA	Contam. Aguas Superficiales			-2 4		-2 4		-1 1			-1 1	-1 1	-2 4	-2 1	-7 8
	Contam. Aguas Subterráneas				-2 1	-2 1		-2 4							-2 4
MEDIO BIOLÓGICO		-7 3	-6 5	-3 4	-21 16	-37 28	-8 5	-30 22	-6 4	0 0	-8 7	-10 6	-8 10	0 0	-70 54
FLORA	Remoción de cobertura vegetal	-3 1			-6 5	-9 6	-2 1	-8 5			-2 1	-1 1	-3 4		-16 12
	Diversidad					0 0	-1 1	-5 4			-1 1	-1 1			-8 7
FAUNA	Diversidad		-3 4		-5 4	-8 8	-2 1	-4 4			-1 2	-1 1			-8 8
	Hábitad de especies	-3 1	-3 1	-3 4	-6 5	-15 11	-1 1	-4 2			-2 1	-2 1	-1 3		-10 8
PAISAJE Y TURISMO	Alteración del relieve paisajistico	-1 1			-4 2	-5 3	-2 1	-8 6	-5 3		-1 1	-3 1	-4 3		-23 15
	Alteración de la actividad turística					0 0		-1 1	-1 1		-1 1	-2 1			-5 4
MEDIO SOCIOECONÓMICO		5 2	4 1	5 1	9 6	23 10	4 4	14 12	9 10	12 10	4 1	13 10	7 2	2 1	65 50
ECONOMICO Y POBLACION	Generacion de empleo	3 1	4 1	5 1	5 4	17 7	4 4	8 5	5 4	3 4	4 1	8 4	4 1	2 1	38 24
	Incremento de valor suelo	2 1			2 1	4 2		3 5	4 6	4 4		5 6			16 21
	Alteración de suelos agrícolas				2 1	2 1		3 2		5 2			3 1		11 5

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO			SINTESIS TRABAJOS PRELIMINARES				SINTESIS CONSTRUCCIÓN				SINTESIS OPERAACIÓN Y MANTENIMIENTO				TOTAL DE COMPONENTES AMBIENTALES	PROMEDIO ARITMÉTICO TOTAL
Apertura de la captación de las aguas	Mantenimiento preventivo (limpieza de rejilla, canal, reservorio, tuberías)	TOTAL DE COMPONENTES AMBIENTALES DE LA ETAPA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	NÚMERO DE INTERACCIONES		Promedio Aritmético - Etapa Trabajos Preliminares	SUMATORIA POR ETAPA	NÚMERO DE INTERACCIONES		Promedio Aritmético - EtapaConstrucción	SUMATORIA POR ETAPA	NÚMERO DE INTERACCIONES		Promedio Aritmético - Etapa Operación y Mantenimiento	SUMATORIA POR ETAPA		
			+	-			+	-			+	-				
M I	M I	M I													M I	
0 / 0	0 / 0	0 / 0													-103 / 100	
		0 / 0	0	3	-16		0	7	-69		0	0	0		-28 / 23	-85
		0 / 0	0	3	-22		0	5	-56		0	0	0		-23 / 24	-78
		0 / 0	0	1	-2		0	3	-8		0	0	0		-7 / 7	-10
		0 / 0	0	0	0		0	4	-25		0	0	0		-10 / 10	-25
		0 / 0	0	1	-3		0	6	-45		0	0	0		-18 / 15	-48
		0 / 0	0	1	-2		0	1	-6		0	0	0		-4 / 4	-8
		0 / 0	0	1	-8		0	5	-13		0	0	0		-9 / 12	-21
		0 / 0	0	1	-2		0	1	-8		0	0	0		-4 / 5	-10
4 / 7	0 / 0	4 / 7													-103 / 89	
		0 / 0	0	2	-33		0	5	-57		0	0	0		-25 / 18	-90
		0 / 0	0	0	0		0	4	-23		0	0	0		-8 / 7	-23
		0 / 0	0	2	-32		0	4	-21		0	0	0		-16 / 16	-53
2 / 1		2 / 1	0	4	-48		0	5	-16		1	0	2		-23 / 20	-62
1 / 3		1 / 3	0	2	-9		0	6	-81		1	0	3		-27 / 21	-87
1 / 3		1 / 3	0	0	0		0	4	-5		1	0	3		-4 / 7	-2
12 / 9	4 / 10	16 / 19													104 / 79	
4 / 3	2 / 5	6 / 8	4	0	32		8	0	130		2	0	22		61 / 39	184
8 / 6	2 / 5	10 / 11	2	0	4		4	0	85		2	0	58		30 / 34	147
		0 / 0	1	0	2		3	0	19		0	0	0		13 / 6	21
						-139				-199				88		

Fuente: Elaboración propia.

+	2	1	1	3		1	3	2	3	1	2	2	1		5	2	
-	6	5	3	7		6	13	5	2	12	12	8	2		0	0	
VALOR PONDERADO POR ACTIVIDAD	-8	-33	-17	-81		6	-175	12	26	-19	-7	-41	-1		68	20	
SUMATORIA POR ETAPA	-139					-199									88		

ACCIONES DEL PROYECTO / FACTORES AMBIENTALES	TRABAJOS PRELIMINARES		CONSTRUCCIÓN		OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		TOTAL DE COMPONENTES AMBIENTALES	
	M	**I**	**M**	**I**	**M**	**I**	**M**	**I**
M. FÍSICO	-25	23	-78	77	0	0	**-103**	**100**
M.SOCIOECONÓMICO	23	10	65	50	16	19	**104**	**79**
TOTAL DE COMPONENTES DEL PROYECTO	**-2**	**33**	**-13**	**127**	**16**	**19**	**1**	**179**

Fuente: Elaboración propia.

Como observamos los impactos positivos son mayores a los impactos negativos por eso este proyecto se considera viable. Se puede disminuir estos impactos negativos con formas de mitigación.

2.5. Estudio de gestión de riesgos

2.5.1. Método IPERC: Identificación de peligros, evaluación de riesgos y controles.

Es un proceso sistemático utilizado para identificar los peligros, evaluar los riesgos y sus impactos y para implementar los controles adecuados, con el propósito de reducir los riesgos a niveles establecidos según las normas vigentes.

Peligro: Fuente, situación o acto con potencial de daño en términos de lesión a las personas o enfermedad, o daño a la propiedad o una combinación de éstos.

Riesgo: probabilidad de que un peligro se materialice causando daño y la severidad (o gravedad) de dicho daño.

2.5.2. Proceso de identificación de peligros, evaluación de riesgos y controles

Ilustración 27

Flujograma del proceso de identificación de peligros, evaluación de riesgos y controles



Fuente: Elaboración propia.

2.5.3. Evaluación y valoración de riesgos

Valorar el nivel de riesgo de actividades basados en la probabilidad y consecuencia de la ocurrencia de un evento.

Tabla 35

Tabla de severidad

Severidad	Nivel	Persona	Proceso
Catastrófico	5	Varias fatalidades, personas con lesiones	Paralización más de un mes o paralización definitiva
Fatalidad (mayor)	4	Una fatalidad, estado vegetal	Paralización más de una semana y menos de un mes
Perdida permanente	3	Lesiones que incapacitan a la persona para su continuidad	Paralización más de un día hasta una semana
Perdida temporal	2	Lesiones que incapacitan a la persona	Paralización de un día
Perdida menor	1	Lesiones que no incapacitan a la persona	Paralización menor de un día

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 36

Tabla de probabilidad

Probabilidad	Nivel	Frecuencia	Exposición	Tarea
Común (muy probable)	5	Sucede con demasiada frecuencia	Muchas personas expuestas (6 a más), varias veces la día	Diaria
Ha sucedido (probable)	4	Sucede con frecuencia	Moderado personas expuestas (3 a 5), varias veces al día.	Semanal
Podría suceder (posible)	3	Sucede ocasionalmente	Pocas personas expuestas (1 a 2), varias veces al día.	Mensual
Raro que suceda (poco probable)	2	Rara vez ocurre	Moderado personas expuestas (3 a 5) ocasionalmente.	Semestral
Prácticamente imposible que suceda	1	Muy rara vez que ocurre	Pocas personas expuestas (1 a 2) ocasionalmente.	Anual

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 37

Matriz de riesgo

Severidad										
	Catastrófico	5	25	20	15	10	05
	Fatalidad (Mayor)	4	20	16	12	08	04
	Perdida Permanente	3	15	12	09	06	03
	Perdida Temporal	2	10	08	06	04	02
	Perdida Menor	1	05	04	03	02	01
			5	4	3	2	1
			Comun (Muy Probale)	Ha Sucedido (Probable)	Podría Suceder (Posible)	Raro que suceda (Poco probable)	Prácticamente imposible que suceda
			Probabilidad				

Tabla 38

Valoración del riesgo

NIVEL DE RIESGO		TIPO DE RIESGO	INTERPRETACIÓN / SIGNIFICADO
	DE 12 AL 25 NIVEL ALTO	INTOLERABLE	No se debe comenzar, ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo, incluso con recursos ilimitados, debe prohibirse el trabajo
	DE 05 AL 11 NIVEL MEDIO	MODERADO	Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, estableciendo un periodo determinado. Cuando el riesgo moderado está asociado con consecuencias muy graves, se aplicarán controles para disminuir el nivel de riesgo a Nivel Aceptable
	DE 01 AL 04 NIVEL BAJO	ACEPTABLE	No se necesita mejorar la acción preventiva. Sin embargo se deben considerar soluciones más rentables. Se requieren comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficacia de las medidas de control

2.5.4. Matriz IPERC

Tabla 39

Matriz IPERC

PELIGROS	Riesgos	Consecuencias del Riesgo	Evaluacion de Riesgo						Jerarquía de Control					Reevaluacion						Acción de Mejora
			Probabilidad		Severidad		Clasific de riesgo (P x S)	Tipo de Riesgo	EP	SP	CIP	CAP	EPP	Probabilidad		Severidad		PxS	Tipo de Riesgo	
			Nivel (P)	VALOR (P)	Nivel (S)	VALOR (S)								Nivel (P)	P	Nivel (S)	S			
Zanjas /Desniveles en el lugar de trabajo	Caidas a distinto nivel	Desprendimiento de tierra, golpes y/o fracturas producto de la caida.	Podría Suceder (Posible)	3	Perdida Temporal	2	6	MODERADO						Raro que suceda (Poco probable)	2	Perdida Temporal	2	4	ACEPTABLE	Colocación de señalización, apuntalamiento de zanjas
Talud inestable	Derrumbe/Caída de equipo/caída a distinto nivel	Derrumbe/ aplastamiento de personal.	Podría Suceder (Posible)	3	Fatalidad (Mayor)	4	12	INTOLERABLE						Raro que suceda (Poco probable)	2	Perdida Permanente	3	6	MODERADO	Entibado de zanjas, inspección constante (vigía de taludes), Utilización de EPPs.
Estructuras Inestables	Derrumbe/Inundación	Golpes por caídas de estructuras, sepultamiento.	Raro que suceda (Poco probable)	2	Fatalidad (Mayor)	4	8	MODERADO						Raro que suceda (Poco probable)	2	Perdida Temporal	2	4	ACEPTABLE	Inspeccion previa, Arriostramiento temporal obligatorio.
Maquinas/Objetos en movimiento	Atrapamiento/Contacto con maquinarias u objetos en movimiento	colisión, atropello de personal	Podría Suceder (Posible)	3	Perdida Temporal	2	6	MODERADO						Raro que suceda (Poco probable)	2	Perdida Temporal	2	4	ACEPTABLE	Chalecos reflectantes, alarmas de retroceso.
Movimiento de tierra agrícola.	Exposición a agentes patogenos	Picadura de insectos, mordedura de serpientes.	Podría Suceder (Posible)	3	Perdida Temporal	2	6	MODERADO						Raro que suceda (Poco probable)	2	Perdida Temporal	2	4	ACEPTABLE	Uso de guantes de cuero, charla de identificación de animales peligrosos.
Lluvia intensa	Presencia de huaycos, resbalones y colisión vehicular	Resbalones, colapso de taludes, volcadura en pendientes	Comun (Muy Probale)	5	Fatalidad (Mayor)	4	20	INTOLERABLE						Podría Suceder (Posible)	3	Perdida Temporal	2	6	MODERADO	Limpieza de lodo en acceso, Botas de seguridad antideslizante, Suspensión inmediata de labores, Suspensión de transito en trochas.
Sismos	Caída del personal/colapso de estructuras/atrapamiento	Colapso de zanjas y muros, traumatismo multiple, Sepultamiento.	Podría Suceder (Posible)	3	Perdida Temporal	2	6	MODERADO						Raro que suceda (Poco probable)	2	Perdida Menor	1	2	ACEPTABLE	Señalización de zonas seguras y rutas de evacuación, Realización de simulacros periodicos, anclaje de estructuras temporales, suspension de trabajos y evacuacion a zonas abiertas.
Zonas de Trabajo a mas de 3000 msnm	Exposición a zonas de trabajo a mas de 3000 msnm	Mal de altura (soroche), hipotermia, fatiga excesiva.	Podría Suceder (Posible)	3	Perdida Temporal	2	6	MODERADO						Raro que suceda (Poco probable)	2	Perdida Temporal	2	4	ACEPTABLE	Examen médico de suficiencia para gran altura, Ropa térmica (sistema de capas), guantes y protección facial.

Fuente: Elaboración propia.

Como observamos podemos disminuir la probabilidad y severidad del riesgo, con una correcta reevaluación de los riesgos y una adecuada acción de mejora.

CAPÍTULO III: DISEÑO HIDRAÚLICO

3.1. Diseño de Bocatoma Tipo Tirolesa

Primero determinaremos la demanda de agua, teniendo en cuenta el caudal máximo, realizado en un estudio hidrológico de la Cuenca de Santa Rita para un período de retorno de 50 años.

Qmáx= 6.644 m3/s Dato obtenido del estudio Hidrológico

Para determinar cuánto agua necesitan para el riego de las 12 Hectáreas del proyecto, se usó la relación de demanda hídrica:

Area total de riego=	12 ha	
Módulo de riego=	1.0 L/s/ha	se estima una dotacion neta de 0.8 a 1.2 l/s/ha
Eficiencia de Aplicación (ŋ)=	85%	el proyecto es para aspersión tecnificada

3.1.1. Caudal Neto (Qn)

$$Q_n = Área\ (ha)\ x\ Módulo\ de\ riego\ (\frac{L/s}{ha})$$

Qn = 12.0 L/s

3.1.2. Caudal de Diseño (Qd)

$$Q_d = \frac{Q_n}{\eta}$$

Qd = 14.12 L/s

Qd = 0.014 m³/s

por lo tanto, el caudal a captar para el riego de las 12 hectáreas es 0.014 m3/s.

3.1.3. Cálculo del coeficiente de rugosidad "n"

Las características del cauce son:

Tabla 40

Coeficiente de rugosidad

1.-	Cauces en Tierra.	0.01
2.-	Cauce poco irregular.	0.005
3.-	El cambio de dimensiones del cauce es ocasional.	0.005
4.-	Las obstrucciones formadas en el cauce por raíces son de muy poco efecto.	0.010
5.-	La vegetación tiene poco efecto.	0.005
	TOTAL	0.035

Fuente: Elaboración propia.

Tenemos

n = 0.035

3.1.4. Cálculo de encauzamiento (B)

3.1.4.1. Método de Blench

$$B = 1.81(Q * \frac{F_b}{F_s})^{1/2}$$

B= Ancho de encauzamiento.

Q= Caudal de retorno (50 años). 6.64 m³/s

Fs= Factor de orilla. 0.3

Fb= Factor de fondo. 0.8

B = 7.62 m

3.1.4.2. Método de Altunin

$$B = AQ^{0.5}/S^{0.2} \qquad A = (n * K^{5/3})^{(\frac{3}{3+5m})}$$

n = 0.035

k = 8.0

A = 1.04

m = 1.0

Q = Caudal de retorno (50 años). 6.64 m³/s

S = Pendiente del río. 0.05329

B = 4.83 m

3.1.4.3. Método de Petit

$$B = 2.45Q^{0.5}$$

Q= Caudal de retorno (50 años). 6.64 m³/s

B = 6.32 m

3.1.4.4. Método de Lacey

$$B = 4.831Q^{0.5}$$

Q = Caudal de retorno (50 años). 6.64 m³/s

B = 12.45 m

El promedio de ancho conforme a los tres métodos aplicados será:

B = 7.81 m

Debido a que el ancho del río es 6.69m (plano topográfico), y se tiene un promedio calculado de 7.81m, se asume:

Ancho de Encauzamiento (B) = 7.25 m

Tabla 41

Hallar el valor de la Cota, sabiendo el Caudal

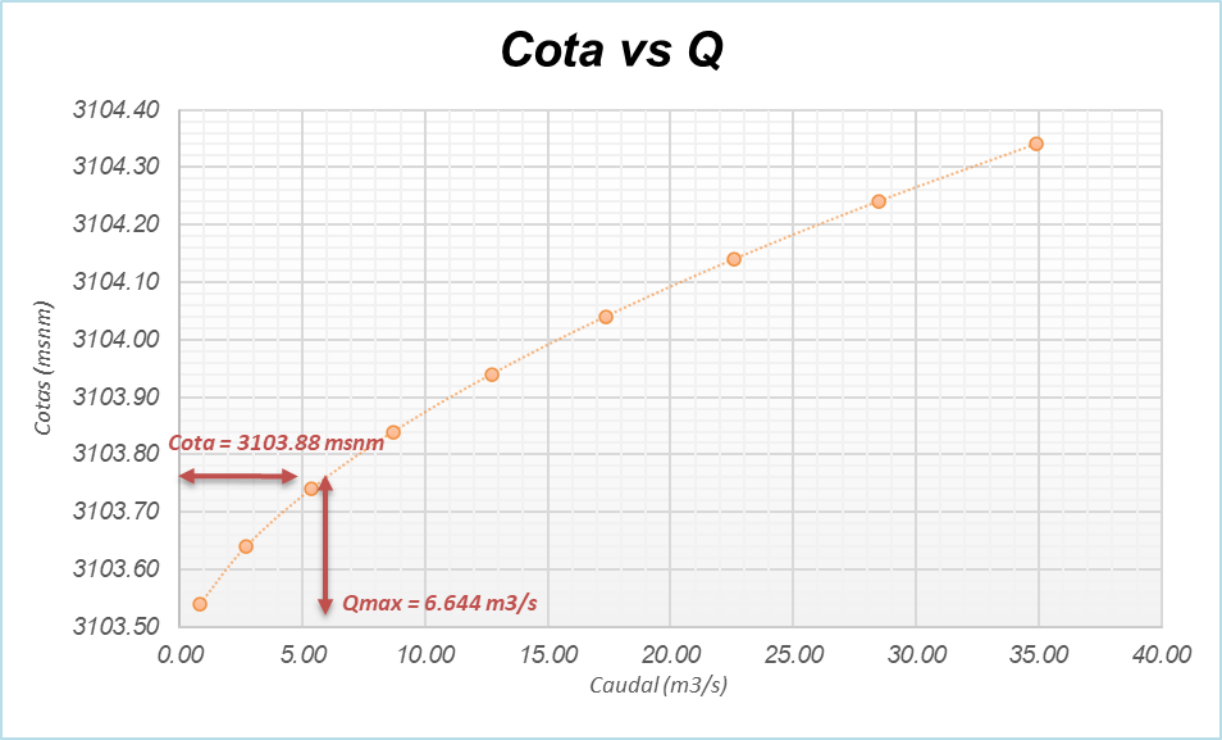
Ancho de plantilla (B) =	6.00 m
Talud (Z) =	1.5
s =	0.05329

COTA	Área (m²)	P (m)	R.H.^ 2/3	1/n	s^ 1/2	Q (m³/s)
3103.54						
3103.64	0.61	6.36	0.21	28.57	0.23	0.85
3103.74	1.26	6.72	0.33	28.57	0.23	2.72
3103.84	1.93	7.08	0.42	28.57	0.23	5.37
3103.94	2.64	7.44	0.50	28.57	0.23	8.73
3104.04	3.37	7.80	0.57	28.57	0.23	12.73
3104.14	4.14	8.16	0.64	28.57	0.23	17.37
3104.24	4.93	8.52	0.69	28.57	0.23	22.61
3104.34	5.76	8.88	0.75	28.57	0.23	28.46
3104.44	6.61	9.24	0.80	28.57	0.23	34.90

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 42

Gráfica Cota vs Q



Fuente: Elaboración propia.

3.1.5. Cálculo del tirante normal (y_n)

$$\frac{Q_{máx} * n}{\sqrt{s}} = \frac{(b * y_n)^{5/3}}{(b + 2y_n)^{2/3}}$$

$$1.00734 \text{ m3/s} \quad = \quad \frac{(b * y_n)^{5/3}}{(b + 2y_n)^{2/3}}$$

Iteramos:

y_n = 0.32 m 1.00734 m3/s = 1.00734 m3/s

3.1.6. Diseño del barraje tipo creager

3.1.6.1. Cálculo la Carga Hidráulica "Hd":

$$H_d = (\frac{Q_{máx}}{C * L})^{2/3}$$

donde:

C: coeficiente de descarga. Hd = 0.674 m

L: Longitud de la cresta.

3.1.6.2. Ecuación del perfil creager, usando la fórmula de Scimemi:

$$\frac{y}{H_d} = -K * (\frac{x}{H_d})^n$$

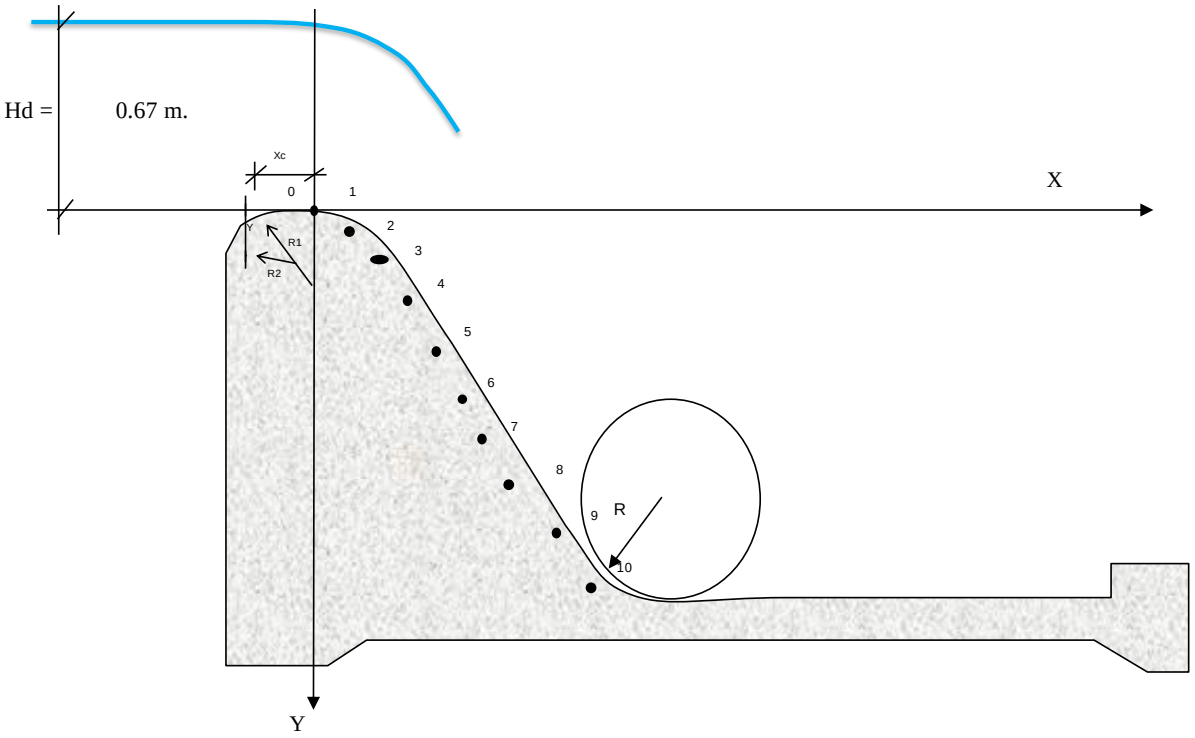
Para un flujo vertical, los valores n y K:

n = 1.85

K = 0.5

$$y = -0.5 * (\frac{x^{1.85}}{{H_d}^{0.85}})$$

$$y = -0.715 * x^{1.85}$$



Pto.	X (m)	Y (m)
1	0.000	0.000
2	0.200	-0.036
3	0.400	-0.128
4	0.600	-0.272
5	0.800	-0.463
6	1.000	-0.699
7	1.200	-0.979
8	1.400	-1.303
9	1.600	-1.668
10	1.800	-2.074

Fuente: Elaboración propia.

3.1.7. Diseño de la rejilla

$$Q = \frac{2}{3} * c * \mu * B * L * \sqrt{2 * g * h}$$

Q = Caudal a ser captado por la toma tirolesa.

c = Coeficiente de la rejilla.

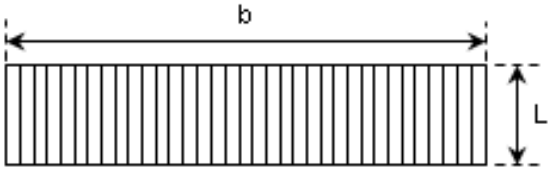
μ = Coeficiente de descargar de la rejilla.

b = Ancho de la toma tirolesa.

L = Longitud de la toma tirolesa.

h = Profundidad del agua en el borde superior de la rejilla.

g = Aceleración de la gravedad.



3.1.7.1. Cálculo del coeficiente de la rejilla "c"

$$c = 0.6 * \frac{a}{b} * (\cos\beta)^{3/2}$$

separación entre barras (a)= 2.54 cm

Distancias entre ejes de las barras (b)= 3.81 cm

Para el valor de β, optamos por un valor = 20 °
de acuerdo a la pendiente pronunciada del río

c = 0.364

3.1.7.2. Cálculo de la longitud de la rejilla "b"

Iteramos valores de b

$$hcr = \sqrt[3]{\frac{{Q_d}^2}{g * B^2}} \qquad E = \frac{3}{2} * hcr$$

Asumimos:

b = 2.00 m

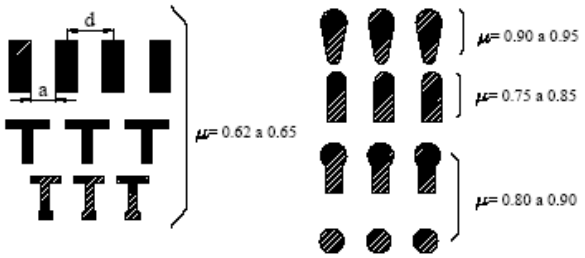
g = 9.81 m/s²

hcr = 0.017 m

E = 0.026 m

E = 2.58 cm

3.1.7.3. Coeficiente de descarga "μ"



Para una Barra Rectangular, asumimos:

$$\mu = \quad 0.62$$

3.1.7.4. Profundidad del agua en el borde superior de la rejilla "h"

Se obtiene de la siguiente forma:

$$h = kc * hcr$$

Kc: Factor de reducción o corrección.

El factor de reducción Kc es dependiente de la pendiente de las condiciones geométricas de la rejilla que para una distribución hidrostática de la presión se tiene la ecuación:

$$2 * \cos\beta * Kc^3 - 3 * Kc^2 + 1 = 0$$

Ángulo de inclinación (β) de la rejilla recomendado esta entre 5º a 35º.

Tabla 43

Coeficiente "k" de acuerdo con el ángulo de inclinación

β (grados)	Kc	β (grados)	Kc
5	0.952	20	0.837
6	0.944	22	0.825
8	0.927	24	0.812
10	0.910	26	0.800
12	0.894	28	0.789
14	0.879	30	0.778

16	0.865	32	0.767
18	0.851	35	0.752

Tenemos un ángulo de inclinación de la rejilla de:

$$\beta = \quad 20\ °$$

entonces:

$$Kc = \quad 0.837$$
$$h = \quad 0.014\ m$$

3.1.7.5. Cálculo del ancho de la rejilla "L":

El ancho de la rejilla se mide en sentido de su pendiente, se recomienda que el ancho calculado de la rejilla sea incrementado en un 20% para contrarrestar potenciales obstrucciones.

$$L_{adoptada} = 1.20 * L_{calculada}$$

$$L = \frac{3 * Q_d}{2 * c * \mu * B * \sqrt{2 * g * h}}$$

Tenemos los datos ya calculados:

Q_d =	0.014 m^3/s	μ =	0.62
c =	0.364	b =	2.00 m
g =	9.81 m/s^2	h =	0.014 m

$$L_{calculada} = \quad 0.09\ m$$

Por criterio constructivo, adoptaremos:

$$L_{calculada} = \quad 0.45\ m$$

entonces:

$$L_{adoptada} = \quad 0.55\ m$$

3.1.7.6. Cálculo del número de barras de la rejilla (N)

$$n = \frac{b}{d}$$

n = número de espacios entre los barrotes.

d = espaciamiento entre ellos.

b = ancho de la toma de agua.

n (esp) = 52.4934 cm

Entonces, el número de barras:

N = 53 barras

3.1.8. Diseño del canal de aducción

3.1.8.1. Cálculo del ancho del Canal

$$B = L_a * \cos\beta$$

La = Ancho de rejilla calculada.

B = 0.5 m

3.1.8.2. Cálculo de la longitud del canal

$$L_c = \frac{B_{rejilla} + e_{muro}}{\cos(I_{mín})}$$

e_{muro} = 0.25 m

La pendiente "Imin", para el canal de aducción es 3%, a fin de eliminar los sólidos que pasan a través de la rejilla, para lo cual tendremos que convertirlo a grados (°).

I_{MIN} (%) = 3.00

I_{MIN} (m/m) = 0.03

I_{MIN} (º) = 1.72

TOMAR I_{MIN} (º) = 2.00

Por lo tanto:

Lc = 2.25 m

3.1.8.3. Cálculo de los niveles de agua del canal

Tirante crítico:

$$y_c = \left(\frac{Q_d^{\,2}}{g * B^2}\right)^{1/3}$$

yc = 0.042 m

Velocidad crítica:

$$V_c = (g * y_c)^{1/2}$$

Vc = 0.64 m/s

Aguas abajo:

$$h_e = 1.1 * y_c$$

he = 0.047 m

Aguas arriba:

$$h_o = \left[2 * h_e^{\,2} + \left(h_e - \frac{I_{mín} * L_c}{3}\right)^2\right]^{1/2} - \frac{2}{3} * I_{mín} * L_c$$

ho = 0.025 m

Altura de los muros del canal:

$$H_o = h_o + BL$$

BL (Borde libre) = 0.15 m

Ho = 0.18 m

Velocidad al final del canal:

$$V_e = \frac{Q_d}{B * h_e}$$

Ve = 0.59 m/s **Cumple: 0.3 m/s ≤ Ve ≤ 3.0 m/s.**

Esta velocidad (Vf) debe ser menor que la velocidad critica, es decir:

Ve	**<**	**Vc**
0.59 m/s	< **ok!**	0.64 m/s

3.1.9. Diseño de la cámara de recolección

3.1.9.1. Cálculo del ancho de la cámara:

$$X_s = 0.36 * {V_e}^{2/3} + 0.6 * {h_e}^{4/7}$$

Xs = 0.36 m

$$B_{cámara} = X_S + 0.30$$

Bcámara = 0.66 m

Para fácil mantenimiento, se optó por asumir Bcámara= 1.00m y Lcámara=1.30m.

3.1.10. Diseño de la poza de disipación

3.1.10.1. Cálculo del caudal unitario

$$q_u = \frac{Q_{máx}}{B}$$

q_u = 0.92 m²/s

3.1.10.2. Cálculo total de energía

$$v_1 = \sqrt{2 * g * H_d}$$

V_1 = 3.64 m/s

3.1.10.3. Cálculo del tirante contraído

$$y_1 = \frac{q_u}{v_1}$$

y_1 = 0.25 m

3.1.10.4. Cálculo del Número de froude:

$$F_1 = \frac{v_1}{\sqrt{g * y_1}}$$

F_1 = 2.31 **Flujo Supercrítico**

3.1.10.5. Cálculo del tirante conjugado mayor

$$y_2 = \frac{y_1}{2} * (-1 + \sqrt{1 + 8 * {F_1}^2}$$

y_2 = 0.71 m

3.1.10.6. Cálculo de la longitud de la poza

Según Linquist:

$$L_p = 5 * (y_2 - y_1)$$

L_p = 2.28 m

Según el tirante conjugado:

$$L_p = 4 * y_2$$

Lp = 2.83 m

Según Safranez:

$$L_p = \frac{6 * y_1 * v_1}{\sqrt{g * y_2}}$$

Lp = 2.09 m

adoptaremos:

Lp = 3.00 m

3.1.10.7. Cálculo de la profundidad de la poza

$$d = (1.1 * y_2) - y_n$$

d = 0.46 m

Dado que el número de Froude es 2.31, sugerimos colocar un dentellón final de 0.40m.

3.2. Diseño de canal de derivación

3.2.1. Diseño del canal rectangular

3.2.1.1. Cálculo del tirante del canal (y_c)

Qdis= 0.014 m3/s

n = 0.014

S = 0.03

b = 0.50 m

$$\frac{Q_{máx} * n}{\sqrt{s}} = \frac{(b * y_c)^{5/3}}{(b + 2y_c)^{2/3}}$$

$$0.00114 \text{ m3/s} = \frac{(b * y_c)^{5/3}}{(b + 2y_c)^{2/3}}$$

Iteramos:

yc = 0.03 m 0.00114 m3/s = 0.00114 m3/s

3.2.1.2. Cálculo de la velocidad (v)

$$v = \frac{Q}{A}$$

v = 1.04 m/s **Cumple: 0.3 m/s ≤ v ≤ 3.0 m/s**

3.2.1.3. Cálculo del Número de froude

$$F_1 = \frac{v_1}{\sqrt{g * y_1}}$$

F_1 = 2.02 **Flujo Supercrítico**

3.2.2. Diseño de transición de entrada bocatoma – canal

3.2.2.1. Cálculo de la longitud de entrada (Le)

B1 = 1.00 m

B2 = 0.50 m

α = 22.5 °

$$L_e = \frac{B_1 - B_2}{2 * \tan(\alpha)}$$

Le = 0.60 m

3.2.2.2. Cálculo de la carga de velocidad en la entrada

Ve = 0.59 m/s

g = 9.81 m/s²

$$h_{v_1} = \frac{{v_e}^2}{2 * g}$$

hv1 = 0.018 m

v = 1.04 m/s

$$h_{v_2} = \frac{v^2}{2 * g}$$

hv2 = 0.055 m

3.2.2.3. Cálculo de pérdida de transición de la entrada

Ke = 0.1

$$h_e = (1 - k_e) * (h_{v_2} - h_{v_1})$$

he = 0.042 m

3.2.3. Diseño de transición de salida canal – bocatoma

3.2.3.1. Cálculo de la longitud de salida (Ls)

B1 = 1.00 m

B2 = 0.50 m

α = 12.5 °

$$L_s = \frac{B_1 - B_2}{2 * \tan(\alpha)}$$

Ls = 1.13 m

3.2.3.2. Cálculo de pérdida de transición de salida

Ks = 0.2

$$h_e = (1 - k_s) * (h_{v_2} - h_{v_1})$$

he = 0.030 m

3.3. Diseño de reservorio de concreto armado

Peso específico del agua	=	1.00 Tn/m³	Peso específico del concreto	=	2.40 Tn/m³
Altura de pantalla	=	2.20 m	Factor de seguridad (φ)	=	0.90
Ancho de corona (h1)	=	0.40 m	Esfuerzo a compr. Concreto (f'c)	=	210 Kg/cm²
Borde libre	=	0.30 m	β	=	0.85
Altura de pie-talón (h2)	=	0.45 m	Esfuerzo fluencia de acero (f'y	=	4200 Kg/cm²
Longitud de base	=	1.60 m	Recubrimiento en pantalla (r)	=	0.03 m
Longitud de pie	=	0.80 m	Recubrimiento en pie-talón	=	0.05 m
Espesor de losa (h3)	=	0.20 m	b	=	2.00 m

Largo de reservorio	=	25.00 m	Peralte de pantalla (d1)	=	0.37 m
Ancho de reservorio	=	20.00 m	Peralte de pie-talón (d2)	=	0.40 m
Espesor de cama de losa	=	0.20 m	Angulo de Fricción (Φ)	=	26 °
Espac. Juntas de dilatación	=	3.14 m	Coeficiente de Fricción (μ)	=	0.55
Ancho de paño de losa	=	3.00 m	δ especifico suelo	=	1.85 Tn/m³
Largo de paño de losa	=	3.10 m	Capacidad portante del Suelo	=	1.60 Kg/cm²

3.3.1. Determinación de fuerzas (vertical, horizontal), momentos actuantes y resistentes (con reservorio lleno y vacío)

3.3.1.1. Determinación de fuerzas verticales

$$Peso\ de\ concreto = \gamma_{específico\ concreto} * Área * 1ml$$

$$Peso\ de\ suelo = \gamma_{específico\ suelo} * Área * 1ml$$

$$Peso\ del\ agua = \gamma_{específico\ agua} * Área * 1ml$$

Tabla 44

Fuerzas verticales

Peso del Conc. Pantalla	=	2.112 Tn
Peso del Conc. Zapata	=	1.728 Tn
Peso de la losa	=	0.192 Tn
Peso del Suelo	=	3.256 Tn
Peso del agua	=	0.680 Tn
P. de reserv. Lleno (∑Fv)	=	7.97 Tn
P. de reserv. Vacío (∑Fv)	=	7.29 Tn

Fuente: Elaboración propia.

3.3.1.2. Determinación de momentos de las fuerzas verticales

Tabla 45

Momentos de las fuerzas verticales

Palanca en pantalla	=	0.60 m
Palanca en Zapata	=	0.80 m
Palanca en losa	=	0.20 m
Palanca en Suelo	=	1.20 m
Palanca del agua	=	0.20 m
Mo por muro	=	1.27 Tn-m
Mo por zapata	=	1.38 Tn-m
Mo por losa	=	0.04 Tn-m
Mo por suelo	=	3.91 Tn-m
Mo por agua	=	0.14 Tn-m
Mo por resistente de reserv lleno (∑Mr)	=	6.73 Tn-m
Mo por resistente de reserv Vacío (∑Mr)	=	6.56 Tn-m

Fuente: Elaboración propia.

3.3.1.3. Determinación de fuerza horizontales por empuje

$$K_a = \left[\tan\left(45 - \frac{\phi}{2}\right)\right]^2$$

$$\text{Ka} = 0.397$$

$$F_{empuje\ por\ agua} = \gamma_{espec.\ agua} * \left(\frac{H_{agua}{}^2}{2}\right)$$

$$F_{empuje\ por\ suelo} = \frac{1}{2} * \gamma_{espec.\ suelo} * H_{muro}{}^2 * K_a$$

Tabla 46

Fuerzas horizontales

$Fza_{emp\ por\ agua}$	=	1.45 Tn
$Fza_{emp.\ por\ suelo}$	=	2.58 Tn
Emp. reserv. Lleno (∑FH)	=	1.13 Tn
Emp. reserv. Vacío (∑FH)	=	2.58 Tn

Fuente: Elaboración propia.

3.3.1.4. Determinación de momentos de las fuerzas horizontales

Tabla 47

Momentos de las Fuerzas Horizontales

Palanca Empuje agua	=	0.57 m
Palanca Empuje suelo	=	0.88 m
M_o por Ea agua	=	0.82 Tn-m
M_o por Ea suelo	=	2.28 Tn-m
Ma activo de reservorio lleno (Mv)	=	1.46 Tn-m
Mo activo de reservorio vacío (Mv)	=	2.28 Tn-m

Fuente: Elaboración propia.

3.3.2. Verificación de la estabilidad

3.3.2.1. Coeficiente de Seguridad al Deslizamiento

$$C.S.D = \frac{\sum Fv}{\sum Fh} * \mu \qquad (1.2 - 1.5)$$

C.S.D (R. lleno) = 3.87

C.S.D (R. vacío) = 1.56

3.3.2.2. Coeficiente de Seguridad al Volteo

$$C.S.V = \frac{Mr}{Mv} \quad (1.5 - 2.5)$$

C.S.V (R. lleno) = 4.62

C.S.V (R. vacío) = 2.88

3.3.2.3. Coeficiente de Seguridad al Hundimiento

Determinación de la excentricidad:

$$X_{CG} = \frac{Mr - Mv}{Fv}$$

$$e = \frac{B}{2} - X_{CG}$$

Reservorio Vacío		
X_{CG}	=	0.59 m
e	=	0.21 m

Reservorio Lleno		
X_{CG}	=	0.66 m
e	=	0.14 m

Debe de cumplir lo siguiente:

$$\delta < \sigma_{T\ (capacida\ portante\ suelo)}$$

$$\delta_{máx} = \frac{\sum Fv}{L_{base}} * \left[1 + \frac{6e}{L_{base}}\right]$$

$$\delta_{mín} = \frac{\sum Fv}{L_{base}} * \left[1 - \frac{6e}{L_{base}}\right]$$

Reservorio vacío		
0.82	<	1.60
0.09	<	1.60

Reservorio lleno		
0.76	<	1.60
0.24	<	1.60

3.3.3. Determinación de momento ultimo de reservorio en la pantalla

Análisis de reservorio lleno:

W_{agua} = 70 Tn/m

W_{suelo} = 1.78 Tn/m

$$W_{último} = 1.7 * W_{Agua\ y/o\ suelo}$$

$W_{ultimo\ (agua)}$ = 2.89 Tn/m

$W_{ultimo\ (Suelo)}$ = 3.02 Tn/m

$$M_{último} = W_{último} * \frac{L^2}{3}$$

$M_{ultimo\ (agua)}(+)$ = 2.78 Tn-m

$M_{ultimo\ (suelo)}(-)$ = 4.87 Tn-m

3.3.3.1. Diseño de armadura en pantalla por falla a flexión para momento positivo

$$R_u = \frac{M_u}{b * d^2}$$

Ru = 1.01681

ρ = 0.00014

$$A_s = \rho * b * d$$

As = 1.038 cm^2

Área de Acero verticales = 12.000 cm^2

Área de Acero horizontal = 20.000 cm^2

Eleccion de aceros vertical

Acero Vertical :	3/8	@	20.0 cm
Peso de acero(en ml) :	0.56 Kg		
long. de pieza (L.Reserv) :	3.35 m		
long. de pieza (A.Reserv) :	3.35 m		
Nº de piezas(L.Reserv) :	125 Piezas		
Nº de piezas(A.Reserv) :	100 Piezas		

Eleccion de aceros Horizonta Acero superior

Acer. Horizont. :	3/8	@	20.0 cm
Peso de acero(en ml) :	0.56 Kg		
long. de pieza (L.Reserv) :	25.40 m		
long. de pieza (A.Reserv) :	20.40 m		
Nº de piezas(L.Reserv) :	11 Piezas		
Nº de piezas(A.Reserv) :	11 Piezas		

3.3.3.2. Diseño de armadura en pantalla por falla por flexión para momento negativo

$$R_u = \frac{M_u}{b * d^2}$$

Ru = 1.77913

ρ = 0.00036

$$A_s = \rho * b * d$$

As = 2.664 cm^2

Área de Acero verticales = 12.000 cm^2

Área de Acero horizontal = 20.000 cm^2

Eleccion de aceros vertical

Acero longitudinal :	1/2	@	20.0 cm
Peso de acero(en ml) :	0.99 Kg		
long. de acero (L.Reserv) :	3.45 m		
long. de acero (A.Reserv) :	3.45 m		
Nº de piezas(L.Reserv) :	125.00 Piezas		
Nº de piezas(A.Reserv) :	100.00 Piezas		

Eleccion de aceros Horizontal

Acero Vertical :	3/8	@	20.0 cm
Peso de acero(en ml) :	0.56 Kg		
longitud de acero (L.Reserv) :	25.40 m		
longitud de acero (A.Reserv) :	20.40 m		
Nº de piezas(L.Reserv) :	11.00 Piezas		
Nº de piezas(A.Reserv) :	11.00 Piezas		

3.3.4. Determinación de momento último del comportamiento de reservorio en talón

$$W_{último} = 1.4 * P_{específico} * H$$

W ultimo (agua y concreto) = 4.40 Tn/m

W ultimo (Suelo) = 3.87 Tn/m

$$M_{último} = W_{último} * \frac{L^2}{3}$$

$M_{ultimo\ (agua,\ concreto)}$ (-) = 0.35 Tn/m

$$X = \frac{L}{3} * \frac{(2 * \delta_1 + \delta_2)}{(\delta_1 + \delta_2)}$$

$M_{ultimo\ de\ suelo}$ (+) = 0.57 Tn/m

3.3.4.1. Diseño de armadura en Talón por falla a flexión para momento negativo

$$R_u = \frac{M_u}{b * d^2}$$

Ru = 0.10990

ρ = -0.00012

$$A_s = \rho * b * d$$

As = -0.969 cm^2

Área de Acero verticales = 13.500 cm^2

Área de Acero horizontal = 22.500 cm^2

Eleccion de aceros Longitudinal

Acero longitudinal :	3/8	@	20.0 cm
Peso de acero(en ml) :	0.56 Kg		
long. de pieza (L.Reserv) :	1.00 m		
long. de pieza (A.Reserv) :	1.00 m		
Nº de piezas(L.Reserv) :	125.00 Piezas		
Nº de piezas(A.Reserv) :	100.00 Piezas		

Eleccion de aceros Transversal

Acero Vertical :	1/2	@	17.5 cm
Peso de acero(en ml) :	0.99 Kg		
long. de pieza (L.Reserv) :	25.40 m		
long. de pieza (A.Reserv) :	20.40 m		
Nº de piezas(L.Reserv) :	5.00 Piezas		
Nº de piezas(A.Reserv) :	5.00 Piezas		

3.3.4.2. Diseño de armadura en Talón por falla a flexión para momento positivo

$$R_u = \frac{M_u}{b * d^2}$$

Ru = 0.20832

ρ = -0.00009

$$A_s = \rho * b * d$$

As = -0.742 cm^2

Área de Acero verticales = 13.500 cm^2

Área de Acero horizontal = 22.500 cm^2

Eleccion de aceros Longitudinal

Acero longitudinal :	3/8	@	20.0 cm
Peso de acero(en ml) :	0.56 Kg		
long. de pieza (L.Reserv) :	1.00 m		
long. de pieza (A.Reserv) :	1.00 m		
Nº de piezas(L.Reserv) :	125.00 Piezas		
Nº de piezas(A.Reserv) :	100.00 Piezas		

Eleccion de aceros Transversal

Acero Vertical :	1/2	@	17.5 cm
Peso de acero(en ml) :	0.99 Kg		
long. de pieza (L.Reserv) :	25.40 m		
long. de pieza (A.Reserv) :	20.40 m		
Nº de piezas(L.Reserv) :	5.00 Piezas		
Nº de piezas(A.Reserv) :	5.00 Piezas		

3.3.5. Determinación de momento último según el comportamiento de reservorio en pie

$$W_{último} = 1.4 * P_{específico} * H$$

$W_{ultimo\ (suelo\ y\ concreto)}$ = 3.77 Tn/m

$W_{ultimo\ (Suelo)}$ = 3.58 Tn/m

$$M_{último} = W_{último} * \frac{L^2}{3}$$

$M_{ultimo\ (agua,\ concreto)}$ (-) = 1.51 Tn/m

$$X = \frac{L}{3} * \frac{(2 * \delta_1 + \delta_2)}{(\delta_1 + \delta_2)}$$

$M_{ultimo\ de\ suelo}$ (+) = 0.96 Tn/m

3.3.5.1. Diseño de armadura en pie por falla a flexión para momento negativo

$$R_u = \frac{M_u}{b * d^2}$$

Ru = 0.47156

ρ = -0.00002

$$A_s = \rho * b * d$$

As = -0.135 cm^2

Área de Acero verticales = 13.500 cm^2

Área de Acero horizontal = 22.500 cm^2

Eleccion de aceros Longitudinal

Acero longitudinal	:	3/8	@ 20.0 cm
Peso de acero(en ml)	:	0.56 Kg	
long. de pieza (L.Reserv)	:	1.40 m	
long. de pieza (A.Reserv)	:	1.40 m	
Nº de piezas(L.Reserv)	:	125.00 Piezas	
Nº de piezas(A.Reserv)	:	100.00 Piezas	

Eleccion de aceros Transversal

Acero Vertical	:	1/2	@ 17.5 cm
Peso de acero(en ml)	:	0.99 Kg	
long. de pieza (L.Reserv)	:	25.40 m	
long. de pieza (A.Reserv)	:	20.40 m	
Nº de piezas(L.Reserv)	:	7.00 Piezas	
Nº de piezas(A.Reserv)	:	7.00 Piezas	

3.3.5.2. Diseño de armadura en pie por falla a flexión para momento positivo

$$R_u = \frac{M_u}{b * d^2}$$

Ru = 0.34907

ρ = -0.00005

$$A_s = \rho * b * d$$

As = -0.417 cm^2

Área de Acero verticales = 13.500 cm^2

Área de Acero horizontal = 22.500 cm^2

Eleccion de aceros Longitudinal

Acero longitudinal :	3/8	@	20.0 cm
Peso de acero(en ml) :	0.56 Kg		
long. de pieza (L.Reserv) :	1.40 m		
long. de pieza (A.Reserv) :	1.40 m		
Nº de piezas(L.Reserv) :	125.00 Piezas		
Nº de piezas(A.Reserv) :	100.00 Piezas		

Eleccion de aceros Transversal

Acero Vertical :	1/2	@	17.5 cm
Peso de acero(en ml) :	0.99 Kg		
long. de pieza (L.Reserv) :	25.40 m		
long. de pieza (A.Reserv) :	20.40 m		
Nº de piezas(L.Reserv) :	7.00 Piezas		
Nº de piezas(A.Reserv) :	7.00 Piezas		

3.3.6. Determinación de refuerzo por contracción y por temperatura para losa

$$A_{s.mínimo} = 0.0020 * b * h$$

$$\text{As} = 8.0 \text{ cm}^2$$

Eleccion de aceros Longitudinal

Acero longitudinal :	1/2	@	20.0 cm
Peso de acero(en ml) :	0.99 Kg		
long. de pieza (L.Reserv) :	25.80 m		
Nº de piezas(L.Reserv) :	129.00 Piezas		

Eleccion de aceros Transversal

Acero Acero transversal	1/2	@	25.0 cm
Peso de acero(en ml) :	0.99 Kg		
long. de pieza (A.Reserv) :	20.80 m		
Nº de piezas(A.Reserv) :	84.00 Piezas		

3.4. Diseño de la Línea de Conducción y Distribución

Utilizaremos las ecuaciones de Hazen – Williams:

$$Q = 0.0178 * C * D^{2.63} * S^{0.54}$$

$$D = \left(\frac{10^7 * L * Q^{1.852}}{5.813 * C^{1.852} * h_f}\right)^{\frac{1}{4.87}}$$

$$h_f = \frac{10^7 * L * Q^{1.852}}{5.813 * C^{1.852} * D^{4.87}}$$

$$V = 1.9735 * \frac{Q}{D^2}$$

Tabla 48

Tramos de la Línea de conducción

LINEA DE CONDUCCIÓN															
Tramo		Nivel Dinámico		Longitud	Caudal	Pendiente Topografica	Diámetro Tentativo	Diámetro comercial	Diametro Interior	Velocidad	Hf	Pendiente Hidraulica	Altura	Presión	Observacion
Inicio	Final	Cota Sup.	Cota Inf.	(Km)	(Lt/seg)	S (m/km)	(plg)	Asumido (plg)	Asumido (plg)	(m/s)	(m)	S (m/km)	Piezometrica	(m)	
Reservorio	Conexión A	3103.39	3090.89	0.8868	14.12	14.10	4.52	**8**	7.925	0.44	0.81	0.91	3102.58	11.69	OK. !
Conexión A	Conexión B	3090.89	3062.89	0.45972	14.12	60.91	3.35	**6**	6.083	0.77	1.52	3.30	3089.37	26.48	OK. !
Conexión B	Conexión C	3062.89	2998.66	0.4055	14.12	158.40	2.75	**4**	4.134	1.74	8.78	21.65	3054.11	55.45	OK. !

Fuente: Elaboración propia

Tabla 49

Línea de Distribución

LINEA DE DISTRIBUCIÓN															
Tramo		**N° Hidrante**	**Nivel Dinámico**		**Longitud**	**Caudal**	**Pendiente Topográfica**	**Diámetro Tentativo**	**Diámetro comercial**	**Diámetro Interior**	**Velocidad**	**Hf**	**Pendiente Hidráulica**	**Altura**	**Presión**	**Observación**
Inicio	**Final**		**Cota Sup.**	**Cota Inf.**	**(Km)**	**(Lt/seg)**	**S (m/km)**	**(plg)**	**Asumido (plg)**	**Asumido (plg)**	**(m/s)**	**(m)**	**S (m/km)**	**Piezométrica**	**(m)**	
CONEXIÓN A																
NUDO 01	**H-01**	**1.00**	3097.500	3084.260	0.0231	0.32	573.33	0.51	**1**	1.118	0.62	0.29	12.74	3097.206	12.95	OK. !
NUDO 02	**H-02**	**3.00**	3097.500	3073.440	0.1041	0.95	231.18	0.94	**1**	1.118	1.87	10.12	97.22	3087.382	13.94	OK. !
NUDO 03	**H-03**	**2.00**	3096.820	3068.580	0.0453	0.63	623.92	0.65	**1**	1.118	1.25	2.08	45.92	3094.742	26.16	OK. !
NUDO 04	**H-04**	**2.00**	3095.870	3072.710	0.0396	0.63	584.44	0.66	**1**	1.118	1.25	1.82	45.92	3094.050	21.34	OK. !
NUDO 05	**H-05**	**2.00**	3095.940	3069.270	0.0404	0.63	659.76	0.65	**1**	1.118	1.25	1.86	45.92	3094.084	24.81	OK. !
NUDO 06	**H-06**	**3.00**	3095.500	3064.440	0.0772	0.95	402.20	0.84	**1**	1.118	1.87	7.51	97.22	3087.992	23.55	OK. !
NUDO 07	**H-07**	**3.00**	3094.340	3058.370	0.0886	0.95	405.84	0.83	**1**	1.118	1.87	8.62	97.22	3085.723	27.35	OK. !
NUDO 08	**H-08**	**3.00**	3094.62	3055.59	0.0951	0.95	410.28	0.83	**1**	1.118	1.87	9.25	97.22	3085.371	29.78	OK. !
NUDO 09	**H-09**	**4.00**	3093.72	3054.86	0.0984	1.27	395.12	0.84	**1**	1.118	2.50	16.28	165.54	3077.439	22.58	OK. !
NUDO 10	**H-10**	**3.00**	3092.14	3052.65	0.0957	0.95	412.45	0.73	**1**	1.118	1.87	9.31	97.22	3082.832	30.18	OK. !
CONEXIÓN B																
NUDO 11	**H-11**	**2.00**	3088.59	3049.50	0.0619	0.63	631.30	0.65	**1**	1.118	1.25	2.84	45.92	3085.747	36.25	OK. !
NUDO 12	**H-12**	**2.00**	3087.83	3060.15	0.0680	0.63	407.03	0.71	**1**	1.118	1.25	3.12	45.92	3084.707	24.56	OK. !
NUDO 13	**H-13**	**2.00**	3087.22	3059.81	0.0759	0.63	361.37	0.73	**1**	1.118	1.25	3.48	45.92	3083.737	23.93	OK. !
NUDO 14	**H-14**	**3.00**	3085.97	3043.01	0.1133	0.95	379.05	0.85	**1**	1.118	1.87	11.02	97.22	3074.951	31.94	OK. !
NUDO 15	**H-15**	**2.00**	3084.69	3060.17	0.0625	0.63	392.26	0.72	**1**	1.118	1.25	2.87	45.92	3081.820	21.65	OK. !
NUDO 16	**H-16**	**3.00**	3084.14	3045.78	0.1060	0.95	361.88	0.85	**1**	1.118	1.87	10.31	97.22	3073.834	28.05	OK. !
NUDO 17	**H-17**	**4.00**	3081.88	3027.34	0.1437	1.27	379.67	0.94	**1**	1.118	2.50	23.78	165.54	3058.100	30.76	OK. !
NUDO 18	**H-18**	**3.00**	3074.08	3028.83	0.1108	0.95	408.50	0.83	**1**	1.118	1.87	10.77	97.22	3063.311	34.48	OK. !
NUDO 19	**H-19**	**4.00**	3070.79	3026.13	0.1190	1.27	375.38	0.95	**1**	1.118	2.50	19.69	165.54	3051.095	24.97	OK. !
NUDO 20	**H-20**	**4.00**	3067.20	3009.60	0.0489	1.27	1178.06	0.75	**1**	1.118	2.50	8.09	165.54	3059.106	49.51	OK. !
CONEXIÓN C																
NUDO 21	**H-21**	**3.00**	3053.55	3003.58	0.0794	0.95	629.32	0.76	**1**	1.118	1.87	7.72	97.22	3045.830	42.25	OK. !
NUDO 22	**H-22**	**2.00**	3013.27	2997.64	0.0654	0.63	239.00	0.80	**1**	1.118	1.25	3.00	45.92	3010.267	12.63	OK. !
NUDO 23	**H-23**	**2.00**	3011.80	2998.63	0.0542	0.63	243.19	0.79	**1**	1.118	1.25	2.49	45.92	3009.313	10.68	OK. !
NUDO 24	**NUDO 24-I**	**1.00**	3007.44	3003.35	0.0377	0.32	108.60	0.72	**1**	1.118	0.62	0.48	12.74	3006.960	3.61	OK. !
NUDO 24-I	**H-24**	**1.00**	3003.35	2996.23	0.0170	0.32	419.02	0.55	**1**	1.118	0.62	0.22	12.74	3006.744	10.51	OK. !
NUDO 24-I	**H-25**	**1.00**	3003.35	3000.54	0.0124	0.32	227.51	0.62	**1**	1.118	0.62	0.16	12.74	3006.803	6.26	OK. !

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO IV: PRESUPUESTO

4.1. Presupuesto Total

Tabla 50

Presupuesto Total elaborado con S10

Presupuesto

Presupuesto	**0203005**	**DISEÑO HIDRÁULICO DE LA CAPTACIÓN DE LAS AGUAS DEL RIO COLCA PARA EL RIEGO DE 15 HECTÁREAS DEL SECTOR DE SANTA RITA, DISTRITO DE SAN PEDRO DE CHANA, HUARI, ANCASH**	
Subpresupuesto	**001**	**DISEÑO DE CAPTACIÓN**	
Cliente	**LOZANO PAZ YUBELI, CHICOMA LLUEN JUAN CARLOS**	Costo al	**24/02/2026**
Lugar	**ANCASH - HUARI - SAN PEDRO DE CHANA**		

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	**OBRAS PROVISIONALES Y PRELIMINARES**				**18,552.18**
01.01	**OBRAS PRELIMINARES**				**18,552.18**
01.01.01	CAMPAMENTO PROVISIONAL DE LA OBRA	m2	160.00	39.66	6,345.60
01.01.02	CARTEL DE IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA DE 4.80 X 3.60 m	und	1.00	983.54	983.54
01.01.03	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE MAQUINARIA Y EQUIPOS	glb	1.00	11,223.04	11,223.04
02	**SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL**				**36,354.23**
02.01	ELABORACION, IMPLEMENTACIÓN Y ADMINISTRACIÓN DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	glb	1.00	3,403.34	3,403.34
02.02	EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL	glb	1.00	24,807.77	24,807.77
02.03	EQUIPOS DE PROTECCION COLECTIVA	glb	1.00	5,935.34	5,935.34
02.04	RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIAS EN SEGURIDAD Y SALUD DURANTE EL TRABAJO	glb	1.00	2,207.78	2,207.78
03	**CAPTACIÓN TIPO BOCATOMA**				**69,999.18**
03.01	**DESVIO PROVISIONAL DEL RIO**				**2,388.78**
03.01.01	**TRABAJOS PRELIMINARES**				**109.50**
03.01.01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	30.00	1.34	40.20
03.01.01.02	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR DE ESTRUCTURAS	m2	30.00	2.31	69.30
03.01.02	**MOVIMIENTO DE TIERRAS**				**1,417.20**
03.01.02.01	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO DE MATERIAL GRAVOSO	m3	30.00	47.24	1,417.20
03.01.03	**REPRESAMIENTO**				**862.08**
03.01.03.01	LLENADO DE COSTALES CON ARENA	m3	3.00	51.36	154.08
03.01.03.02	COLOCACION Y RETIRO DE COSTALES DE ARENA	und	60.00	11.80	708.00
03.02	**BOCATOMA TIPO TIROLESA**				**67,610.40**
03.02.01	**TRABAJOS PRELIMINARES**				**602.25**
03.02.01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	165.00	1.34	221.10
03.02.01.02	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR DE ESTRUCTURAS	m2	165.00	2.31	381.15
03.02.02	**MOVIMIENTO DE TIERRAS**				**7,737.22**
03.02.02.01	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO DE MATERIAL GRAVOSO	m3	107.23	47.24	5,065.55
03.02.02.02	REFINE Y NIVELACION	m2	124.23	1.12	139.14

03.02.02.03	RELLENO COMPACTADO MANUAL MATERIAL PROPIO	m3	0.33	24.18	7.98
03.02.02.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D=30 M	m3	128.28	19.68	2,524.55
03.02.03	**ESTRUCTURAS DE PROTECCION EN CAPTACION**				**2,738.37**
03.02.03.01	ENROCADO EN CAPTACION CON MATERIAL DE LA ZONA TAM. 10"-36"	m3	8.05	340.17	2,738.37
03.02.04	**OBRAS DE CONCRETO SIMPLE**				**5,801.50**
03.02.04.01	CONCRETO f'c=175 kg/cm2	m3	2.19	505.04	1,106.04
03.02.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO - CARAVISTA	m2	11.36	79.39	901.87
03.02.04.03	SOLADO DE CONCRETO f'c=100 Kg/cm2 E=75 mm	m2	88.47	42.88	3,793.59
03.02.05	**CONCRETO ARMADO**				**41,088.64**
03.02.05.01	CONCRETO f'c=210 kg/cm2	m3	54.65	539.19	29,466.73
03.02.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	47.12	82.09	3,868.08
03.02.05.03	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2	kg	1,152.13	6.73	7,753.83
03.02.06	**JUNTAS**				**2,519.02**
03.02.06.01	JUNTAS WATER STOP 4"	m	29.40	11.03	324.28
03.02.06.02	JUNTAS DE AISLAMIENTO 1"	m	9.00	243.86	2,194.74
03.02.07	**INSTALACION DE ACCESORIOS**				**744.77**
03.02.07.01	INSTALACION DE ESCALERA METALICA	und	1.00	679.47	679.47
03.02.07.02	ESCALA LIMNIMETRICA (L = 0.60 M)	und	1.00	65.30	65.30
03.02.08	**CARPINTERIA METALICA**				**6,378.63**
03.02.08.01	COMPUERTA METALICA DE 1.00X1.00M DE 1/4" C/ANGULO 2" X 2" X 3/16"	und	1.00	938.17	938.17
03.02.08.02	COMPUERTA METALICA DE 0.50X0.80M DE 3/16" C/ANGULO 1 1/2"X1 1/2"X3/16"	und	2.00	856.17	1,712.34
03.02.08.03	REJILLA METALICA DE 2.00 x 0.50M	und	1.00	1,426.24	1,426.24
03.02.08.04	LOSA METÁLICA PARA MANIOBRA	und	1.00	893.24	893.24
03.02.08.05	VOLANTE DE COMPUERTA METALICA DE DIAMETRO 50cm	und	2.00	84.82	169.64
03.02.08.06	TAPA CON PLANCHA METALICA ESTRIADA DE 1.55 m x 2.15m	m2	3.00	413.00	1,239.00
04	**RESERVORIO 1000m³**				**393,031.63**
04.01	**TRABAJOS PRELIMINARES**				**2,235.00**
04.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO	m2	500.00	2.36	1,180.00
04.01.02	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	m2	500.00	2.11	1,055.00
04.02	**MOVIMIENTO DE TIERRAS**				**119,475.15**
04.02.01	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO DE MATERIAL GRAVOSO	m3	1,951.76	47.24	92,201.14
04.02.02	REFINE Y NIVELACION	m2	464.64	1.12	520.40
04.02.03	RELLENO COMPACTADO MANUAL MATERIAL PROPIO	m3	211.15	24.18	5,105.61
04.02.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D=30 M	m3	1,100.00	19.68	21,648.00
04.03	**CONCRETO SIMPLE**				**513.32**
04.03.01	SOLADO DE CONCRETO SIMPLE FC=100 KG/CM2, e=2"	m3	7.46	68.81	513.32
04.04	**CONCRETO ARMADO**				**213,238.49**
04.04.01	CONCRETO f'c=210 kg/cm2	m3	155.10	539.19	83,628.37
04.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	483.40	82.09	39,682.31
04.04.03	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2	kg	13,362.23	6.73	89,927.81
04.05	**REVOQUES Y ENLUCIDOS**				**7,136.40**
04.05.01	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTE	m2	216.32	32.99	7,136.40
04.06	**CURADO**				**709.16**
04.06.01	CURADO DE CONCRETO	m2	716.32	0.99	709.16
04.07	**JUNTAS DE DILATACIÓN**				**48,785.94**

04.07.01	JUNTAS DE AISLAMIENTO 1"	m	191.40	243.86	46,674.80
04.07.02	JUNTAS WATER STOP 4"	m	191.40	11.03	2,111.14
04.08	**ACCESORIOS EN RESERVORIO**				**938.17**
04.08.01	COMPUERTA METALICA DE 1.00X1.00M DE 1/4" C/ANGULO 2" X 2" X 3/16"	und	1.00	938.17	938.17
05	**LINEA DE CONDUCCIÓN**				**206,614.55**
05.01	**TRABAJOS PRELIMINARES**				**4,223.21**
05.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO	m2	944.79	2.36	2,229.70
05.01.02	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	m2	944.79	2.11	1,993.51
05.02	**MOVIMIENTO DE TIERRAS**				**41,162.03**
05.02.01	EXCAVACION DE ZANJA EN TERRENO NORMAL	m3	566.87	39.36	22,312.00
05.02.02	REFINE Y COMPACTACIÓN DE FONDO DE ZANJA	m2	944.79	7.39	6,982.00
05.02.03	CAMA DE APOYO CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO, E=0.10m	m	1,889.58	2.63	4,969.60
05.02.04	RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO	m3	472.40	9.88	4,667.31
05.02.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D=30 M	m3	113.37	19.68	2,231.12
05.03	**TUBERIA Y ACCESORIOS**				**161,229.31**
05.03.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA HDPE D=200mm PN-8	m	1,024.36	87.31	89,436.87
05.03.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA HDPE D=160mm PN-8	m	459.72	61.56	28,300.36
05.03.03	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA HDPE D=110mm PN-8	m	405.50	42.76	17,339.18
05.03.04	UNIÓN POR TERMOFUSIÓN	pto	248.00	89.15	22,109.20
05.03.05	PRUEBA HIDRAULICA EN TUBERIAS	m	1,889.58	2.14	4,043.70
06	**RED DE DISTRIBUCION**				**37,879.59**
06.01	**TRABAJOS PRELIMINARES**				**3,085.19**
06.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO	m2	690.20	2.36	1,628.87
06.01.02	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	m2	690.20	2.11	1,456.32
06.02	**MOVIMIENTO DE TIERRAS**				**30,073.43**
06.02.01	EXCAVACION DE ZANJA EN TERRENO NORMAL	m3	414.20	39.36	16,302.91
06.02.02	REFINE Y COMPACTACIÓN DE FONDO DE ZANJA	m2	690.20	7.39	5,100.58
06.02.03	CAMA DE APOYO CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO, E=0.10m	m	1,380.40	2.63	3,630.45
06.02.04	RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO	m3	345.10	9.88	3,409.59
06.02.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D=30 M	m3	82.82	19.68	1,629.90
06.03	**TUBERIA Y ACCESORIOS**				**4,720.97**
06.03.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA HDPE D=32mm PN-8	m	1,380.40	1.28	1,766.91
06.03.02	PRUEBA HIDRAULICA EN TUBERIAS	m	1,380.40	2.14	2,954.06
07	**VALVULA DE CONTROL**				**17,145.07**
07.01	**TRABAJOS PRELIMINARES**				**47.29**
07.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO	m2	10.58	2.36	24.97
07.01.02	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	m2	10.58	2.11	22.32
07.02	**MOVIMIENTO DE TIERRAS**				**569.57**
07.02.01	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO NORMAL	m3	8.57	33.73	289.07
07.02.02	REFINE Y COMPACTACIÓN DE FONDO DE ZANJA	m2	10.58	7.39	78.19
07.02.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	10.28	19.68	202.31
07.03	**CONCRETO ARMADO**				**4,120.15**
07.03.01	ACERO F´y=4200 KG/CM2 GRADO 60	kg	32.27	6.56	211.69
07.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	27.25	82.09	2,236.95
07.03.03	CONCRETO f'c=210 kg/cm2	m3	3.05	539.19	1,644.53

07.03.04	CURADO DE CONCRETO	m2	27.25	0.99	26.98
07.04	**SISTEMA DE DRENAJE**				**348.05**
07.04.01	GRAVA DE 1/2" PARA DRENAJE	m3	1.26	276.23	348.05
07.05	**TUBERIA Y ACCESORIOS**				**10,431.31**
07.05.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE VALVULA DE CONTROL	und	10.00	1,027.33	10,273.30
07.05.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ACCESORIOS	glb	1.00	158.01	158.01
07.06	**CARPINTERIA METALICA**				**1,628.70**
07.06.01	TAPA METALICA DE 1.20 X 0.70 m e=3/16" INC. MARCO	und	5.00	162.87	814.35
07.06.02	TAPA METALICA DE 1.00 X 0.60 m e=3/16" INC. MARCO	und	3.00	162.87	488.61
07.06.03	TAPA METALICA DE 0.80 X 0.50 m e=3/16" INC. MARCO	und	2.00	162.87	325.74
08	**VALVULA DE PURGA**				**6,703.69**
08.01	**TRABAJOS PRELIMINARES**				**20.38**
08.01.01	LIMPIEZA Y DESBROCE DEL TERRENO	m2	4.56	2.36	10.76
08.01.02	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	m2	4.56	2.11	9.62
08.02	**MOVIMIENTO DE TIERRAS**				**142.30**
08.02.01	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO NORMAL	m3	2.74	33.73	92.42
08.02.02	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	m3	1.64	13.37	21.93
08.02.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	1.42	19.68	27.95
08.03	**TUBERIA Y ACCESORIOS**				**6,541.01**
08.03.01	CAJA DE PLASTICO 0.60 x 0.40 INC. TAPA	und	25.00	100.98	2,524.50
08.03.02	SUMINISTRO E INSTALACION DE VALVULA DE PURGA	und	25.00	154.34	3,858.50
08.03.03	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ACCESORIOS	glb	1.00	158.01	158.01
09	**VALVULA DE AIRE**				**3,947.33**
09.01	**TRABAJOS PRELIMINARES**				**7.50**
09.01.01	LIMPIEZA Y DESBROCE DEL TERRENO	m2	1.68	2.36	3.96
09.01.02	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	m2	1.68	2.11	3.54
09.02	**MOVIMIENTO DE TIERRAS**				**71.19**
09.02.01	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO NORMAL	m3	1.01	33.73	34.07
09.02.02	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	m3	1.01	13.37	13.50
09.02.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	1.20	19.68	23.62
09.03	**TUBERIA Y ACCESORIOS**				**3,868.64**
09.03.01	CAJA DE PLASTICO 0.60 x 0.40m INC. TAPA	und	7.00	100.98	706.86
09.03.02	SUMINISTRO E INSTALACION DE VALVULA DE AIRE	und	7.00	429.11	3,003.77
09.03.03	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ACCESORIOS	glb	1.00	158.01	158.01
10	**HIDRANTES DE RIEGO**				**65,273.56**
10.01	**TRABAJOS PRELIMINARES**				**128.74**
10.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO	m2	28.80	2.36	67.97
10.01.02	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	m2	28.80	2.11	60.77
10.02	**MOVIMIENTO DE TIERRAS**				**1,798.44**
10.02.01	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO NORMAL	m3	27.65	33.73	932.63
10.02.02	REFINE Y COMPACTACIÓN DE FONDO	m2	28.80	7.39	212.83
10.02.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	33.18	19.68	652.98
10.03	**CONCRETO SIMPLE**				**29,949.61**
10.03.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	276.48	82.09	22,696.24
10.03.02	CONCRETO f'c=175 kg/cm2	m3	13.82	505.04	6,979.65
10.03.03	CURADO DE CONCRETO	m2	276.48	0.99	273.72
10.04	**INSTALACIONES SANITARIAS**				**20,443.65**

10.04.01	HIDRANTE DE RIEGO	und	73.00	108.25	7,902.25
10.04.02	BRAZO PORTATIL DE RIEGO ALIMENTADO POR UN EXTREMO CON UN ASPERSOR	und	73.00	171.80	12,541.40
10.05	**CARPINTERIA METALICA**				**12,953.12**
10.05.01	TAPA METALICA DE 0.30 X 0.40 m e=3/16" INC. MARCO	und	73.00	177.44	12,953.12
11	**CAPACITACIÓN DE LOS BENEFICIARIOS**				**2,542.37**
11.01	CAPACITACION TECNICA EN USO Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO	glb	1.00	2,542.37	2,542.37
12	**FLETE**				**93,396.72**
12.01	FLETE TERRESTRE	glb	1.00	29,308.56	29,308.56
12.02	FLETE RURAL	glb	1.00	64,088.16	64,088.16
	COSTO DIRECTO				**951,440.10**
	GASTOS GENERALES				**95,144.01**
	UTILIDAD				**47,572.01**

	SUBTOTAL				**1,094,156.12**
	IGV				**196,948.10**

	VALOR REFERENCIAL				**1,291,104.22**
	ELABORACION DE EXPEDIENTE TECNICO				**41,200.00**
	SUPERVISION				**35,000.00**
	TOTAL DE PRESUPUESTO				**1,367,304.22**
	SON: UN MILLON TRESCIENTOS SESENTISIETE MIL TRESCIENTOS CUATRO Y 22/100 NUEVOS SOLES				

Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIONES

Según el diagnóstico realizado se identificaron las condiciones geográficas y ambientales del área de estudio, lo cual está ubicada en las coordenadas UTM GWS 84, zona 18S: 8957203.87 N - 277314.07 S, a 3220 msnm. Realizado el levantamiento topográfico en el área de estudio se logró determinar el área levantada 15.32 has, con un perímetro de 3733 m.

Los estudios básicos realizados como el estudio de mecánica de suelos se pudo determinar la clasificación del suelo, además de la capacidad portante 1.69 kg/cm², 1.65 kg/cm2 y 1.60 kg/cm2 de las 3 calicatas respectivamente. Para el estudio hidrológico se identificó la microcuenca afluente del Rio Colca, todo este procedimiento se hizo mediante el programa ArcGIS 10.8, para obtener los parámetros geomorfológicos. Mediante la información de las estaciones meteorológicas aledañas a la microcuenca, obteniendo las precipitaciones; se logró generar las precipitaciones para el proyecto, en el área de estudio, y así poder realizar las diferentes distribuciones probabilísticas; para lo cual se concluye con el cálculo del Caudal en un tiempo de retorno de 50 años, Q=6.644 m³/s. El estudio de Impacto ambiental se planteó pronosticar resultados basados en la realidad de la relación entre una investigación y el entorno ambiental, mediante la matriz de Leopold y se concluyó que el proyecto es viable. En el estudio de Riesgos evaluamos los peligros y riesgos posibles en el área del proyecto, utilizamos la matriz de IPERC, llegando a la conclusión de poder reevaluar los peligros y mejorando el control de las acciones.

El diseño hidráulico comprende Bocatoma tipo tirolesa, reservorio y Líneas de conducción y distribución; la bocatoma opera con un caudal de Q = 6.644 m³/s, se calculó un caudal de diseño captado por la rejilla de 14.12 L/s, el cual se conducirá hacia el reservorio que tiene una capacidad total de 1000 m³ (850 m³ volumen útil y 150 m³ volumen muerto). Las líneas de conducción

utilizan tuberías HDPE de diámetros 200 mm, 160 mm y 110 mm y velocidades de flujo 0.44, 0.77 y 1.74 m/s respectivamente, mientras que la línea de distribución utiliza tuberías HDPE de 32 mm.

El presupuesto total del proyecto asciende a 1,367,304.22, con un costo de mano de obra de 310,520.91, materiales de 503,687.96, equipos de 43,702.05 y subcontratos por 93,396.72; además de gastos generales, utilidad, elaboración de expediente técnico y supervisión. Lo que evidencia una inversión significativa pero viable, teniendo en consideración los beneficios sociales, económicos y ambientales para la población.

RECOMENDACIONES

Dada la propuesta, se recomienda implementar el diseño hidráulico de la captación de las aguas del rio colca para el riego de 15 hectáreas del sector de santa Rita, en el distrito de San Pedro de Chana, Huari, Ancash; se ha demostrado ser eficiente, viable y sostenible. Además, es esencial continuar con el monitoreo de la captación para asegurar su rendimiento óptimo y adaptarse a posibles cambios en las condiciones locales.

En relación al estudio hidrológico, se recomienda implementar con tecnologías de monitoreo en tiempo real para controlar la cantidad de agua aplicada y la humedad del suelo. Estas tecnologías ayudarán a optimizar la programación del riego y a utilizar el agua de manera más eficiente, reduciendo el desperdicio.

Para el diseño hidráulico de la bocatoma tipo tirolesa, reservorio, la red de conducción y distribución, se recomienda realizar simulaciones hidráulicas adicionales y pruebas piloto en el sector antes de la implementación completa. Estas pruebas permitirán verificar el diseño y hacer los ajustes necesarios para asegurar una distribución uniforme y eficiente del agua.

En cuanto al presupuesto, se recomienda buscar fuentes de financiamiento y apoyo técnico de instituciones gubernamentales y no gubernamentales para la implementación del diseño hidráulico para el sistema de riego. Además, es importante capacitar a los pobladores en el mantenimiento y operación del sistema para asegurar su sostenibilidad y eficiencia a largo plazo.

REFERENCIAS

Aguirre Aire (2022), “Diseño hidráulico de la línea de conducción para uso de riego en la comunidad Antahurán”.

Chacón, (2018) “Diseño de Estructura Hidráulica para La Captación y Almacenamiento De Aguas De Escorrentía Superficial En El Municipio De San Jacinto (Bolívar)”.

Córdova Pérez (2023), “Diseño hidráulico de los sistemas de abastecimiento de agua potable, alcantarillado y con UBS en la localidad la Lima del Distrito de Querocoto - Cajamarca”.

Córdova y Linares (2017), “Propuesta de Obras Hidráulicas Para el Sistema Captación, Conducción y Distribución de Agua para el Sector Menor de Riego de La Comunidad Campesina de Pasambara- Santiago De Chuco”.

Córdova y Linares (2017), “Propuesta de Obras Hidráulicas Para el Sistema Captación, Conducción y Distribución de Agua para el Sector Menor de Riego de La Comunidad Campesina de Pasambara- Santiago De Chuco”.

Cusma Saldaña (2023), “Diseño del sistema de agua potable de la ciudad de Llama, provincia de Chota- región Cajamarca”.

Guadalupe Aguilar (2018), “Diseño hidráulico de la bocatoma de fondo tipo tirolesa en el río Hozorato para el abastecimiento de agua potable de la localidad de Santa Teresita, provincia de Satipo, departamento de Junín – Perú”.

Muñoz Herrera (2018), “Diseño hidráulico de captación, línea de conducción y reservorio para el abastecimiento de agua potable del poblado rural de San José de la comunidad de Alto Marca, Espinar - Cusco”.

Quispe Palomino (2021), “Diseño hidráulico de obras de captación y conducción para mejorar la eficiencia del canal de riego, Porta Cruz - Ayacucho”.

Rodriguez Correa (2022), “Diseño Hidráulico del Sistema de Riego por Aspersión en el Caserío Laymina Alta, Distrito de Jesús-Cajamarca”.

Veramendi Calco (2021), “Diseño de captación para autopropulsión de agua de río a través de tuberías HDPE para riego tecnificado en Huacaybamba”.

Yáñez Romero (2020), “Diseño de obras hidráulicas para sistema de captación, conducción y distribución de agua para uso agrícola, canal derivación Nanchoc - Cajamarca”.

ANEXOS

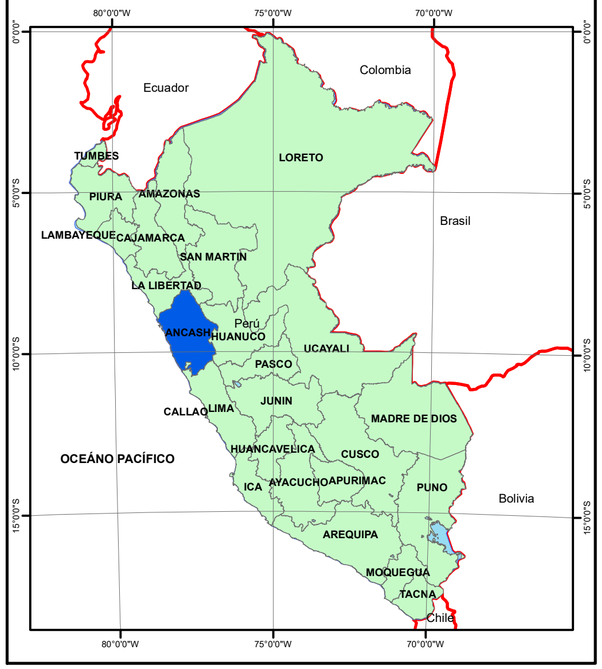
UBICACIÓN DEL DISTRITO DE SAN PEDRO DE CHANA



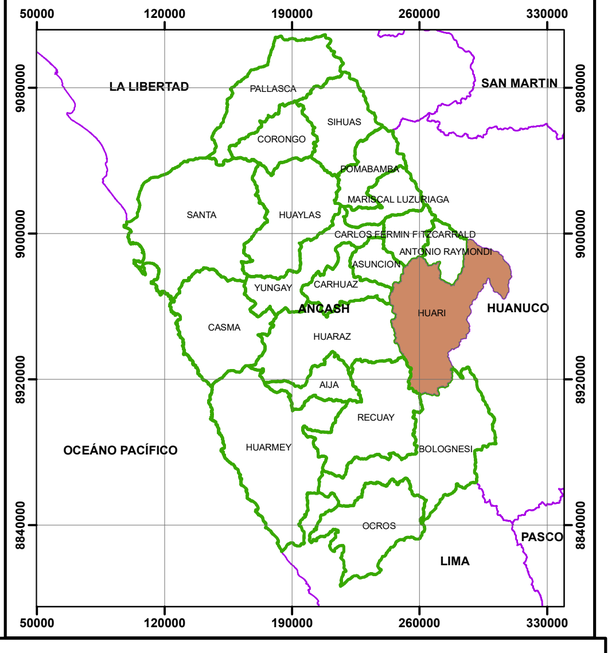
LEYENDA

- RIOS
- COLCA PROYECTO
- LIMITE DISTRITAL
- CENTRO POBLADO
- CP SANTA RITA

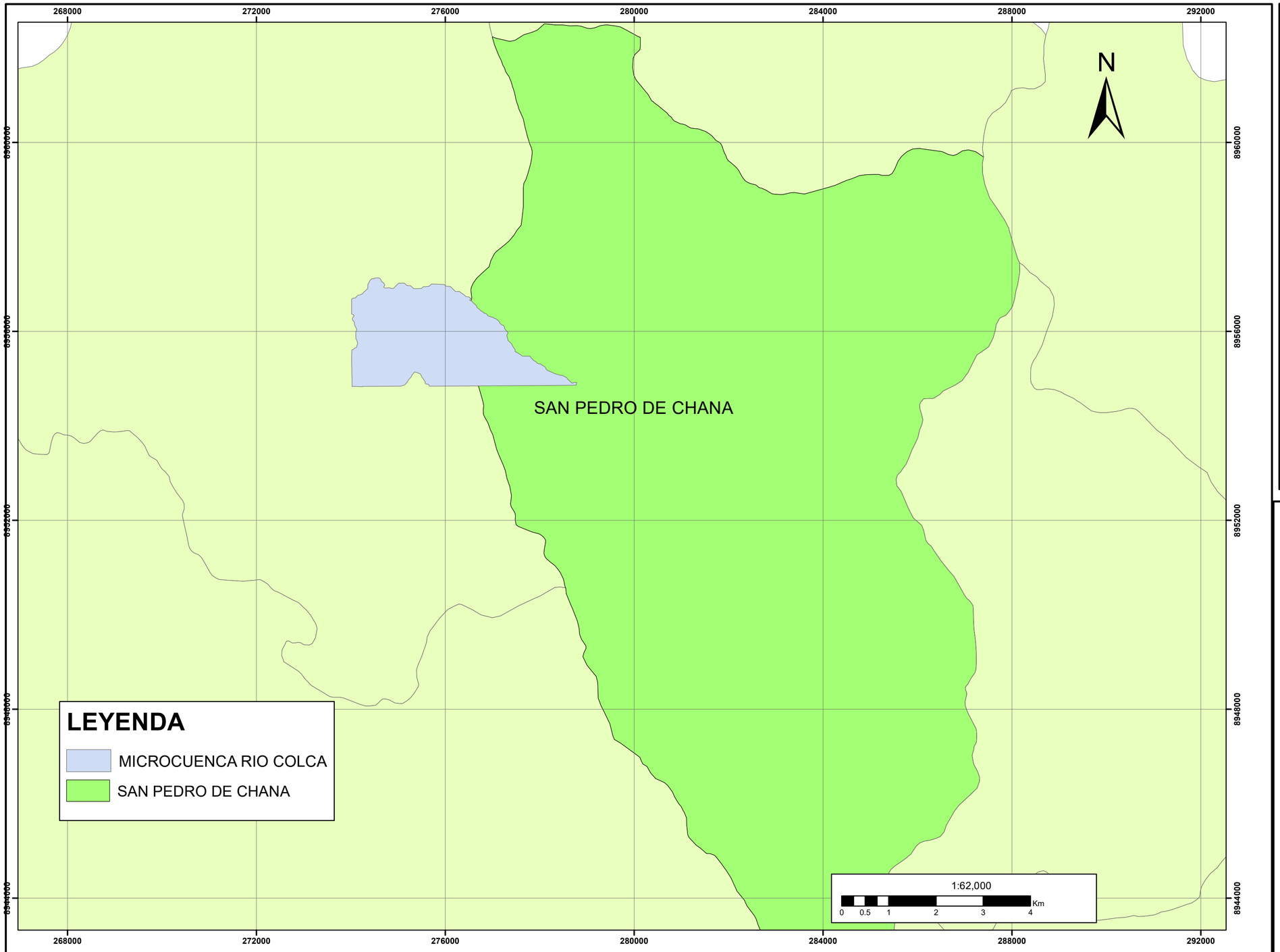
UBICACIÓN REGIÓN ANCASH



UBICACIÓN PROVINCIA DE HUARI



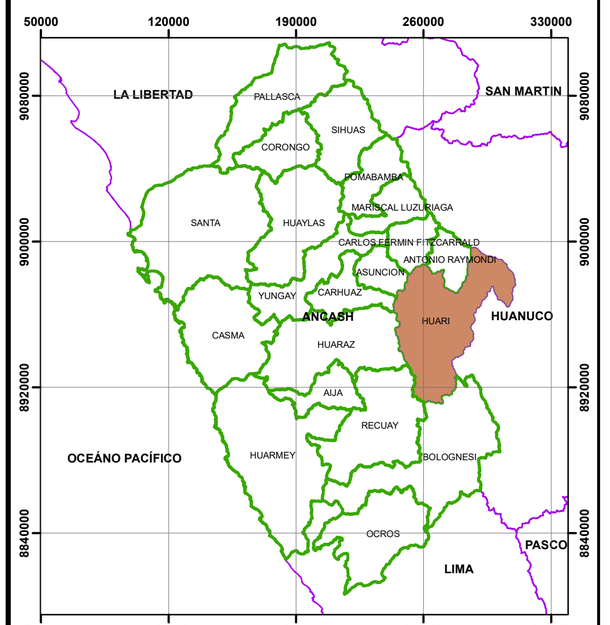
PROYECTO: "DISEÑO HIDRÁULICO DE LA CAPTACIÓN DE LAS AGUAS DEL RIO COLCA PARA EL RIEGO DE 15 HECTÁREAS DEL SECTOR DE SANTA RITA, DISTRITO DE SAN PEDRO DE CHANA, HUARI, ANCASH"	**SISTEMA DE PROYECCION CARTOGRÁFICA** **DATUM:** UTM - WGS 84 **ZONA UTM:** 18 SUR **CUADRÍCULA:** 19 - i	**ESCALA:** INDICADA **FECHA:** FEBRERO DEL 2026	**PLANO:** PLANO DE UBICACIÓN	**LÁMINA:** PU - 01



UBICACIÓN REGIÓN ANCASH



UBICACIÓN PROVINCIA DE HUARI



PROYECTO:

"DISEÑO HIDRÁULICO DE LA CAPTACIÓN DE LAS AGUAS DEL RIO COLCA PARA EL RIEGO DE 15 HECTÁREAS DEL SECTOR DE SANTA RITA, DISTRITO DE SAN PEDRO DE CHANA, HUARI, ANCASH"

SISTEMA DE PROYECCION CARTOGRÁFICA

DATUM: UTM - WGS 84

ZONA UTM: 18 SUR

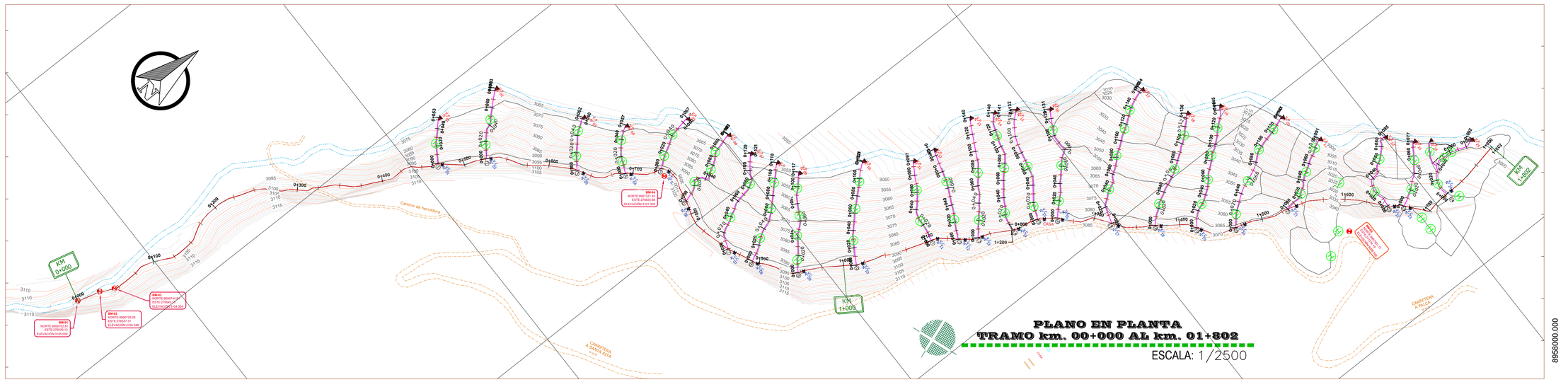
CUADRÍCULA: 19 - i

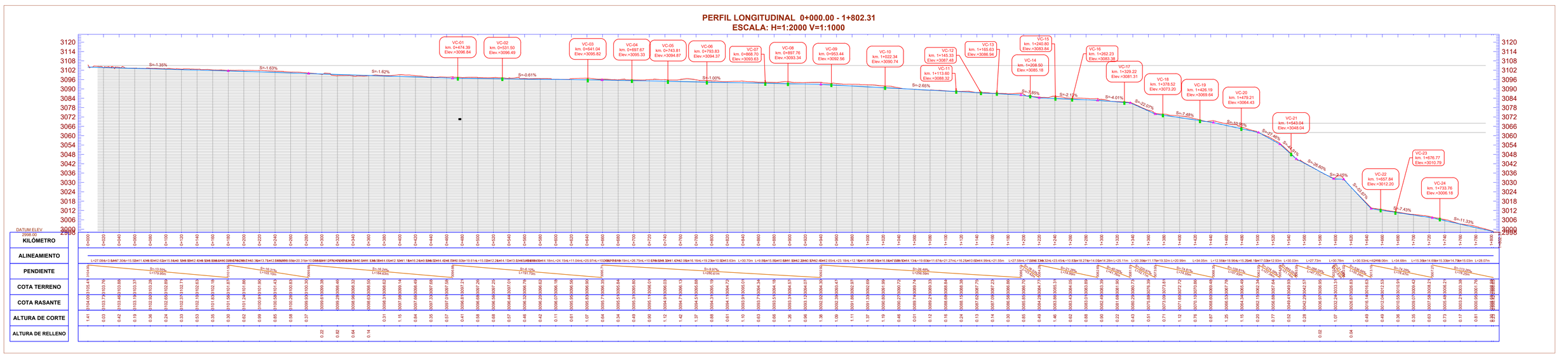
ESCALA: INDICADA

FECHA: FEBRERO DEL 2026

PLANO: PLANO HIDROLÓGICO

LÁMINA: PH - 01



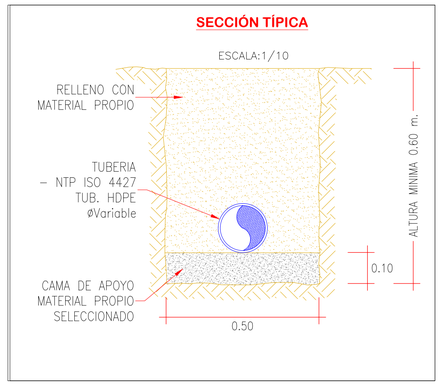


1. LAS UNIDADES MOSTRADAS EN EL PLANO ESTÁN EN EL SISTEMA INTERNACIONAL SALVO OTRA INDICACIÓN.
2. LAS ELEVACIONES ESTÁN REFERIDAS A ALTURAS ORTOMÉTRICAS (msnm).
3. LA CUADRÍCULA ESTÁ REFERIDA AL DATUM WGS 84, SISTEMA DE COORDENADAS UTM, ZONA 18S.
4. TODAS LAS ELEVACIONES Y COORDENADAS EN ESTOS PLANOS DEBERÁN SER VERIFICADAS EN CAMPO.

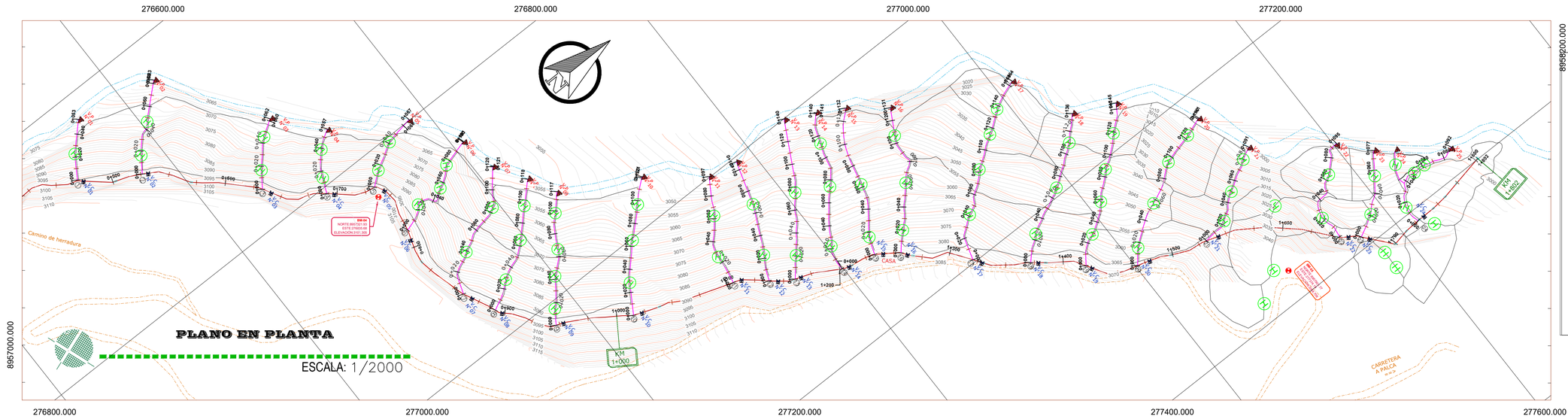
LEYENDA GENERAL

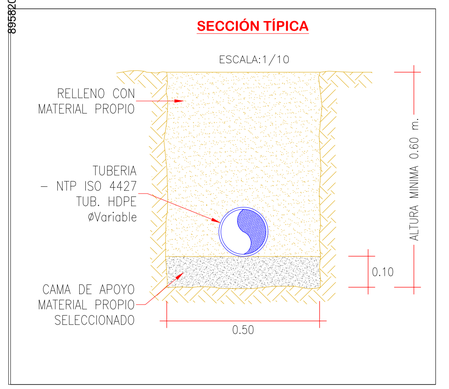
CASA EXISTENTE.	CASA
CURVAS PRIMARIAS	
CURVAS SECUNDARIAS	
CAMINO DE HERRADURA	
HIDRANTE	H
VALVULA DE CONTROL	
VALVULA DE PURGA	
CURSO DE RIO	
BENCH MARK	

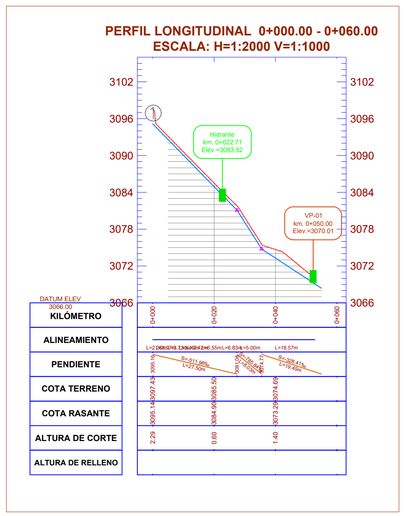
SECCIÓN TÍPICA

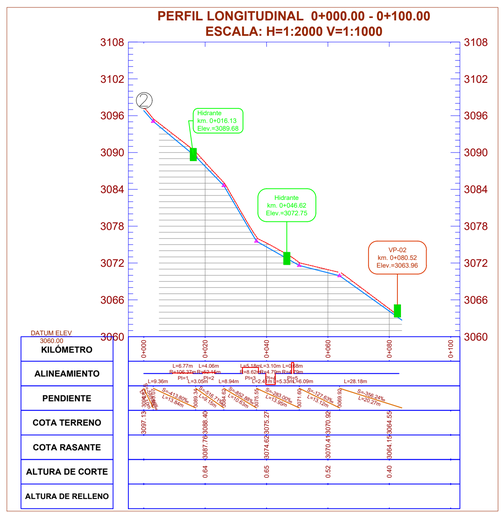


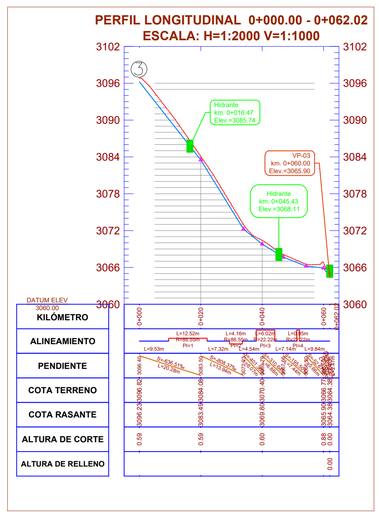
"UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO" LAMBAYEQUE - PERU	PROYECTO: "DISEÑO HIDRÁULICO DE LA CAPTACIÓN DE LAS AGUAS DEL RIO COLCA PARA EL RIEGO DE 15 HECTÁREAS DEL SECTOR DE SANTA RITA, DISTRITO DE SAN PEDRO DE CHANA, HUARI, ANCASH"	SISTEMA DE PROYECCION CARTOGRAFICA: DATUM: UTM - WGS84 ZONA UTM: 18 SUR CUADRICULA: 19-i	ESCALA: INDICADA FECHA: FEBRERO DEL 2026
PLANO: PLANTA Y PERFIL	LAMINA: PP-01 01/04		

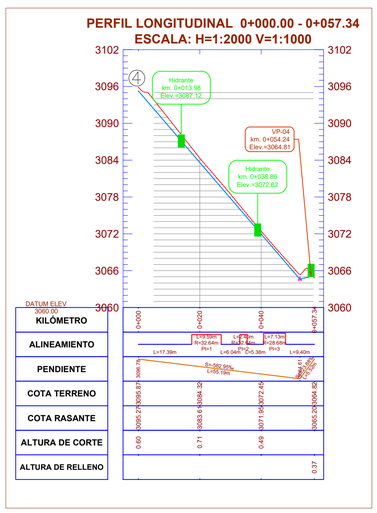


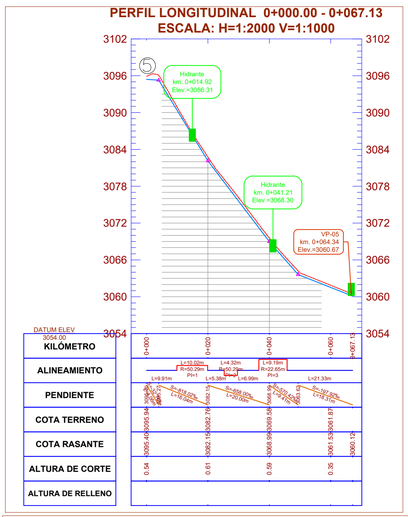


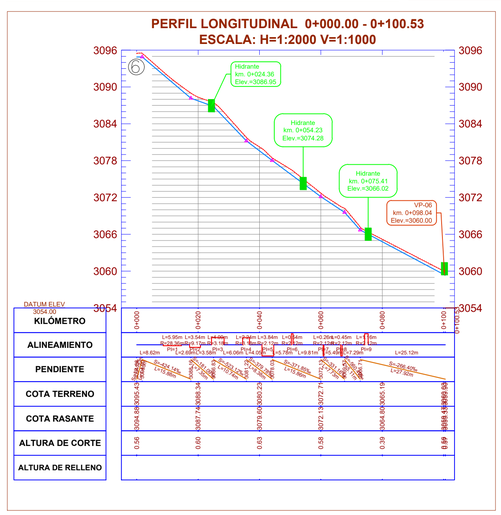


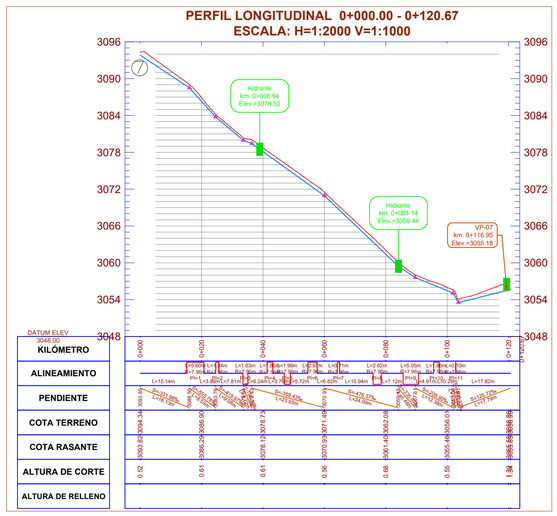


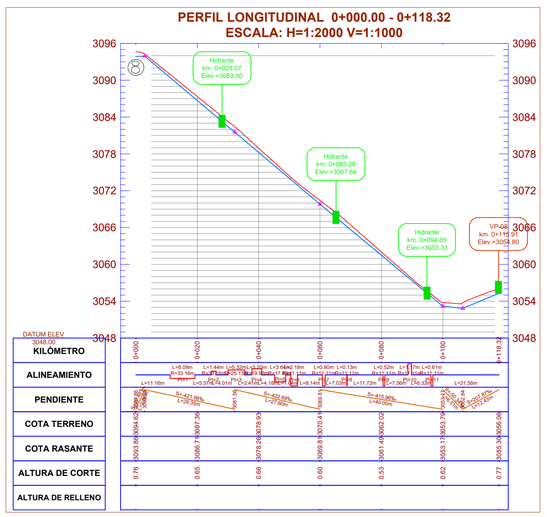


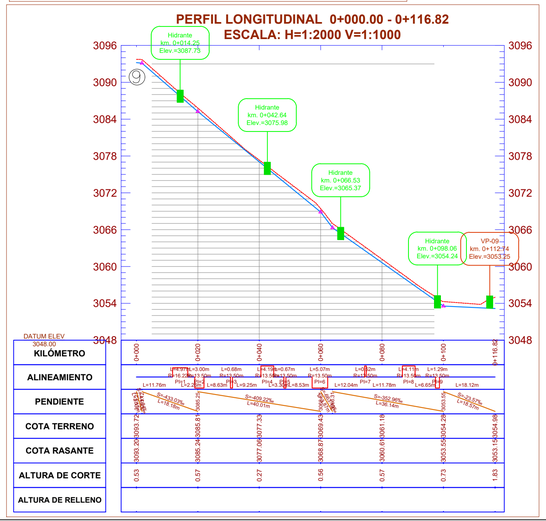












LEYENDA GENERAL

CASA EXISTENTE.	CASA
CURVAS PRIMARIAS	
CURVAS SECUNDARIAS	
CAMINO DE HERRADURA	
HIDRANTE	H
VALVULA DE CONTROL	
VALVULA DE PURGA	
CURSO DE RIO	
BENCH MARK	

1. LAS UNIDADES MOSTRADAS EN EL PLANO ESTÁN EN EL SISTEMA INTERNACIONAL SALVO OTRA INDICACIÓN.
2. LAS ELEVACIONES ESTÁN REFERIDAS A ALTURAS ORTOMÉTRICAS (msnm).
3. LA CUADRÍCULA ESTÁ REFERIDA AL DATUM WGS 84, SISTEMA DE COORDENADAS UTM, ZONA 18S.
4. TODAS LAS ELEVACIONES Y COORDENADAS EN ESTOS PLANOS DEBERÁN SER VERIFICADAS EN CAMPO.

"UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO" LAMBAYEQUE - PERU

PROYECTO:

"DISEÑO HIDRÁULICO DE LA CAPTACIÓN DE LAS AGUAS DEL RIO COLCA PARA EL RIEGO DE 15 HECTÁREAS DEL SECTOR DE SANTA RITA, DISTRITO DE SAN PEDRO DE CHANA, HUARI, ANCASH"

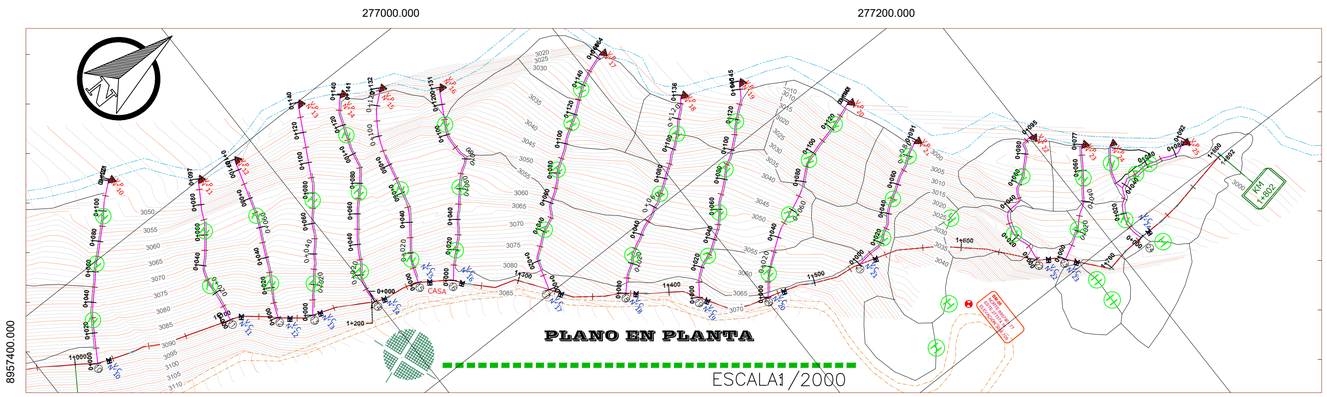
SISTEMA DE PROYECCION CARTOGRAFICA:

DATUM:	UTM - WGS84
ZONA UTM:	18 SUR
CUADRICULA:	19-i

ESCALA:	INDICADA
FECHA:	FEBRERO DEL 2026

PLANO: PLANTA Y PERFIL

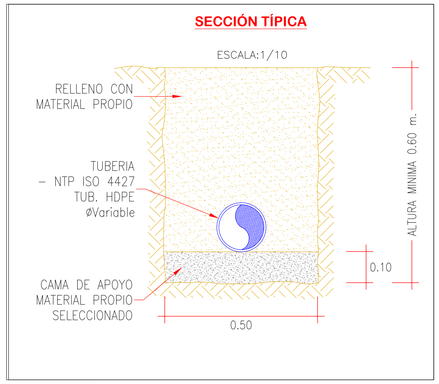
LAMINA: PP-02 02/04



LEYENDA GENERAL

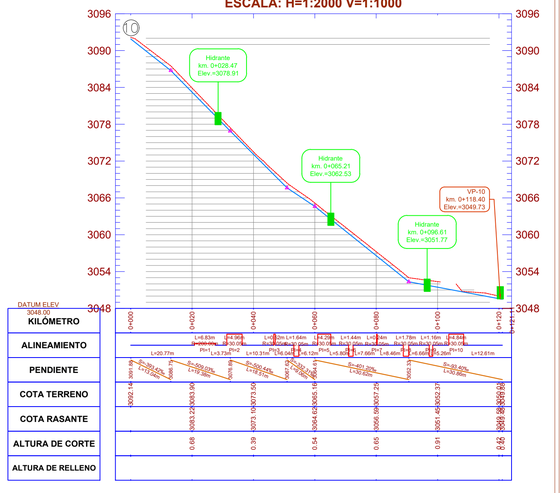
CASA EXISTENTE.	CASA
CURVAS PRIMARIAS	
CURVAS SECUNDARIAS	
CAMINO DE HERRADURA	
HIDRANTE	H
VALVULA DE CONTROL	
VALVULA DE PURGA	
CURSO DE RIO	
BENCH MARK	

SECCIÓN TÍPICA



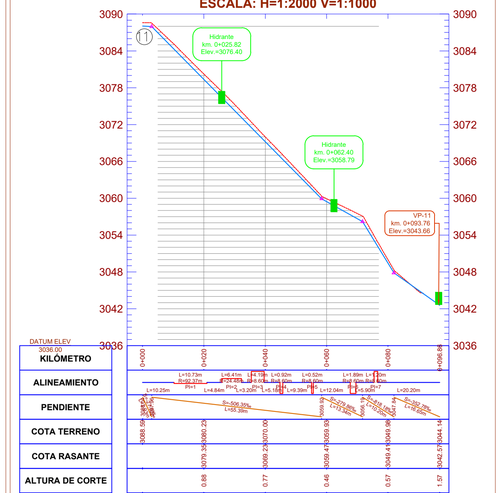
277200.000

PERFIL LONGITUDINAL 0+000.00 - 0+121.11
ESCALA: H=1:2000 V=1:1000

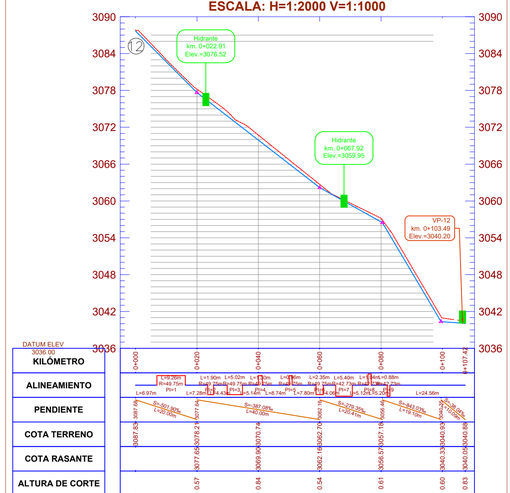


277400.000

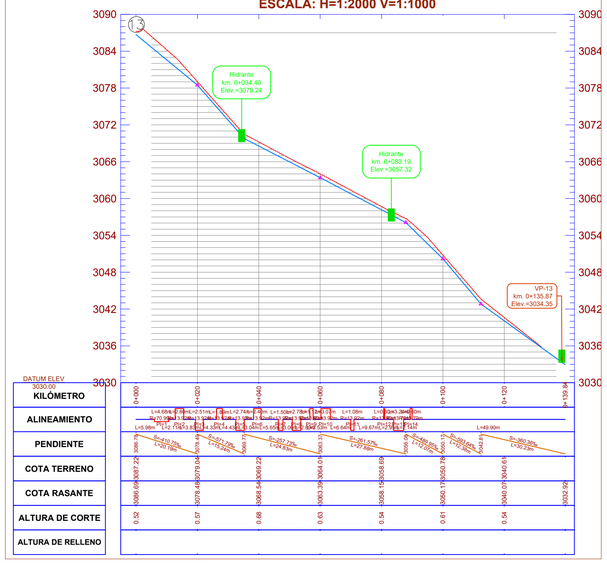
PERFIL LONGITUDINAL 0+000.00 - 0+096.86
ESCALA: H=1:2000 V=1:1000



PERFIL LONGITUDINAL 0+000.00 - 0+107.42
ESCALA: H=1:2000 V=1:1000

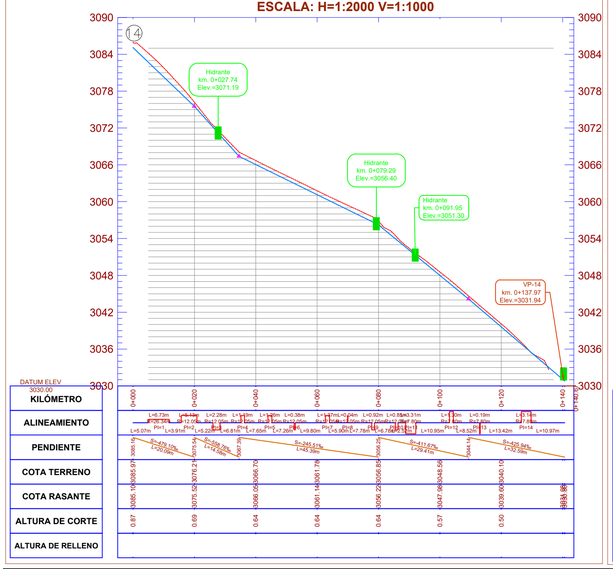


PERFIL LONGITUDINAL 0+000.00 - 0+139.84
ESCALA: H=1:2000 V=1:1000

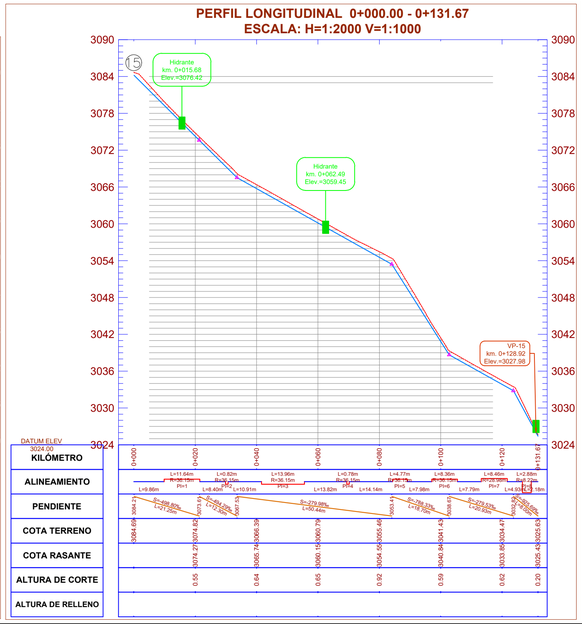


1. LAS UNIDADES MOSTRADAS EN EL PLANO ESTÁN EN EL SISTEMA INTERNACIONAL SALVO OTRA INDICACIÓN.
2. LAS ELEVACIONES ESTÁN REFERIDAS A ALTURAS ORTOMÉTRICAS (msnm).
3. LA CUADRÍCULA ESTÁ REFERIDA AL DATUM WGS 84, SISTEMA DE COORDENADAS UTM, ZONA 18S.
4. TODAS LAS ELEVACIONES Y COORDENADAS EN ESTOS PLANOS DEBERÁN SER VERIFICADAS EN CAMPO.

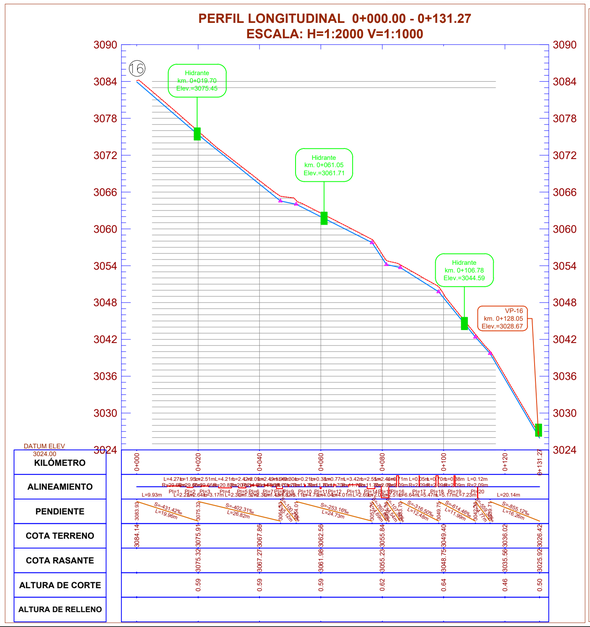
PERFIL LONGITUDINAL 0+000.00 - 0+140.67
ESCALA: H=1:2000 V=1:1000



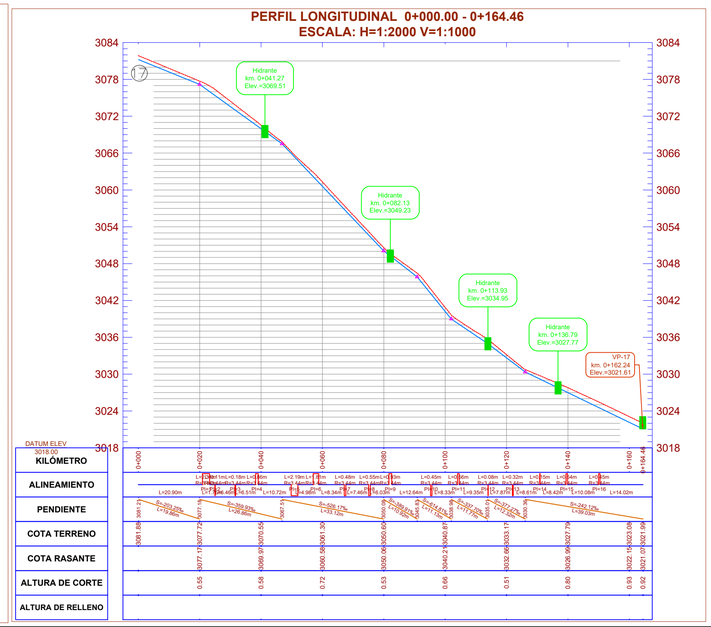
PERFIL LONGITUDINAL 0+000.00 - 0+131.67
ESCALA: H=1:2000 V=1:1000



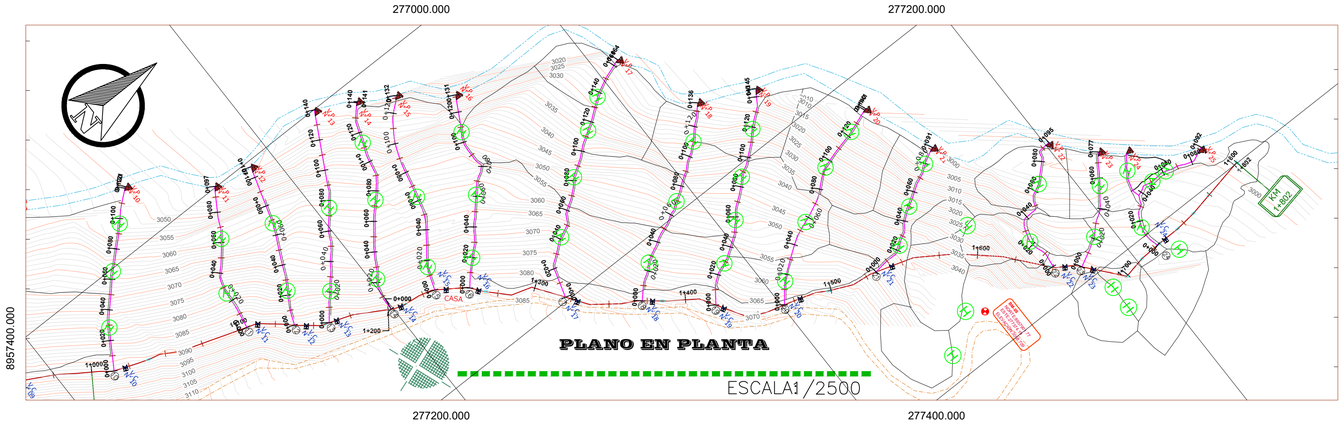
PERFIL LONGITUDINAL 0+000.00 - 0+131.27
ESCALA: H=1:2000 V=1:1000



PERFIL LONGITUDINAL 0+000.00 - 0+164.46
ESCALA: H=1:2000 V=1:1000



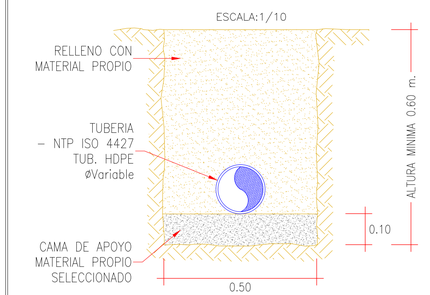
"UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO" LAMBAYEQUE - PERU	PROYECTO: "DISEÑO HIDRÁULICO DE LA CAPTACIÓN DE LAS AGUAS DEL RIO COLCA PARA EL RIEGO DE 15 HECTÁREAS DEL SECTOR DE SANTA RITA, DISTRITO DE SAN PEDRO DE CHANA, HUARI, ANCASH"	SISTEMA DE PROYECCION CARTOGRAFICA: DATUM: UTM - WGS84 ZONA UTM: 18 SUR CUADRICULA: 19-i	ESCALA: INDICADA FECHA: FEBRERO DEL 2026
	PLANO: PLANTA Y PERFIL	LAMINA: PP-03 03/04	



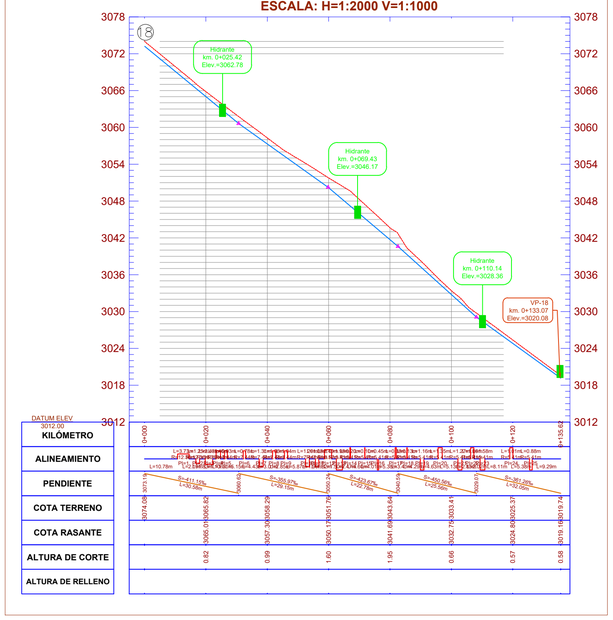
LEYENDA GENERAL

CASA EXISTENTE.	CASA
CURVAS PRIMARIAS	
CURVAS SECUNDARIAS	
CAMINO DE HERRADURA	
HIDRANTE	H
VALVULA DE CONTROL	
VALVULA DE PURGA	
CURSO DE RIO	
BENCH MARK	

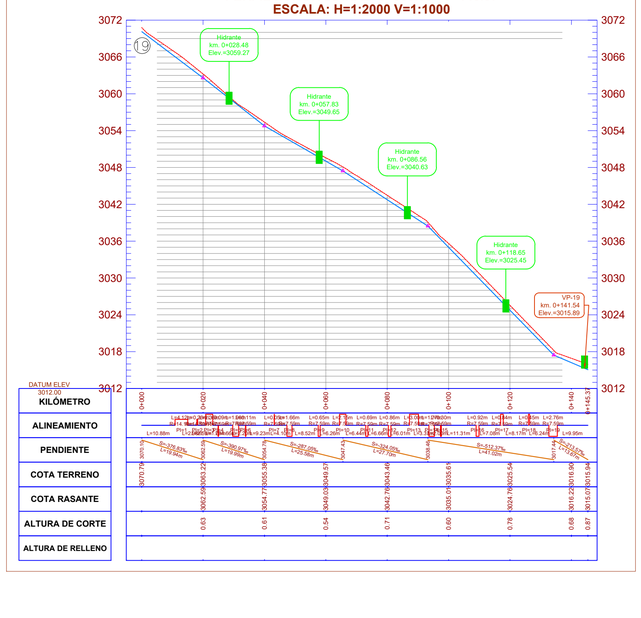
SECCIÓN TÍPICA



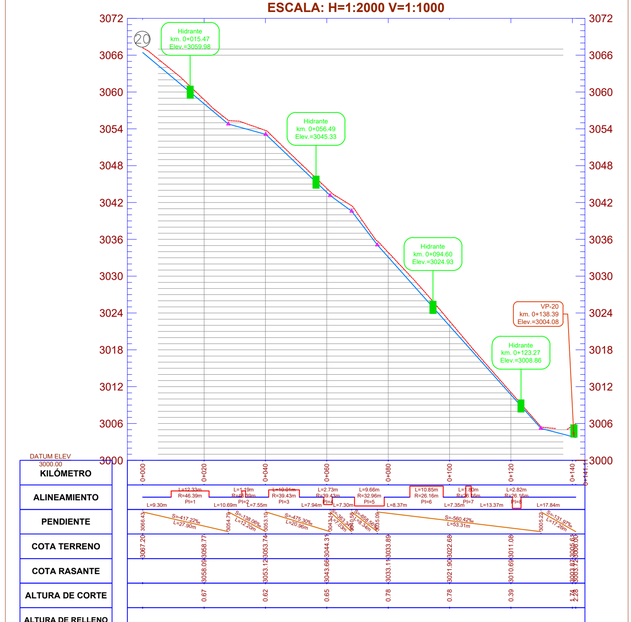
PERFIL LONGITUDINAL 0+000.00 - 0+135.62
ESCALA: H=1:2000 V=1:1000



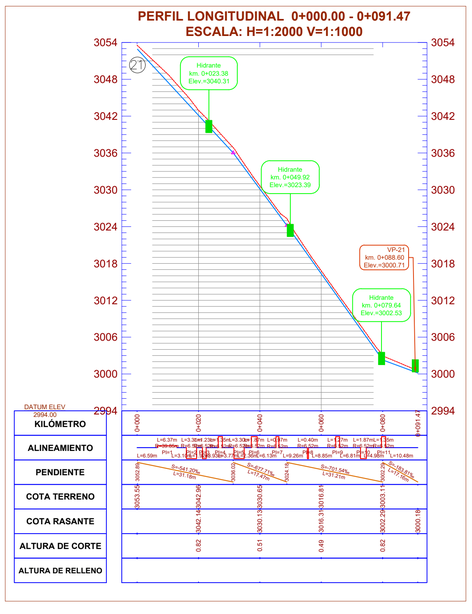
PERFIL LONGITUDINAL 0+000.00 - 0+145.37
ESCALA: H=1:2000 V=1:1000



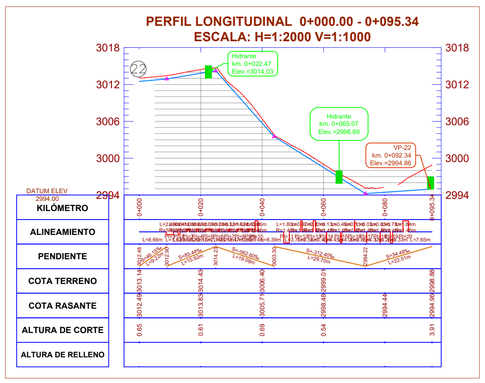
PERFIL LONGITUDINAL 0+000.00 - 0+141.11
ESCALA: H=1:2000 V=1:1000



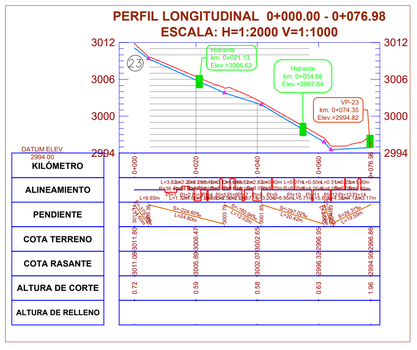
PERFIL LONGITUDINAL 0+000.00 - 0+091.47
ESCALA: H=1:2000 V=1:1000



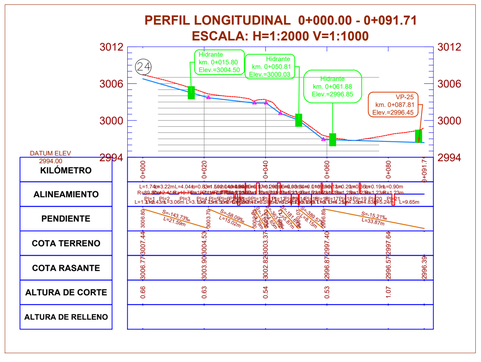
PERFIL LONGITUDINAL 0+000.00 - 0+095.34
ESCALA: H=1:2000 V=1:1000



PERFIL LONGITUDINAL 0+000.00 - 0+076.98
ESCALA: H=1:2000 V=1:1000



PERFIL LONGITUDINAL 0+000.00 - 0+091.71
ESCALA: H=1:2000 V=1:1000



1. LAS UNIDADES MOSTRADAS EN EL PLANO ESTÁN EN EL SISTEMA INTERNACIONAL SALVO OTRA INDICACIÓN.
2. LAS ELEVACIONES ESTÁN REFERIDAS A ALTURAS ORTOMÉTRICAS (msnm).
3. LA CUADRICULA ESTÁ REFERIDA AL DATUM WGS 84, SISTEMA DE COORDENADAS UTM, ZONA 18S.
4. TODAS LAS ELEVACIONES Y COORDENADAS EN ESTOS PLANOS DEBERÁN SER VERIFICADAS EN CAMPO.

"UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO" LAMBAYEQUE - PERU

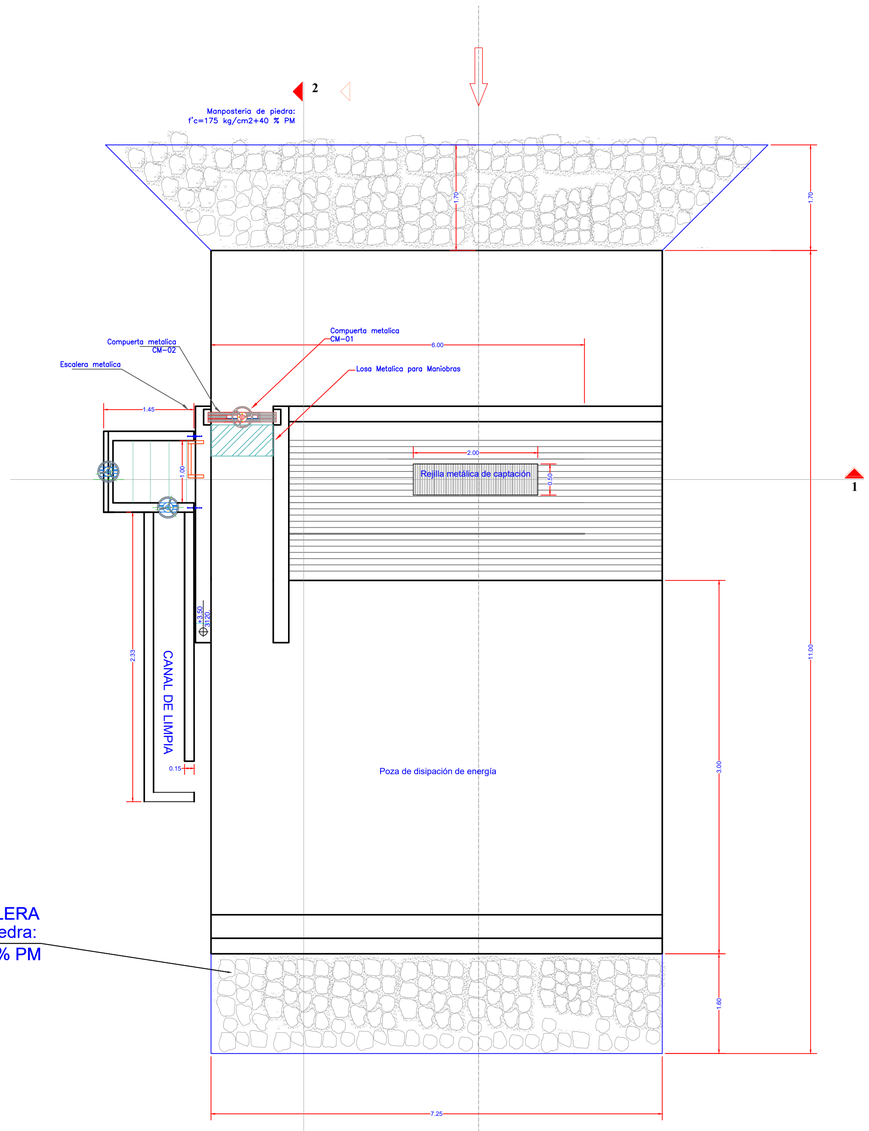
PROYECTO: "DISEÑO HIDRÁULICO DE LA CAPTACIÓN DE LAS AGUAS DEL RIO COLCA PARA EL RIEGO DE 15 HECTÁREAS DEL SECTOR DE SANTA RITA, DISTRITO DE SAN PEDRO DE CHANA, HUARI, ANCASH"

SISTEMA DE PROYECCION CARTOGRAFICA:
DATUM: UTM - WGS84
ZONA UTM: 18 SUR
CUADRICULA: 19-i

ESCALA: INDICADA
FECHA: FEBRERO DEL 2026

PLANO: PLANTA Y PERFIL

LAMINA: PP-04 04/04



ESCOLLERA
Mamposteria de piedra:
f'c=175 kg/cm2+40 % PM

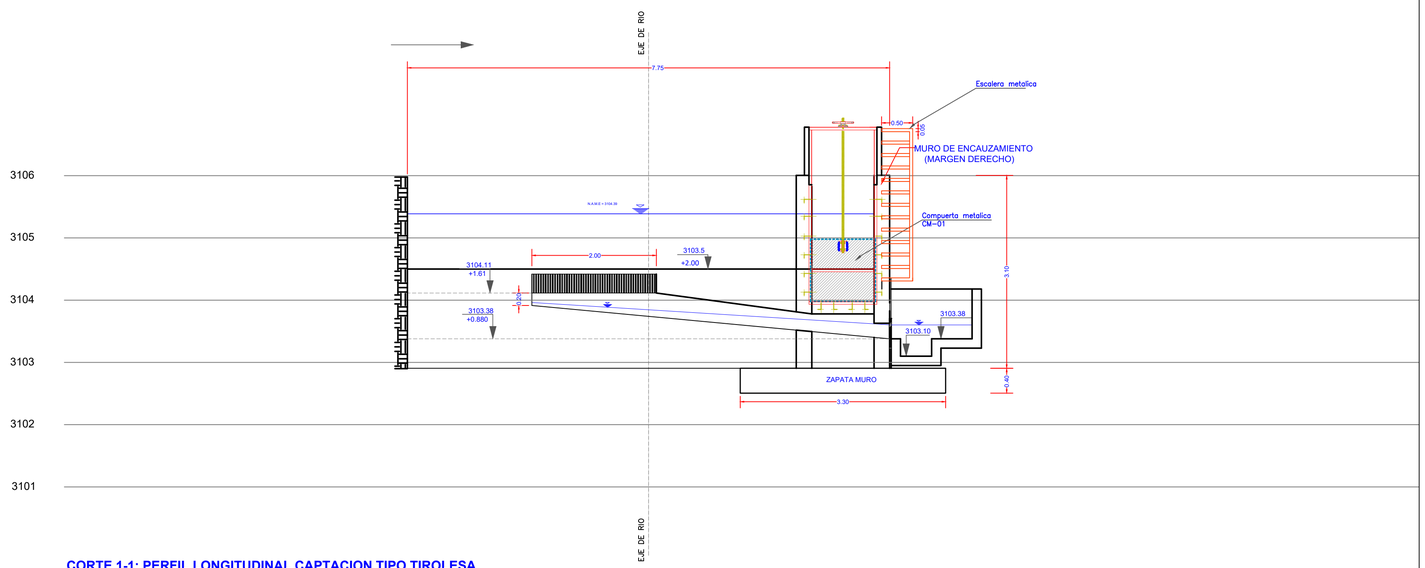
LEYENDA

Cota absoluta	
Niv. terminado respecto a ±0.00	
	DIRECCION DE FLUJO
	EJE

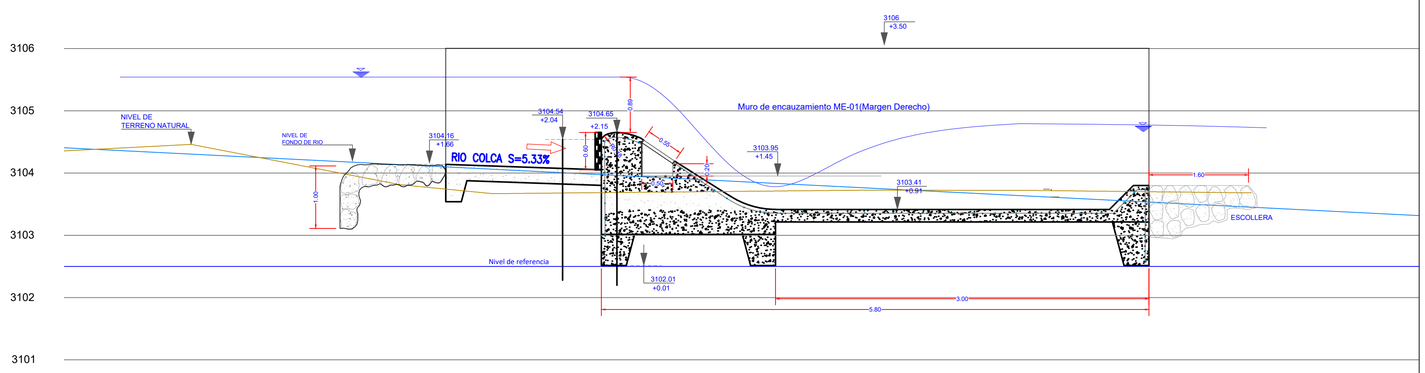
CAPTACIÓN BOCATOMA: PLANTA
ESCALA 1/50

RIO COLCA

CAPTACIÓN: PLANTA
ESCALA 1/50



CORTE 1-1: PERFIL LONGITUDINAL CAPTACION TIPO TIROLESA
ESCALA 1/50



CORTE 2-2: PERFIL TRANVERSAL CAPTACION BOCATOMA TIPO TIROLESA
ESCALA 1/50

LEYENDA

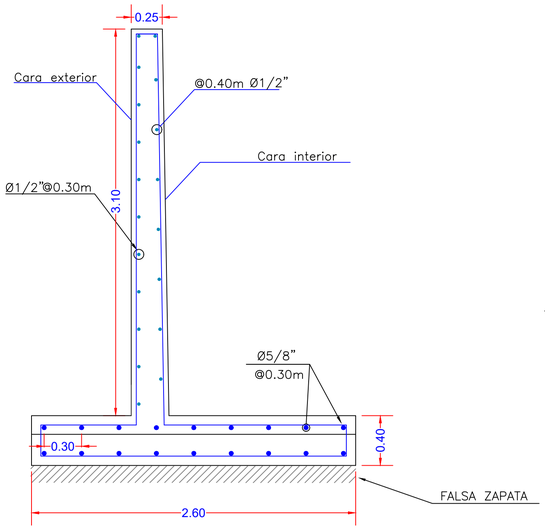
Cota absoluta	
Niv. terminado respecto a ±0.00	
	DIRECCION DE FLUJO
	EJE



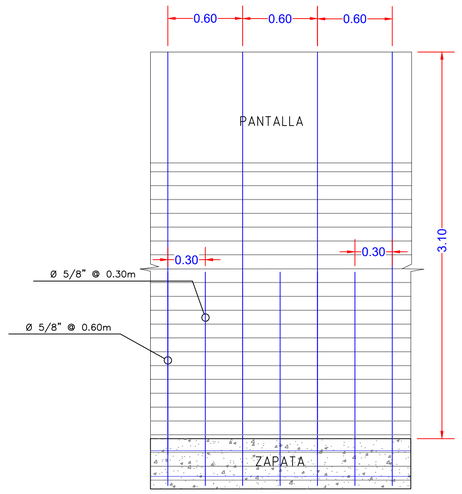
DETALLE: ESCALA LIMNIMETRICA

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO LAMBAYEQUE - PERU	PROYECTO: "DISEÑO HIDRÁULICO DE LA CAPTACIÓN DE LAS AGUAS DEL RIO COLCA PARA EL RIEGO DE 15 HECTÁREAS DEL SECTOR DE SANTA RITA, DISTRITO DE SAN PEDRO DE CHANA, HUARI, ANCASH"	ESCALA: INDICADA FECHA: FEBRERO DEL 2026	PLANO: PLANTA Y PERFIL - BOCATOMA TIPO TIROLESA	LÁMINA: PP- 01

DETALLE MURO INTERIOR



ESCALA 1/25

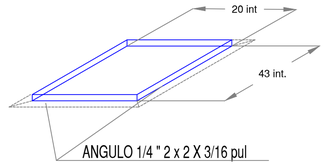


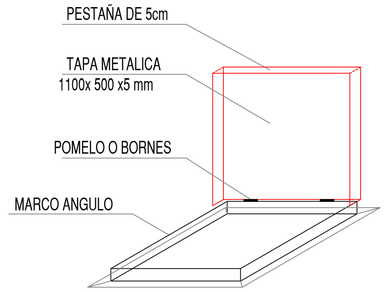
DETALLE DE COLOCACIÓN DE ACERO EN FORMA ALTERNADA CARA INTERIOR

ESCALA 1/25

DETALLE DE LOSA METALICA PARA MANIOBRA

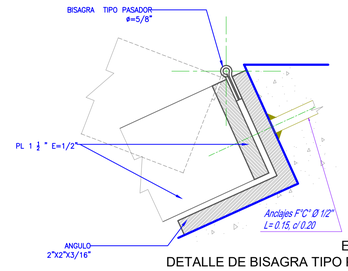
Escala. 1/250





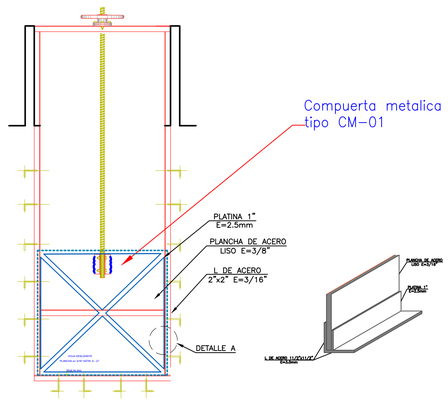
ESPECIFICACIONES TECNICAS

CONCRETO ARMADO:	f'c=210 Kg/cm2 EN GENERAL (MAXIMA RELACION a/c=0.50)
CONCRETO SIMPLE:	f'c=140Kg/cm2
RECUBRIMIENTOS MINIMOS:	LOSA SUPERIOR=2cm LOSA DE FONDO=4cm MUROS=2cm
TRASLAPES:	ø3/8"= 0.40m ø1/2"= 0.50m
CEMENTO:	PORTLAND TIPO I
ACERO:	f'y=4200Kg/cm2

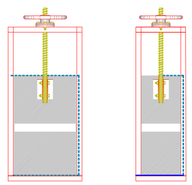


Escala. 1/50

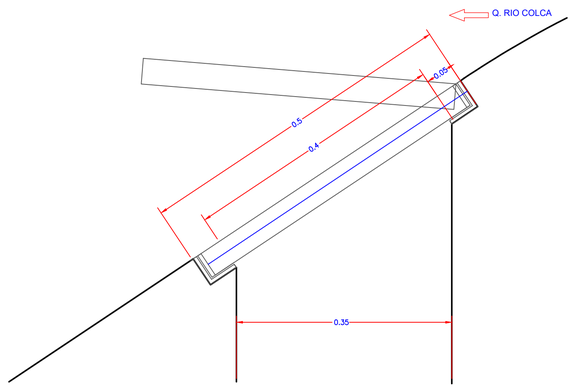
DETALLE DE BISAGRA TIPO PASADOR



ESCALA 1/25

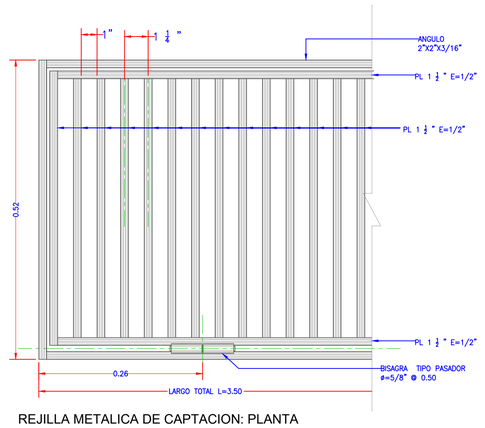


DETALLE COMPUERTAS



DETALLE DE REJILLA DE CAPTACION

Escala 1:50



REJILLA METALICA DE CAPTACION: PLANTA

Escala 1:50

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO

LAMBAYEQUE - PERU

PROYECTO:

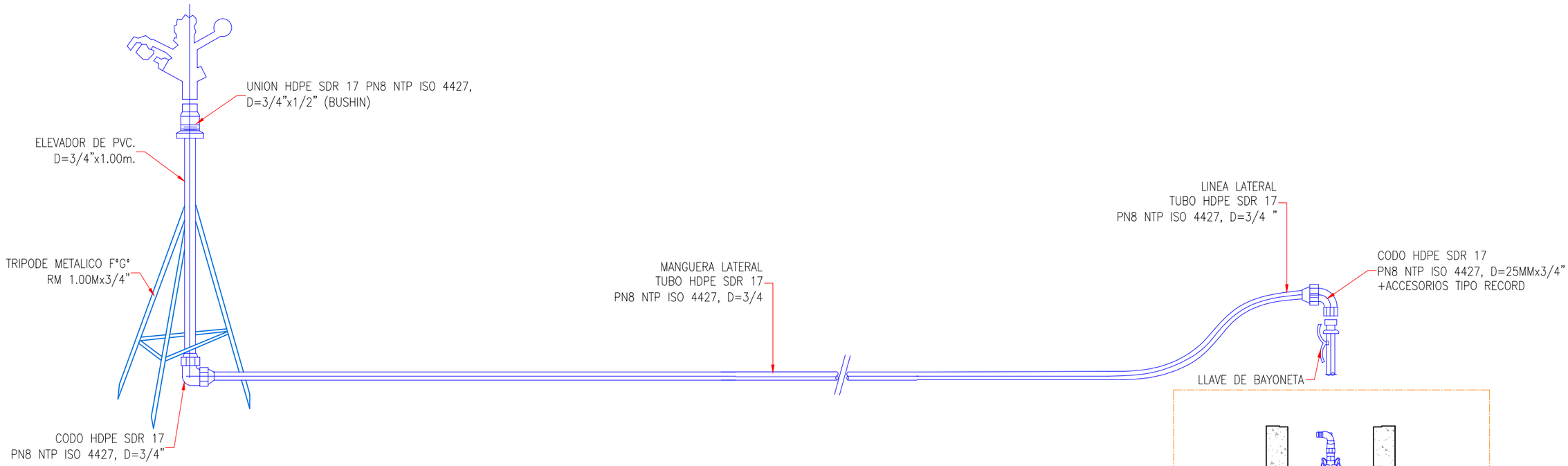
"DISEÑO HIDRÁULICO DE LA CAPTACIÓN DE LAS AGUAS DEL RIO COLCA PARA EL RIEGO DE 15 HECTÁREAS DEL SECTOR DE SANTA RITA, DISTRITO DE SAN PEDRO DE CHANA, HUARI, ANCASH"

ESCALA: INDICADA

FECHA: FEBRERO DEL 2026

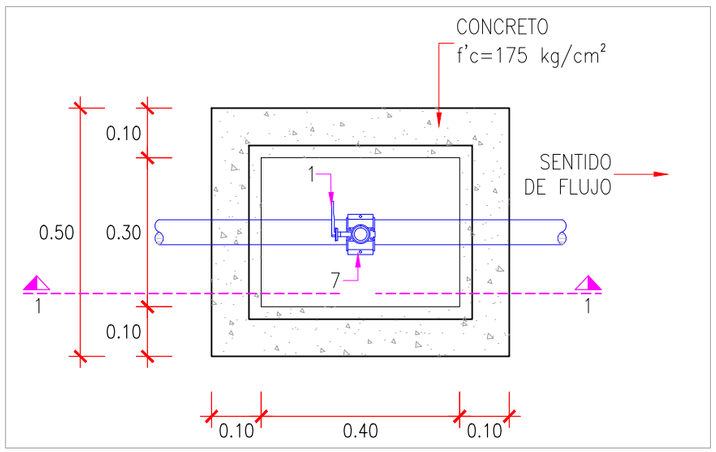
PLANO: DETALLES - BOCATOMA TIPO TIROLESA

LÁMINA: PD- 01



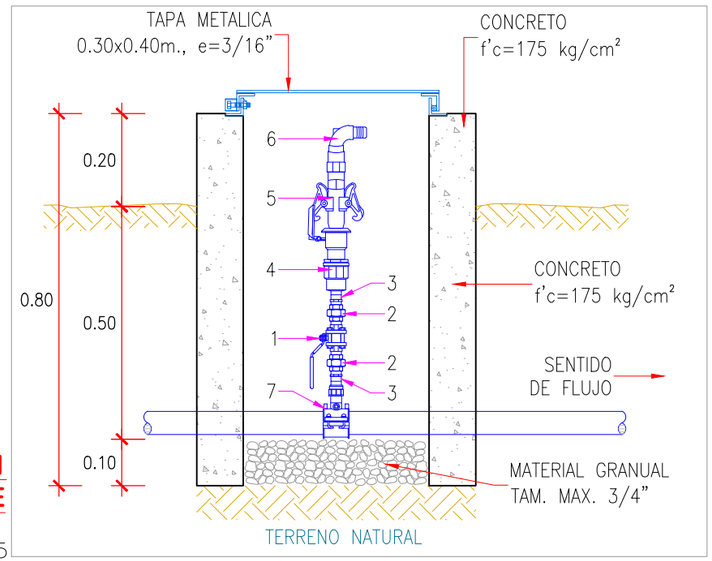
BRAZO PORTATIL

ESCALA:1/20



VISTA EN PLANTA HIDRANTE

ESCALA:1/15



CORTE 1-1 HIDRANTE

ESCALA:1/15

CUADRO DE ACCESORIOS – HIDRANTE		
N°	DESCRIPCIÓN	CANT.
1	VALVULA COMPUERTA DE HDPE 3/4"	01 und.
2	UNION UNVERSAL HDPE 3/4"	02 und.
3	ADAPTADOR PR HDPE 3/4"	02 und.
4	VALV. DE ACOMPLE RAPIDO 3/4"	01 und.
5	VALVULA BAYONETA 3/4"	01 und.
6	CODO GIRATORIO 90° F°G° 3/4"	01 und.
7	COLLARIN DE 1" A 3/4"	01 und.

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO

LAMBAYEQUE - PERU

PROYECTO:

"DISEÑO HIDRÁULICO DE LA CAPTACIÓN DE LAS AGUAS DEL RIO COLCA PARA EL RIEGO DE 15 HECTÁREAS DEL SECTOR DE SANTA RITA, DISTRITO DE SAN PEDRO DE CHANA, HUARI, ANCASH"

145

ESCALA: INDICADA

FECHA: FEBRERO DEL 2026

PLANO: HIDRANTE - BRAZO PORTÁTIL

LÁMINA: PH- 01