

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



**“DISEÑO HIDRÁULICO DEL SIFÓN INVERTIDO EN LA
PROGRESIVA 6+350 KM DEL CANAL ISHINCA CON FINES DE
IRRIGACIÓN – DISTRITO DE TARICA – HUARAZ”**

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

EDWAR FARI MENDEZ INGA

LIMA – PERÚ

2020

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

**“DISEÑO HIDRÁULICO DE SIFÓN INVERTIDO EN LA PROGRESIVA 6+350 KM
DEL CANAL ISHINCA CON FINES DE IRRIGACIÓN – DISTRITO DE TARICA -
HUARAZ”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÍCOLA

Presentado por:

EDWAR FARI MENDEZ INGA

Sustentado y aprobado por el siguiente jurado:

Mg. Sc. MIGUEL ANGEL SANCHEZ DELGADO
Presidente

Dr. DAVID RICARDO ASCENCIOS TEMPLO
Miembro

Mg. Sc. JAVIER ANTONIO GOICOCHEA RIOS
Miembro

Mg. Sc. TERESA OLINDA VELASQUEZ BEJARANO
Asesor

LIMA – PERU

2020

DEDICATORIA

A mis padres Rafael Méndez y María Inga, gracias por sus enseñanzas, amor y su apoyo incondicional, ustedes son los promotores de que hoy pueda disfrutar de este logro.

A mis hermosas princesas Raphaella y Domenica, que son mi motivo que día a día me hacen ser mejor persona y padre.

A mi eterna compañera de vida, Tania, que, con su ternura y lealtad, me enseñó el valor del trabajo en equipo, tienes todo mi amor y gratitud.

AGRADECIMIENTO

Al Ingeniero Víctor Marcelo, por permitirme desarrollarme profesionalmente y aplicar mis conocimientos en la ingeniería Agrícola, y que ha sido como un maestro para mí.

A la Mg Sc. Teresa Velásquez Bejarano, por su asesoría en este proceso y su enorme apoyo en todo momento.

A mis hermanos Yamil, Kevin y David, con quienes sé que puedo contar en cualquiera circunstancia.

A si también a mis familiares y amistades que aportaron indirecta o directamente con sus consejos y enseñanzas, para poder realizarme como profesional.

ÍNDICE GENERAL

I. PRESENTACIÓN	1
1.1. Estudios Hidrológicos.....	1
1.2. Trabajo topográfico.....	1
1.3. Diseño Hidráulico y dimensionamiento de las Obras Hidráulicas	2
II. INTRODUCCIÓN	4
III. OBJETIVOS	7
3.1. Objetivo general.....	7
3.2. Objetivos específicos	7
IV. DESARROLLO DEL TRABAJO	8
4.1. Descripción del proyecto	8
4.1.1. Situación actual del área del proyecto	8
4.1.2. Población beneficiada.....	8
4.1.3. Área proyectada irrigada	9
4.1.4. Planteamiento del proyecto	10
4.1.5. Localización.....	10
4.1.6. Vías de comunicación y acceso	12
4.2. Estudio hidrológico.....	12
4.2.1. Demarcación hidrográfica	13
4.2.2. Oferta hídrica.....	13
4.2.3. Demanda Hídrica.....	14
4.2.4. Balance Hídrico en situación actual y futura.....	16
4.3. Estudio de geología y geotecnia	18
4.3.1. Geología regional	19
4.3.2. Geología local.....	19
4.3.3. Geotecnia	21
4.3.4. Materiales de construcción	27
4.4. Estudio topográfico.....	29
4.4.1. Revisión de información.....	29
4.4.2. Reconocimiento de campo.....	29
4.4.3. Equipos y materiales utilizados	30
4.4.4. Trabajos topográficos realizados	30
4.4.5. Procesamiento de datos	31

4.4.6. Resultado del estudio topográfico	31
4.5. Estudio hidraulico del sifon invertido.....	36
4.5.1. Concepto.....	36
4.5.2. Hidráulica del Sifón Invertido	38
4.5.3. Velocidades en el Conducto	40
4.5.4. Funcionamiento	40
4.5.5. Material usado para tubería de presión:.....	41
4.5.6. Operación y mantenimiento	41
4.5.7. Pérdidas en el sifón invertido	41
4.5.8. Perdidas por transición de entrada <i>hte</i> y Pon transición de salida <i>hts</i>	41
4.5.9. Criterios de Diseño	46
4.5.10. Planificación física	47
4.5.11. Procedimiento de cálculo.....	48
4.5.12. Descripción de las principales estructuras proyectadas.....	54
4.5.13. Obras Preliminares	66
4.5.14. Observaciones realizadas según el trabajo de campo	71
4.5.15. Soluciones planteadas ante problemáticas.....	74
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	75
5.1. Conclusiones	75
5.2. Recomendaciones	75
VI. BIBLIOGRAFÍA.....	76

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Ruta de acceso de Huaraz hacia el centro poblado de Pashpa	12
Tabla 2: Oferta en la situación con proyecto	14
Tabla 3: Incorporación de tierras de cultivo en Canishpampa	14
Tabla 4: Cédula de cultivo en la situación con proyecto	15
Tabla 5: Coeficientes de cultivo para la cédula de cultivo CP	15
Tabla 6: Demanda de Agua en la situación con proyecto	16
Tabla 7: Demanda hídrica con proyecto.....	16
Tabla 8: Balance hídrico con proyecto	17
Tabla 9: Ensayos de Laboratorio de suelo.....	18
Tabla 10: Ensayos de Laboratorio para materiales de construcción	19
Tabla 11: Cuadro de resultados de las calicatas	21
Tabla 12: Cuadro de resultados de laboratorio	22
Tabla 13: Descripción de Calicatas	22
Tabla 14: Descripción de Calicatas	23
Tabla 15: Descripción de Calicatas	23
Tabla 16: Cuadro de propiedades de Cimentación.....	24
Tabla 17: Cantidades limites que no excederán las sustancias dañinas:	27
Tabla 18: Limites en los ensayos de laboratorio	27
Tabla 19: Los resultados de laboratorio para canteras son:.....	28
Tabla 20: Valores De Diseño.....	28
Tabla 21: Cantidad de materiales de concreto.....	28
Tabla 22: Equipos y materiales utilizados en campo	30
Tabla 23: Equipos y materiales utilizados en oficina	30
Tabla 24: BMs Monumentados en la zona del proyecto	31
Tabla 25: Coordenadas de BMs Sistema de conducción – Sifón.....	31
Tabla 26: Cuadro de coeficiente de perdida de carga.....	42
Tabla 27: Cuadro de Valores de Ke	43
Tabla 28: Valores del Coeficiente “C”	44
Tabla 29: Valores del Coeficiente K en pérdidas singulares.....	44
Tabla 30: Ubicación de válvulas de aire.....	47
Tabla 31: Ubicación de válvulas de purga.....	47

Tabla 32: Características Hidráulicas	52
Tabla 33:Gráfico de Gradiente Hidráulico	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Mapa de Ubicación.....	6
Figura N° 2: Relieve de la zona de riego (Zona beneficiaria).....	9
Figura N° 3: Relieve de la zona de riego (Zona posterior Canishpampa).....	9
Figura N° 4: Plano de Ubicación.....	11
Figura N° 5: Desvió al centro poblado de Pashpa – caserío de Huantzapampa.....	12
Figura N° 6: Canal Ishinca en la progresiva 6+350. Zona de captación del Sifón.....	17
Figura N° 7: Plano de canteras y vías de acceso	25
Figura N° 8: Plano Geológico	26
Figura N° 9: BM - A, sobre loza carrozable en canal ISHINCA	32
Figura N° 10: BM - A1, adyacente a la zona de captación	32
Figura N° 11: Nivelación cerrada desde la entrada hasta la salida del sifón invertido - equipo nivel de ingeniero	33
Figura N° 12: Levantamiento topográfico con estación total – Zona de captación	33
Figura N° 13: Levantamiento topográfico con estación total - Aguas arriba de la zona de captación	34
Figura N° 14: BM - 7, en la zona del final de Sifón Invertido	34
Figura N° 15: Plano Clave.....	35
Figura N° 16: Sifón con ramas oblicuas.....	36
Figura N° 17: Interpretación de la ecuación de energía en el sifón.....	38
Figura N° 18: Interpretación de la Altura mínima de Ahogamiento	39
Figura N° 19: Toma lateral Tipo I.....	55
Figura N° 20: Toma lateral Tipo II.....	56
Figura N° 21: Poza disipadora de energía y Cámara de Carga	57
Figura N° 22: Sección Longitudinal de Sifón	58
Figura N° 23: Sección Típica de Tubería de Sifón.....	59
Figura N° 24: Planta y Perfil del Sifón de 0+000 al 1+639.85	60
Figura N° 25: Secciones transversales Sifón 0+000 al 0+800	61
Figura N° 26: Secciones transversales Sifón 0+820 al 1+639.85	62
Figura N° 27: Válvula de Purga	64
Figura N° 28: Válvula de Aire.....	65
Figura N° 29: Longitudinal de la zona donde está ubicada.....	66

Figura N° 30: Vista de Planta Poza Disipador de Energía	67
Figura N° 31: Topográfico y Perfil – Sistema de Captación.....	68
Figura N° 32: Ubicación de la cámara de carga del Sifón	69
Figura N° 33: La línea de conducción del Sifón se desplazara por la margen izquierda de la trocha de acceso Pashpa -Huantzapampa	69
Figura N° 34: Zona donde la línea de Conducción del Sifón cruzara el campo deportivo del centro poblado de Pashpa	70
Figura N° 35: Zona designada para el reservorio – terreno relativamente plano	70
Figura N° 36: Zanja de la ejecución de la obra de agua potable y la proyección del trazo del sifón	72
Figura N° 37: Desnivel de 4 mts en la progresiva 0+030 en la linea de conducción – sifón	73
Figura N° 38: Zona de fuerte pendiente desde la progresiva 0+180 a 0+400	73

I. PRESENTACIÓN

1.1. Estudios Hidrológicos

Se realizaron durante el 13 de junio al 07 del mes de Julio del 2016 bajo la supervisión del Ingeniero Proyectista Ing. Marcelo Rojas Víctor, durante los primeros días se procedió a realizar la identificación de la unidad hidrográfica donde se proyecta el sifón invertido, proporcionada por la Autoridad Administrativa del Agua. Para el hacer el análisis de oferta hídrica nos basamos en estudios previos a la elaboración de este trabajo que indican que existe un remanente de caudal del Canal Ishinca, que no es aprovechado y esta oferta será en base a la demanda y disponibilidad de dicho remanente.

En el Análisis de Demanda también nos apoyamos en los estudios previos a este proyecto, que nos indican los parámetros agroclimáticos, como el Kc, Eto, con los cuales, al ser procesados en conjunto con el Área proyectada a ser irrigada, obtuvimos la demanda del proyecto para los diferentes meses.

En el Balance hídrico (oferta – demanda), se comprobó que el proyecto es viable pues la oferta cubre la demanda en todo el año agrícola. Otra actividad continua es también el análisis para definir los caudales de diseño de las diferentes obras hidráulicas de captación y conducción, estos están en función al balance de oferta y demanda, el cual viene a ser el caudal máximo del análisis.

1.2. Trabajo topográfico

Se realizó entre 10 de junio al 20 de Julio del 2016, El primer día se inició primero con el reconocimiento y recorrido de todo el desplazamiento del sifón invertido y sus diferentes obras convexas, conjuntamente con el supervisor del estudio Ing. Luis Ortega y el Ing. Walter Ríos en representación de AGRO RURAL. Luego al día siguiente se dio inicio al levantamiento topográfico, identificando la ubicación de las estructuras hidráulicas.

Necesarias sobre el canal principal “Ishinca” y las que se proyectaran con la elaboración del presente trabajo.

- Búsqueda de información cartográfica, con el fin de ubicar el proyecto y caracterizar la zona.
- Visita de campo para corroborar la información de la oficina en contraste con la información de campo.
- Levantamiento topográfico a detalle del trazo de captación y cámara de carga para sifón y obras de arte.

El levantamiento topográfico consistió en determinar los datos de campo con la finalidad de construir los planos que muestren la configuración de la superficie del terreno donde se emplazarán los sistemas de captación, sifón invertido y obras de arte.

En dichos planos se detallaron las condiciones topográficas del terreno natural y posibles estructuras artificiales, ósea es la operación de representar todas las características existentes en el terreno en un plano topográfico

1.3. Diseño Hidráulico y dimensionamiento de las Obras Hidráulicas

En esta fase del proyecto se trabajó durante las fechas de 30 de Julio al 17 de agosto del 2016, para realizar el diseño hidráulico del sifón invertido se recopilaron de información de la zona y de los estudios básicos como de hidrología y topografía, para ellos fue necesario que exista una coordinación con los demás especialistas

Luego en la fase de campo se realizó el inventario infraestructura hidráulica de captación y conducción planteada inicialmente de cada sistema, debiendo para ello aforar a fin de determinar las pérdidas hídricas, identificar el tipo de estructuras hidráulicas para el paso de quebradas y considerar los diseños de las tomas laterales en función a las áreas a irrigar.

En la fase gabinete se realizó los diseños de las estructuras de los sistemas hidráulicos del Sifón invertido y obras convexas, que comprende los sistemas de captación, derivación y conducción principal. El dimensionamiento de la infraestructura de captación, conducción, entre otras se diseñó en función de la disponibilidad del recurso hídrico (caudal de diseño),

las áreas de cultivo a mejorar y/o ampliar bajo riego, parámetros hidráulicos como las pérdidas de carga, gradiente hidráulico y carga hidráulica disponible.

Como etapa previa al final, se realizó las últimas visitas durante las fechas 15 de junio al 20 de junio, el objetivo de dichas visitas a la zona del proyecto fue ratificar o modificar la configuración conceptual del proyecto, definiendo la posible ubicación de las obras y un reconocimiento general de la ruta de la conducción principal, permitiendo corroborar la información y tener una idea general del mejor aprovechamiento del recurso hídrico

II. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se desarrollará una síntesis de los conocimientos adquiridos al largo de mi carrera profesional en los últimos años como Asistente Técnico en el Área de Hidrología e Hidráulica, en la Consultora de Proyectos M&F, donde me desempeñe mis labores en el área, desarrollando mis habilidades en la resolución de problemas que conllevaron a la aplicación de mis estudios obtenidos al largo de mi vida académica en la Facultad de Ingeniería Agrícola – UNALM.

Para realizar el diseño del Proyecto de Diseño de Sifón invertido, fue necesario contar con la teoría previa al análisis y diseño que serán utilizadas según las condiciones del área de trabajo y el criterio profesional, se recopiló información de diversas áreas involucradas, los cuales fueron procesados para ser empleadas dependiendo de las condiciones del lugar, para brindar una solución más viable y óptima en el diseño del sifón invertido.

Durante el desarrollo del diseño del Sifón invertido consolidé y adquirí más conocimientos en los cursos aplicados durante mi estancia laboral como: Hidrología, hidráulica, topografía, sistemas de riegos, supervisión de obras y estructuras hidráulicas.

El presente trabajo desarrolla el Planteamiento del Diseño hidráulico de la infraestructura necesaria para facilitar la conducción del recurso hídrico para abastecer de agua a cultivos instalados de la zona de Canishpampa Distrito De Tarica – Huaraz - Ancash., logrando dotar del recurso hídrico a 114 Has. bajo sistema de riego, los cuales beneficiaran a 215 pobladores agrupados en 90 usuarios, esto se logrará a través del desarrollo de estudios que, de acuerdo a las consideraciones topográficas, geológicas, hidrológicas e hidráulicas, determinamos la factibilidad de usar este tipo de estructuras hidráulicas.

El planteamiento hidráulico del sistema de riego de Canishpampa, tiene una peculiaridad especial, por su ubicación y su morfología, de las tierras a irrigar y la ubicación de la fuente de agua que no ofrecen aplicación inmediata del agua para irrigar estas tierras, por encontrarse en una zona elevada fuera del alcance de los canales de riego de Ishinca el cual irrigara 114 ha de papa, quinua, arveja, tarwi y alfalfa.

Debido a la geografía y relieve del terreno se ha determinado un planteamiento hidráulico acorde a su situación, lo cual significa tomar un caudal de 109 l/seg de las aguas en la progresiva 6+350 km del canal de Ishinca y conducirla mediante un sifón invertido de 1+678.km, hasta la zona de Canishpampa.

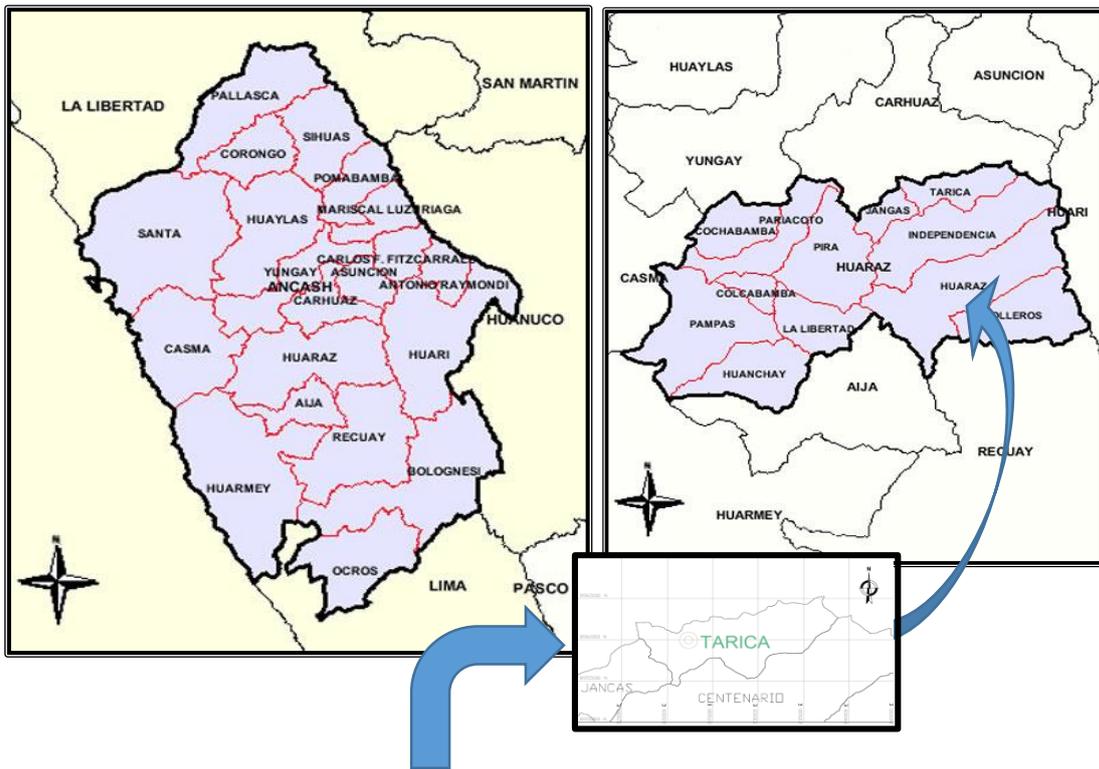


Figura N° 1: Mapa de Ubicación

III. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

Diseño Hidráulico de un sifón invertido a nivel definitivo con fines de irrigación para dotar a la zona de Canishpampa de recursos hídricos adicionales a los actuales en la quebrada Ishinca.

3.2. Objetivos específicos

- Planificación del diseño del sifón invertido.
- Calcular las pérdidas de carga del sifón invertido y comprobar que la carga hidráulica sea mayor a las pérdidas de carga en el sifón invertido.

IV. DESARROLLO DEL TRABAJO

4.1. Descripción del proyecto

4.1.1. Situación actual del área del proyecto

El Centro Poblado de Pashpa, cuenta con un sistema de riego: canal “Ishinca”, que capta las aguas del deshielo de la cordillera Ishinca, mediante una bocatoma a un canal revestido que tiene una pendiente variable según la topografía del terreno, el canal fue construido para el servicio de riego de varios caseríos y centros poblados que usufructúan unos más que otros según la extensión de terreno que se encuentra al alcance del canal, la capacidad de conducción es de 500 lts/seg de los cuales es utilizada aproximadamente 320 lts/seg existiendo un remanente de 180 lts/seg para las mejoras o ampliaciones de frontera agrícola.

El caserío de Huantzapampa, perteneciente al centro poblado de Pashpa, es parte del sistema de riego del Canal Ishinca, el cual, cuenta con un canal que sirve para el riego de las tierras que se encuentran por debajo del canal, las tierras que se encuentran sobre el canal (área de intervención del presente proyecto), por la ubicación topográfica no están favorecidas con el sistema de riego Ishinca, es decir no cuentan con infraestructura de riego actualmente; estas tierras forman una colina elevada, que se hallan fuera del ámbito de riego actual.

4.1.2. Población beneficiada

Beneficiarán a 215 pobladores agrupados en 90 usuarios, esto se logrará a través del desarrollo de estudios que, de acuerdo a las consideraciones topográficas, geológicas, hidrológicas e hidráulicas, determinamos la factibilidad de usar este tipo de estructuras hidráulicas

4.1.3. Área proyectada irrigada

El caserío de Huantzapampa se encuentra marcadamente dividido en dos áreas zona alta y baja, la zona baja cuenta con infraestructura de riego siendo el canal Ishinca la fuente desagua. Mientras que en la zona alta denominada Canishpampa (sector en el que intervendrá el presente proyecto) no cuenta con infraestructura de riego; en esta zona se realiza el cultivo de productos agrícolas sólo en las épocas de lluvia de diciembre a marzo, existiendo una superficie agrícola potencial de 114 hectáreas, de las cuales son aprovechadas 9.7 Ha para cultivos de pan llevar; como papa, oca y tarwi; y el resto son aprovechados como pasto natural.



Figura N° 2: Relieve de la zona de riego (Zona beneficiaria)



Figura N° 3: Relieve de la zona de riego (Zona posterior Canishpampa)

4.1.4. Planteamiento del proyecto

La fuente de captación es el canal de Ishinca en la progresiva de 6+350 Km. en un punto de ubicación adecuada, a partir del cual será derivada un caudal de 110 lts/seg, y mediante un sifón invertido de 1+678.0 Km. será lanzada hasta el reservorio en Canishpampa.

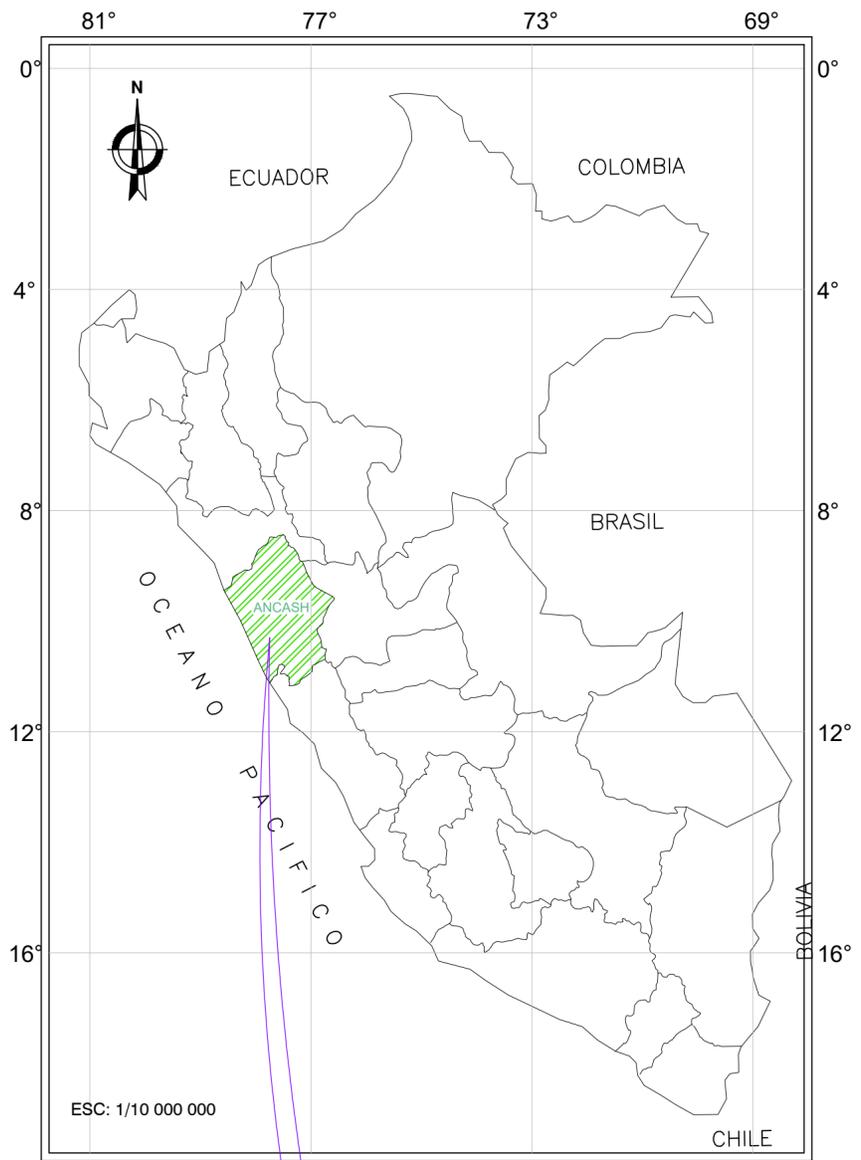
4.1.5. Localización

Ubicación política:

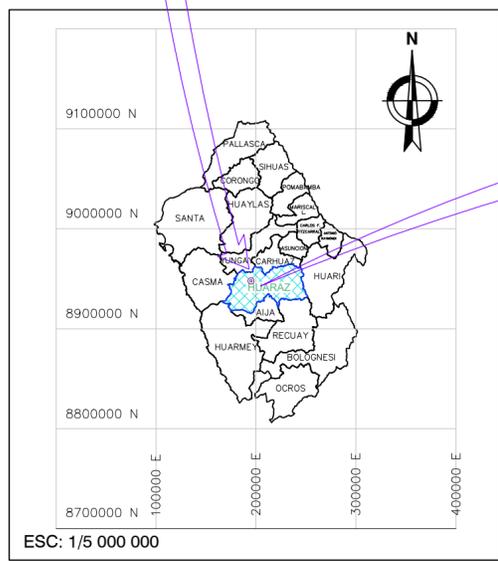
Departamento : Huaraz
Provincia : Huaraz
Distrito : Tarica
Lugar : Pashpa – caserío Huantzapampa

Ubicación geográfica:

Altitud entre : 3,550 m.s.n.m. hasta 3,514 m.s.n.m.
Este entre : 2121,900 – 220,500
Norte entre : 8'962,600 – 8'961,000



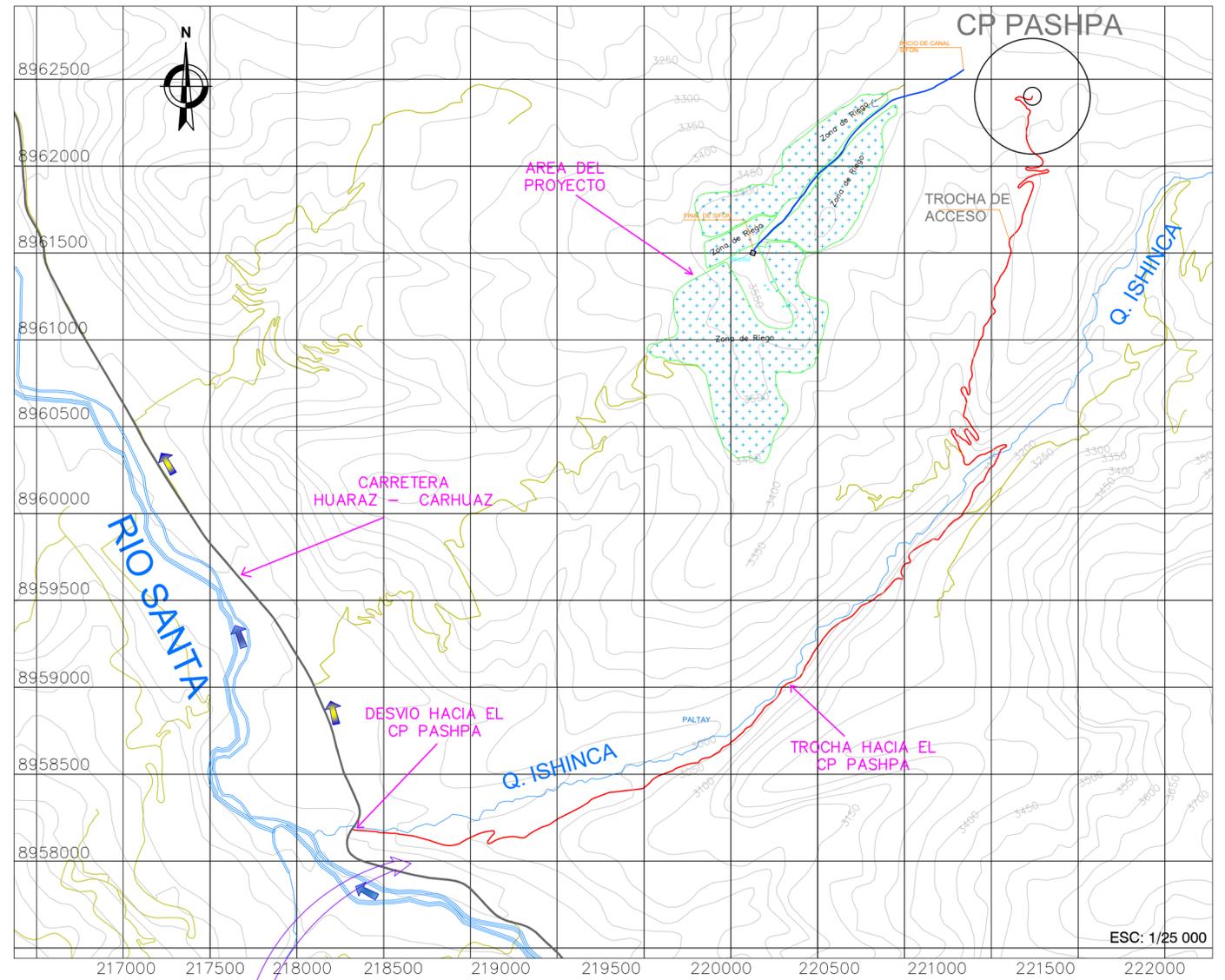
MAPA POLITICO DEL PERU



MAPA DEL DEPARTAMENTO DE ANCASH

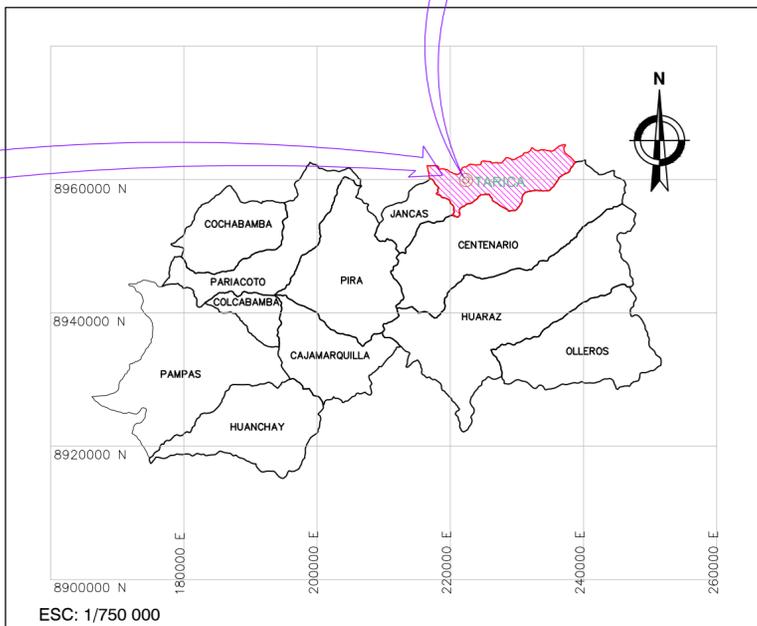
LEYENDA

- Limite Provincial
- Vías de Acceso
- ⊙ Capital Provincial
- ⊙ Capital Distrital
- Zona de Estudio
- Eje de Sifon
- Trocha de accesibilidad



DATUM: WGS 84

UBICACIÓN DEL PROYECTO CENTRO POBLADO PASHPA



MAPA DE LA PROVINCIA DE HUARAZ

C					
B					
A					
ITEM	FECHA	DESCRIPCION	APROBACION REVISADO	FECHA	FIRMA/OFCIO
MODIFICACION			APROBACION		
<p>MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO PROGRAMA DE DESARROLLO PRODUCTIVO AGRARIO RURAL PROGRAMA DE PEQUEÑA Y MEDIANA INFRAESTRUCTURA DE RIEGO EN LA SIERRA DEL PERU</p>					
<p>ESTUDIO A NIVEL DE EXPEDIENTE TÉCNICO 'INSTALACIÓN DEL SERVICIO DE AGUA DEL SISTEMA DE RIEGO DEL SECTOR CANISHPAMPA DEL CASERIO HUANTZAPAMPA, CENTRO POBLADO DE PASHPA, DISTRITO DE TARICA, PROVINCIA DE HUARAZ, DEPARTAMENTO DE ANCASH</p>					
<p>Título : PLANO DE UBICACIÓN</p>					
Diseñado: CONSORCIO M y F		Ubicación: Canishpampa		Plano: 00 de 26	
Dibujo: CONSORCIO M y F		Localidad: Tarica		00	
Revisado: CONSORCIO M y F		Prov: Huaraz			
Escala: INDICADA		Fecha: Noviembre 2016		Aprobado por:	

4.1.6. Vías de comunicación y acceso

La ruta de acceso desde la capital del distrito y de la provincia de Huaraz hacia la zona del proyecto, es la siguiente:

La distancia desde la ciudad de Huaraz hacia el Centro Poblado de Pashpa es de 26.5 Km; cuenta con una vía asfaltada, desde Huaraz hasta el puente Ishinca 16 Km donde el tiempo de viaje es de 20 minutos en promedio y desde el desvío hasta el Centro Poblado de Pashpa 10.5 Km – caserío de Huantzapampa, trocha carrozable, recorrido en 30 minutos, el tiempo de viaje total es de 50 minutos, en promedio.

Tabla 1: Ruta de acceso de Huaraz hacia el centro poblado de Pashpa

De	A	Distancia Km	Tiempo Horas	Tipo de vía
Lima	Huaraz	406.00 Km	6 horas	Asfaltado
Huaraz	Desvío hacia Pashpa	16.00 Km	20 min	Asfaltado
Desvío hacia Pashpa	Centro Poblado Pashpa	10.5 Km	30 min	Trocha carrozable

FUENTE: Elaboración propia



Figura N° 5: Desvío al centro poblado de Pashpa – caserío de Huantzapampa

4.2. Estudio hidrológico

El punto de Captación para las tierras de riego de Canishpampa se originará en la progresiva 6+350 Km del Canal Principal Ishinca. Las aguas que serán captadas tienen como finalidad el riego del sector Canishpampa del caserío de Huantzapampa del centro poblado de Pashpa.

4.2.1. Demarcación hidrográfica

De acuerdo a la demarcación y delimitación de las Autoridades Administrativas del Agua realizada por la Dirección de Conservación y Planeamiento de Recursos Hídricos de la Autoridad Nacional de Agua, la Unidad Hidrográfica a la que el presente proyecto es la Cuenca Santa (código 1376).

Los usuarios de los sectores de riego de Canishpampa están organizados precariamente en un comité de riego, el cual no se encuentra reconocido por la Autoridad Local del Agua Huaraz, existe una frágil organización de usuarios.

Para el análisis de la oferta y demanda del agua, se toma la información del Estudio a Nivel de Perfil y cuyo resumen es el siguiente:

4.2.2. Oferta hídrica

En situación actual

Actualmente el sector de Canishpampa en la localidad de Huatzapampa, no cuenta con infraestructura de riego, por tanto, el caudal disponible es cero (0).

En situación con proyecto

El Centro Poblado de Pashpa, cuenta con un sistema de riego que capta el deshielo de la cordillera Ishinca y de una amplia micro cuenca que forma parte del Río Santa el agua de riego es derivada mediante una bocatoma a un canal revestido que tiene una pendiente variable según la topografía del terreno, el canal fue construido para el servicio de riego de varios caseríos y centros poblados que usufructúan unos más que otros según la extensión de terreno que se encuentra al alcance del canal, la capacidad de conducción es de 500 lts/seg de los cuales es utilizada aproximadamente 320 lts/seg existiendo un remanente de 180 lts/seg para las mejoras o ampliaciones de frontera agrícola.

La oferta de agua para el proyecto está sustentada en la disponibilidad del canal principal "Ishinca"; por lo que, en la situación con proyecto, se captará del canal principal Ishinca un caudal de 109 l/s.

Tabla 2: Oferta en la situación con proyecto

CANISHPAMPA	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Q disponible (m3/seg)	0.109	0.109	0.109	0.109	0.109	0.109	0.109	0.109	0.109	0.109	0.109	0.109

FUENTE: Elaboración propia

4.2.3. Demanda Hídrica

En situación con proyecto

Cedula de cultivo propuesta con proyecto

De acuerdo a lo indicado por la comunidad y de la visita de campo se puede apreciar que existen tierras para cultivo en el área de influencia que, sin embargo, por la falta de agua durante las épocas de estiaje y por la inexistente infraestructura de riego no se están utilizando, por lo que la cédula de cultivo propuesta con proyecto incorpora tierras para cultivo en las épocas de estiaje así como propone cultivos para la campaña principal y para la secundaria, tal como se muestra en el cuadro siguiente.

Tabla 3: Incorporación de tierras de cultivo en Canishpampa

CANISHPAMPA	1ra Campaña		2da Campaña	
	SP	CP	SP	CP
Papa	5.70	30.00	0.00	25.00
Tarwi	2.50	25.00	0.00	30.00
Oca	1.50	0.00	0.00	0.00
Quinua	0.00	35.00	0.00	0.00
Arverja verde	0.00	0.00	0.00	35.00
Alfalfa	0.00	24.00	0.00	0.00
Total	9.70	114.00	0.00	90.00

FUENTE: Elaboración propia

Para las nuevas cédulas de cultivo se está considerando la instalación del sistema de riego Canishpampa, lo cual incrementa la eficiencia de conducción y distribución, que a su vez mejora la eficiencia de riego, lo que permite incorporar más tierras para cultivo en las épocas de estiaje.

La cédula de cultivo con proyecto se ha elaborado considerando los cultivos que actualmente se siembra y considerando una segunda campaña que beneficia el sector de riego de Canishpampa.

El requerimiento de la demanda de agua con proyecto de riego de las hectáreas totales cultivadas para la cédula de cultivo es presentada en el siguiente cuadro.

Tabla 4: Cédula de cultivo en la situación con proyecto

Cultivo Principal	Área		CICLO AGRONÓMICO												2da Campaña	
	ha	%	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	ha	Cultivos
Papa	30	26.32	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	Tarwi
Quinua	35	30.7	35	35	35	35	35	35	35	35		35	35	35	35	Arverja Verde
Tarwi	25	21.93	25		25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	Papa Verde
Alfalfa	24	21.05	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24		
TOTAL (Has)	114	100	114	89	114	114	114	114	114	114	79	114	114	114	90	TOTAL(Has)

FUENTE: Elaboración propia

Los Kc's han sido obtenidos de Agro al Día del Ministerio de Agricultura y de estudios elaborados en zonas similares al área de influencia del proyecto.

Tabla 5: Coeficientes de cultivo para la cédula de cultivo CP

Cultivos Principal	Área		CICLO AGRONÓMICO												2da Campaña	
	ha	%	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	ha	Cultivos
Papa	30.00	26.32	0.67	0.35	0.44	0.75	1.03	1.15	1.14	0.85	0.42	1.00	1.08	1.15	30.00	Tarwi
Quinua	35.00	30.70	1.13	1.10	0.50	0.75	1.10	1.10	0.95	0.70		0.76	1.08	1.15	35.00	Arverja Verde
Tarwi	25.00	31.93	0.85		0.42	1.00	1.08	1.15	0.67	0.35	0.44	0.75	1.03	1.12	25.00	Papa Verde
Alfalfa	24.00	21.05	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		
Kc ponderado	114.00	100.00	0.92	0.82	0.57	0.86	1.06	1.10	0.95	0.73	0.60	0.87	1.05	1.11	90.00	Kc ponderado

FUENTE: Agro al Día / estudios elaborados en zonas similares / Estudio FAO riego y drenaje 56

En la situación con proyecto, el riego se realizará en 24 horas. Asimismo, en la situación con proyecto, dado que la conducción se realizará a través de tubería se asume que la eficiencia de conducción es 0.98, la eficiencia de distribución es 0.90 y la eficiencia de aplicación al ser riego por gravedad se asume que es de 0.40, lo cual hace que la eficiencia de riego sea 0.35.

$E_{\text{riego}} = E_{\text{conducción}} \times E_{\text{distribución}} \times E_{\text{aplicación}}$

$$\text{Efriego} = 0.98 \times 0.90 \times 0.40 = 0.35$$

El requerimiento de la demanda de agua con proyecto de riego de las hectáreas totales cultivadas para la cédula de cultivo es presentado en las siguientes tablas.

Tabla 6: Demanda de Agua en la situación con proyecto

Cultivo	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Área (Has)	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114
Eto (mm/mes)	105.4	88.23	91.19	84.88	83.11	77.93	83.54	93.59	101.86	110.74	102.14	99.26
Kc ponderado	1.1	0.95	0.73	0.6	0.87	1.05	1.11	0.92	0.82	0.57	0.86	1.06
Etc (mm/mes)	116.26	83.72	66.19	51	72.38	82.11	92.9	86.1	83.55	63.19	87.58	104.99
Pe (mm/mes)	101.62	99.62	139.57	90.56	30.94	5.47	4.06	5.14	22.77	59.08	77.1	115.58
Déficit Humedad (mm/mes)	14.64	0	0	0	41.43	76.64	88.84	80.96	60.78	4.11	10.48	0
Requerimiento Neto (m ³ /ha/mes)	146.4	0	0	0	414.34	766.41	888.4	809.55	607.79	41.06	104.75	0
Eficiencia de conducción	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
Eficiencia de distribución	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
Eficiencia de aplicación	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Eficiencia de riego (%)	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
Requerimiento Bruto (m ³ /ha/mes)	418.4	0	0	0	1183.84	2189.74	2538.29	2313	1736.53	117.32	299.29	0
Días del mes	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Requerimiento Bruto (m ³ /ha/día)	13.5	0	0	0	38.19	72.99	81.88	74.61	57.88	3.78	9.98	0
Tiempo (hrs)	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
M _r (lt/seg/ha): Max 0.95(Jul)	0.16	0	0	0	0.44	0.84	0.95	0.86	0.67	0.04	0.12	0
Q requerido (lt/seg)	17.81	0	0	0	50.39	96.31	108.04	98.45	59.63	4.99	13.16	0
Q requerido (m ³ /seg)	0.02	0	0	0	0.05	0.1	0.11	0.1	0.06	0	0.01	0
Vol. (MMC/mes)	0.05	0	0	0	0.13	0.25	0.29	0.26	0.15	0.01	0.03	0

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 7: Demanda hídrica con proyecto

CANISHPAMPA	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Q requerido (m ³ /seg)	0.018	0.00	0.00	0.00	0.05	0.096	0.108	0.098	0.060	0.005	0.013	0.00

FUENTE: Elaboración propia

4.2.4. Balance Hídrico en situación actual y futura

SIN PROYECTO

Considerando la demanda de agua obtenida para la cédula de cultivo actual, en donde se tiene que la demanda anual de agua sin proyecto es insatisfecha, en la situación sin proyecto el déficit de agua para cumplir con el requerimiento de agua necesario para la cédula de cultivo, no es satisfecha porque solo depende de las lluvias.

CON PROYECTO.

Considerando la demanda de agua obtenida para la cédula de cultivo propuesta (con proyecto), en donde se tiene que la demanda anual de agua con proyecto es la que se presenta en el cuadro 19 y considerando oferta hídrica máxima con proyecto anual que se presenta en el cuadro 20, se tiene que existe en la situación con proyecto un déficit de agua para cumplir con el requerimiento necesario para la cédula de cultivo, situación que se revertirá con el mejor uso del agua y una adecuada operación del reservorio; la demanda se ha obtenido considerando que el riego se realiza durante 24 horas. Los resultados del balance se muestran a continuación:

Tabla 8: Balance hídrico con proyecto

CANISHPAMPA	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Q disponible (m3/seg)	0.109	0.109	0.109	0.109	0.109	0.109	0.109	0.109	0.109	0.109	0.109	0.109
Q requerido (m3/seg)	0.018	0.000	0.000	0.000	0.050	0.096	0.108	0.098	0.060	0.005	0.013	0.000
Balance Hídrico (m3/seg)	0.091	0.109	0.109	0.109	0.059	0.013	0.001	0.011	0.049	0.104	0.096	0.109

FUENTE: Elaboración propia



Figura N° 6: Canal Ishinca en la progresiva 6+350. Zona de captación del Sifón

4.3. Estudio de geología y geotecnia

Metodología de Trabajo

a. Pre – Campo

Revisión y evaluación de la información disponible. así como planos del área del proyecto. Coordinaciones técnicas con los profesionales responsables en el desarrollo de otras especialidades del proyecto, como hidrología, topografía, diseños, etc., con fines de elaborar el plan de trabajo de campo

b. Campo

Las actividades desarrolladas en esta fase fueron:

Reconocimiento y mapeo geológico del área del proyecto, verificando las unidades geológicas existentes a nivel regional y local de los sitios de las obras según el planteamiento hidráulico del proyecto a escala adecuada, describiendo las condiciones geológicas, como morfología, litología, estructuras geológicas, estabilidad de talud, etc.

Extracción de muestras alteradas representativas de los puntos de investigación (calicatas), seleccionando las muestras a remitir al laboratorio de mecánica de suelos para los ensayos respectivos.

Prospección de los posibles sitios de extracción de los materiales de construcción, con excavaciones manuales y muestreo, estimando volúmenes de extracción según los resultados de laboratorio, acceso y distancia a los sitios del proyecto.

c. Gabinete

En esta fase se incluye los ensayos de laboratorio, con fines de determinar las propiedades físicas y geomecánicas de los suelos de cimentación y los ensayos ejecutados son:

Tabla 9: Ensayos de Laboratorio de suelo

Análisis granulométrico por tamizado	ASTM D 422
Límite líquido y Límite plástico	ASTM D 4318
Clasificación SUCS	ASTM D 2487
Contenido de humedad	ASTM D 2216
Corte directo	ASTM D 3080

Los ensayos de laboratorio para materiales de construcción son:

Tabla 10: Ensayos de Laboratorio para materiales de construcción

Análisis granulométrico por tamizado	ASTM D 422
Clasificación SUCS	ASTM D 2487
Contenido de humedad	ASTM D 2216
Abrasión	
Gravedad específica de sólidos	
Absorción	

4.3.1. Geología regional

El estudio de geología regional donde se encuentra el proyecto tiene el sustento del reconocimiento geológico de campo y el estudio del Boletín N° 60 Serie A de la Carta Geológica Nacional, Geología del Cuadrángulo de Carhuaz, hojas 19 h, editado por el INGEMMET en 1995.

4.3.1.1. Geomorfología

A nivel regional sobresale la unidad geomorfológica de la Cordillera Occidental de los Andes, el cual se subdivide en tres formas longitudinales, siendo: Cordillera Negra, Valle del Santa, y Cordillera Blanca.

4.3.1.2. Litología y Estratigrafía

Las unidades geológicas regionales relacionadas con el Proyecto tienen como referencia el Boletín N° 60 de la Carta Geológica Nacional, editada por el INGEMMET, las que se describen a continuación:

- Depósitos Fluvioglacial Q-fg

Son depósitos de origen glaciárico, conformando conglomerados compactos, constituidos en forma heterogénea, por gravas, arenas y limo y/o arcilla, con inclusión de cantos y bloques de variados diámetros, de bordes angulosos a sub angulosos, de naturaleza volcánica e intrusiva, de buena compactación. Se ubican en las partes altas, por encima de los 3500 msnm. Son datadas como de edad Holocénica.

4.3.2. Geología local

La geología local enfoca características de las unidades geológicas comprometidas con las obras proyectadas, con investigaciones del subsuelo, complementando lo del estudio anterior

a nivel de Perfil permitiendo realizar una evaluación geológica - geotécnica de los suelos con fines de cimentación de las obras proyectadas más detalladas, así como aspectos de geodinámica externa.

4.3.2.1. Canal conducción (Sifón)

4.3.2.2. Ubicación y Morfología

El canal proyectado (Sifón) capta las aguas del canal principal Ishinca en su progresiva 6+350 y tiene una longitud de 1,640 m y corresponde a un sistema de conducción tipo sifón invertido hasta llegar a un reservorio con capacidad de almacenamiento de 1322 m³.

El trazo del canal presenta un relieve de pendiente suave a moderada estando entre los 10° y 25° hasta llegar a la sima de una lomada de cumbre aplanada.

4.3.2.3. Litología y Estratigrafía

Litológicamente el trazo del canal y el sifón invertido atraviesa suelos consolidados de origen Fluvioglaciario, constituido por material de grava limosa con arena y/o arena limosa con grava, de color marrón grisáceo, semi compacta a compacta, húmeda, de baja plasticidad, con inclusión de cantos y algunos bloques pequeños, de bordes angulosos a sub angulosos, de naturaleza volcánica tufácea.

Se han excavado dos calicatas ubicadas en la progresiva 0+500 y 1+000, denominadas como C-3 y C-4, cuya descripción litológica se detalla en el ítem de Geotecnia.

4.3.2.4. Caracterización Ingeniero Geológica

Las características y propiedades del terreno son casi similares, se adjunta en el anexo un Cuadro de Caracterización Ingeniero Geológica.

4.3.2.5. Geología Estructural

No se observan huellas de ocurrencia de fallas en el depósito cuaternario; actualmente se encuentra estable.

4.3.2.6. Geodinámica Externa

No se presentan fenómenos de geodinámica externa que afecten la seguridad física de la obra de conducción. Pero en época de lluvias se presentarán posibles ocurrencias de una escorrentía temporal en el fondo del relieve, siendo necesario construir una estructura de protección al canal. Actualmente la zona se encuentra estable.

4.3.3. Geotecnia

4.3.3.1. Generalidades

Las investigaciones del subsuelo han consistido en ejecución de excavaciones manuales (calicatas y trincheras) con extracción de muestras alteradas, ensayos in situ de densidades naturales (método del agua);

La investigación de suelos mediante métodos directos e indirectos se realizó en la zona de captación - prog. 0+000 (progresiva 6+350 del canal Ishinca) y cámara de carga - prog 0+040, en el trazo del canal de conducción tipo sifón invertido que tiene una longitud de 1640 m - prog. 0+500 y 1+000 y en el reservorio - prog. 1+640. con capacidad de almacenamiento de 1322 m³.

4.3.3.2. Resultados de Ensayos de Laboratorio

Se han efectuado ensayos de laboratorio, de las muestras extraídas de las excavaciones, cuyos resultados se presentan a continuación.

Tabla 11: Cuadro de resultados de las calicatas

Prog	Calicat.	N° Muest.	Prof. M	A Granulomét.			L Consistencia			Hum %	SUCS
				G %	A %	F %	LL	LP	IP		
0+000	C - 1	M - 1	1.50	34.3	39.6	26.1	48.2	34.2	14.0	19.39	SM
0+040	C - 2	M-1	1.50	0.6	30.7	68.7	41.7	30.1	11.6	19.11	ML
0+500	C - 3	M - 1	1.50	30.1	38.8	31.1	40.9	32.5	8.4	19.13	SM
1+000	C - 4	M - 1	1.50	37.7	30.6	31.7	49.3	30.1	19.2	16.27	GM
1+640	C - 5	M - 1	1.50	48.8	28.8	22.5	44.5	33.5	11.0	11.48	GM

Tabla 12: Cuadro de resultados de laboratorio

Calicata	Profundidad (m)	Densidad g/cm ³	Cohesión Kg/cm ²	Angulo de Fricción Interna
C - 1	1.50	1.493	0.102	28.6°
C - 5	1.50	1.488	0.001	35°

Tabla 13: Descripción de Calicatas

Prog.	Calicata	Profundidad (m)	
		0.00 a 0.25 m	0.25 a 1.50 m
0+000	C - 1	Cobertura de arena fina a media con fragmentos de grava y cantos, color marrón grisáceo, con restos vegetales	Arena limosa con grava (SM) color marrón amarillento rojizo, húmeda, poco plástica, poco compacta, con inclusión de cantos y algunos bloques pequeños, de bordes angulosos a sub angulosos, de naturaleza volcánica y sedimentaria, en un 10% a 15%. Depósito Fluvio Glaciar. No presenta nivel freático.
0+040	C - 2	Cobertura de arena fina a media con fragmentos de grava y cantos, color marrón grisáceo, con restos vegetales.	Limo arenoso con grava (ML) color marrón algo rojizo, húmeda, poco plástica, poco compacta, con inclusión de cantos y algunos bloques pequeños, de bordes angulosos a sub angulosos, de naturaleza volcánica, en un 10%. Depósito Fluvio Glaciar. No presenta nivel freático.
0+500	C - 3	Cobertura de arena fina a media con fragmentos de grava y cantos, color marrón grisáceo, con restos vegetales.	Arena limosa con grava (SM) color marrón grisáceo algo rojizo, húmeda, poco plástica, poco compacta a poco suelta, con inclusión de cantos y algunos bloques pequeños, de bordes angulosos a sub angulosos, de naturaleza volcánica, en un 10% a 15%. Depósito Fluvio Glaciar. No presenta nivel freático
1+000	C - 4	Cobertura de arena fina a media con fragmentos de grava y cantos, color marrón grisáceo, con restos vegetales.	Grava limosa con arena (GM) color marrón a marrón claro, húmeda, poco a medianamente plástica, compacta a poco compacta, con inclusión de cantos y algunos bloques pequeños, de bordes angulosos a sub angulosos, de naturaleza volcánica, en un 10% a 15%. Depósito Fluvio Glaciar. No presenta nivel freático
1+640	C - 5	Cobertura de arena fina a media con fragmentos de grava y cantos, color marrón grisáceo, con restos vegetales.	Grava limosa con arena (GM) color marrón a marrón claro, húmeda, poco a medianamente plástica, compacta a poco compacta, con inclusión de cantos y algunos bloques pequeños, de bordes angulosos a sub angulosos, de naturaleza volcánica, en un 10% a 15%. Depósito Fluvio Glaciar. No presenta nivel freático.

4.3.3.3. Capacidad de Admisible

Para la determinación de la capacidad de carga del suelo, debajo de la cimentación, se calcula en base a las características del suelo, los cuales fueron determinados mediante trabajos de campo y laboratorio. Las variaciones de los factores de capacidad de carga están en función del ángulo de fricción interna del suelo (ϕ).

Para el cálculo se utilizó la expresión de la teoría de Terzaghi para un cimiento carga continua - corte general:

Teoría de Terzaghi:

$$q_u = cN_c + \gamma D_r N_q + 0,5 \gamma B N_\gamma$$

Donde:

c = Cohesión del suelo

γ = Densidad húmeda natural del suelo

D_r = Profundidad de la cimentación.

B = Ancho de la zapata de cimentación.

N_c, N_q, N_γ = Factores de capacidad de carga.

Tabla 14: Descripción de Calicatas

	C - 1 - Progresiva 0+000	C - 5 - Progresiva 1+640
C	10.2 kPa ó 0.102 kg/cm ²	0.1 kPa ó 0.001 kg/cm ²
°	28.6°	35°
γ	1.493 g/cm ³	1.488 g/cm ³
D_r	0.50, 1.00 y 1.50 m	0-50 y 1.00 m
B	0.50 y 1.00 m	0.50 m y 1.00 m
N_c	25.80	46.12
N_q	14.72	33.30
N_γ	16.72	48.03

Tabla 15: Descripción de Calicatas

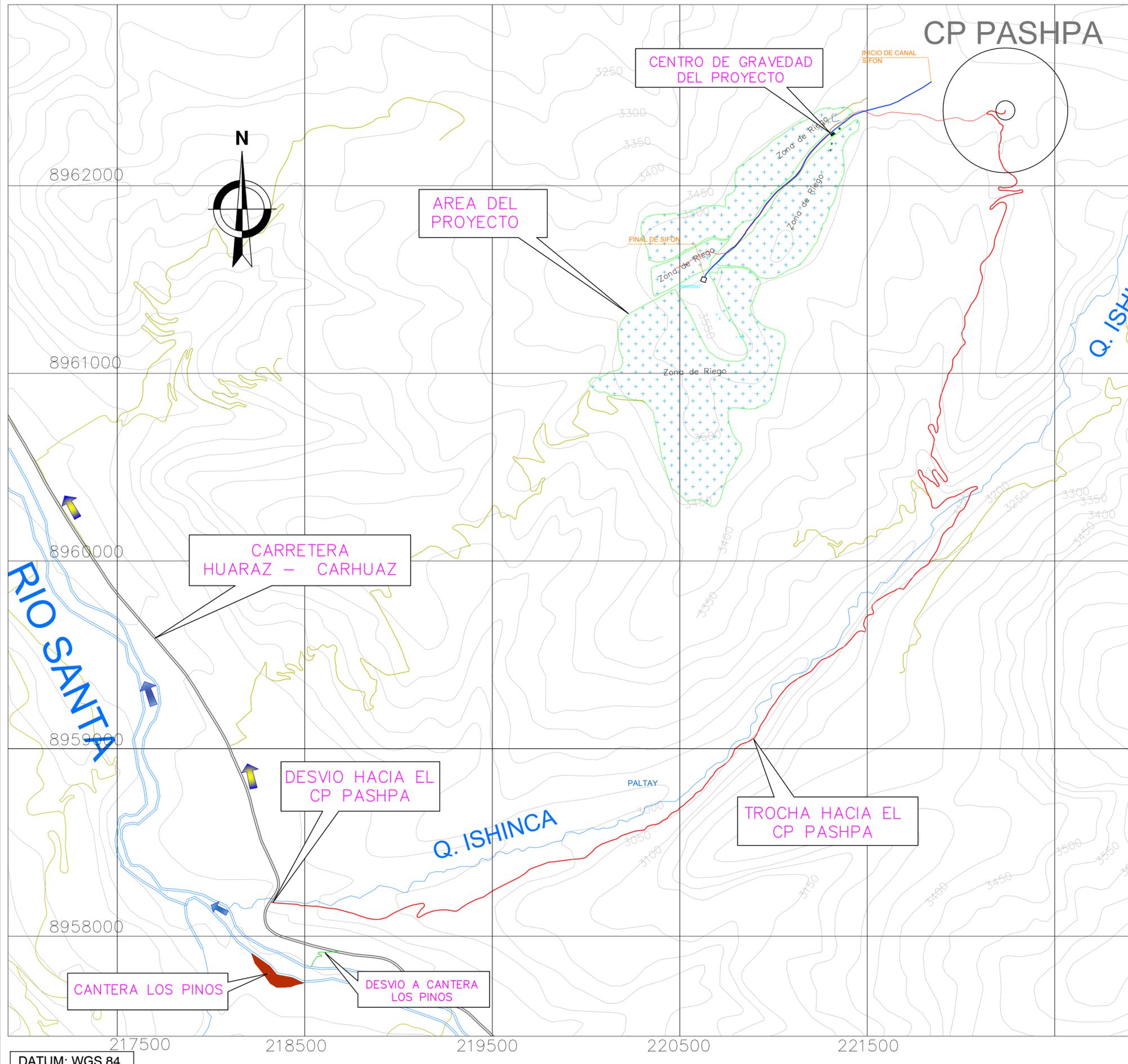
Calicatas- Progr.	B m	DF M	q_u (kg/cm ²)	FS	q_a (Kg/cm ²)	
C - 1	Captación y	0.50	0.50	4.355	3	1.45
	Cámara de	0.50	1.00	5.454	3	1.82
	Carga de	1.00	1.00	6.078	3	2.03
	Sifón -					
	Progresiva 0+000	1.00	1.50	7.176	3	2.39
C - 5	Reservorio	0.50	0.50	4.311	3	1.44
	Progresiva	1.00	1.00	8.586	3	2.86
	1+640	1.00	1.50	11.057	3	3.69

Parámetros Geotécnicos:

A nivel de la cimentación los materiales presentan las características siguientes:

Tabla 16: Cuadro de propiedades de Cimentación

	Captación y Cámara de Carga de Sifón - Progresiva 0+000	Reservorio - Progresiva 1+640
Geología	Depósito Fluvio Glaciar.	Depósito Fluvio Glaciar.
Clasificación SUCS	SM (Arena limosa con grava).	GM (Grava limosa con arena).
Porcentaje de gravas	34.3%	48.8%
Porcentaje de arenas	39.6%	28.8%
Porcentaje de finos	26.1%,	22.5%,
Límite Líquido	48.2	44.5
Límite Plástico	34.2	33.5
Índice de Plasticidad	14.0	11.0
Angulo de Fricción	28° (28.6°- Ensayo de laboratorio)	35° (31.92°- Ensayo de laboratorio)
Cohesión	0.102 Kg/cm ²	0.001 Kg/cm ²
Capacidad Admisible	2.03 Kg/cm ²	3.69 Kg/cm ²



CP PASHPA

UBICACIÓN DEL CENTRO DE GRAVEDAD DEL PROYECTO		
COORDENAS UTM WGS 84	ESTE	NORTE
	221316.31	8962275.77

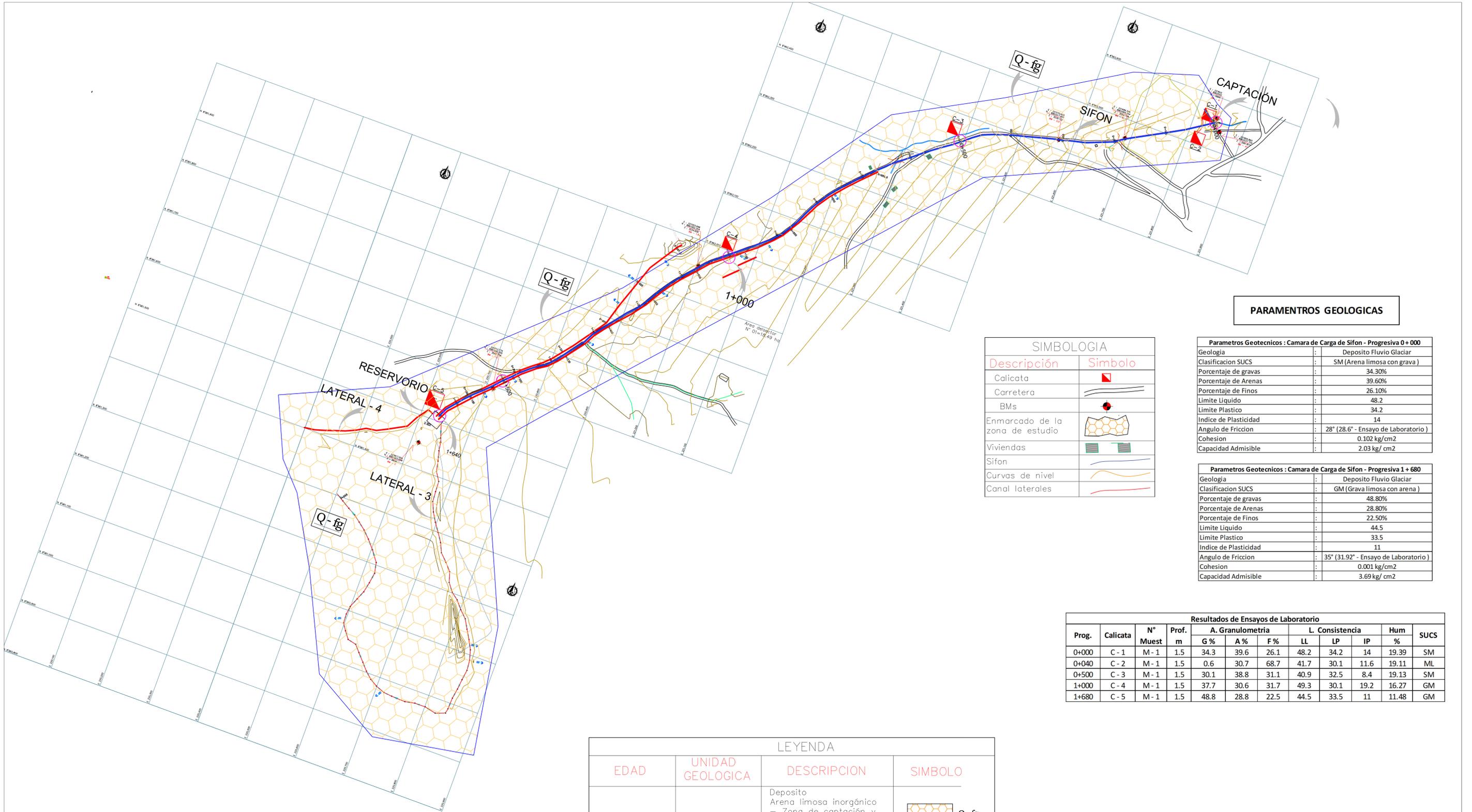
CUADRO N°1 : Vías de comunicación				
DE	A	Distancia Km	Tiempo Horas	Tipo de Via
Cantera	Desvio hacia Cantera Los Pinos	0.23 Km	10 min	Trocha
Desvio hacia Cantera Los Pinos	Desvio hacia CP. Pashpa	0.55 Km	5 min	Asfaltado
Desvio hacia CP. Pashpa	CP. Pashapa	8.7 Km	30 min	Trocha Carrosable
CP. Pashpa	Centro de Gravedad del Proyecto	0.92 Km	5 min	Trocha
Total		10.4 Km	50 min	

LEYENDA

- Limite Provincial
- Vías de Acceso
- Capital Provincial
- Capital Distrital
- Zona de Estudio
- Eje de Sifon
- Trocha de Accesibilidad

C					
B					
A					
ITEM	FECHA	DESCRIPCION	APROBACION BUVEDADO	FECHA	FIRMA/OFCIO
MODIFICACION			APROBACION		
		MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO PROGRAMA DE DESARROLLO PRODUCTIVO AGRARIO RURAL PROGRAMA DE PEQUEÑA Y MEDIANA INFRAESTRUCTURA DE RIEGO EN LA SIERRA DEL PERU			
ESTUDIO A NIVEL DE EXPEDIENTE TÉCNICO 'INSTALACIÓN DEL SERVICIO DE AGUA DEL SISTEMA DE RIEGO DEL SECTOR CANISHAMPA DEL CASERIO HUANTZAPAMPA, CENTRO POBLADO DE PASHPA, DISTRITO DE TARICA, PROVINCIA DE HUARAZ, DEPARTAMENTO DE ANCASH'					
Título : PLANO DE CANTERAS Y VIAS DE ACCESO					
Diseñado: CONSORCIO M y F		Ubicación: Localidad: Canishpampa		Plano: 26 de 26	
Dibujo: CONSORCIO M y F		Distrito: Tarica		N°	
Revisado: CONSORCIO M y F		Prov: Huaraz		26	
Escala: 1/15000		Fecha: Noviembre 2016		Aprobado por:	

DATUM: WGS 84



PARAMENTROS GEOLOGICAS

SIMBOLOGIA	
Descripción	Simbolo
Calicata	
Carretera	
BMs	
Enmarcado de la zona de estudio	
Viviendas	
Sifon	
Curvas de nivel	
Canal laterales	

Parametros Geotecnicos : Camara de Carga de Sifon - Progresiva 0+000	
Geologia	: Deposito Fluvio Glaciar
Clasificacion SUCS	: SM (Arena limosa con grava)
Porcentaje de gravas	: 34.30%
Porcentaje de Arenas	: 39.60%
Porcentaje de Finos	: 26.10%
Limite Liquido	: 48.2
Limite Plastico	: 34.2
Indice de Plasticidad	: 14
Angulo de Friccion	: 28° (28.6° - Ensayo de Laboratorio)
Cohesion	: 0.102 kg/cm2
Capacidad Admisible	: 2.03 kg/ cm2

Parametros Geotecnicos : Camara de Carga de Sifon - Progresiva 1+680	
Geologia	: Deposito Fluvio Glaciar
Clasificacion SUCS	: GM (Grava limosa con arena)
Porcentaje de gravas	: 48.80%
Porcentaje de Arenas	: 28.80%
Porcentaje de Finos	: 22.50%
Limite Liquido	: 44.5
Limite Plastico	: 33.5
Indice de Plasticidad	: 11
Angulo de Friccion	: 35° (31.92° - Ensayo de Laboratorio)
Cohesion	: 0.001 kg/cm2
Capacidad Admisible	: 3.69 kg/ cm2

Resultados de Ensayos de Laboratorio												
Prog.	Calicata	N° Muest	Prof. m	A. Granulometria			L. Consistencia			Hum		SUCS
				G %	A %	F %	LL	LP	IP	%		
0+000	C - 1	M - 1	1.5	34.3	39.6	26.1	48.2	34.2	14	19.39	SM	
0+040	C - 2	M - 1	1.5	0.6	30.7	68.7	41.7	30.1	11.6	19.11	ML	
0+500	C - 3	M - 1	1.5	30.1	38.8	31.1	40.9	32.5	8.4	19.13	SM	
1+000	C - 4	M - 1	1.5	37.7	30.6	31.7	49.3	30.1	19.2	16.27	GM	
1+680	C - 5	M - 1	1.5	48.8	28.8	22.5	44.5	33.5	11	11.48	GM	

LEYENDA			
EDAD	UNIDAD GEOLOGICA	DESCRIPCION	SIMBOLO
Cuarto Creciente	Deposito Fluvial Glaciar	Deposito Arena limosa inorganico - Zona de captación y sifon	Q-fg
		Deposito Grava Limosa con Arena - Zona de reservorio	Q-fg

C					
B					
A					
ITEM	FECHA	DESCRIPCION	APROBACION	FECHA	FIRMA/OFFICIO

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO
PROGRAMA DE DESARROLLO PRODUCTIVO AGARIO RURAL
PROGRAMA DE PEQUEÑA Y MEDIANA INFRAESTRUCTURA DE RIEGO EN LA SIERRA DEL PERU

ESTUDIO A NIVEL DE EXPEDIENTE TÉCNICO
INSTALACIÓN DEL SERVICIO DE AGUA DEL SISTEMA DE RIEGO DEL SECTOR CANISHPAMPA DEL CASERIO HUANTZAPAMPA CENTRO POBLADO DE PASIPA, DISTRITO DE TARICA, PROVINCIA DE HUARAZ, DEPARTAMENTO DE ANCASH

Título: **PLANO GEOLOGICO**

Diseñado: CONSORCIO M y F	Ubicación: Canishpampa	Plano: 01 de 01
Dibujó: CONSORCIO M y F	Distrito: Tarica	N°: 01
Revisado:	Prov.: Huaraz	
Escala: INDICADA	Region: Ancash	
Fecha: Diciembre 2016	Aprobado por:	

4.3.4. Materiales de construcción

La prospección de los materiales de préstamo se ha realizado teniendo como objetivo identificar posibles cantos de agregados para ser utilizados en la construcción de estructuras de captación y conducción de agua.

4.3.4.1. Requerimiento Técnico para Material de Agregado Grueso

Los requerimientos mínimos según normas ASTM C33, del agregado grueso, para la elaboración del concreto, son los siguientes:

Consistirá en piedra, grava, canto rodado o escorias de altos hornos y cualquier otro material inerte aprobado con características similares o combinaciones de estos. Deberá ser duro, con una resistencia última mayor que la del concreto que se va emplear, químicamente estable, durable, sin materias extrañas y orgánicas adheridas a su superficie.

- a. La cantidad de sustancias dañinas no excederá los límites:

Tabla 17: Cantidades límites que no excederán las sustancias dañinas

Sustancia	Porcentaje en Peso
Fragmentos blandos	5%
Carbón y lignito	1%
Arcilla y terrones de arcilla	0.25%
Materiales que pasan la Malla N° 200	1%
Piezas delgadas o alargadas	10%

- b. Curva granulométrica, con tamaños entre 3/16" a 3".
- c. Valores de Ensayos en Laboratorio de acuerdo los límites indicados:

Tabla 18: Límites en los ensayos de laboratorio

Descripción	Valores recomendados
Fragmentos suaves	Menor a 5.0%
Carbón y lignito	Menor a 1.0%
Terrones de arcilla	Menor a 0.25%
Material que pasa malla N°200	Menor a 1.0%
Abrasión(Maquina Los Ángeles)	Menor a 40.0%
Durabilidad	Menor a 12.0%
Sales solubles totales	Menor a 0.50%
Absorción de agua	Menor a 0.50%

Cantera de Material de Agregado

En las investigaciones de canteras de agregados, según coordenadas UTM, E 218314.81 y N 8958174.10 correspondiente a las playas del río Santa a 16 km en la ruta Huaraz. Carhuaz frente a la localidad de Tarica, disponiendo de un volumen de 30000 m³, siendo una propiedad privada cuya explotación de materiales de construcción están a cargo de la empresa Los Pinos. Geológicamente, la cantera corresponde a depósitos aluviales, constituidos por arena gravosa a grava arenosa, con muy pocos finos, polimixta, de bordes sub anguloso a sub redondeados, suelta, clasificando como GW y SW. En tiempos de estiaje se acumulan en terrazas aluviales, los que deben ser aprovechados para su máxima explotación.

Tabla 19: Resultados de laboratorio para canteras

Análisis Granulométrico por tamizado ASTM C 136 (NTP 400.012)	Agregado Grueso %	0.80 %	Peso Unitario	Agregado Grueso suelto	1.519
	Pasa Malla N° 4			kg/m ³ compacto	1.657
Módulo de Fineza	Agregado Fino % Pasa Malla N° 200	6.25 %	Peso Específico	Agregado Fino suelto	1.485
				kg/m ³ compacto	1.660
Contenido de Humedad ASTM C 566 (NTP 339.185)	Agregado Grueso (promedio) %	1.07	Absorción %	Agregado Grueso	2.65
	Agregado Fino (promedio) %			Agregado Fino	2.65
		4.50		Agregado Grueso	0.97
					Agregado Fino

Tabla 20: Valores De Diseño

Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	210	Peso específico del cemento (tipo I)	3.11
Tamaño máximo nominal (pulg)	1"	Revenimiento (pulg)	3" - 4"
Agua de mezclado (lt)	193	Aire atrapado (%)	1.5
Relación a/c	0.51	Volumen de agregado grueso	0.65

Tabla 21: Cantidad de materiales de concreto

Material	CANTIDAD DE MATERIALES POR M3 DE CONCRETO		PROPORCIÓN	
	kg/m ³		Peso	Volumen
Cemento	378 (8.89 bolsa /m ³)		1	1
Arena	731		1.93	1.87
Piedra	1089		2.88	2.81
Agua	173		0.46	19.40

4.4. Estudio topográfico

4.4.1. Revisión de información

La zona del proyecto (provincia de Huaraz y distrito de Tarica) cuenta sólo con las cartas nacionales a escala 1:100,000; como complemento de estas cartas nacionales utilizamos el programa SIG para realizar los reconocimientos de campo en las diversas disciplinas que intervienen en el estudio.

Luego de este reconocimiento se procedió a realizar los respectivos trabajos de levantamiento topográfico de la zona de las bocatomas, así como del trazo del eje del canal de trasvase existente, canal de conducción principal existente y las obras de arte, además de acuerdo a lo indicado en los términos de referencia, se procedió a trabajar con coordenadas geodésicas del Sistema WGS 84.

4.4.2. Reconocimiento de campo

Se realizaron visitas a campo y levantamientos adicionales, con la idea de requerirse planos a mayor detalle, el cual es la base para la ubicación y diseño de las obras civiles. Asimismo, se realizó las visitas a campo para contrastar la información obtenida del procesamiento de la información con la fisiografía del terreno levantado, en especial en las áreas donde la información topográfica debe ser a detalle.

El reconocimiento del área del proyecto es una etapa muy importante en el estudio topográfico, por medio del cual podemos conocer características de la zona del proyecto como:

- Determinación del área aproximada que irrigaremos con nuestro proyecto.
- Características hidráulicas que presenta nuestro recurso hídrico a utilizar.
- Ubicación de las obras de infraestructura hidráulica: captaciones, y obras de arte.
- Trazo aproximado del eje sifón invertido.
- Características de terreno (cárcavas, rocas, puquiales, etc.).

4.4.3. Equipos y materiales utilizados

Tabla 22: Equipos y materiales utilizados en campo

Descripción	Und
Camioneta pick up 4x4 – Toyota Hilux	1
Estación total Topcon	1
GPS Garmin	1
Nivel de ingeniero	1
04 Radios de comunicación	4
Cámaras fotográficas	1
Diversas herramientas manuales	-
Diversos insumos para monumentar BMs y toma de muestras	-
Diversas libretas de campo	-

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 23: Equipos y materiales utilizados en oficina

Descripción	Und
02 Computadoras estacionarias	2
02 Laptop Toshiba	2
02 Impresoras multifuncionales	2
Diversos materiales y útiles de escritorio.	-

FUENTE: Elaboración propia

4.4.4. Trabajos topográficos realizados

El método utilizado para nuestro levantamiento topográfico fue Poligonal Abierta con Triangulación dado que nuestro objetivo era determinar curvas de nivel y área de nuestro Proyecto.

Se realiza el levantamiento a detalle en un radio de 60 mts del punto de captación, donde estarán ubicadas las estructuras que permitirán la derivación y la cámara de carga del sifón. Para el control altimétrico y planimétrico se monumentan 02 BMs (BM - A y BM - A1).

Este trabajo se realizó con poligonales abiertas y BMs, debidamente amarrados a los puntos geodésicos de las captaciones. Se levantó una franja de 20 metros para su posterior trazo de replanteo.

4.4.5. Procesamiento de datos

Los cálculos de gabinete se realizaron con la finalidad de procesar toda la información recopilada, para el caso de los levantamientos con la Estación Total.

La información recuperada primeramente fue evaluada, tratada y posteriormente se elaboraron los planos topográficos; y de igual manera en el caso de las libretas de campo para nivelación la información recuperada primeramente fue evaluada, tratada y posteriormente se elaboraron los planos topográficos respectivos.

Se hizo uso del software Microsoft Excel y AutoCAD Civil 3D para el proceso de la información almacenada en la estación total.

4.4.6. Resultado del estudio topográfico

- Ubicaciones de BENCH MARK (BM)

De acuerdo a la topografía de campo, las ubicaciones de los BM para las captaciones y los canales, se detallan en el siguiente cuadro a continuación, donde se indican sus coordenadas UTM.

Tabla 24: BMs Monumentados en la zona del proyecto

Coordenadas de BM en captación Ishinca			
P	E	N	Z
1	221843.01	8962552.44	3561

Tabla 25: Coordenadas de BMs Sistema de conducción – Sifón

N°	E	N	Z	Kilometraje	Descripción
1	221855.86	8962537.704	3561.877	0+000	A-1
2	221689.344	8962464.254	3554.745	0+180	B
3	221570.64	8962417.824	3539.122	0+310	C
4	221392.358	8962358.686	3515.365	0+500	D
5	221003.948	89619252.25	3534.609	1+060	E
6	220713.775	8961595.355	3542.728	1+540	F



Figura N° 9: BM - A, sobre loza carrozable en canal ISHINCA



Figura N° 10: BM - A1, adyacente a la zona de captación



Figura N° 11: Nivelación cerrada desde la entrada hasta la salida del sifón invertido - equipo nivel de ingeniero



Figura N° 12: Levantamiento topográfico con estación total – Zona de captación



Figura N° 13: Levantamiento topográfico con estación total - Aguas arriba de la zona de captación



Figura N° 14: BM - 7, en la zona del final de Sifón Invertido

NOMBRE	ESTE(m)	NORTE(m)	ALTITUD(m)
BM A1	221855.86	8962537.7	3561.877
BM B	221689.344	8962464.25	3554.748
BM -0.5	221570.64	8962417.82	3539.122
BM -1.0	221003.948	8961952.25	3534.609
BM -1.5	220713.775	8961595.36	3542.728
BM C	220617.004	8961453.66	3554

CANAL LATERAL	LONGITUD(m)
1	981
2	591
3	868
4	246



LEYENDA TOPOGRAFICO

Simbolo	Descripción
	Toma lateral
	Calicata
	Carretera
	BMs
	Viviendas
	Canal Ishinca

LEYENDA

Simbolo	Descripción
	SIFON INVERTIDO
	Lateral N° 01
	Lateral N° 02
	Lateral N° 03
	Lateral N° 04

ESTRUCTURA	UBICACION DE LA VALVULA DE CONTROL U OPERACION		
	DESCRIPCION	PROGRESIVA(Km)	DIAMETRO DE VALVULA
CANAL LATERAL N° 01	Válvula de operación	0+036	200mm
	Valvula de control N° 01	0+200	200mm
	Valvula de control N° 02	0+500	200mm
	Valvula de control N° 03	0+710	200mm
	Valvula de control N° 04	0+972	200mm
CANAL LATERAL N° 02	Válvula de operación	0+026	200mm
	Valvula de control N° 05	0+582	200mm
CANAL LATERAL N° 03	Valvula de operación	0+013	250mm
CANAL LATERAL N° 04	Valvula de operación	0+014	160mm

ESTRUCTURA	UBICACION DE LA VALVULA DE AIRE			
	DESCRIPCION	PROGRESIVA(Km)	TUB. CONDUC	DIAM. VALVULA
SIFON	Valvula aire N° 01	0+020	355mm	63 mm
	Valvula aire N° 02	0+177	355mm	63 mm
	Valvula aire N° 03	1+169	355mm	63 mm
CANAL LATERAL N° 01	Valvula aire N° 04	0+068	200mm	63 mm
	Valvula aire N° 05	0+465	200mm	63 mm
CANAL LATERAL N° 02	Valvula aire N° 06	0+78	200mm	63 mm

OBRAS DE ARTE: LOSA DE VEHICULAR - CRUCE DE CARRETERA CON SIFON

ESTRUCTURA	SECTOR DE RIEGO	PROGRESIVA(Km)	DIAMETRO TUBERIA	A m)
Losa de paso de vehicular tipo I N°01	Canispampa	0+195	355mm	4.20
Losa de paso de vehicular tipo I N°02	Canispampa	0+400	355mm	4.20
Losa de paso de vehicular tipo I N°03	Canispampa	1+330	355mm	4.20
Losa de paso de vehicular tipo II N°01	Canispampa	0+004	canal rect.	4.20
Losa de paso de vehicular tipo II N°02	Canispampa	0+620	canal rect.	5.00

ESTRUCTURA	UBICACION DE TOMAS PARA RIEGO PARCELARIO				
	DESCRIPCION	TIPO	PROGRESIVA(Km)	TUB. CONDUC	TUB. SALIDA
CANAL LATERAL N° 01	Toma lateral (TL-01)	II	0+130	200mm	110 mm
	Toma lateral (TL-02)	II	0+180	200mm	110 mm
	Toma lateral (TL-03)	II	0+350	200mm	110 mm
	Toma lateral (TL-04)	II	0+520	200mm	110 mm
	Toma lateral (TL-05)	II	0+680	200mm	110 mm
	Toma lateral (TL-06)	II	0+740	200mm	110 mm
	Toma lateral (TL-07)	II	0+900	200mm	110 mm
CANAL LATERAL N° 02	Toma lateral (TL-08)	II	0+440	250mm	110 mm
	Toma lateral (TL-09)	II	0+500	250mm	110 mm
	Toma lateral (TL-10)	II	0+570	250mm	110 mm
CANAL LATERAL N° 03	Toma lateral (TL-11)	I	0+025	250mm	Canal
	Toma lateral (TL-12)	I	0+120	250mm	Canal
	Toma lateral (TL-13)	I	0+150	250mm	Canal
	Toma lateral (TL-14)	I	0+210	250mm	Canal
	Toma lateral (TL-15)	I	0+300	250mm	Canal
	Toma lateral (TL-16)	I	0+340	250mm	Canal
	Toma lateral (TL-17)	I	0+430	250mm	Canal
	Toma lateral (TL-18)	I	0+460	250mm	Canal
	Toma lateral (TL-19)	I	0+700	250mm	Canal
	Toma lateral (TL-20)	I	0+770	250mm	Canal
CANAL LATERAL N°04	Toma lateral (TL-21)	I	0+250	250mm	Canal

ESTRUCTURA	UBICACION DE VALVULA DE PURGA			
	DESCRIPCION	PROGRESIVA(Km)	TUB. INGRESO	TUB. SALIDA VALVULA
SIFON	Valvula purga N° 01	0+560	355mm	160 mm 160 mm
	Valvula purga N° 02	1+306	355mm	160 mm 160 mm
CANAL LATERAL N° 01	Valvula purga N° 03	0+342	200mm	160 mm 110 mm
CANAL LATERAL N° 02	Valvula purga N° 04	0+334	200mm	160 mm 110 mm

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO
PROGRAMA DE DESARROLLO PRODUCTIVO AGROPECUARIO RURAL

ESTUDIO A NIVEL DE EXPEDIENTE TECNICO
INSTALACION DEL SERVICIO DE AGUA DEL SISTEMA DE RIEGO DEL SECTOR CANISPAMPA DEL CASERIO HUANTAPAMPA CENTRO POBLADO DE PASIPA, DISTRITO DE TARIKA, PROVINCIA DE HUARAZ, DEPARTAMENTO DE ANCASH

Título: **PLANO CLAVE**

Diseñado: CONSORCIO M y F
Dibujo: CONSORCIO M y F
Revisado:
Escala: INDICADA

Ubicación: Canispampa
Localidad: Canispampa
Distrito: Tarma
Prov: Huaraz
Region: Ancash

Plano: 01 de 01
N°: 01

Fecha: Noviembre 2016
Aprobado por:

ESC:1/2000

4.5. Estudio hidráulico del sifón invertido

4.5.1. Concepto

Es una estructura utilizada para atravesar depresiones o vías de comunicación cuando el nivel de la superficie libre de agua del canal es mayor que la rasante del cruce y no hay espacio para lograr el paso de vehículos o del agua. Generalmente hay cambio de sección con respecto a los canales, por lo cual es necesario proyectar transiciones aguas arriba y abajo. Tanto en el ingreso y a la salida se instalan rejas para evitar el ingreso de troncos, malezas y otros (Smith Alexander. J. 2006).

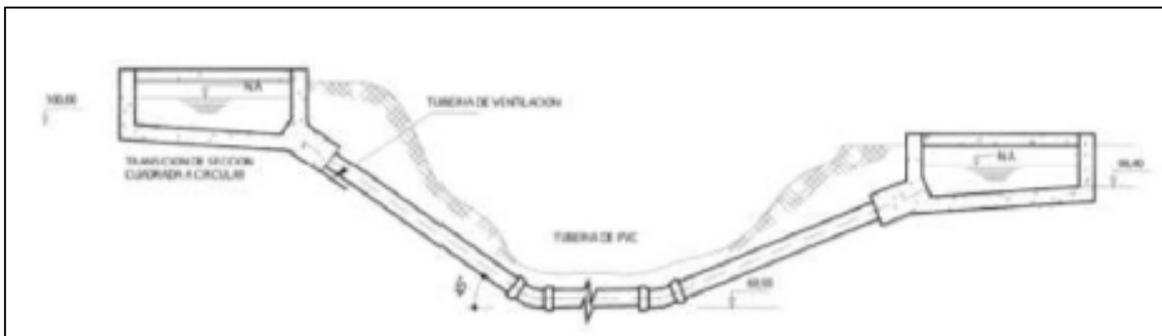


Figura N° 16: Sifón con ramas oblicuas

FUENTE: Comisión Nacional del Agua de México, 2009

Los Sifones invertidos, cómo se muestra en la figura consta de las siguientes partes:

- Desarenador
- Desagüe de excedencia
- Compuerta de emergencia y rejilla de entrada
- Transición de entrada
- Conducto o barril
- Registro para limpieza y válvula de purga
- Transición de salida

No siempre son necesarias todas las partes implicadas pudiendo suprimirse algunas de ellas.

- Desarenador

Consiste en una o varias compuertas deslizantes colocada en una de las partes laterales, que descargar a un canal con pendiente superior a la del propio canal Sirve la vez para desalojar

el agua del sifón cuando por reparaciones en este sean cerradas las compuertas o agujas de emergencia, se recomienda hacerlos de las dimensiones convenientes para que pase el caudal por desalojar y unirlos al canal colector de la obra de excedencias, Conviene localizarlo antes de la transición de entrada (Villon Bejar, 2005).

- Desagües de excedencias

Es una estructura que evita el nivel del agua suba más de lo tolerante en el canal de llegada, evacuando el caudal que no pueda pasar por el sifón. Generalmente consiste en un vertedero construido en una de las paredes del canal.

Para el caudal normal, la cresta del vertedero estará al nivel de la superficie libre del agua (Villon Bejar, 2005).

- Compuerta de emergencia y rejilla de entrada

Por facilidad de construcción se localizan a la entrada del conducto o sea al finalizar la transición de entrada, la compuerta de emergencia consiste en una o varias compuertas deslizantes o agujas de madera que corren sobre ranuras hechas en las paredes laterales o en viguetas de hierro y que en un momento determinado pueden cerrar la entrada al conducto para poder hacer limpieza o reparaciones al mismo (Villon Bejar, 2005).

- Transiciones de entrada y salida

Cómo la mayoría de los casos. la selección de canales es diferente a la adoptada en el conducto o barril, es necesario construir una transmisión de entrada y salida para pasar gradualmente de la primera a la segunda. Para el cálculo de longitud de transición simétricas se seguirá el criterio de Comisión Nacional de irrigación México.

$$L = \frac{T_1 - T_2}{2tg22,5^\circ}$$

El diseño de una transición de entrada y salida es generalmente aconsejable tener la abertura de la parte superior un poco más abajo de la superficie normal del agua. Está práctica hace mínima la posible reducción de la capacidad del sifón causada por la introducción del aire. La profundidad de sumergencia de la abertura superior del sifón se recomienda que este comprendida entre un mínimo de 1,1hv y un máximo de 1,5hv. (Villon Bejar, 2005)

$h_v =$ carga de velocidad

- Conducto o barril

Forma la parte más importante y necesaria del Sifón. se recomienda profundizar el conducto dejando un colchón mínimo de 1 m de las laderas y de 1,5 m en el cruce para evitar probables fracturas que pudieran presentarse debido a cargas excesivas como el paso de camiones y tractores (Villon Bejar, 2005).

- Registro para limpieza y válvula de purga

Se coloca en la parte más baja del barril, Permite evacuar el agua que queda almacenada en conducta cuándo se deja de usar el sifón, válvulas tipo compuerta de 250 a 110 mm de diámetro, cuyas características están bajo la norma ISO 1452. Estas válvulas pueden protegerse por medio de una obra de tabiquería o concreto que llegue hasta la parte superior del terreno y debe abrirse gradualmente cuando haya aumentos de velocidad en la tubería (Villon Bejar, 2005).

4.5.2. Hidráulica del Sifón Invertido

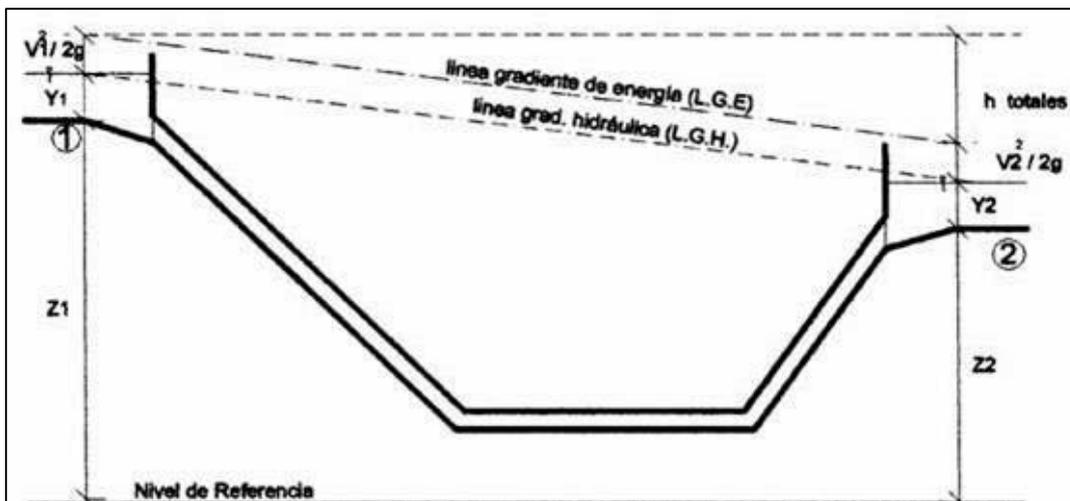


Figura N° 17: Interpretación de la ecuación de energía en el sifón

FUENTE: (ANA, 2010)

Analizaremos en las posiciones 1 y 2, para lo cual aplicamos la ecuación de energía específica:

$$E_i = z_i + y_i + \frac{V_i^2}{2g}$$

Donde:

z_i = carga de posición

y_i = carga de presión

$\frac{V_i^2}{2g}$ = carga de velocidad ($g = 9.81 \text{ m/s}^2$)

ΔH = carga hidráulica

$$\Delta H = E_1 - E_2 = \left(z_1 + y_1 + \frac{V_1^2}{2g} \right) - \left(z_2 + y_2 + \frac{V_2^2}{2g} \right)$$

Se debe de cumplir que la ΔH debe de ser mayor a la suma de todas las pérdidas que se generen en el sifón.

Se considera un aumento del 10 % como factor de seguridad a las pérdidas originadas por el sifón. Para que el conducto trabaje a presión (tubo lleno), necesita tener una altura mínima de ahogamiento al ingreso y salida del conducto, para lo cual podremos deducir la fórmula con ayuda de la figura:

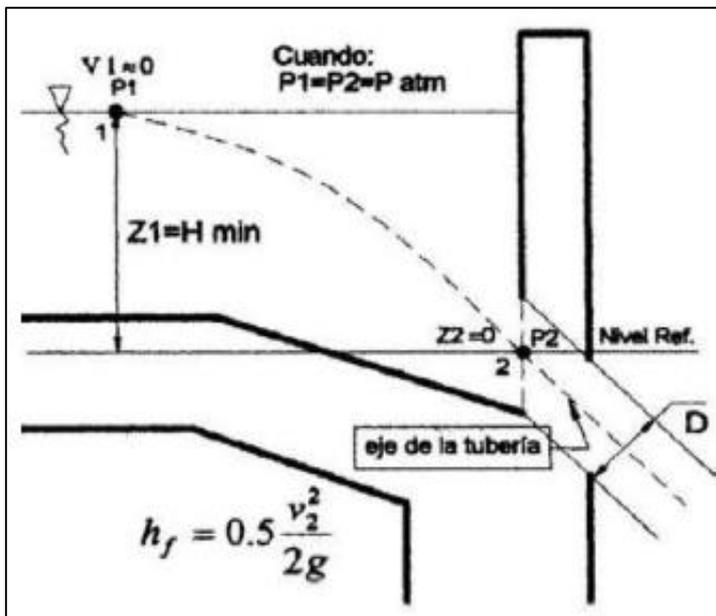


Figura N° 18: Interpretación de la Altura mínima de Ahogamiento

FUENTE: (ANA, 2010)

Por la ecuación de la energía entre 1 y 2 tenemos:

$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + h_f$$

Reemplazando Z1 y hf tenemos:

$$H_{min} + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + 0,5 \frac{V_2^2}{2g}$$

Siendo P1 = P2 y Z2= 0 la ecuación en función al Hmin será:

$$H_{min} = \frac{3}{2} \times \frac{V_t^2}{2g}$$

También podemos usar otras fórmulas como:

$$H_{min} = 0,3 \times V_t \times \sqrt{D}$$
$$H_{min} = 0,5 \times D \times \left(\frac{V_t}{D}\right)^{0,55}$$

Donde “Hmin” es la altura mínima de ahogamiento “Vt” es la velocidad media de la tubería en metros por segundo, “D” es el diámetro de la tubería en metros.

4.5.3. Velocidades en el Conducto

Las velocidades de diseño en sifones grandes de 2 - 3 m/s. mientras que en sifones pequeños es de 1,6 m/s

Un sifón se considera largo cuando elegí tú eres mayor de 500 veces el diámetro.

4.5.4. Funcionamiento

El sifón siempre funciona a presión, por lo tanto, debe estar ahogado a la entrada y a la salida.

Ahogamiento $\geq 10\%$

Puede retenerse ahogamiento $< 50\%$

Ahogamiento = $\frac{H-h}{n} \times 100$

El sifón funciona por diferencia de cargas, esta diferencia de cargas debe absorber todas las pérdidas del sifón. La diferencia de carga ΔZ debe ser \geq pérdidas totales.

4.5.5. Material usado para tubería de presión:

El acero comercial fue fabricado con plancha de acero roladas y soldada. En general las tuberías de acero que están protegidas por una capa de pintura u otra capa de protección pueden durar hasta 20 años. Además, son efectivas en resistencia a impactos, pero son pesadas, se unen mediante bridas, soldadura o juntas metálicas. Evitar enterrar las tuberías de presión debido a que corren el riesgo de corroerse (ANA, 2010).

4.5.6. Operación y mantenimiento

Los sifones deben tener cuidados especiales y sistemáticos a fin de evitar obstrucciones. Uno de los problemas es la necesidad de desobstrucción que ocurre cuando se acumulan solidos pesados en el fondo del conducto que resisten al arrastre hidráulico, por lo que se da la necesidad de utilizar equipos mecánicos de limpieza como válvulas tipo compuerta Luflex (ANA, 2010).

4.5.7. Pérdidas en el sifón invertido

A continuación, se definirán los distintos tipos de pérdida de carga hidráulica que se emplean en hidráulica:

- Pérdidas de carga debidas al rozamiento ordinario a lo largo de la conducción
- Pérdidas de carga producidas en las singularidades

4.5.8. Perdidas por transición de entrada h_{te} y Pon transición de salida h_{ts}

Como en la mayoría de los casos, la sección del canal es diferente a la adoptada en el conducto o barril, es necesario construir una transición de entrada y otra de salida para pasar gradualmente de la primera a la segunda. En el diseño de una transición de entrada y salida es generalmente aconsejable tener la abertura de la parte superior del sifón un poco más abajo de la superficie normal del agua. Esta práctica hace mínima la posible reducción de la capacidad del sifón causada por la introducción del aire (ANA, 2010).

$$h_{te} = K_{ts} \frac{Vt^2 - Vce^2}{2g}$$

$$h_{ts} = K_{ts} \frac{Vt^2 - Vcs^2}{2g}$$

Vt = Velocidad en el conducto.

Vce = Velocidad en el canal de entrada

Vcs = Velocidad en el canal de salida.

Kte = Coeficiente de pérdida para transición de entrada.

Kts = Coeficiente de pérdida para transición de salida.

g = Aceleración de la gravedad = 9,81 m/s²

Tabla 26: Cuadro de coeficiente de pérdida de carga

TIPO DE TRANSICION	Kte	Kes
Curvado	0,10	0,20
Cuadrante cilíndrico	0,15	0,25
Simplificado en línea recta	0,20	0,30
Línea recta	0,30	0,50
Extremos cuadrados	0,30	0,75

FUENTE: Máximo Villon, 2003

- Perdida por Rejilla h_r

Cuándo la estructura consta de bastidores de barrotes y rejillas para el paso del agua las pérdidas registradas se calculan con la ecuación:

$$h_r = K_r \frac{Vn^2}{2g}$$

Hallando el valor de K_r con la ecuación:

$$K_r = 1,45 - 0,45 \frac{A_n}{A_g} - \left(\frac{A_n}{A_g} \right)^2$$

Donde:

Kr = Coeficiente de pérdidas en la rejilla.

An = Área neta de paso entre rejillas.

Ag = Área bruta de la estructura y su soporte, qué quede dentro del área hidráulica.

Vn = Velocidad a través del área neta de la rejilla, dentro del área hidráulica.

- Pérdidas por entrada al conducto h_{ef}

Esta pérdida se debe al cambio de dirección del movimiento del líquido para entrar al conducto, depende de las condiciones geométricas de la entrada y de la velocidad del agua en el conducto

$$h_{ef} = K_e \frac{V_t^2}{2g}$$

Donde:

V_t = Velocidad del agua en el conducto.

K_e = Coeficiente que depende de la forma de entrada.

Tabla 27: Cuadro de Valores de K_e

Valores de K_e	
Compuerta en pared delgada - Contracción suprimida en los lados y en el fondo	1,00
Para entrada con arista en Angulo recto	0,5
Para entrar a con arista ligeramente redondeada	0,23
Para entrar a con arista completamente redondeada $R/D = 0,15$	0,10
Para entrada abocinada circular	0,004

FUENTE Máximo Villon 2005

- Pérdidas por fricción en el conducto h_f

Para calcular la pérdida por fricción en la tubería podemos usar las ecuaciones:

Hazen Williams:

$$h_f = \left(\frac{V_t}{0,8508 * C * R^{0,63}} \right)^{1,8518} * L$$

Darcy Weisbach:

$$h_f = f \left(\frac{L}{D} \right) \frac{V_t^2}{2 * g}$$

Manning:

$$h_f = \left(\frac{V_t * n}{R^{2/3}} \right)^2 * L$$

Donde:

V_t = Velocidad de la tubería en m/s.

C = Coeficiente de rugosidad de Hazen y Williams (Ver tabla 2 del Apéndice A).

R = Radio de la tubería en metros.

L = Longitud de la tubería o tramo en metros.

D = Diámetro de la tubería en metros.

f = Factor de rugosidad de Darcy Weisbach.

g = Valor de la gravedad = 9,81 m/s².

Tabla 28: Valores del Coeficiente “C”

MATERIAL	C
Asbesto-cemento (nuevo)	135
Cobre y Laton	130
Ladrillo de saneamiento	100
Concreto, acabado liso	130
Concreto, acabado comun	125
PVC	140
PE	150
Plomo	130-140
Aluminio	130

FUENTE: Elaboración Propia

- Pérdidas por cambio de dirección o codos h_c

$$h_c = K_c \sqrt{\frac{\Delta}{90^\circ}} \frac{V_t^2}{2g}$$

Donde:

Δ = Ángulo de deflexión.

K_c = Coeficiente para codos comunes

Tabla 29: Valores del Coeficiente K en pérdidas singulares

Accidente	K	L/D
T por salida lateral	1,80	67
Codo a 90° de radio corto (con bridas)	0,90	32
Codo a 90° de radio normal (con bridas)	0,75	27
Codo a 90° de radio grande (con bridas)	0,60	20
Codo a 45° de radio corto (con bridas)	0,45	-
Codo a 45° de radio normal (con bridas)	0,40	-

FUENTE: Elaboración Propia

- Pérdidas por válvulas de limpieza

Las pérdidas de carga que se originen sifones por el hecho de insertar lateralmente una tubería en la que se coloca una válvula para desagüe y limpieza se deben considerar como pérdidas por bifurcación de tuberías

Esta pérdida existe aun cuando uno de las partes este cerrado por la válvula dado que se forman turbulencias dentro de la tubería, pero en vista de que considera muy pequeña y no se les podía evaluar se olvida.

- Pérdidas por ampliación (pérdidas por salida)

Algunas veces por exigencias topográficas no se es posible localizar una transición a la salida del sifón para el cambio de sección, asíndolo en una caja, de la cual saldrá el agua al canal. La pérdida de carga será motivada por la ampliación brusca en la sección

Según Borda:

$$h_s = \frac{(V_t - V_c)^2}{2g}$$

Donde:

h_s = Pérdida de carga por ampliación brusca.

V_t = Velocidad en el conducto.

V_c = Velocidad aproximada en la caja.

g = Aceleración de la gravedad = 9,81 m/s².

Según Archer:

$$h_s = 0,997 \frac{(V_t - V_c)^{1,919}}{2g}$$

Forma práctica:

$$h_s = 2h_e$$

Donde:

h_e = Pérdida por entrada.

h_s = Pérdida por salida.

Con todas estas consideraciones aplicamos la ecuación de energía o de Bernoulli, que se muestra:

$$E_{\text{mecánica}} \text{ inicial} = E_{\text{mecánica}} \text{ en un estado posterior} + E_{\text{perdida}} \text{ hasta ese estado posterior}$$

Aplicando el teorema de Bernoulli nos queda:

$$z_o + p_o / \gamma + v_o^2 / (2 * g) = z_n + p_n / \gamma + v_n^2 / (2 * g) + \text{energía perdida hasta estado } n = \text{cte}$$

Esta energía cedida o perdida hasta el estado n, se conoce como pérdida de carga y se representa por h y la expresión final de Bernoulli se transforma en la ecuación de Bernoulli generalizada:

$$z_0 + p_0 / \gamma + v_0^2 / (2 * g) = z_n + p_n / \gamma + v_n^2 / (2 * g) + h = \text{cte}$$

Con esta generalización de la ecuación de Bernoulli se puede concluir que el plano de carga o carga hidráulica aquí definido es el nivel de energía más alto de la conducción, el cual se encuentra siempre en el origen, debido a las pérdidas de carga que sufre el agua en su desplazamiento.

4.5.9. Criterios de Diseño

- Las dimensiones del tubo se determinan satisfaciendo los requerimientos de cobertura, pendiente del tubo, ángulos de doblados y sumergencia de la entrada y salida.
- En aquellos sifones que cruzan caminos principales o debajo de drenes, se requiere un mínimo de 0.90 m de cobertura y cuando cruzan caminos parcelarios o canales de riego sin revestir, es suficiente 0.6 m. Si el sifón cruza un canal revestido se considera suficiente 0.30 m de cobertura.
- La pendiente de los tubos doblados, no debe ser mayor a 2:1 y la pendiente mínima del tubo horizontal debe ser 5 o/oo. Se recomienda transición de concreto a la entrada y salida cuando el sifón cruce caminos principales en sifones con \emptyset mayor o igual a 36" y para velocidades en el tubo mayores a 1 m/s.
- Con la finalidad de evitar desbordes agua arriba del sifón debido a la ocurrencia fortuita de caudales mayores al de diseño, se recomienda aumentar en un 50% o 0.30 m como máximo al borde libre del canal en una longitud mínima de 15 m a partir de la estructura.
- A fin de evitar remansos aguas arriba, las pérdidas totales computadas se incrementan en 10%.
- En el diseño de la transición de entrada se recomienda que la parte superior de la abertura del sifón, esté ligeramente debajo de la superficie normal del agua, esta profundidad de sumergencia es conocida como sello de agua y en el diseño se toma 1.5 veces la carga de velocidad del sifón o 1.1 como mínimo o también 3".
- En la salida la sumergencia no debe exceder al valor $H_{te}/6$.

- En sifones relativamente largos, se proyectan estructuras de alivio para permitir un drenaje del tubo para su inspección y mantenimiento.
- Con la finalidad de evitar la cavitación a veces se ubica ventanas de aireación en lugares donde el aire podría acumularse.

4.5.10. Planificación física

Para dosificar del recurso hídrico al sector de riego canishpampa del caserío huantzapampa, se conducirá el agua a través de la construcción toma lateral de captación y cámara de carga para sifón invertido a instalarse del 0+000 k sm al 1+640 km (canal de conducción), que permitirá conducir 109 lps, para ser almacenados en un reservorio de geomembrana de PVC de $v=1322m^3$, a construir en el sector Canishpampa, de donde se distribuirá el agua para riego.

Infraestructura Previa:

- Obras preliminares, demolición de 14 mts de canal existente de concreta sección: 1x1.5 m.
- Poza de disipación de energía en el canal principal “Ishinca”, progresiva 6+350

Infraestructura Principal:

- Toma lateral de captación y canal de empalme a la cámara de carga del sifón.
- Sifón invertido del 0+000km al 1+640 km (canal de conducción), con sus obras conexas como son cámara de carga y cámara de descarga.

Tabla 30: Ubicación de válvulas de aire

Estructura	Ubicación de las Válvulas de Aire			
	Descripción	Progresiva	Tub. Conduc.	Diam. Valvula
Sifón	Válvula de aire N°01	0+020	355 mm	63 mm
	Válvula de aire N°02	0+177	355 mm	63 mm
	Válvula de aire N°03	1+169	355 mm	63 mm

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla 31: Ubicación de válvulas de purga

Estructura	Ubicación de las Válvulas de Purga				
	Descripción	Progresiva	Tub. Ingreso	Tub. Salida	Diam Valvula
Sifón	Válvula de purga N°01	0+560	355 mm	160 mm	160 mm
	Válvula de purga N°02	1+306	355 mm	160 mm	160 mm

FUENTE: Elaboración Propia

4.5.11. Procedimiento de cálculo

- Sifón invertido de 1,640 mts de longitud.

El canal de conducción principal está conformado por un sifón invertido de 1640 mts de longitud. En el presente proyecto el sifón se planteada para cruzar la depresión que existe entre el punto de captación y las áreas de riego ubicado en el sector Canishpampa. El caudal a conducir es de 109 lps.

Con la información topográfica de las curvas de nivel y el perfil del terreno en el sitio de la obra, se traza el sifón y se procede a diseñar la forma y dimensiones de la sección del conducto más económica y conveniente, esto se obtiene después de varios tanteos, tomando en cuenta las pérdidas de carga que han de presentarse.

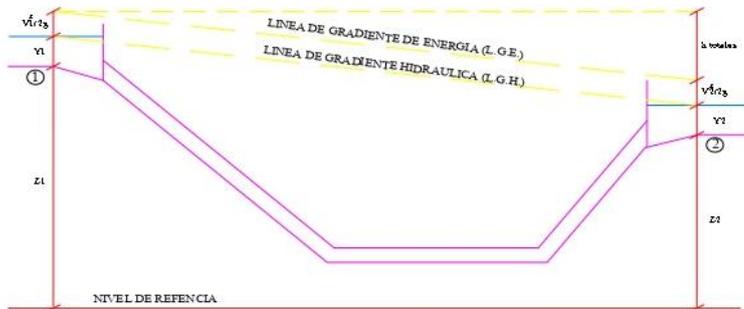
Las dimensiones de la sección transversal dependen del caudal que debe pasar y de la velocidad admisible.

En sifones grandes se considera una velocidad dentro del conducto entre 2 y 3 m/s, que evitará el depósito de azolves en el fondo y que no es tan grande como para producir la erosión del material.

DISEÑO HIDRÁULICO DE UN SIFÓN INVERTIDO

Proyecto : SISTEMA DE RIEGO SECTOR CANISHPAMPA
Departamento : ANCASH
Provincia : HUARAZ
Distrito : TARICA - PASHPA

Tramo : SIFON
Prog. Inicio : 0+008
Prog. Fin : 1+640



Se realiza el análisis entre los puntos 1 y 2 de la fig. mostrada

$$E_1 = Z_1 + y_1 + v_1^2/2g$$

Donde:

- Z_1 : carga de posición
- y_1 : carga de presión
- $v_1^2/2g$: carga de velocidad ($g=9.81 \text{ m/s}^2$)
- ΔH : carga hidráulica

$$\Delta H = E_1 - E_2$$

$$\Delta H = (Z_1 + y_1 + v_1^2/2g) - (Z_2 + y_2 + v_2^2/2g)$$

Transición de Entrada y Salida

En el diseño de una transición de entrada y salida es generalmente aconsejable tener la abertura de la parte superior del sifón un poco mas debajo de la superficie normal del agua.

Esta práctica hace mínima la posible reducción de la capacidad del sifón causada por la introducción del aire. La profundidad de sumergencia de la abertura superior del sifón se recomienda que esté comprendida entre un mínimo de $1.1hv$ y un máximo de $1.5hv$.

Donde:

- hv : carga de velocidad = $v^2/2g$
- v : velocidad en el canal ($g=9.81 \text{ m/s}^2$)

Rejilla de Entrada y Salida

La rejilla de entrada y salida se acostumbra hacerla con varillas de 3/8" de diámetro colocados a cada 10 cm, y soldados a un marco de 1"x1/2". El objetivo de la rejilla a la entrada y salida es impedir o disminuir el ingreso al conducto de basuras y objetos extraños que impidan el correcto funcionamiento del conducto.

Velocidades en el Conducto

Las velocidades de diseño en los sifones grandes es de 2 - 3 m/s, mientras que en sifones pequeños es de 1.6 m/s.

Un sifón se considera grande cuando su longitud es mayor a 500 veces el diámetro.

Profundidad de Sumergencia del Conducto a la Entrada y Salida

El sifón siempre funciona a presión, por lo tanto, debe estar ahogado a la entrada y a la salida.

Aplicamos Balance Energía entre 1 y 2.

$$Z_1 + P_1/\gamma + v_1^2/2g = Z_2 + P_2/\gamma + v_2^2/2g + h_f$$

$$H_{min.} = 1.5 \times v_1^2/2g$$

donde:

$$h_f = 0.5 \times v_1^2/2g$$

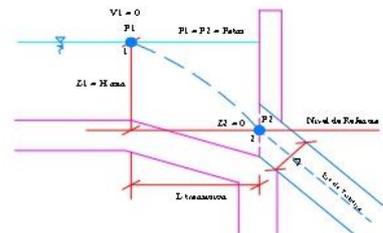
Otras fórmulas usadas son:

$$H_{min.} = 0.3 \times v_1 \sqrt{D}$$

$$H_{min.} = 0.5 \times D \times (v_1/\sqrt{D})^{0.55}$$

donde:

- v_1 : velocidad en la tubería (m/s)
- D : diámetro de la tubería (m)



Finalmente el sifón funciona por diferencia de cargas, esta diferencia de cargas debe absorber todas las pérdidas en el sifón. La diferencia de carga ΔZ debe ser mayor a las pérdidas totales.

DISEÑO HIDRÁULICO DE UN SIFÓN INVERTIDO

Proyecto : SISTEMA DE RIEGO SECTOR CANISHPAMPA
 Departamento : ANCASH
 Provincia : HUARAZ
 Distrito : TARICA - PASHPA

Tramo : SIFON
 Prog. Inicio : 0+008
 Prog. Fin : 1+640

Válvula de Purga de agua y lodos

Se coloca en la parte mas baja del conducto, para permitir evacuar el agua o el lodo que se quede almacenado en el conducto cuando se para el sifón para su limpieza o reparación.

CÁLCULO HIDRÁULICO DEL SIFÓN

Con la información topográfica de las curvas de nivel y el perfil del terreno en el sitio de la obra, se traza el sifón y se procede a diseñar la forma y dimensiones de la sección del conducto más económica y conveniente, esto se obtiene después de varios tanteos, tomando en cuenta las pérdidas de carga que han de presentarse.

Las dimensiones de la sección transversal dependen del caudal que debe pasar y de la velocidad admisible.

En sifones grandes se considera una velocidad dentro del conducto entre 2 y 3 m/s, que evitará el depósito de azolves en el fondo y que no es tan grande como para producir la erosión del material.

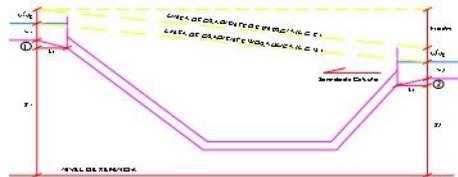
Datos para iniciar el Diseño

En el canal de entrada*

Q = 0.109 m³/s
 Z₁ = 3559.42 m
 y₁ = 0.455 m
 v₁ = 0.000 m/s
 S₁ = 0.000

En el canal de salida*

Q = 0.109 m³/s
 Z₂ = 3551.85 m
 y₂ = 0.355 m
 v₂ = 1.15 m/s
 S₂ = 0.000



*Todos estos datos corresponden a las características hidráulicas del canal de conducción
 *Datos procesados con Hcanales

Balace de Energía

$\Delta H = 7.60 \text{ m}$

Cálculo del diámetro de la Tubería

Q = 0.109 m³/s caudal a conducir por el conducto
 v = 1.15 m/s velocidad asumida en el conducto - varia entre 2 y 3.5 m/s

$D = \sqrt{(4 \times Q) / (v \times \pi)} = 0.35 \text{ m} = 355 \text{ mm}$

Insertamos un diámetro comercial y recalculando el diámetro obtenemos:

D = 0.355 m D = 0.3370 m => v = 1.22 m/s

Re = 411,819.32 ... Flujo Turbulento si Re < 2,000 ... Flujo Laminar
 si Re > 4,000 ... Flujo Turbulento

Cálculo de la Altura Mínima de Ahogamiento

Del Balance de Energía tenemos:

$H_{min.} = 1.5 \times v_2^2 / 2g = 0.11 \text{ m}$

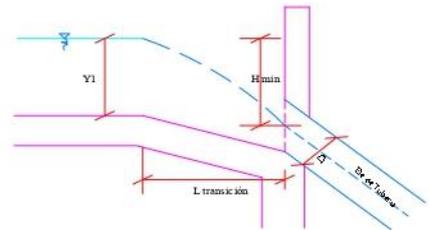
Otras fórmulas usadas son:

$H_{min.} = 0.3 \times v_2 \sqrt{D} = 0.21 \text{ m}$

$H_{min.} = 0.5 \times D \times (v_2 / \sqrt{D})^{0.55} = 0.25 \text{ m}$

Escogemos el de mayor valor:

$H_{min.} = 0.25 \text{ m}$



CÁLCULO DE PÉRDIDAS

Pérdida de carga por Transición de entrada y salida (h_{te}, h_{ts})

$h_{te} = 0.1 \times (v_1^2 - v_2^2) / 2 \times g$: pérdida por transición de entrada

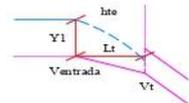
$h_{ts} = 0.2 \times (v_2^2 - v_1^2) / 2 \times g$: pérdida por transición de salida

v₁ : veloc. en la tubería v₂ : veloc. en el canal de entrada y salida

Aplicamos Energía entre el inicio de la transición y la entrada de la tubería, hallamos la pérdida en la transición:

$h_{ts} = 0.008 \text{ m}$

$h_{te} = 0.015 \text{ m}$



DISEÑO HIDRÁULICO DE UN SIFÓN INVERTIDO

Proyecto : **SISTEMA DE RIEGO SECTOR CANISHPAMPA**
 Departamento : **ANCASH**
 Provincia : **HUARAZ**
 Distrito : **TARICA - PASHPA**

Tramo : **SIFON**
 Prog. Inicio : **0+008**
 Prog. Fin : **1+640**

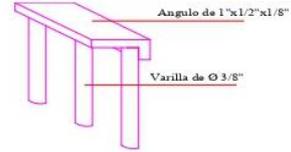
Cálculo de Pérdidas por Rejillas (h_{re})

Las pérdidas originadas se calculan con la siguiente fórmula:

$$h_{re} = k \times (v_n^2 / 2g)$$

$$k = 1.45 - 0.45 \times (A_n / A_g) - (A_n / A_g)^2$$

$$V_n = Q / A_n$$



- k : coeficiente de pérdidas en la rejilla
- v_n : velocidad a través del área neta de la rejilla, dentro del área hidráulica
- A_n : área neta a través de las rejillas
- A_g : área bruta de las rejillas y sus soportes, dentro del área hidráulica

Considerando una pérdida por metro cuadrado de rejilla tendremos 9 varillas a cada 0.10 m, lo cual nos daría:

$$\text{Área de las varillas} = 0.086 \text{ m}^2$$

Área neta por metro cuadrado:

$$A'_n = 0.914275 \text{ m}^2/\text{m}^2$$

El área hidráulica (bruta) de la tubería es de:

$$A_g = 0.089197 \text{ m}^2$$

Finalmente el área neta será:

$$A_n = 0.08155 \text{ m}^2 \Rightarrow A_n / A_g = 0.914$$

$$k = 0.20268 \Rightarrow V_n = 1.34 \text{ m/s} \Rightarrow h_{re} = 0.018 \text{ m}$$

Cálculo de Pérdidas de Carga por Entrada al Ducto (h_{ce})

$$h_{ce} = k_e \times (v^2 / 2g)$$

- k_e : coeficiente que depende de la forma de la entrada
- v : velocidad dentro del ducto

Seleccionamos el valor de k_e que mas se adecue:

$$\Rightarrow k_e = 0.23$$

Valores de K_e	
Compuerta con pared delgada - contracción suprimida	1.00
Para entrada con arista en ángulo recto	0.50
Para entrada con arista ligeramente redondeada	0.23
Para entrada con arista completamente redondeada, R/D	0.10
Para entrada abocinada circular	0.00

Finalmente: $h_{ce} = 0.018 \text{ m}$

Cálculo de Pérdidas por Fricción en el Ducto (h_f)

Utilizando la fórmula de Hazen Williams, tendremos:

$$h_f = 10.668 \times C^{1.85} \times D^{4.87} \times Q^{1.85} \times L$$

- C : Coeficiente de Hazen Williams
- D : diámetro del ducto
- L : longitud del ducto
- Q : caudal que circula por el ducto

Escogemos un valor de C de H-W = **140**
 Longitud del Ducto = **1636.23 m**

Coeficiente de Hazen Williams			
Material	C	Material	C
Asbesto cemento	140	Hierro galvanizado	120
Latón	130 - 140	Vidrio	140
Ladrillo de saneamiento	100	Plomo	130 - 140
Hierro fundido, nuevo	130	Plástico (PE, PVC)	140 - 150
Hierro fundido, 10 años de edad	107 - 113	Tubería lisa nueva	140
Hierro fundido, 20 años de edad	89 - 100	Acero nuevo	140 - 150
Hierro fundido, 30 años de edad	75 - 90	Acero	130
Hierro fundido, 40 años de edad	64 - 83	Acero roloado	110
Concreto	120 - 140	Lata	130
Cobre	130 - 140	Madera	120
Hierro dúctil	120	Hormigón	120 - 140

Calculamos la pérdida unitaria = 0.0038
 Finalmente tenemos: $h_f = 6.18 \text{ m}$

Cálculo de Pérdidas por cambio de Dirección o Codos (h_{cd})

Una fórmula muy usada es:

$$h_{cd} = k_c \times \Sigma (\Delta / 90^\circ)^{1/2} \times (v^2 / 2g)$$

- Δ : ángulo de deflexión
- k_c : coeficiente para codos comunes = 0.25



Del Plano Predimensionado

	Δ	$(\Delta / 90^\circ)^{1/2}$
1	22.65	0.50
2	45.00	0.71
	suma	1.21

$$\Rightarrow h_{cd} = 0.02 \text{ m}$$

Cálculo de Pérdidas por Válvula de Limpieza (h_{vl})

Las pérdidas de carga que se originan en los sifones por el hecho de insertar lateralmente una tubería en la que se coloca una válvula para desagüe y limpieza se deben considerar como pérdidas por bifurcación de tuberías.

Esta pérdida existe aún cuando una de las partes esté cerrada por la válvula, ya que se forman turbulencias dentro de la tubería, pero en vista de que se considera muy pequeña y no se ha podido evaluar se desprecia

Finalmente se tiene la suma de todas las Pérdidas

$$h_{total} = 6.27 \text{ m}$$

$$FS(10\%) = 0.63 \text{ m}$$

En resumen :

$$\Delta H = 7.60 \text{ m} > H_{total} = 6.89 \text{ m}$$

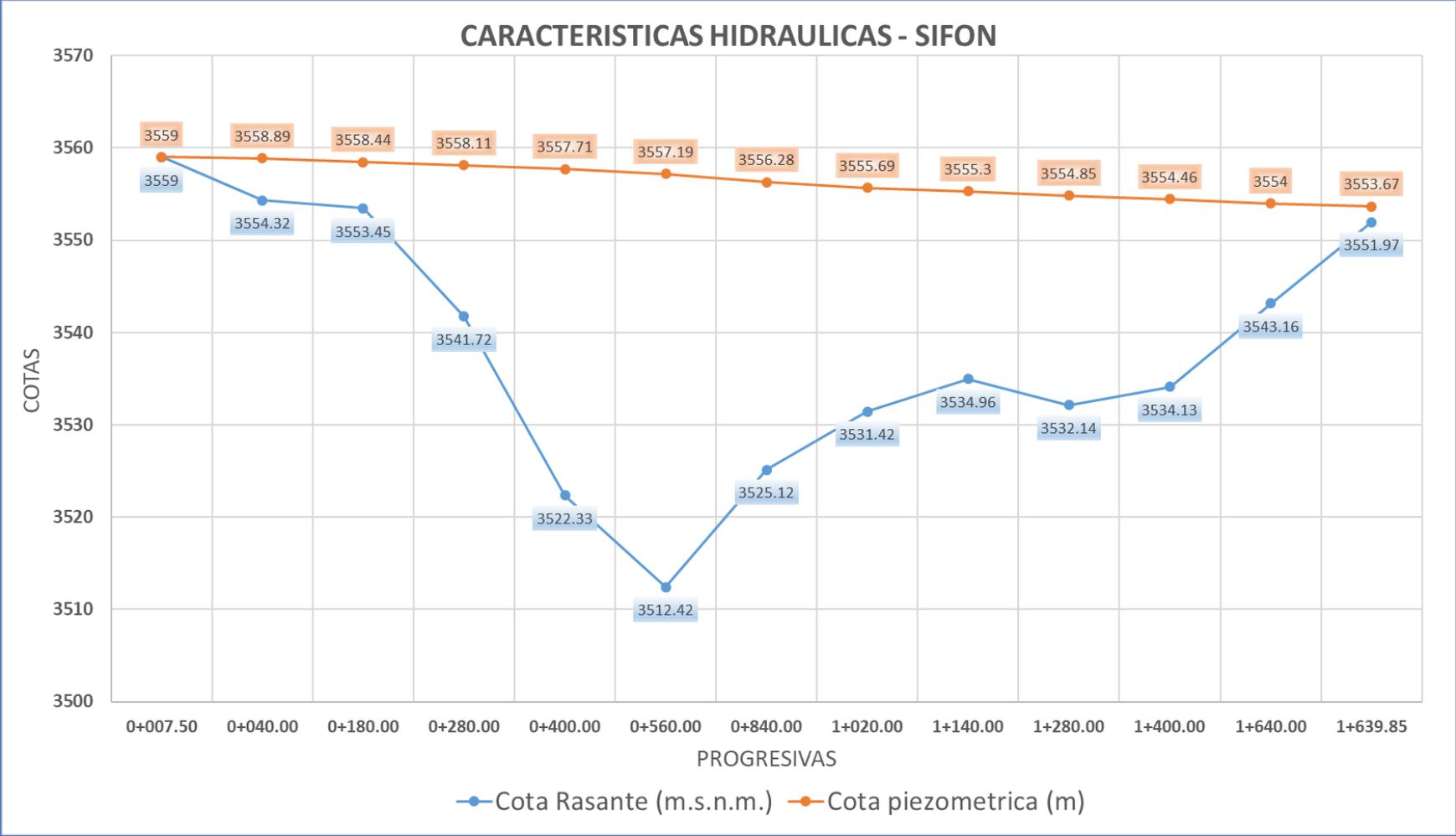
El sifón está bien diseñado

$$\Rightarrow \Delta H - h_{total} = 0.71 \text{ m}$$

Tabla 32: Características Hidráulicas

Cuadro de Características Hidráulicas - Sifón												
Estructura	Progresivas (Km)	Cota rasante (msnm)	Caudal de diseño (m3/s)	Longitud inclinada (m)	C de Hazen y William (C)	Pendiente (S)	Diámetro Interno (m)	Velocidad de Flujo (m/s)	Perdida de carga (hf)(m)	Cota piezometrica (m)	Altura de Carga de Presión (m)	Altura de Carga Teórica
Cámara de Carga	0+007.50	3559										
Tubería	0+040.00	3554.32	0.109	32.84	150	0.143	0.3376	1.22	0.11	3558.89	4.57	4.68
Tubería	0+180.00	3553.45	0.109	140	150	0.006	0.3376	1.22	0.46	3558.44	4.99	5.44
Tubería	0+280.00	3541.72	0.109	100.69	150	0.117	0.3376	1.22	0.33	3558.11	16.39	16.72
Tubería	0+400.00	3522.33	0.109	121.56	150	0.16	0.3376	1.22	0.4	3557.71	35.38	35.78
Tubería	0+560.00	3512.42	0.109	160.31	150	0.062	0.3376	1.22	0.52	3557.19	44.77	45.29
Tubería	0+840.00	3525.12	0.109	280.29	150	-0.045	0.3376	1.22	0.91	3556.28	31.16	32.07
Tubería	1+020.00	3531.42	0.109	180.11	150	-0.035	0.3376	1.22	0.59	3555.69	24.27	24.86
Tubería	1+140.00	3534.96	0.109	120.05	150	-0.029	0.3376	1.22	0.39	3555.3	20.34	20.73
Tubería	1+280.00	3532.14	0.109	140.03	150	0.02	0.3376	1.22	0.46	3554.85	22.71	23.16
Tubería	1+400.00	3534.13	0.109	120.02	150	-0.017	0.3376	1.22	0.39	3554.46	20.33	20.72
Tubería	1+640.00	3543.16	0.109	140.29	150	-0.064	0.3376	1.22	0.46	3554	10.84	11.3
Reservorio	1+639.85	3551.97	0.109	100.24	150	-0.088	0.3376	1.22	0.33	3553.67	1.7	2.03
LONG. TOTAL SIFON (m)				1636.43								

Tabla 33: Gráfico de Gradiente Hidráulico



4.5.12. Descripción de las principales estructuras proyectadas

4.5.12.1. Toma lateral y cámara de carga

La toma lateral está ubicada en la progresiva 6+350 del canal Inshinca, que permitirá desviar el flujo hacia el sistema de conducción (Sifón invertido), caudal a derivar 109 lps, con la finalidad de la operación se plantea la instalación de una compuerta de fierro galvanizado tipo tarjeta con sistema de izaje de 0.4 x 0.5 m, al ingreso del canal de derivación; la ventana de captación del canal lateral estará provista de una rejilla de fierro que evite el ingreso de elementos flotantes. El canal lateral de captación es de sección rectangular de 0.40 x 0.50 mts y de 0.10 mts de espesor de muros y en piso. Se prevé que este cubierto con tapas de concreto armado, desde la ventana de captación hasta la entrega del flujo a la cámara de carga; ubicada a 7.7 metros aguas abajo. La cámara de carga es una estructura de concreto armado que permitirá dar las condiciones hidráulicas de ahogamiento para la entrada al sifón, el cual según diseño debe ser con una tubería de PVC de 355 mm; Así mismo la cámara de carga permitirá retornar los excedentes hacia el canal principal Ishinca. Lo detalles se muestran en los planos.

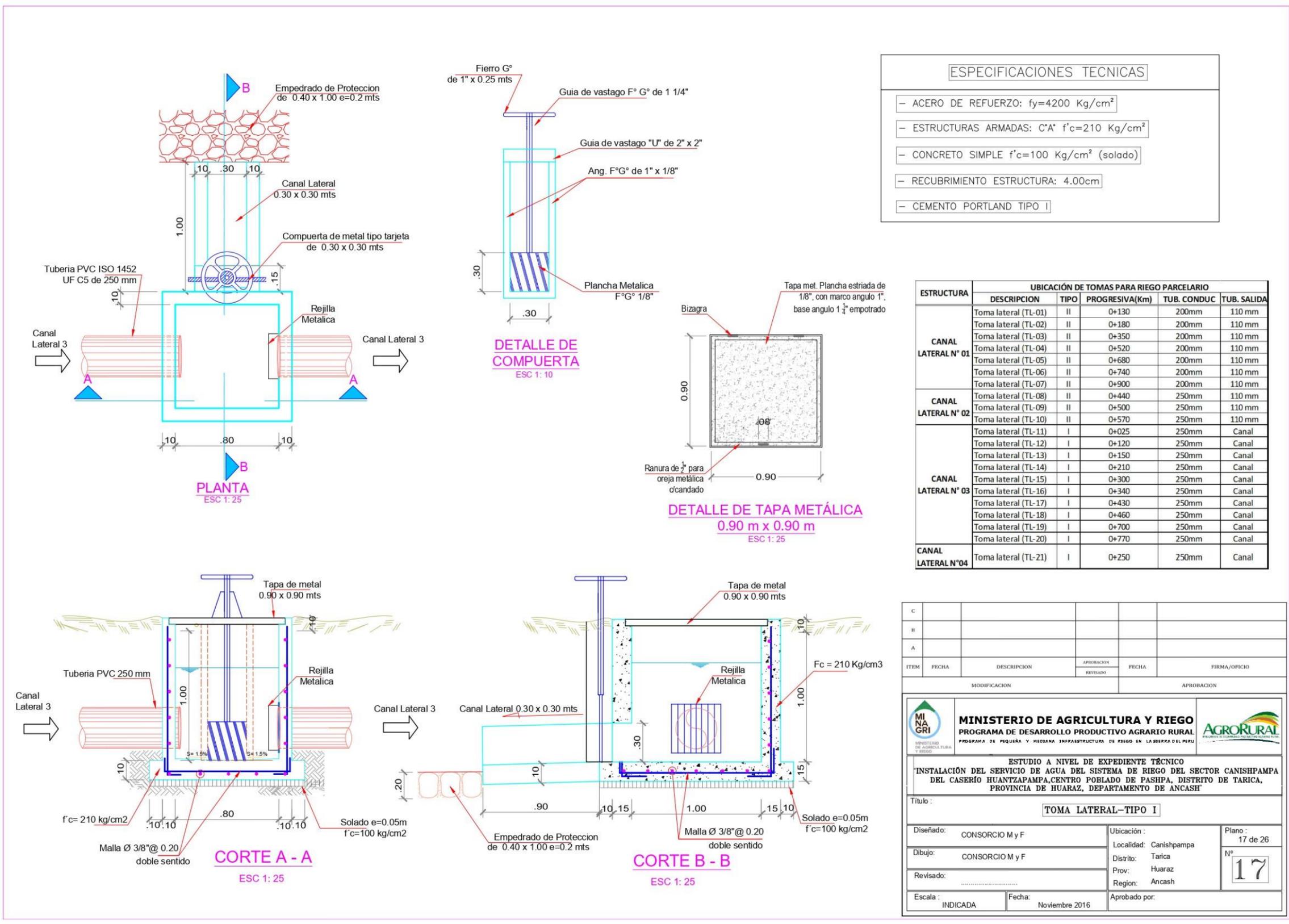


Figura N° 19: Toma lateral Tipo I

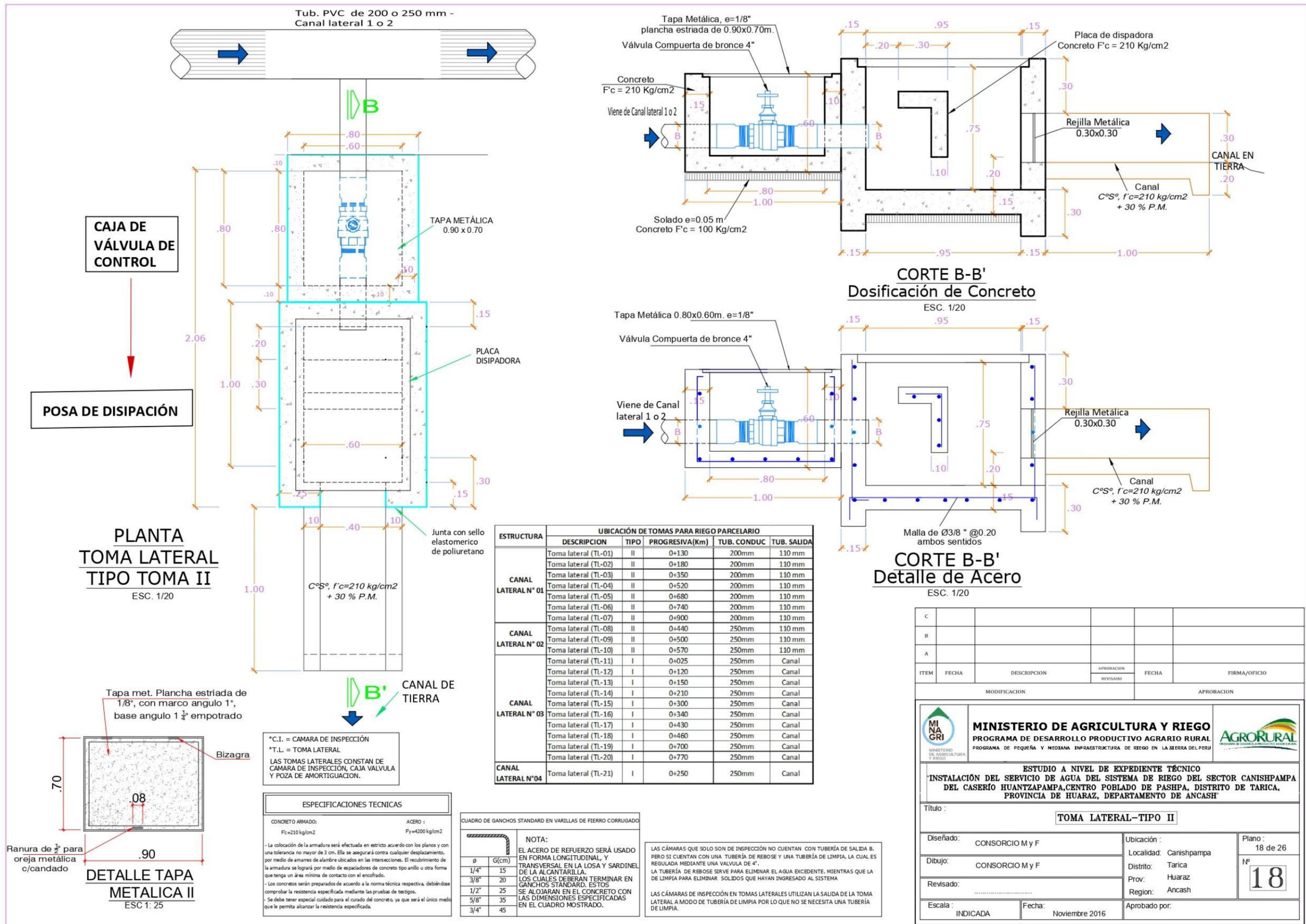
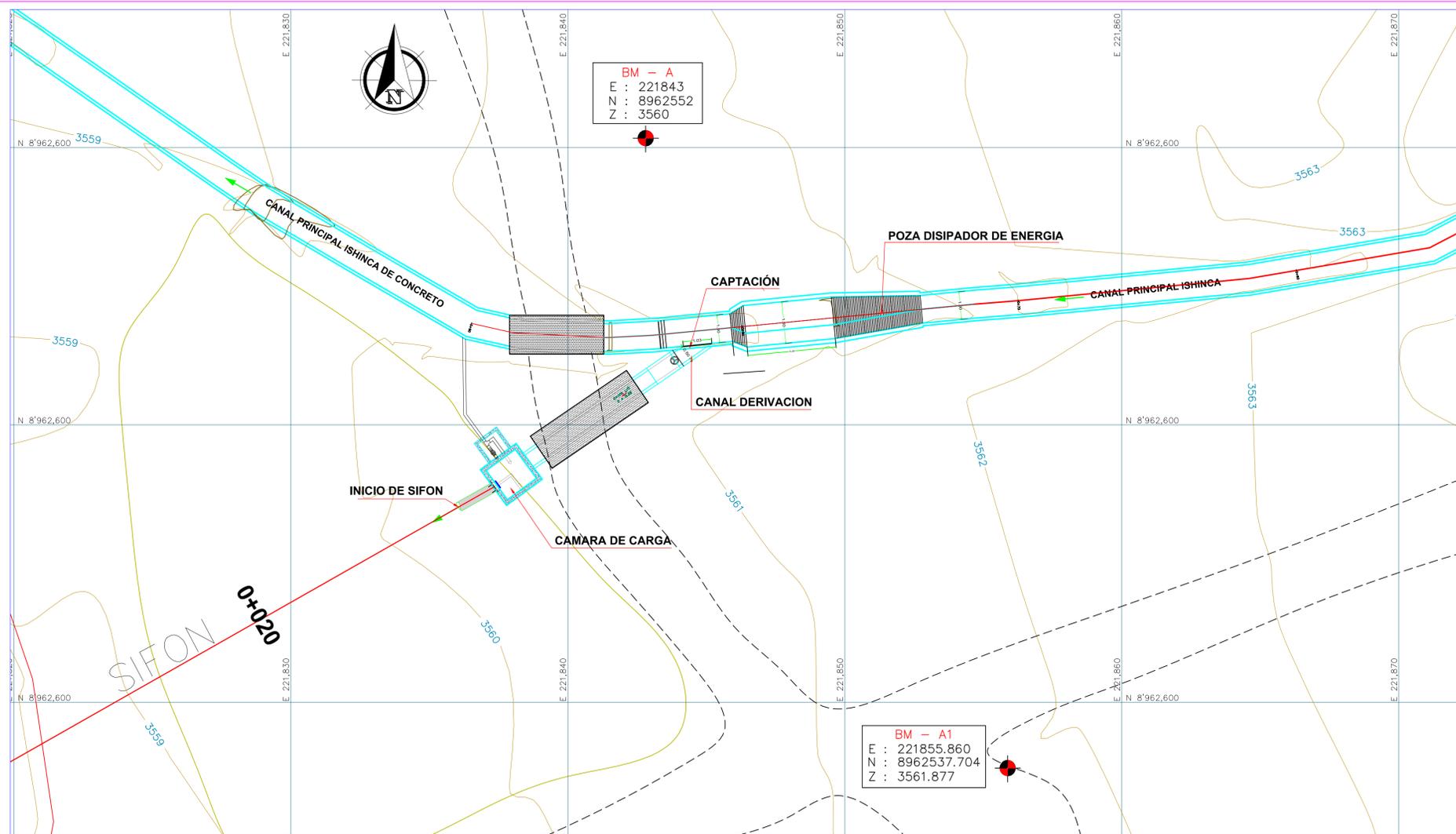


Figura N° 20: Toma lateral Tipo II



PLANTA POZA DE DISIPACION
Esc.: 1/100

CUADRO DE DATO: POZA DE DISIPACION-CANAL PRINCIPAL					
ALC	CORDENADAS DATUM WGS 84		CORDENADAS DATUM WGS 84		LONGITUD(m)
	NORTE(Y)	ESTE (E)	INICIO	FINAL	
PZ 01	8962554.234	221852.614	0+070	0+084	14

ESPECIFICACIONES TECNICAS

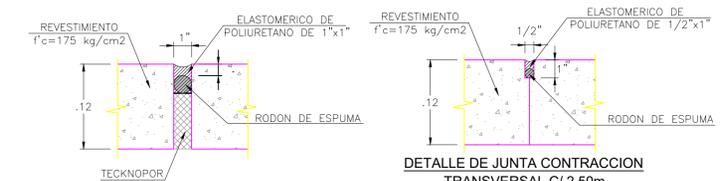
MATERIALES:

Cemento : Cemento Portland Tipo I

CONCRETO SIMPLE

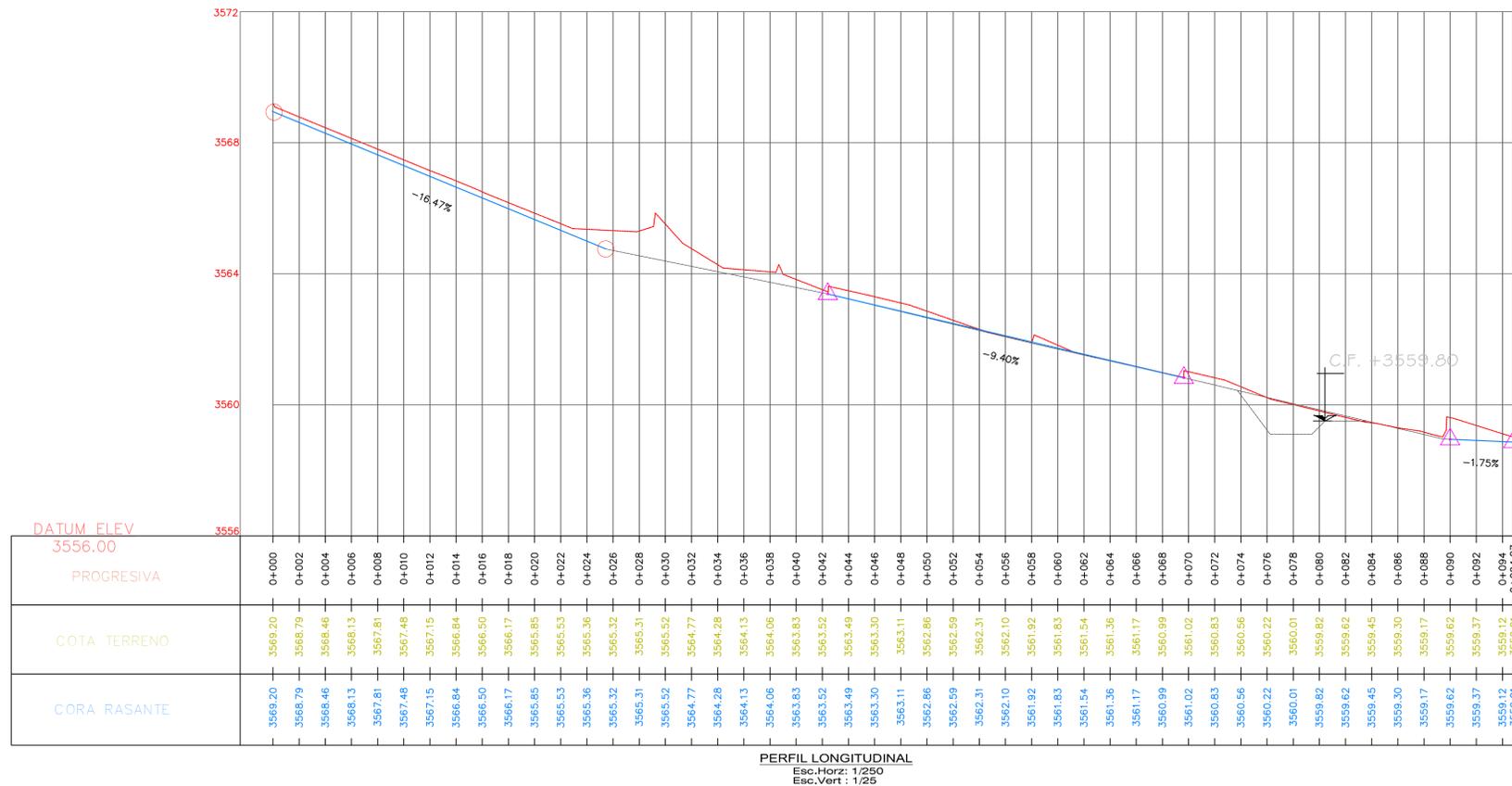
CONCRETO - LOSA $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2 = 21 \text{ MPa}$
 CONCRETO - MUROS $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2 = 21 \text{ MPa}$

Relacion agua/cemento maxima: 0.45



DETALLE DE JUNTA DE DILATACION C/ 12.50m
Escala: 1/5

DETALLE DE JUNTA CONTRACCION TRANSVERSAL C/ 2.50m
Escala: 1/5



C					
B					
A					
ITEM	FECHA	DESCRIPCION	APROBACION REVISADO	FECHA	FIRMA/OFCIO
MODIFICACION			APROBACION		
<p>ESTUDIO A NIVEL DE EXPEDIENTE TECNICO 'INSTALACION DEL SERVICIO DE AGUA DEL SISTEMA DE RIEGO DEL SECTOR CANISHPAMPA DEL CASERIO HUANTZAPAMPA, CENTRO POBLADO DE PASHPA, DISTRITO DE TARICA, PROVINCIA DE HUARAZ, DEPARTAMENTO DE ANCASH'</p>					
<p>Titulo : PLANO TOPOGRAFICO Y PERFIL SISTEMA DE CAPTACION</p>					
Diseñado: CONSORCIO M y F		Ubicación: Canishpampa		Plano: 02 de 26	
Dibujó: CONSORCIO M y F		Distrito: Tarica		Nº 02	
Revisado:		Prov: Huaraz			
Escala: INDICADA		Region: Ancash			
Fecha: Noviembre 2016		Aprobado por:			

4.5.12.2. Sifón

Consiste en la instalación de 1,640 m de tubería PVC UF. C-5 de 355 mm, que trabajara a presión, desde la cámara de carga, hasta su descarga en el reservorio ubicado en el sector de canishpampa. La instalación será a 1.0 m de profundidad y siguiendo el perfil del terreno, en su desplazamiento será necesario construir, 05 lozas de protección de la tubería para el cruce de trochas carrozable. Así mismo será necesario la construcción de dados de anclaje en zona de fuerte pendiente y cambios de nivel. Puntos identificados progresivas: 0+025, 0+030 (Antes de baja a la plataforma del estadio y al inicio del tramo que cruzará el estadio), 0+185 (Después de cruzar la plataforma del estadio), 0+250, 0+300, 0+350 y 0+400 (Tramo de fuerte pendiente). Además, esta estructura es complementada con la construcción de sus respectivas válvulas de aire y de purga.

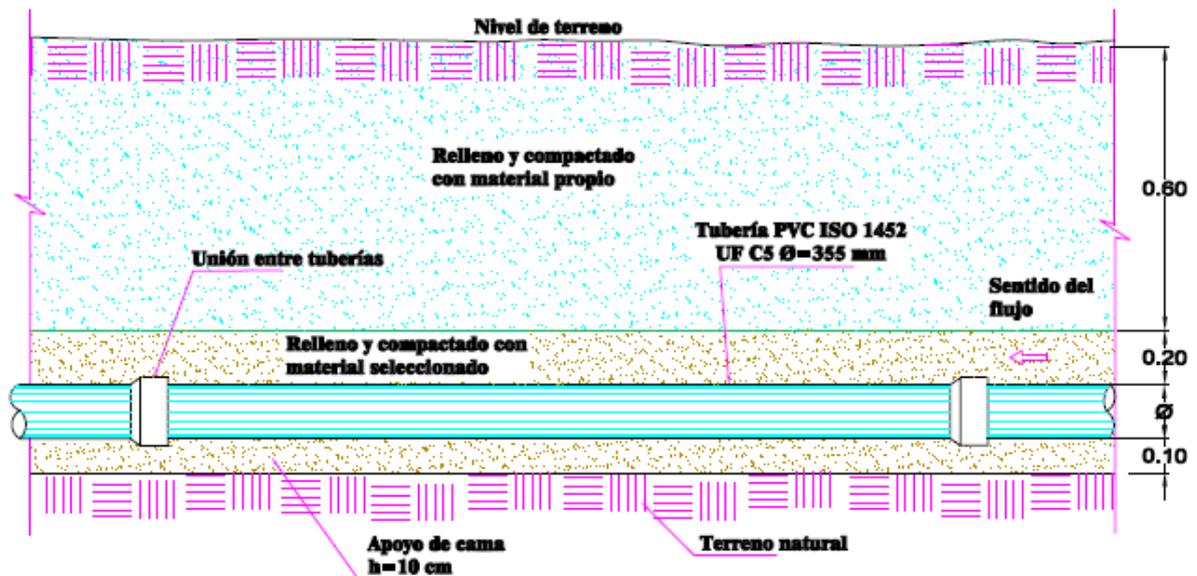


Figura N° 22: Sección Longitudinal de Sifón

FUENTE: Elaboración Propia

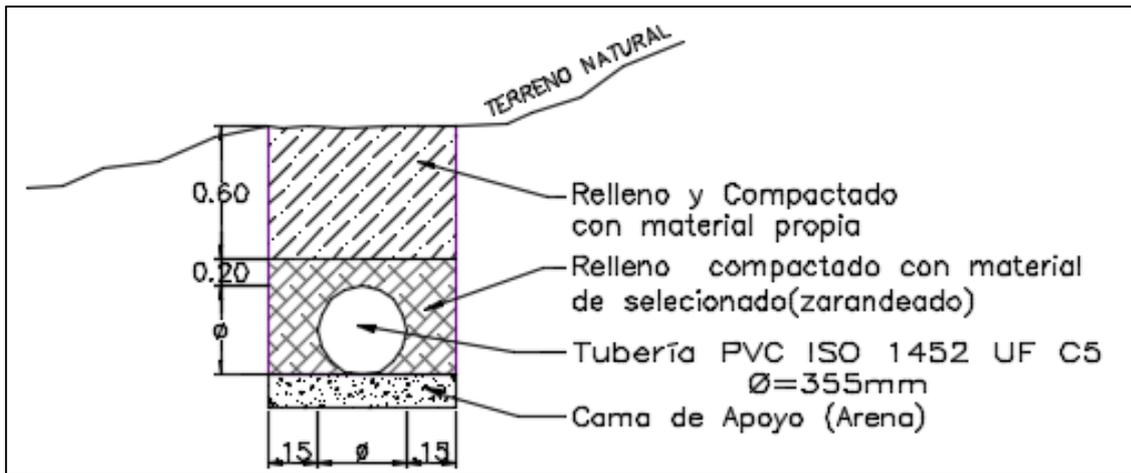


Figura N° 23: Sección Típica de Tubería de Sifón

FUENTE: Elaboración Propia

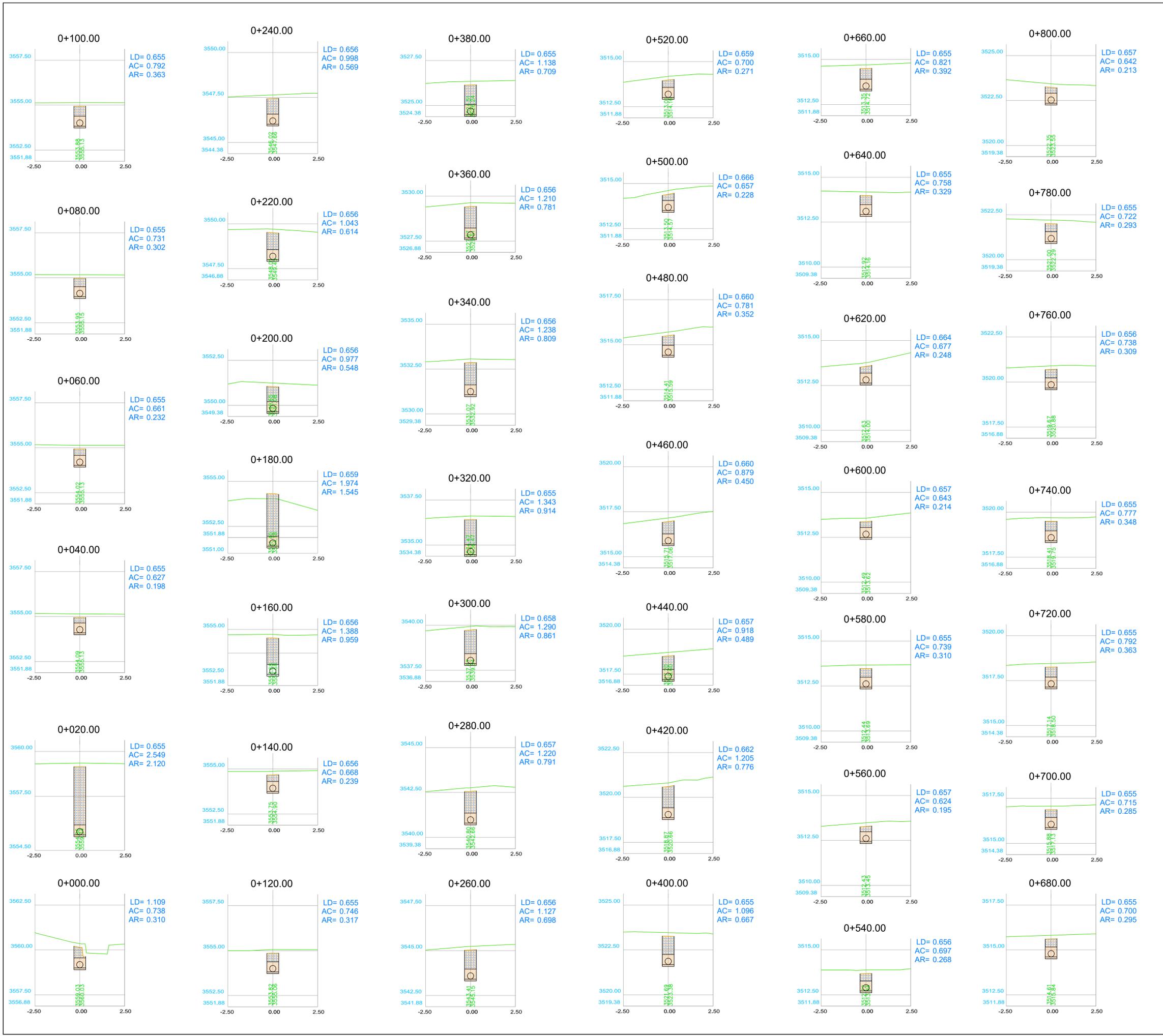


TABLA DE MOVIMIENTO DE TIERRAS			
PROGRESIVA	DESBRUCE	A. CORTE	A. RELLENO
0+00.00	1.109	0.738	0.310
0+020.00	0.655	2.549	2.120
0+040.00	0.655	0.627	0.198
0+060.00	0.655	0.661	0.232
0+080.00	0.655	0.731	0.302
0+100.00	0.655	0.792	0.363
0+120.00	0.655	0.746	0.317
0+140.00	0.656	0.668	0.239
0+160.00	0.656	1.388	0.959
0+180.00	0.659	1.974	1.545
0+200.00	0.656	0.977	0.548
0+220.00	0.656	1.043	0.614
0+240.00	0.656	0.998	0.569
0+260.00	0.656	1.127	0.698
0+280.00	0.657	1.220	0.791
0+300.00	0.658	1.290	0.861
0+320.00	0.655	1.343	0.914
0+340.00	0.656	1.238	0.809
0+360.00	0.656	1.210	0.781
0+380.00	0.655	1.138	0.709
0+400.00	0.655	1.096	0.667
0+420.00	0.662	1.205	0.776
0+440.00	0.657	0.918	0.489
0+460.00	0.660	0.879	0.450
0+480.00	0.666	0.657	0.228
0+500.00	0.659	0.700	0.271
0+520.00	0.656	0.697	0.268
0+540.00	0.656	0.624	0.195
0+560.00	0.655	0.739	0.310
0+580.00	0.657	0.643	0.214
0+600.00	0.655	0.715	0.285
0+620.00	0.664	0.677	0.248
0+640.00	0.655	0.758	0.329
0+660.00	0.655	0.821	0.392
0+680.00	0.655	0.700	0.295
0+700.00	0.655	0.715	0.285
0+720.00	0.655	0.792	0.363
0+740.00	0.655	0.777	0.348
0+760.00	0.656	0.738	0.309
0+780.00	0.655	0.722	0.293
0+800.00	0.657	0.642	0.213

LD=Limpeza y Desbroce AC=Área de Corte AR= Área de Relleno

c					
R					
A					
ITEM	FECHA	DESCRIPCION	APROBACION REVISADO	FECHA	FIRMA/OFCIO
MODIFICACION			APROBACION		

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO
PROGRAMA DE DESARROLLO PRODUCTIVO AGRARIO RURAL
PROGRAMA DE PEQUEÑA Y MEDIANA INFRAESTRUCTURA DE RIEGO EN LA SIERRA DEL PERU

ESTUDIO A NIVEL DE EXPEDIENTE TÉCNICO
"INSTALACIÓN DEL SERVICIO DE AGUA DEL SISTEMA DE RIEGO DEL SECTOR CANISHPAMPA DEL CASERÍO HUANTZAPAMPA, CENTRO POBLADO DE PASHPA, DISTRITO DE TARICA, PROVINCIA DE HUARAZ, DEPARTAMENTO DE ANCASH"

Título: **SECCIONES TRASVERSALES SIFON
KM.0+000 - KM.0+800**

Diseñado:	Ubicación: Localidad: Canishpampa	Plano: 09 de 26
Dibujo:	Distrito: Tarica	Nº 09
Revisado: CONSORCIO M y F	Prov: Huaraz	
	Region: Ancash	
Escala: ESC. 1/100	Fecha: Diciembre 2016	Aprobado por:

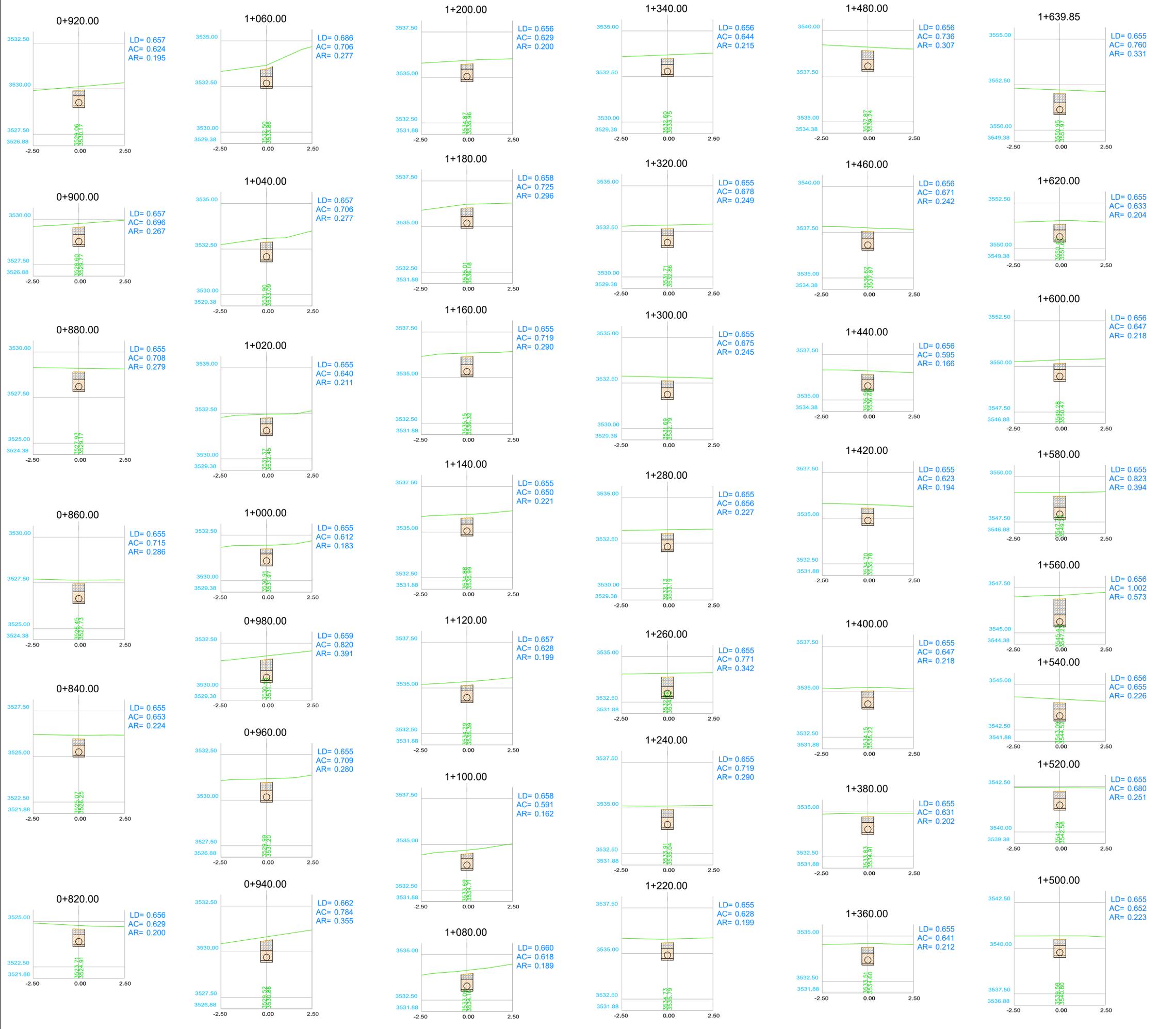


TABLA DE MOVIMIENTO DE TIERRAS			
PROGRESIVA	DESBROCE	A. CORTE	A. RELLENO
0+820.00	0.656	0.629	0.200
0+840.00	0.655	0.653	0.224
0+860.00	0.655	0.715	0.286
0+880.00	0.655	0.708	0.279
0+900.00	0.657	0.696	0.267
0+920.00	0.657	0.624	0.195
0+940.00	0.662	0.784	0.355
0+960.00	0.655	0.709	0.280
0+980.00	0.659	0.820	0.391
1+000.00	0.655	0.612	0.183
1+020.00	0.655	0.640	0.211
1+040.00	0.657	0.706	0.277
1+060.00	0.686	0.706	0.277
1+080.00	0.660	0.618	0.189
1+100.00	0.658	0.591	0.162
1+120.00	0.657	0.628	0.199
1+140.00	0.655	0.650	0.221
1+160.00	0.655	0.719	0.290
1+180.00	0.658	0.725	0.296
1+200.00	0.656	0.629	0.200
1+220.00	0.655	0.628	0.199
1+240.00	0.655	0.719	0.290
1+260.00	0.655	0.771	0.342
1+280.00	0.655	0.656	0.227
1+300.00	0.655	0.675	0.245
1+320.00	0.655	0.678	0.249
1+340.00	0.656	0.644	0.215
1+360.00	0.655	0.641	0.212
1+380.00	0.655	0.631	0.202
1+400.00	0.655	0.647	0.218
1+420.00	0.655	0.623	0.194
1+440.00	0.656	0.595	0.166
1+460.00	0.656	0.671	0.242
1+480.00	0.656	0.736	0.307
1+500.00	0.655	0.652	0.223
1+520.00	0.655	0.680	0.251
1+540.00	0.656	0.655	0.226
1+560.00	0.655	1.002	0.573
1+580.00	0.655	0.823	0.394
1+600.00	0.656	0.647	0.218
1+620.00	0.655	0.633	0.204
1+639.85	0.655	0.760	0.331

LD=Limpeza y Desbroce AC=Área de Corte AR= Área de Relleno

C					
R					
A					
ITEM	FECHA	DESCRIPCION	APROBACION REVISADO	FECHA	FIRMA/OFCIO
MODIFICACION			APROBACION		
		MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO PROGRAMA DE DESARROLLO PRODUCTIVO AGRARIO RURAL PROGRAMA DE PEQUEÑA Y MEDIANA INFRAESTRUCTURA DE RIEGO EN LA SIERRA DEL PERU			
ESTUDIO A NIVEL DE EXPEDIENTE TÉCNICO					
"INSTALACIÓN DEL SERVICIO DE AGUA DEL SISTEMA DE RIEGO DEL SECTOR CANISHPAMPA DEL CASERÍO HUANTZAPAMPA, CENTRO POBLADO DE PASHPA, DISTRITO DE TARICA, PROVINCIA DE HUARAZ, DEPARTAMENTO DE ANCASH"					
Título : SECCIONES TRASVERSALES SIFON KM.0+820 - KM.1+639.85					
Diseñado:		Ubicación : Localidad: Canishpampa		Plano : 10 de 20	
Dibujo:		Distrito: Tarica		Nº 10	
Revisado: CONSORCIO M y F		Prov: Huaraz			
		Region: Ancash			
Escala : ESC. 1/100		Fecha: Diciembre 2016		Aprobado por:	

4.5.12.3.Obras conexas

a. Cámara de carga

Estructura de concreto armado de 1.30 x 1.30 x 1.30 m y $e=0.15$ m en mur os laterales y piso, con tapa de inspección metálica de 0.80 x 0.80 m. Así mismo la cámara de carga permitirá retornar los excedentes hacia el canal principal Ishinca. Lo detalles se muestran en los planos y en el siguiente gráfico.

b. Cámara de descarga

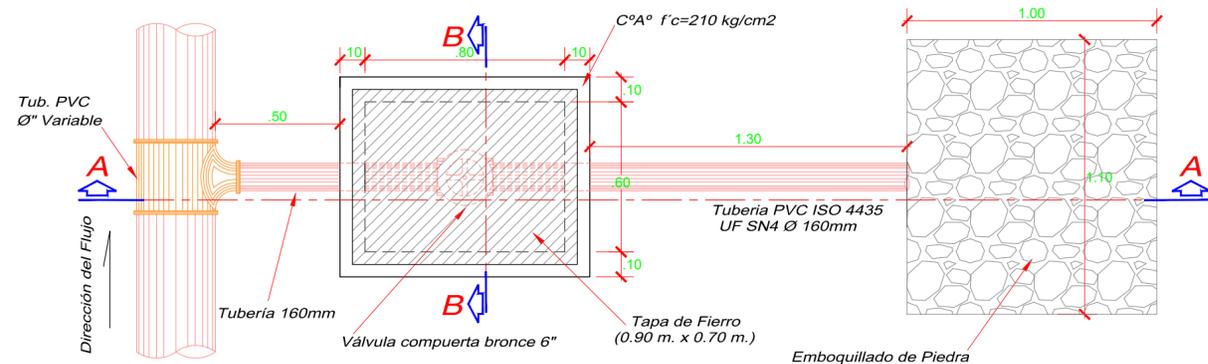
Estructura de concreto armado de 1.30 x 1.30 x 1.30 m y $e=0.15$ m en muros laterales y piso, con tapa de inspección metálica de 0.80 x 0.80 m, que permitirá dispar la presión del agua a la salida del sifón, antes de la entrega al reservorio. Así mismo la cámara de descarga permitirá la distribución del flujo hacia el sistema de bay pass, cuando será necesario el mantenimiento del reservorio. Lo detalles se muestran en los planos y en el siguiente gráfico.

c. Caja de válvula de aire

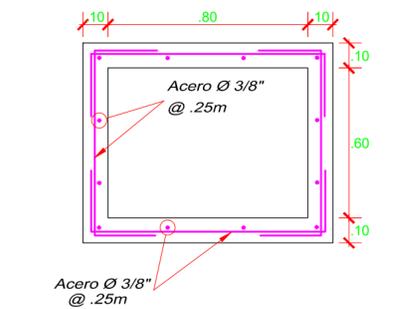
Estructura de concreto armado, de 0.80 x 0.60 x 1.10 mts, y de $e=0.10$ en muros y piso, con tapa metálica de plancha estriada, en cuyo interior se instalará los accesorios en la línea de conducción y válvula de aire de 63 mm; los detalles se muestran en los planos y el siguiente gráfico.

d. Caja de válvula de Purga

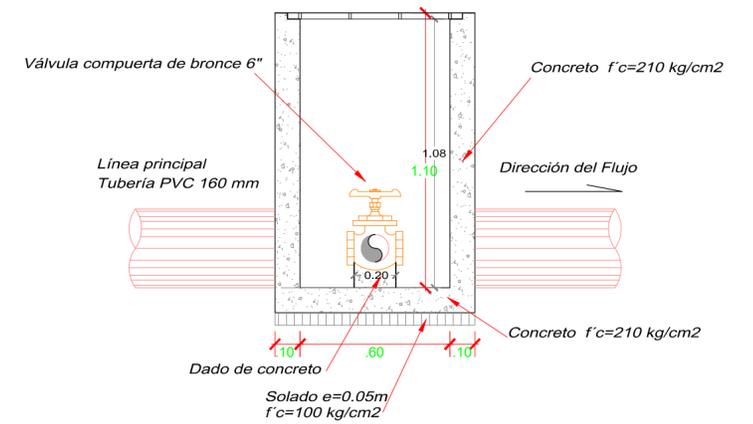
Estructura de concreto armado, de 0.80 x 0.60 x 1.10 mts, y de $e=0.10$ en muros y piso, con tapa metálica de plancha estriada, en cuyo interior se instalará la válvula de 6", para la purga de lodos en el fondo del sifón; así mismo será necesario de una tee como accesorios en la línea de conducción; los detalles se muestran en los planos y el siguiente gráfico.



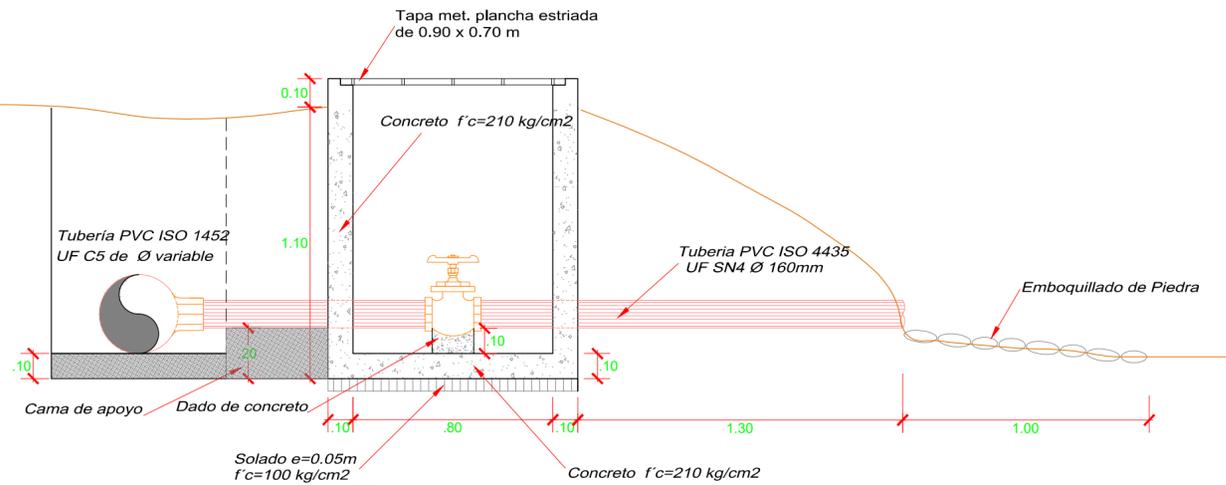
**VALVULA DE PURGE
VISTA EN PLANTA**
Escala: 1/20



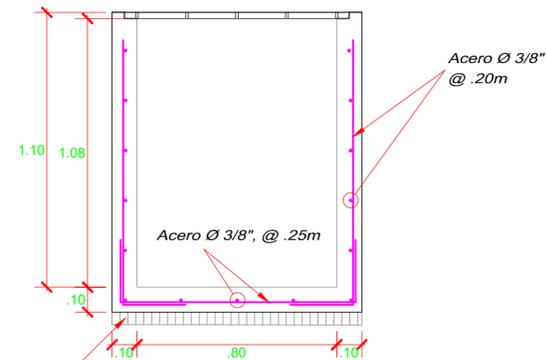
**VALVULA DE PURGE
DETALLE ACERO EN PLANTA**
Escala: 1/20



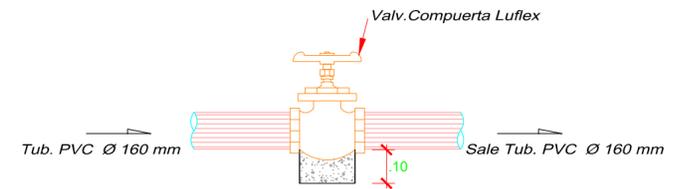
**VALVULA DE PURGE
CORTE B - B**
Escala: 1/20



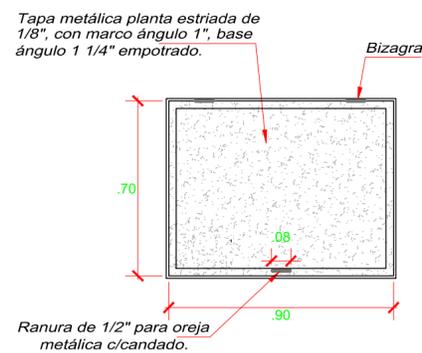
**VALVULA DE PURGE
CORTE A - A**
Escala: 1/20



**VALVULA DE PURGE
DETALLE ACERO EN CORTE**
Escala: 1/20



**DETALLE DE VALVULA
TIPO COMPUERTA LUFLEX**
Escala: 1/15



**DETALLE DE
TAPA DE FIERRO**
Escala: 1/20

ESPECIFICACIONES TECNICAS

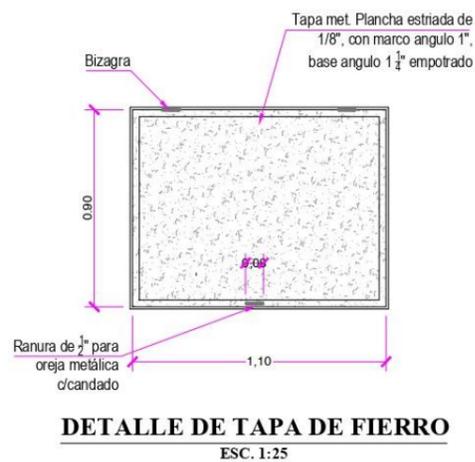
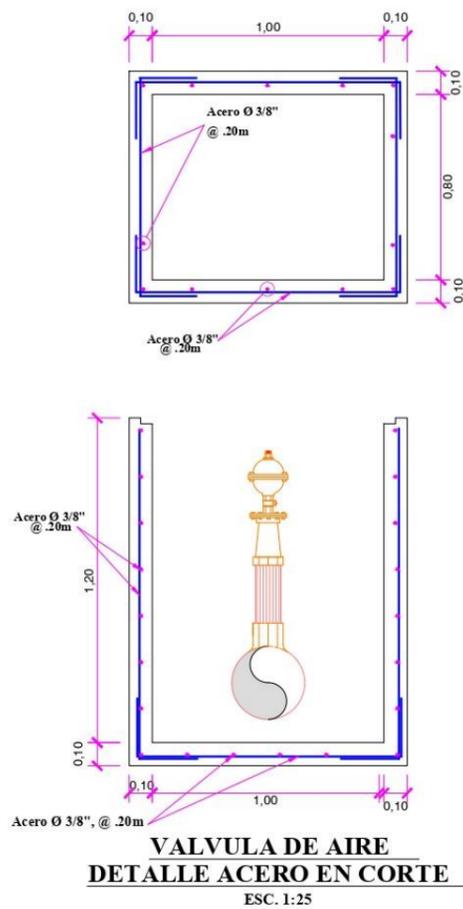
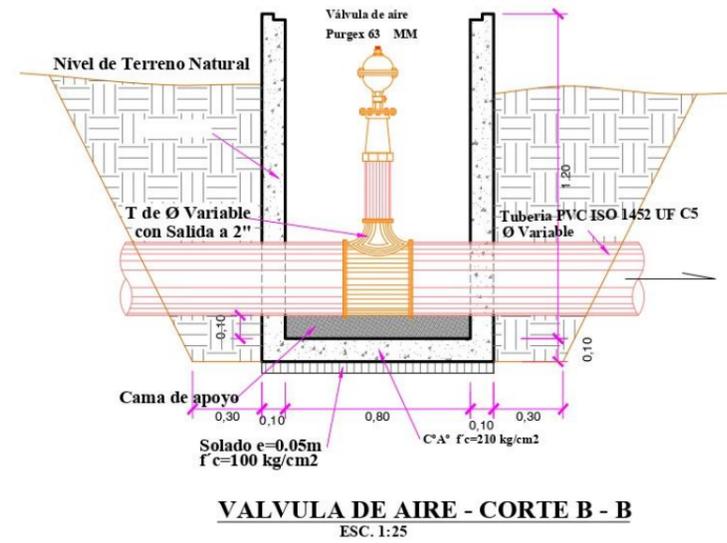
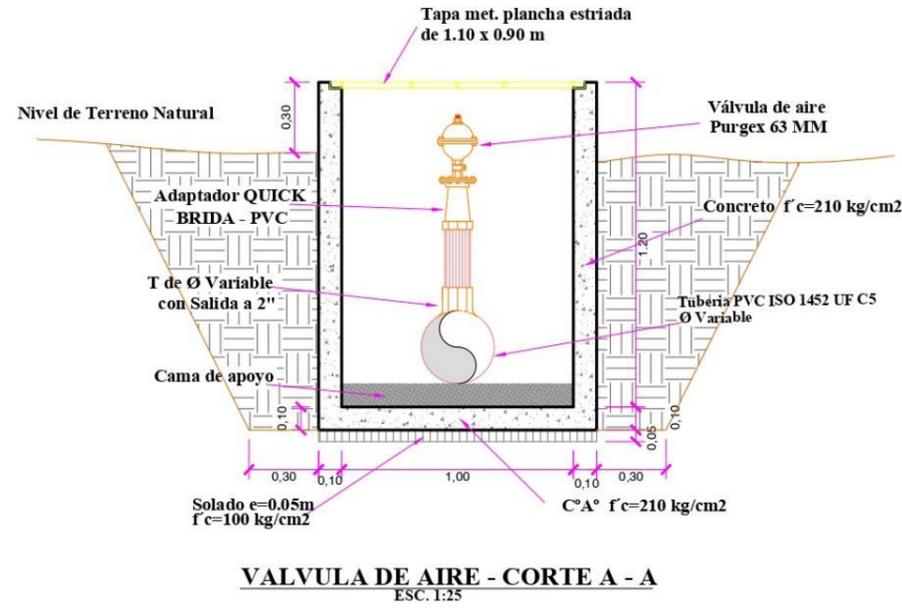
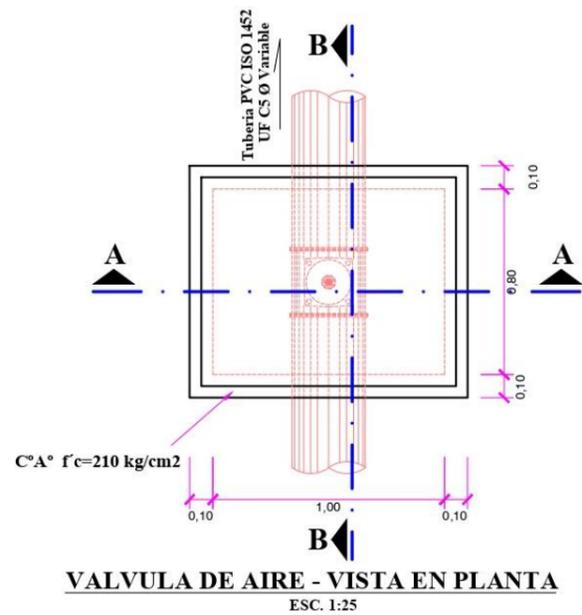
- 1.0 CONCRETO
CONCRETO ARMADO F'c= 210 Kg/cm2
CONCRETO SIMPLE F'c= 100 Kg/cm2
- 2.0 ACERO DE REFUERZO
ACERO DE GRADO 60 F'y= 4200 Kg/cm2
- 3.0 CEMENTO
CEMENTO PORTLAND TIPO I
- 4.0 AGREGADO GRUESO
TAMAÑO MAXIMO 3/4"
- 5.0 RECUBRIMIENTO MINIMO
EN LOSAS 2.5 cm
EN MUROS 2.5 cm
- 6.0 TRASLAPES Y ANCLAJES MINIMOS
Ø 3/8" 1/2"
TRASLAPE 20 cm
ANCLAJE 20 cm

CUADRO DE ACCESORIOS EN CAJA DE VALVULA

N°	ACCESORIO	CANT.	DIAM.
INGRESO			
01	ADAPTADOR PVC SAP	01	6"
02	UNION UNIVERSAL F°G°	01	6"
03	NIPLE DE F°G°	01	6"
SALIDA			
01	ADAPTADOR PVC SAP	01	6"
02	UNION UNIVERSAL F°G°	01	6"
03	NIPLE DE F°G°	01	6"
VALVULA			
01	VALVULA COMPUERTA DE BRONCE	01	6"

ESTRUCTURA	UBICACIÓN DE VÁLVULA DE PURGA				
	DESCRIPCION	PROGRESIVA(Km)	TUB. INGRESO	TUB. SALIDA	VALVULA
SIFON	Valvula purga N° 01	0+642	355mm	160 mm	160 mm
	Valvula purga N° 02	1+306	355mm	160 mm	160 mm
CANAL LATERAL N° 01	Valvula purga N° 03	0+342	200mm	110 mm	110 mm
CANAL LATERAL N° 02	Valvula purga N° 04	0+350	250mm	110 mm	110 mm

C					
B					
A					
ITEM	FECHA	DESCRIPCION	APROBACION REVISADO	FECHA	FIRMA/OFFICIO
MODIFICACION			APROBACION		
ESTUDIO A NIVEL DE EXPEDIENTE TÉCNICO 'INSTALACION DEL SERVICIO DE AGUA DEL SISTEMA DE RIEGO DEL SECTOR CANISHPAMPA DEL CASERIO HUANTZAPAMPA, CENTRO POBLADO DE PASHPA, DISTRITO DE TARICA, PROVINCIA DE HUARAZ, DEPARTAMENTO DE ANCASH'					
Título : VALVULA DE PURGA					
Diseñado: CONSORCIO M y F		Ubicación: Canishpampa		Plano: 15 de 26	
Dibujó: CONSORCIO M y F		Distrito: Tarica		N° 15	
Revisado: CONSORCIO M y F		Prov: Huaraz			
Escala: INDICADA		Fecha: Noviembre 2016		Aprobado por:	



ESPECIFICACIONES TECNICAS

- CONCRETO**
CONCRETO ARMADO F'c= 210 Kg/cm²
CONCRETO SIMPLE F'c= 100 Kg/cm²
- ACERO DE REFUERZO**
ACERO DE GRADO 60 F'y= 4200 Kg/cm²
- CEMENTO**
CEMENTO PORTLAND TIPO I
- AGREGADO GRUESO**
TAMAÑO MAXIMO 3/4"
- RECUBRIMIENTO MINIMO**
EN LOSAS 2.5 cm
EN MUROS 2.5 cm
- TRASLAPES Y ANCLAJES MINIMOS**
Ø 3/8"
TRASLAPE 20 cm
ANCLAJE 20 cm

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE ACCESORIOS

VALVULA DE AIRE
Material : Fo.Fdo.
Diam. Nominal : 40mm
Presión Nominal : 10bar
Diam. de Tobera : 1.7mm
Empalme : Brida-Brida

ADAPTADOR DE BRIDA QUICK
Material : Fo.Fdo.
Diam. Nominal : 40mm
Presión Nominal : 10bar
Empalme : Brida-PVC
Diam.Ext. tubo PVC : 40mm

ESTRUCTURA	UBICACIÓN DE LA VALVULA DE AIRE			
	DESCRIPCION	PROGRESIVA(Km)	TUB. CONDUC	DIAM. VALVULA
SIFON	Valvula aire N° 01	0+020	355mm	63 mm
	Valvula aire N° 02	0+177	355mm	63 mm
	Valvula aire N° 03	1+169	355mm	63 mm
CANAL LATERAL N° 01	Valvula aire N° 04	0+068	200mm	63 mm
	Valvula aire N° 05	0+465	200mm	63 mm
CANAL LATERAL N° 02	Valvula aire N° 06	0+78	250mm	63 mm

C					
B					
A					
ITEM	FECHA	DESCRIPCION	APROBACION REVISADO	FECHA	FIRMA/OFCIO
MODIFICACION			APROBACION		
<p>MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO PROGRAMA DE DESARROLLO PRODUCTIVO AGRARIO RURAL PROGRAMA DE PEQUEÑA Y MEDIANA INFRAESTRUCTURA DE RIEGO EN LA SIERRA DEL PERU</p>					
<p>ESTUDIO A NIVEL DE EXPEDIENTE TÉCNICO INSTALACIÓN DEL SERVICIO DE AGUA DEL SISTEMA DE RIEGO DEL SECTOR CANISHPAMPA DEL CASERIO HUANTZAPAMPA, CENTRO POBLADO DE PASHPA, DISTRITO DE TARICA, PROVINCIA DE HUARAZ, DEPARTAMENTO DE ANCASH</p>					
<p>Título : VALVULA DE AIRE</p>					
Diseñado: CONSORCIO M y F		Ubicación: Canishpampa		Plano: 16 de 26	
Dibujo: CONSORCIO M y F		Localidad: Tarica		N° 16	
Revisado: CONSORCIO M y F		Prov: Huaraz			
		Region: Ancash			
Escala: INDICADA		Fecha: Noviembre 2016		Aprobado por:	

Figura N° 28: Válvula de Aire

4.5.13. Obras Preliminares

A. Poza de disipador de energía en el canal principal “Ishinca”

La poza de disipador de energía estará ubicada entre la progresiva 6+336 al 6+350 del canal principal “Ishinca”, tramo donde la pendiente alcanza el 8.28%, con un flujo super crítico. Por lo que será necesario demoler 14 mts de canal de concreto existente para en su remplazo construir una poza disipadora de energía y a la salida de ésta un tramo de 4 mts de canal con una pendiente de 2 por mil que permita derivar el flujo hacia la cámara de carga del sifón invertido. Las características de la sección entrada y salida a la poza de disipación son las del canal principal “Ishinca”; sección rectangular de 1.0 x 0.5 mts.

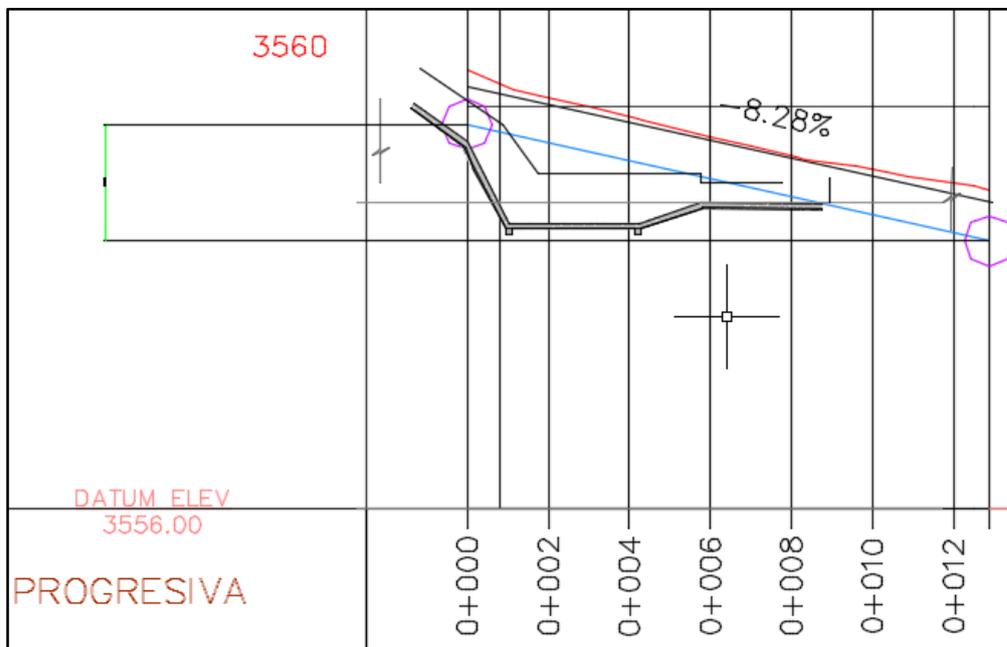


Figura N° 29: Longitudinal de la zona donde está ubicada

FUENTE: Elaboración Propia

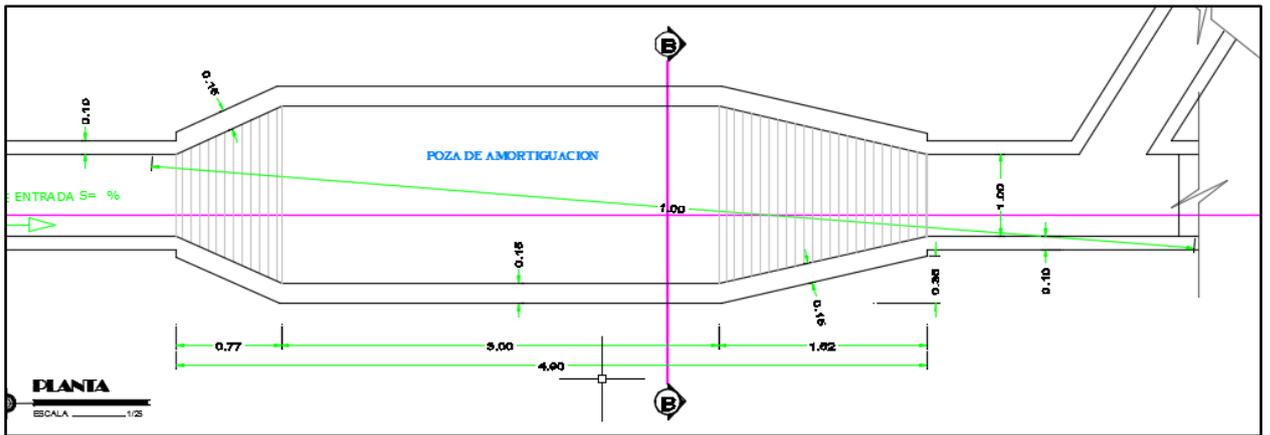
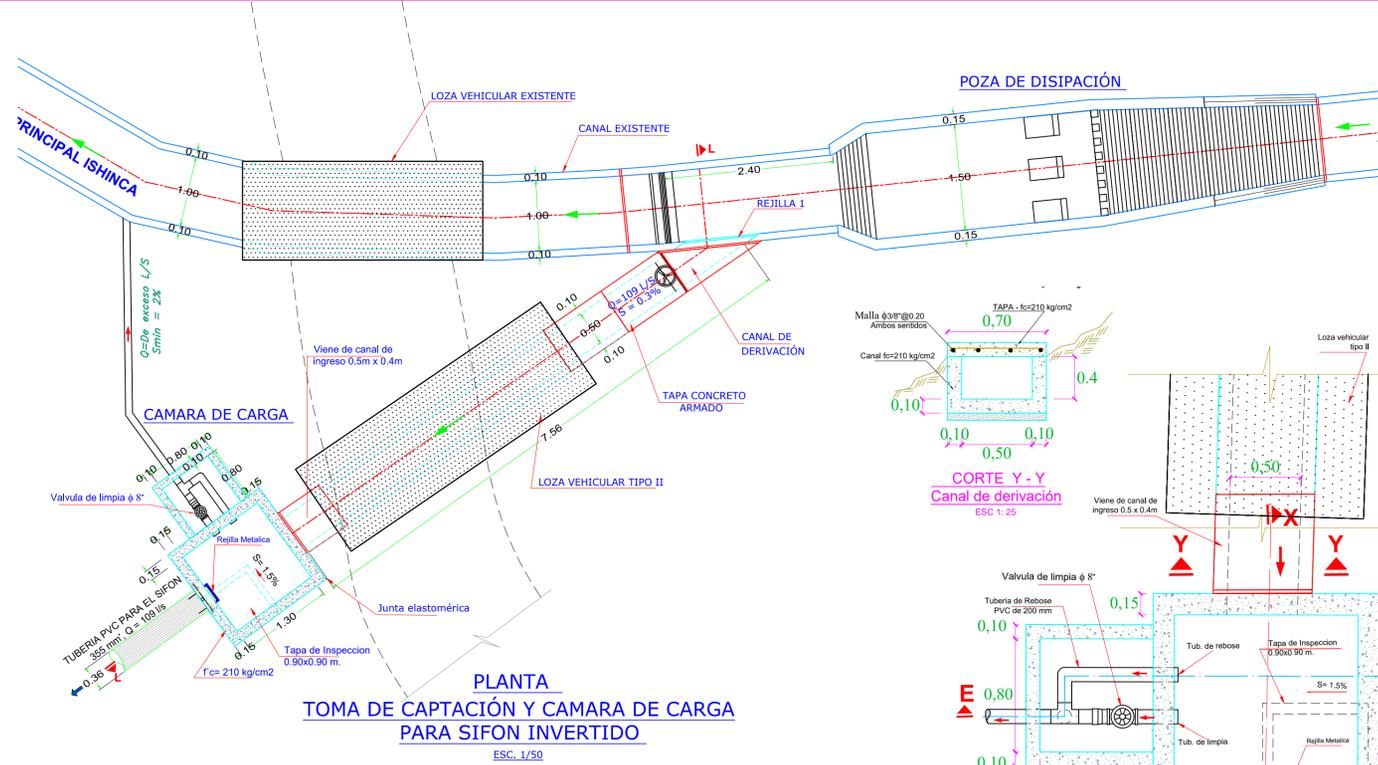


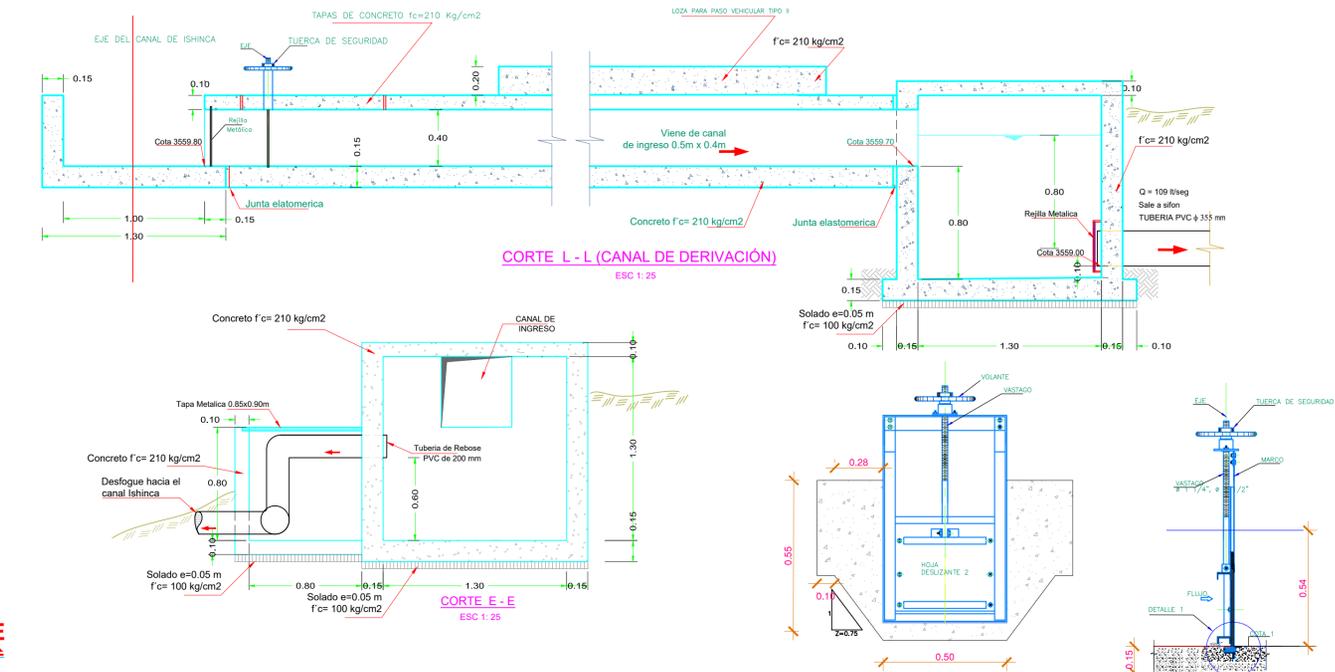
Figura N° 30: Vista de Planta Poza Disipador de Energía

FUENTE: Elaboración Propia

La poza disipadora de energía es una estructura de concreto armado, de 3.20 m largo y por 1.5 m de ancho, con muros laterales de 0.9 m de alto y 0.15 m de ancho; diseñados como lozas de concreto armado; así mismo el piso es una loza de concreto armado de 0.15 m de espesor. Forman parte de la poza disipadora, las transiciones de entrada y salida



PLANTA TOMA DE CAPTACIÓN Y CAMARA DE CARGA PARA SIFON INVERTIDO
ESC. 1/50



CORTE L - L (CANAL DE DERIVACIÓN)
ESC 1:25

CORTE E - E
ESC 1:25

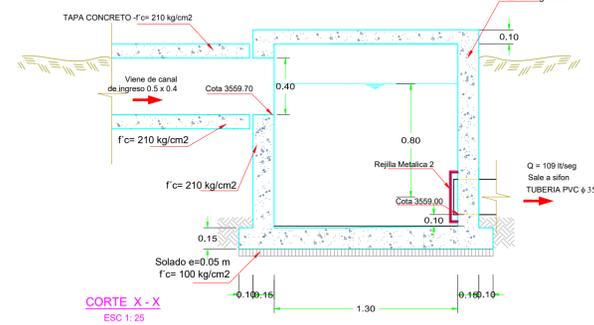
DETALLE DE COMPUERTA

DETALLE DE REJILLA 1 A LA ENTRADA - CAPTACIÓN

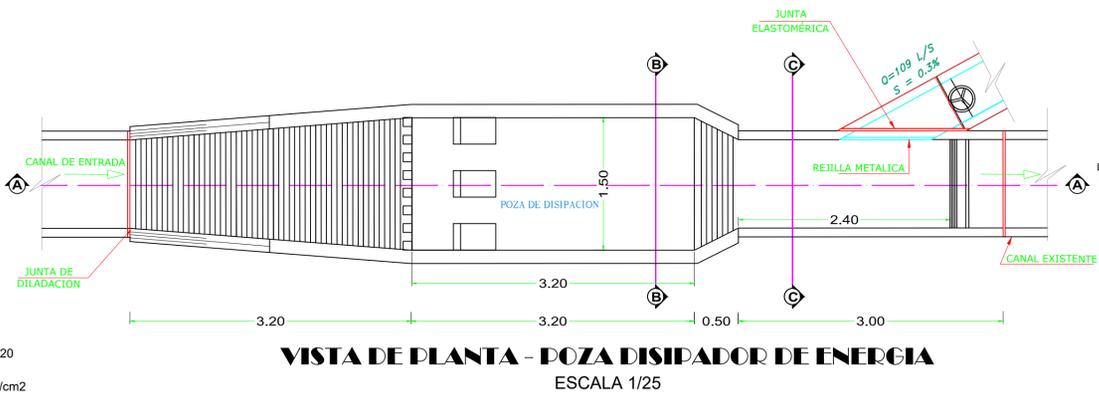
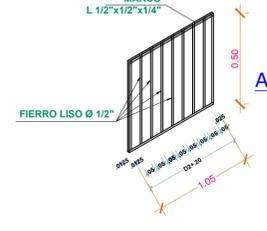
ESPECIFICACIONES TECNICAS	
MATERIALES:	
Cemento	Cemento Portland Tipo I
CONCRETO SIMPLE	
CONCRETO - LOSA	f'c = 210 kg/cm² = 21 MPa
CONCRETO - MUROS	f'c = 210 kg/cm² = 21 MPa
Relacion agua/cemento maxima: 0.45	

DISEÑO SISMORESISTENTE	
Normas y Reglamento de Diseño	
En el Diseño se han utilizado las siguientes normas del Reglamento Nacional de edificaciones (2006) - Actualizado 2009:	
Normas de Cargas:	E-020
Normas Sismoresistente:	E-030
Normas de Diseño de concreto:	E-060
Normas de Suelos y Cimentaciones:	E-050
Reglamento Para el Concreto Estructural version en español ACI - 318-05 y ACI -318-08	

PLANTA: CAMARA DE CARGA PARA SIFON
ESC 1:25



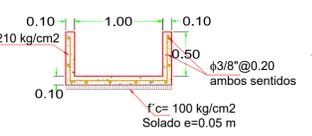
CORTE X - X
ESC 1:25



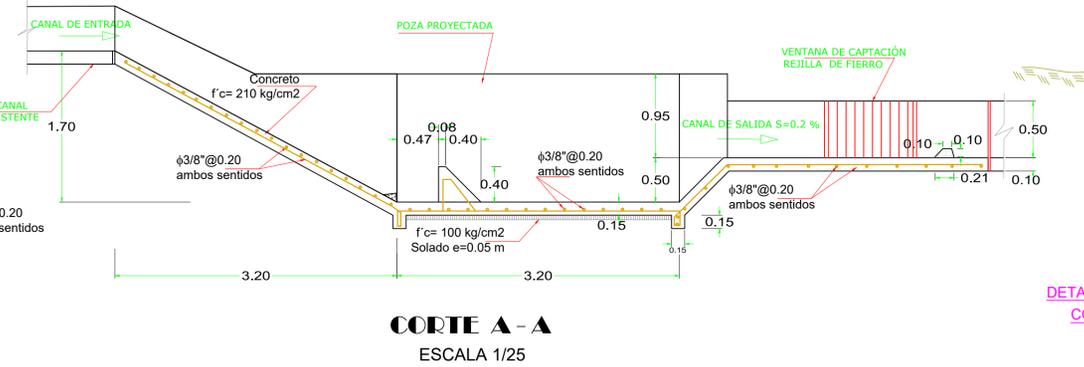
VISTA DE PLANTA - POZA DISIPADOR DE ENERGIA
ESCALA 1/25



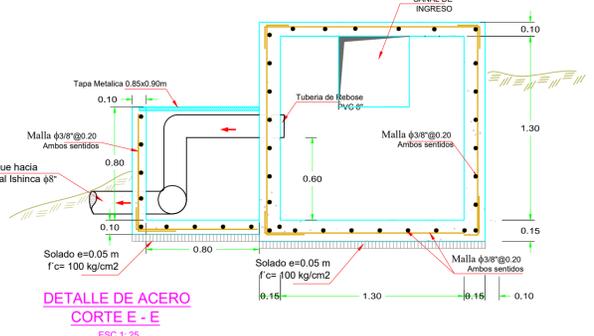
CORTE B - B
ESCALA 1/25



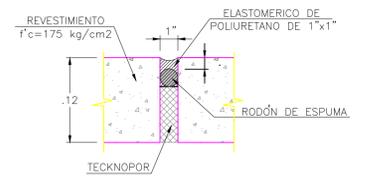
CORTE C - C
ESCALA 1/25



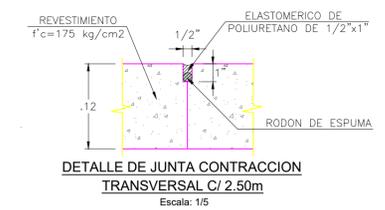
CORTE A - A
ESCALA 1/25



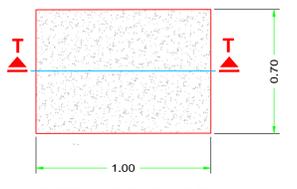
DETALLE DE ACERO CORTE E - E
ESC 1:25



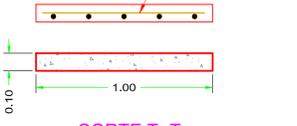
DETALLE DE JUNTA DE DILATACION C/ 12.50m
Escala: 1/5



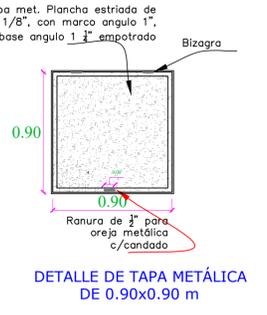
DETALLE DE JUNTA CONTRACCION TRANSVERSAL C/ 2.50m
Escala: 1/5



DETALLE TAPA DE CONCRETO
ESC 1:20



CORTE T - T
ESC 1:20



DETALLE DE TAPA METALICA DE 0.90x0.90 m

ITEM	FECHA	DESCRIPCION	APROBACION REVISADO	FECHA	FIRMA/OFFICIO
MODIFICACION			APROBACION		
MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO PROGRAMA DE DESARROLLO PRODUCTIVO AGRARIO RURAL PROGRAMA DE PEQUEÑA Y MEDIANA INFRAESTRUCTURA DE RIEGO EN LA SIERRA DEL PERU					
ESTUDIO A NIVEL DE EXPEDIENTE TECNICO "INSTALACION DEL SERVICIO DE AGUA DEL SISTEMA DE RIEGO DEL SECTOR CANISHPAMPA DEL CASERIO HUANTZAPAMPA, CENTRO POBLADO DE PASHPA, DISTRITO DE TARICA, PROVINCIA DE HUARAZ, DEPARTAMENTO DE ANCASH"					
Título: PLANTA Y DETALLES DE POZA DISPADORA Y CAMARA DE CARGA					
Diseñado: CONSORCIO M y F		Ubicación: Canishpampa		Plano: 03 de 26	
Dibujo: CONSORCIO M y F		Localidad: Tarica		Nº 03	
Revisado:		Prov: Huaraz			
Escala: INDICADA		Region: Ancash			
Fecha: Noviembre 2016		Aprobado por:			

PANEL FOTOGRÁFICO



Figura N° 32: Ubicación de la cámara de carga del Sifón



Figura N° 33: La línea de conducción del Sifón se desplazara por la margen izquierda de la trocha de acceso Pashpa -Huantzapampa



Figura N° 34: Zona donde la línea de Conducción del Sifón cruzara el campo deportivo del centro poblado de Pashpa



Figura N° 35: Zona designada para el reservorio – terreno relativamente plano

4.5.14. Observaciones realizadas según el trabajo de campo

Los trabajos de campo se realizaron durante los primeros 15 días del mes de Julio del 2016 a cargo de personal debidamente calificado y bajo la supervisión del ingeniero jefe de proyecto y el ingeniero especialista en diseño hidráulico.

Para el presente estudio se ha realizado la verificación in situ de:

- Zona de captación: El sistema de captación proyectada viene a ser una toma lateral del canal principal existente Ishinca ubicada en la progresiva 6+350.
- Desplazamiento del Sifon invertido; progresiva 0+000 hasta el 1+640, donde se proyecta el reservorio de geomembrana, sector Canishpampa.

En relación a lo cual hacemos los siguientes comentarios:

A. Zona de captación

El sistema de captación, será mediante toma lateral en el canal Ishinca, ubicada en la progresiva 6+350, zona donde el canal tiene una pendiente promedio de 8.28%, e hidráulicamente no es posible realizar una captación directa, debido a que la velocidad es demasiado alta, como se aprecia en el siguiente gráfico.

Por lo que será necesario la construcción de una poza para disipar la energía en el canal “Ishinca”, para lo cual será necesario demoler un tramo de aproximadamente 14 mts de canal, que permita un flujo laminar para su derivación.

La derivación será una toma lateral con sistema de control mediante una compuerta con sistema de izaje tipo Armco

B. Desplazamiento del sistema de conducción “SIFON”

Se iniciará con un sistema de entrada, estructura denominada cámara de carga, la cual será ubicada a 7.70 mts del canal principal, en su desplazamiento será necesario construir, 05 losas de protección de la tubería debido al cruce de la trocha carrozable. Así mismo será necesario la construcción de dados de anclaje en zona de fuerte pendiente y cambios de nivel. Puntos identificados progresivas: 0+025, 0+030 (Antes de bajar a la plataforma del estadio

y al inicio del tramo que cruzará el estadio), 0+185 (Después de cruzar la plataforma del estadio), 0+250, 0+300, 0+350 y 0+400 (Tramo de fuerte pendiente). Además de la estructura planteada “sifón invertido” debe ser complementado con una cámara de purga y estructura de salida.

Así mismo se debe de tener presente la ejecución de los proyectos de agua potable que se vienen ejecutando donde las líneas de conducción son paralelas a la línea de conducción proyectado para el sifón, que se desplazará por la margen izquierda, pero antes necesariamente tendrá que cruzar por debajo de dichas instalaciones en la progresiva 0+220, para ello se prevé una profundidad de zanja para la instalación de la tubería de 1.0 mts.



Figura N° 36: Zanja de la ejecución de la obra de agua potable y la proyección del trazo del sifón



Figura N° 37: Desnivel de 4 mts en la progresiva 0+030 en la línea de conducción – sifón



Figura N° 38: Zona de fuerte pendiente desde la progresiva 0+180 a 0+400

4.5.15. Soluciones planteadas ante problemáticas

Se concluye que, en los estudios previos del proyecto, no se consideraron algunas estructuras y se implementaran a nivel de expediente técnico, como es el caso de:

- La construcción de poza de disipación de energía en el canal principal “Ishinca”.
- La construcción de dados de concreto para fijar la tubería de conducción el sifón

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- El Sifón Invertido permitirá dotar a la zona de Canishpampa de recursos hídricos adicionales a los actuales, conduciendo 109 l/s, desde la progresiva 6+350 del Canal Principal Ishinca hasta su descarga en el reservorio ubicado en el sector de canishpampa,
- El Sifón invertido de 1,640 m es de tubería PVC UF. C-5 de 355 mm, y trabajara a presión, el cual cumple con las condiciones mínimas requeridas para su eficiente funcionamiento, con una H_{min} de 0,25 m la cual permite que el Sifón trabaje ahogado
- El sifón invertido, se cumplió que la $\Delta H = 7,60$ m es mayor a la suma de todas las pérdidas que se generen en el sifón $h_{total} = 6,27$ m que contemplando un factor de seguridad del 10%, aumenta a $h_{total} = 6,89$ m, bajo estas condiciones se tendrá una carga energética disponible de 0,71 m.

5.2. Recomendaciones

- Realizar el diseño de perdida de carga teniendo un factor de seguridad del 10%, debido a que en su desarrollo no se toma en cuenta perdidas de carga como las de válvulas de purga y/o limpieza.
- Se recomienda proyectar el trazo del sifón invertido por zonas donde no exista pendientes muy fuertes, ni mucha diferencia de alturas, ya que no se quiere tener una carga hidráulica excesiva para evitar posibles desbordes
- Se recomienda evitar cambios violentos de dirección al realizar el trazado del conducto, debido a que estos cambios generan más pérdidas de carga y puede debilitar el conducto.
- Se debe tomar en cuenta que los diámetros mínimos generan mayor gasto de energía como también la separación entre las varillas de la rejilla, siempre y cuando estas se encuentren al ingreso del conducto.

VI. BIBLIOGRAFÍA

Autoridad Nacional del Agua (2010). Manual de Criterios de Diseños de Obras Hidráulicas para la formulación de Proyectos Hidráulicos Multisectoriales de Afianzamiento Hídrico. Lima, Perú.

Cruz, B. (2005). Diseño Hidráulico del Sifón Acueducto Ccochancecay - Proyecto de Irrigación Yaurihuri. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú.
Recuperado de http://sisbib.unmsm.edu.pe/BibVirtual/monografias/Basic/cruz_lb/contenido.htm

Peláez, E. (2006). *Diseño de obras hidráulicas*. Universidad Nacional de Ingeniería. Lima, Perú.

Pérez, L. & Pérez, S. (2007). *Criterios de Diseño, Cálculo y Selección de Tuberías en Base al Criterio de las Prestaciones Equivalentes*. Buenos Aires.

Universidad José Carlos Mariátegui (2015). Manual de Elaboración de Tesis, Trabajo de Suficiencia Profesional y Artículo Científico. Moquegua, Perú.

Universidad Nacional del Santa (2008). Estructuras Hidráulicas. Chimbote, Perú.
Recuperado de http://biblioteca.uns.edu.pe/saladocentes/archivoz/curzoz/dise%F1o_y_aspectos_constructivos_en_obras_de_arte.pdf

Villón M. (2005). *Diseño de Estructuras Hidráulicas*. Lima, Perú: Editorial Villón.